

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНСТИТУТ ФІЗИКО-ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ І ВУГЛЕХІМІЇ
ім. Л. М. ЛИТВИНЕНКА НАН УКРАЇНИ

Саранчук В.І., Ільяшов М.О.,
Ошовський В.В., Білецький В.С.

Основи хімії і фізики горючих копалин

Затверджено Міністерством освіти і
науки України як підручник для студентів
напряму "Хімічна технологія та інженерія"
вищих навчальних закладів

Донецьк
„Східний видавничий дім”
2008

УДК 662.73+662.74

Саранчук В.І., Ільяшов М.О., Ошовський В.В., Білецький В.С.

О 75 Основи хімії і фізики горючих копалин. - Донецьк: Східний видавничий дім, 2008. – с. 640.

ISBN 978-966-317-024-4

У книзі розглядаються фізико-хімічні властивості природних і синтетичних форм вуглецю, а також палив, їх походження, класифікація, склад, фізичні і хімічні властивості, молекулярна структура твердих горючих копалин, нафти, природних газів, викладені принципи переробки горючих копалин і сучасні уявлення про сутність і механізм їхнього перетворення в різних умовах, дана характеристика продуктів, що утворюються.

У додатках подано енциклопедичний словник "Тверді горючі копалини", який містить понад 1700 статей.

Для студентів, магістрантів і аспірантів вузів, що навчаються за напрямом «Хімічна технологія та інженерія», науковців, співробітників проектних організацій та інженерно-технічних працівників заводів.

Табл. 57. Рис. 44. Бібліогр.: 68 назв.

Рецензенти:

- Й. О. Опейда, д.х.н., професор Донецького національного технічного університету, заступник директора Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України;
Ю. О. Тарасенко, д.х.н., професор, провідний науковий співробітник Інституту хімії поверхні ім. О. О. Чуйка НАН України
Є. І. Збиковський, к.т.н., доцент Донецького національного технічного університету

Гриф наданий Міністерством освіти і науки України
№ 1.4 / 18 – Г – 2728 від 17.12.2008

ISBN 978-966-317-024-4

- © Донецький національний технічний університет, 2008
© ІНФОВ НАН України, 2008
© Східний видавничий дім, 2008
© НТШ – Донецьк, 2008

ЗМІСТ

ВСТУПНЕ СЛОВО	6
ВІД АВТОРІВ	8
ЧАСТИНА I. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ	9
1. Джерела енергії й органігенна сировина	9
1.1. Загальна характеристика паливно-енергетичної сировини та її роль в енергетиці	15
2. Вуглець і вуглецеві матеріали	23
2.1. Характеристика вуглецю	24
2.2. Алотропні форми вуглецю	26
2.2.1. Алмаз	26
2.2.2. Лонсдейліт	28
2.2.3. Карбін	29
2.2.4. Графіт та графен	30
2.3. Вуглецеві каркасні структури	36
2.3.1. Фулерени	36
2.3.2. Вуглецеві нанотрубки	40
2.4. Органічні сполуки	45
2.5. Неорганічні сполуки вуглецю	57
2.5.1. Хімічні властивості вуглецю	57
2.5.2. Оксид вуглецю (II), або чадний газ	57
2.5.3. Оксид вуглецю (IV), або вуглекислий газ	59
2.5.4. Вугільна кислота H_2CO_3	60
2.5.5. Сполуки вуглецю з сіркою і азотом	64
2.6. Вуглець у природі	65
3. Види горючих копалин і їхня роль у господарстві України	71
4. Умови залягання і способи видобутку горючих копалин	73
5. Головні родовища горючих копалин	81
5.1. Тверді горючі копалини	81
5.2. Нафта та горючий газ	88
ЧАСТИНА II. ТВЕРДІ ГОРЮЧІ КОПАЛИНИ	94
6. Походження твердих горючих копалин	94
6.1. Вихідний матеріал й умови утворення твердих горючих копалин	94
6.2. Процеси утворення твердих горючих копалин	99
6.3. Різні теорії походження копалин	102
6.4. Умови утворення твердих горючих копалин	108
7. Систематизація і класифікація твердих горючих копалин	111
8. Торф і вугілля	114

9. Петрографія вугілля.....	130
10. Технічний аналіз вугілля	154
10.1. Відбір і приготування проб для аналізу	155
10.1.1. Випробування палива	155
10.1.2. Види проб	156
10.1.3. Відбір проб	157
10.1.4. Обробка проб	159
10.1.5. Приготування аналітичних проб	160
10.1.6. Підготовка проби до проведення аналізу. Загальні прийоми роботи при аналізі вугілля	164
10.2. Волога	166
10.3. Мінеральні компоненти і зольність вугілля	168
10.4. Вихід летких речовин	170
10.5. Сірка у вугіллі	172
10.6. Загальне поняття про груповий аналіз вугілля	173
11. Елементний склад ТГК.....	174
12. Фізичні властивості вугілля	177
12.1. Густина ТГК.....	178
12.2. Фізико-механічні властивості	179
12.3. Теплофізичні властивості.....	182
12.4. Електромагнітні властивості	186
13. Хімічна будова твердих горючих копалин.....	188
14. Гумінові кислоти, бітуми, гірський віск.....	191
15. Збагачення твердих горючих копалин.....	195
15.1. Методи збагачення вугілля	205
15.1.1. Збагачення у важких середовищах	205
15.1.2. Мокра відсадка	206
15.1.3. Збагачення в гвинтових сепараторах	207
15.1.4. Пневматичне збагачення	208
15.1.5. Флотація вугільного пилу та шламу	209
16. Брикетування вугілля.....	209
17. Термічна деструкція. Механізм перетворення вугілля	213
18. Піроліз ТГК	224
18.1. Методи оцінки спікливості і коксівності вугілля	232
18.2. Визначення пластометричних показників методом Л. М. Сапожникова.....	233
18.3. Визначення показника спікливості методом Рога	239
18.4. Метод визначення показника вільного спучування (індекс вільного спучування)..	240
18.5. Визначення типу коксу за Грей-Кінгом	241
18.6. Визначення дилатометричних показників за методом Одібера-Арну	243
18.7. Прискорений метод визначення дилатометричних показників у приладі ІГК-ДМетІ	245
18.8. Прискорений метод визначення спікливості	246

18.9. Визначення виходу рідиннорухливих продуктів з пластичної маси вугілля	247
18.10. Визначення показників текучості в пластометрі Гізелера	247
18.11. Визначення коксівності методом лабораторного коксування	248
18.12. Коксування в напівзаводських печах і ящичне коксування	249
19. Коксування вугілля.....	249
19.1. Визначення міцності коксу в малому і великому барабанах.....	263
19.2. Дійсна густина коксу	265
19.3. Уявна густина і пористість коксу.....	265
19.4. Визначення насипної маси коксу.....	267
19.5. Визначення питомого електричного опору коксу.....	267
19.6. Визначення реакційної здатності коксу	269
20. Пек кам'яновугільний і пековий кокс.....	273
21. Окиснення вугілля.....	280
22. Спалення горючих копалин	284
23. Газифікація вугілля.....	289
24. Гідрогенізація і розчинення вугілля	298
25. Енерготехнологічна переробка твердих горючих копалин	307
ЧАСТИНА III. РІДКЕ ПАЛИВО	311
26. Походження нафти і газу	311
26.1. Гіпотези неорганічного походження	311
26.2. Гіпотеза органічного осадово-міграційного походження нафти.....	312
26.3. Осадово-неорганічна гіпотеза формування нафтових і газових родовищ.....	314
27. Груповий хімічний склад нафт і нафтопродуктів.....	317
28. Характеристика нафт і нафтових фракцій.....	321
29. Способи переробки нафти	327
30. Термічний крекінг нафти	334
31. Каталітичні процеси переробки нафти.....	338
32. Нафтові палива й мастила	340
32.1. Двигуни внутрішнього згорання.....	341
32.2. Авіаційні реактивні і газотурбінні двигуни.....	343
32.3. Палива на основі нафтопродуктів	345
33. Очищення нафтопродуктів.....	351
ЧАСТИНА IV. ГАЗОПОДІБНЕ ПАЛИВО	353
34. Природні горючі гази	353
35. Зріджений газ.....	360
36. Гази вугільних родовищ.....	363
ЕНЦИКЛОПЕДИЧНИЙ СЛОВНИК "ТВЕРДІ ГОРЮЧІ КОПАЛИНИ"	367
ЛІТЕРАТУРА	636

ВСТУПНЕ СЛОВО

Горючі корисні копалини відіграють значущу, непересічну роль в розвитку цивілізації, зокрема становленні сучасної науки, промисловості, транспорту, культури людства в цілому. Разом з тим, історія їх промислового використання налічує всього півтора століття, а пік сукупного видобутку вугілля, нафти, природного газу очікується вже найближчим часом. У історичному масштабі ми дуже швидко вичерпуємо поклади горючих копалин, які накопичувалися на планеті мільйони років.

Прогнозуючи майбутнє фахівцями під егідою ООН розроблено концепцію сталого розвитку, що передбачає тривалий розвиток людства, який задовольняє потреби сучасності без завдання шкоди спроможності майбутніх поколінь у задоволенні їхніх потреб. У цьому контексті наступний період використання традиційних для сучасної економіки викопних вуглеводнів, який протриває ще максимум 200-250 років, буде мати декілька характерних рис. По-перше, це період спаду видобутку, що вимагає економії ресурсів, розробки і впровадження ресурсозберігаючих технологій, комплексності переробки вуглеводневої сировини, безвідходних виробництв. По-друге, відбуватиметься залучення до паливно-енергетичного балансу все бідніших природних родовищ, а також техногенних родовищ, які містять горючі корисні копалини. По-третє, будуть розроблятися нетрадиційні поклади вуглеводнів, зокрема розширяться видобуток нафти з нафтоносних пісків, розпочнеться і набуде розвою видобуток кристалогідратного метану.

Все це вимагатиме надзвичайних зусиль науки і техніки, на які покладається вишукування, дослідження і розробка новітніх та удосконалення існуючих технологій розвідки, видобування та переробки природних викопних вуглеводнів. При цьому все жорсткіше стоятиме проблема оптимізації та екологізації цих процесів, зокрема процесів переробки нафти, природного газу і вугілля. Основні напрямки наукових пошуків включають збільшення глибини переробки рідких вуглеводнів, активне використання техніки скраплення газу, розробку ефективних технологій зрідження та газифікації вугілля (як у видобуто-

му стані так і у пласті), одержання, транспорт та використання висококонцентрованих водовугільних суспензій.

Описана перспектива вимагає сьогодні від нас досконалої підготовки цілого ряду фахівців з урахуванням вказаних спеціалізацій.

У створеному авторами курсі «Основи хімії і фізики горючих копалин» розглядаються фізико-хімічні властивості природних і синтетичних форм вуглецю, а також палив, їх походження, класифікація, склад, фізичні і хімічні властивості, молекулярна структура твердих горючих копалин (вугілля, торфу, горючих сланців), нафти, природних газів, викладені принципи переробки горючих копалин і сучасні уявлення про сутність і механізм їхнього перетворення в різних умовах, подана характеристика продуктів, що утворюються. Найбільше уваги приділено твердим горючим копалинам, що справедливо з точки зору їх більших сукупних запасів і специфіки паливно-енергетичного балансу нашої країни. Безсумнівним позитивом посібника є виклад як теоретичного, так і прикладного матеріалу на сучасному рівні уявлень про такі складні і багатогранні системи як вуглець, вугілля, нафта. Автори часто викладають різні підходи до проблем, заохочуючи студентів і аспірантів, що навчаються за фахом «Хімічна технологія палива», а також науковців до компаративного аналізу. Крім того, велику увагу приділено термінологічній проблемі, - у додатку поміщено фахово підготовлений енциклопедичний словник, який включає новітню українську термінологію з твердих горючих копалин з одночасним приведенням російських, англійських та німецьких термінів-відповідників.

В цілому сучасний парк підручників і посібників з хімії і фізики горючих копалин збагачується ще одним сучасним виданням, яке претендує на інтегративну базисну роль. Серед видань-аналогів воно вирізняється своєю універсальністю, так як виконує одночасно навчальну, наукову і нормативно-термінологічну функцію.

Директор інституту вугільних енерготехнологій
Національної академії наук України,
академік Ю.П. Корчевий

ВІД АВТОРІВ

Підручник «Основи хімії і фізики горючих копалин» - по суті перше вітчизняне фундаментальне навчальне видання, яке системно висвітлює питання походження, складу, молекулярної структури, фізико-хімічних властивостей твердих, рідких та газоподібних горючих копалин. Висвітлені питання класифікації горючих копалин, опису форм існування вуглецю та їх властивостей.

Особлива увага приділена вугіллю, як основі паливно-енергетичного балансу нашої країни. Подані сучасні дані про петрографію вугілля, технічний аналіз і елементний склад, фізичні, зокрема фізико-механічні, теплофізичні, електромагнітні властивості, хімічну будову твердих горючих копалин та їх складових.

Окремі розділи роботи знайомлять з сучасною технологією і технікою збагачення та брикетування вугілля, технологіями його термічної деструкції, зокрема піролізу, коксування, газифікації, гідрогенізації, розчинення вугілля, методами оцінки спікливості та коксівності вугілля та методами оцінки якості коксу.

У розділі «Рідке паливо» автори-укладачі викладають сучасні гіпотези неорганічного та органічного походження нафти і природного газу, описують груповий хімічний склад нафт та нафтопродуктів їх фізичні, техніко-технологічні характеристики, а також способи переробки нафти, зокрема очищення нафти, термічний крекінг, каталітичні процеси переробки нафти. Окремий розділ присвячений нафтовим паливам та мастилам.

У розділі «Газоподібне паливо» акцент зроблено на описі природних горючих газів, зокрема метану вугільних родовищ. У окремий розділ винесено інформацію про перспективний напрямок газової промисловості – скраплення природних газів.

Підручник доповнено енциклопедичним словником «Тверді горючі копалини», який містить понад 1700 статей і суттєво доповнює основний матеріал видання.

У написанні окремих розділів та статей Енциклопедичного словника брали участь д.т.н. В.С.Бойко, к.т.н. О.А.Золотко, д.т.н. Р.С.Яремійчук, к.е.н. І.М. Лашенко, Н. В. Лобачова.

ЧАСТИНА I. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Джерела енергії й органічна сировина

Здавна пошук їжі і джерел енергії визначав діяльність людини. Деревина, вітер і вода довгий час були єдиними енергоносіями. З перетворенням енергії води й інших видів енергії в електричний струм почався бурхливий розвиток техніки. Дешева нафта забезпечила після 1945 року непередбачено переможний хід автомобіля. Однак зростання цін на енергоносії і різке збільшення чисельності населення Землі є застереженням про наявність межі росту енергоспоживання.

Мінімум енергії, необхідний для підтримки життєдіяльності людини (в первісному і сучасному світі), дорівнює 12,6 МДж на день або $4,18 \cdot 10^3$ МДж на рік, що еквівалентно енергії, яка виділяється при спалюванні 125 кг нафти. У зв'язку з підвищенням вимог людей до комфорту на початку ХХ століття споживання енергії перевищило біологічно необхідний рівень у 5,5 рази, у 1980 р. – в 13,3 рази, а на початку ХХІ століття – в 23-25 разів.

У середньому одна людина за рік споживає енергію 2,2 т у.п. (тонн умовного палива), у той час як у США споживання енергії дорівнює 12, у Німеччині – 6, а в країнах Африки – 0,1 т у.п., що на 40% менше мінімуму енергії для підтримки життєдіяльності людини.

Чисельність населення Землі швидко зростає. У 1700 році на планеті проживало 600 млн. людей, до 1850 року число землян збільшилося до 1,2 млрд., до 1950 року – до 2,5, а до середини 1987 року – до 5,0 млрд., у другій половині 1999 р. – до 6,0 млрд., на початку 2007 року – 6,3 млрд. Таким чином, для першого подвоєння числа землян потрібно було 150 років, другого – 100, а третього – менше 37 років.

Темпи приросту використання геоенергетичних ресурсів складають 3-4% на рік. Приріст у 4% означає збільшення їх кількості за 30 років утричі, а за 100 років – в 50 разів, тобто приріст використання енергоресурсів випереджує приріст числа землян.

Світове використання енергоресурсів по роках у тоннах умовного палива (т у.п.) наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Світове використання енергоресурсів

Показник	1900	1950	1970	2000	2020	2050
Сумарне енерговикористання, млрд. т у.п.	0,95	2,86	7,30	14,2	19,4	23,9
Населення, млрд.	1,62	2,50	3,60	6,00	8,00	9,2
Питома енерговитрата, т у.п. на 1 людину	0,59	1,16	2,03	2,36	2,42	2,59

У зв'язку з життєвими потребами і ростом споживчого попиту населення, навантаження на природу стає настільки великим, що слід очікувати порушення енергетичного балансу планети. Очевидно, що земні ресурси зможуть забезпечити зростаючі потреби тільки протягом обмеженого терміну.

На початку ХХІ сторіччя на Землі щорічно споживається понад 14 млрд. т у.п. енергії. За прогнозом Всесвітньої Енергетичної Ради і Міжнародного інституту прик-

ладного системного аналізу (WEC/IIASA) у 2020 р. глобальне енергоспоживання людства складе 19,4 млрд. т у.п.

У найближче десятиліття зростання попиту на 90% буде покриватися за рахунок використання палива. Слід зазначити, що питоме енергоспоживання на одиницю виробленої продукції в країнах Східної Європи, у тому числі й в Україні, у 15 разів вище, ніж у Японії, у 10 разів вище, ніж у Франції, у 5-6 разів вище, ніж у США. На 1 долар США продукції в Японії витрачається 0,13, у Франції – 0,19, у Південній Кореї – 0,31, США – 0,35 кг, а в країнах Східної Європи – 1,9-2,2 кг нафтового еквіваленту. Це свідчить про значні можливості нашої країни щодо енергозбереження.

Енергоносії прийнято поділяти на відновлювані і невідновлювані. До першої групи відносять:

- сонячну енергію;
- енергію вітру;
- енергію води;
- біомасу (деревина, сміття тощо);
- тепло морів;
- енергію припливу;
- тепло Землі.

До другої групи відносять:

- кам'яне і буре вугілля;
- торф;
- нафту;
- природний газ;
- ядерне паливо.

Відновлювані джерела енергії залежать (крім тепла Землі) від сонячної енергії. На сьогоднішній день, у зв'язку з великою амплітудою їх коливань у часі, малою просторовою густиною енергії, низьким коефіцієнтом корисної дії і великою матеріалоемністю розроблених установок, вони використовуються дуже мало. Їхня частка в енергетичному балансі різних країн складає від одного до кількох відсотків. Так у Німеччині частка цих джерел енергії складає 2,4%, в Україні – 5-6%. В США частка відновлюваних джерел енергії у виробництві електроенергії складала в 1996 році 13%, однак, згідно з прогнозом Міністерства енергетики США, у 2020 році вона знизиться до 9%.

Сонячна енергія є джерелом енергії вітру, води, тепла морів, біомаси, а також причиною утворення протягом тисячоліть торфу, бурого і кам'яного вугілля, нафти і природного газу, однак ця енергія опосередкована і накопичена протягом тисяч і мільйонів років. Енергія Сонця може бути використана і безпосередньо, як джерело електроенергії і тепла. Для цього потрібно створити пристрої, які концентрують енергію Сонця на малих площах і в малих об'ємах. На даний момент працюють нагрівальні пристрої, які акумулюють енергію Сонця, а також дослідні зразки електродвигунів і автомобілів, які використовують енергію Сонця.

Сонячна енергія, як вважають, до кінця століття може скласти не більше 1% від загальної кількості використовуваної енергії. Ще в 1870 році в Чилі було побудовано сонячний опріснювач морської води, який виробляв до 30 т прісної води на добу і працював понад 40 років. Завдяки застосуванню гетеропереходів коефіцієнт корисної

дії сонячних батарей вже досягає 25%. Налагоджено виробництво сонячних батарей у вигляді довгої полікристалічної кремнієвої стрічки, які мають ККД понад 10%.

Енергія вітру використовується людством віддавна. Вітряні млини для переробки зерна винайдені ще у середньовіччі, а в останні роки енергія вітру все ширше використовується для одержання електроенергії. Створюються вітряки великої потужності і встановлюються на місцевості, де дмуть часті й сильні вітри. Кількість і якість таких двигунів зростає щорічно, налагоджене серійне виробництво.

В Україні діють сім вітроелектростанцій (ВЕС), оснащених власними вітроагрегатами. У 1998-1999 роках стали до ладу три нові ВЕС, вартість електроенергії на яких нижча, ніж на збудованих раніше.

Процес будівництва української вітроенергетики почався у 1996 році, коли була запроєктована Новоазовська ВЕС проектною потужністю 50 МВт. У 2000 році працювало 134 турбіни з 3500 запроєктованих та закладено близько 100 фундаментів під турбіни потужністю 100 кВт кожна. Фактична потужність станції при штаті 34 працівники – 14,5 МВт. Приблизно такий же штат співробітників буде на ВЕС, коли вона досягне проектної потужності. На Південмаші у Дніпропетровську будують турбіну потужністю 1,0 МВт, яка буде встановлена на Новоазовській ВЕС.

Німеччина є світовим лідером з використання енергії вітру. Тільки за перші 6 місяців 2001 року в ФРН було збудовано 673 нові вітрові електричні установки. Загальна кількість «вітряків» у Німеччині складає понад 10 тисяч, а їх загальна сукупна потужність досягла 6900 МВт. У Нижній Саксонії працює близько 2000 таких установок, які виробляють близько 8% електроенергії.

Розроблено проект, згідно з яким у 2004-2005 роках почалося будівництво чотирьох промислових вітрових парків у Балтійському морі і десятих – у Північному. Перші експериментальні станції з'явилися у морі на насипних островах у 2003 році. До 2010 року частка екологічно чистої енергії в енергетичному балансі Німеччини може зрости до 10 відсотків.

В Данії близько чверті електроенергії отримують на ВЕС.

Енергія води, як і енергія вітру, використовується людьми здавна як джерело механічної енергії, а починаючи з ХХ ст. і як джерело електроенергії. У світі побудована велика кількість гідроелектростанцій, які виробляють до 5% від загальної електроенергії, причому в деяких країнах частка електрики, виробленої на гідроелектростанціях, значно вища. В Україні, на Дніпрі, побудовано каскад з 6 гідроелектростанцій. Слід зазначити, що в останні роки будівництво гідроелектростанцій у світі значно скорочено внаслідок відсутності сприятливих умов.

В енергетичному комплексі України гідроелектростанції посідають третє місце після теплових та атомних. Сумарна встановлена потужність ГЕС України нині становить 8% від загальної потужності об'єднаної енергетичної системи країни. Середньорічний виробіток електроенергії гідроелектростанціями дорівнює 10,8 млрд. кВт-год. Встановлено, що економічні та технічні можливості використання гідроенергоресурсів України дорівнюють близько 20 млрд. кВт-год., а нині використовується не більше 50%. Основний використовуваний потенціал зосереджений на ГЕС Дніпровського каскаду (потужність – 3,8 ГВт, виробіток – 9,9 ГВт-год): Дніпровська ГЕС, Київська ГАЕС (гідроакумуюча), Ташлицька ГАЕС.

Окрім ГЕС і ГАЕС, в Україні нині експлуатуються 49 так званих малих ГЕС, які виробляють понад 200 млн. кВт·год електроенергії. Але вони мають недоліки: швидке зношення обладнання, пошкодження споруд напірного фонтана, замулення водосховищ, недостатнє використання засобів автоматики та контролю.

Подальший розвиток гідроенергетики потребує реконструкції і технічного вдосконалення гідровузлів. Заміну фізично застарілого обладнання слід здійснювати на сучасному рівні (з використанням засобів автоматизації та комп'ютеризації).

Енергія хвиль, яка виділяється при хвильовому русі води в океані, величезна. Середня хвиля висотою 3 м несе приблизно 90 кВт енергії на 1 м² узбережжя.

В Японії з 1978 р. працює плавуча електростанція, яка використовує енергію морських хвиль. Станція дозволяє отримувати і перетворювати енергію хвиль у камерах компресорного типу на енергію стиснутого повітря. Потім лопатки турбіни обертають електрогенератор. Сьогодні у світі вже близько 400 маяків і навігаційних буїв одержують живлення від хвильових енергетичних установок. В Індії від хвильової енергії працює плавучий маяк порту Мадрас. У Норвегії з 1985 р. діє перша у світі промислова хвильова станція потужністю 850 кВт. Енергоустановки такого типу економічно ефективні для малих населених пунктів на узбережжі океану.

Біомаса (деревина, сміття, і ін.). Щорічно приріст біомаси у світі оцінюється в 200 млрд. т в перерахунку на суху речовину, що енергетично еквівалентно 80 млрд. т нафти. Одним із джерел біомаси є ліси. При переробці деревини 3-4 млрд. т становлять відходи, енергетичний еквівалент яких складає 1,1-1,2 млрд. т нафти. Світова потреба в енергії складає тільки 12% енергії щорічного світового приросту біомаси. Частина і кількість біомаси, використовуваної для одержання енергії, постійно знижується, що можна пояснити порівняно низькою теплою згоряння біомаси внаслідок високого вмісту в ній води.

Все частіше як 8-20%-а добавка до звичайних бензинів для підвищення октанового числа використовується паливний етанол, а в деяких випадках – гідролізний спирт. Сировиною для одержання етанолу служать різні продукти природного біосинтезу. У Канаді для цього використовується зерно кукурудзи, з 1 т якої одержують 400 л етанолу і високопротеїновий корм для худоби. У Бразилії спирт одержують з особливого сорту тростини. Досвід використання етанолу як добавки до бензину є і в Україні.

Певне застосування в енергетиці можуть знайти сільськогосподарські відходи: солома, відходи життєдіяльності тварин і птиці тощо.

Лідером у використанні соломи як палива є Данія, де побудовано 8 000 фермерських установок потужністю 0,1-1,0 МВт, 62 теплові станції потужністю 1-10 МВт і 9 комбінованих теплоелектростанцій. Крім Данії, солону використовують Австрія, Швеція, Фінляндія і Франція. В Україні потенціал використання соломи складає 4,3 млн. т у.п. на рік (близько 2% витрат палива), однак її застосування вимагає значних капіталовкладень.

Біогаз, одержуваний з відходів життєдіяльності тварин і птиці, може замінити в Україні 6 млрд. м³ природного газу, однак для його одержання необхідні значні інвестиції, строк окупності яких складає 4-5 років. Китай проектує через кілька років довести виробництво біогазу до 100-120 млрд. м³.

Одним з перспективних джерел енергії є завалочний газ, що утворюється в ре-

зультаті розкладання органічної частини твердих побутових відходів в анаеробних умовах, що виникають невдовзі після їх санітарного поховання. Тільки в містах утворюється 400-450 млн. т твердих побутових відходів на рік. Вихід газу з теплою згоряння 17-20 МДж/м³ складає 100 м³/т твердих побутових відходів протягом 20 років зі швидкістю 5 м³/т на рік. Потенціал завалочного газу в країнах Європейського Союзу наближується до 9 млрд. м³/рік, у США – 13 млрд. м³/рік, в Україні – близько 1 млрд. м³ на рік.

Тепло морів і енергія припливів практично не використовуються як джерела енергії внаслідок низького питомого енергетичного потенціалу (малого перепаду температури води, малої амплітуди і значного часу протікання припливів і відливів). У світі побудовано кілька дослідних припливних електростанцій у зонах з максимальними висотами припливів, однак їх промислове будівництво найближчим часом не намічається. Великий обсяг проведених у світі досліджень з розробки способів концентрації низьких енергій дозволяє сподіватися на використання в майбутньому цих колосальних джерел енергії.

Геотермальна енергія (природне тепло Землі), акумульована в перших десяти кілометрах земної кори, за оцінкою МРЕК-ХІ досягає 137 трлн. т у.п., що в 10 разів перевищує геологічні ресурси усіх видів палива разом узятих.

З усіх видів геотермальної енергії мають найкращі економічні показники гідро-геотермальні ресурси – термальні води, пароводяні суміші і природна пара.

Гідрогеотермальні ресурси, які використовуються на сьогодні практично, складають лише 1% від загального теплового запасу надр. Досвід показав, що перспективними в цьому відношенні варто вважати райони, в яких зростання температури з глибиною відбувається досить інтенсивно, колекторські властивості гірських порід дозволяють одержувати з тріщин значні кількості нагрітої води чи пари, а склад мінеральної частини термальних вод не створює додаткових труднощів по боротьбі із солевідкладеннями і кородуванням устаткування.

Аналіз економічної доцільності широкого використання термальних вод показує, що їх варто застосовувати для опалення і гарячого водопостачання комунально-побутових, сільськогосподарських і промислових підприємств, для технологічних цілей, добування цінних хімічних компонентів тощо. Гідрогеотермальні ресурси, придатні для одержання електроенергії, складають 4% від загальних прогнозних запасів, тому їх використання в майбутньому варто пов'язувати з тепlopостачанням і теплофікацією місцевих об'єктів.

В Україні прогнозні експлуатаційні ресурси термальних вод за запасами тепла еквівалентні використанню близько 10 млн. т у.п. на рік.

Серед перспективних районів для пошуків і розвідки геотермальних ресурсів Донецький басейн.

Значні масштаби розвитку геотермальної енергетики в майбутньому можливі лише при одержанні теплової енергії безпосередньо з гірських порід (петрогеотермальна енергія). В цьому випадку теплоносій певного потенціалу утворюється в результаті теплообміну води, яка нагнітається при контакті у тріщині з високотемпературними гірськими породами в зоні природної чи штучно створеної проникності з наступним виведенням теплоносія на поверхню.

Мінімальна – технологічно прийнятна для виробництва електроенергії при існуючих технічних можливостях – температура гірських порід складає 150°C. Така температура гірських порід у межах України зафіксована на глибинах 3-10 км (у Донбасі – 4-6 км).

Відповідно до проведеної оцінки геологічні ресурси геотермальної енергії найбільш перспективних в Україні площ в інтервалі глибин 3-10 км складають близько 15 трлн. т у.п., до 7 км – 3 трлн. т у.п. У Дніпровсько-Донецькій западині і Донбасі прогнозні ресурси петрогеотермальної енергії в інтервалі глибин 4-10 км складають 9 трлн. т у.п., в тому числі до 7 км – 1,9 трлн. т у.п. Щільність ресурсів на технологічно доступних глибинах 4-5 км складає близько 7 млн. т у.п./км.

Гідротермальні родовища використовуються в ряді країн для вироблення електроенергії. Перше місце за виробленням електроенергії з гарячих гідротермальних джерел займає США. У долині Великих Гейзерів (штат Каліфорнія) на площі 52 км діє 15 установок, потужністю понад 900 МВт.

«Країна льодовиків», як називають Ісландію, ефективно використовує гідротермальну енергію своїх надр. Тут відомо понад 700 термальних джерел, які виходять на земну поверхню. Близько 60% населення користується геотермальними водами для обігріву житлових приміщень, а в найближчому майбутньому планується довести це число до 80%. При середній температурі води 87°C річне споживання енергії гарячої води складає 15 млн. ГДж, що рівноцінно економії 500 тис. т кам'яного вугілля на рік. Крім того, ісландські теплиці, в яких вирощують овочі, фрукти, квіти і навіть банани, споживають щорічно до 150 тис. м³ гарячої води, тобто понад 1,5 млн. ГДж теплової енергії.

У таблиці 1.2 показані основні енергоресурси планети.

Таблиця 1.2 – Структура світового виробництва енергетичних ресурсів (млрд. т у.п./%)

Вид енергетичних ресурсів	1900	1920	1960	1980	1998
Вугілля	0,77/57,3	1,34/62,6	2,17/42,8	2,75/26,3	3,83/29,2
Нафта	0,03/2,3	0,14/6,5	1,32/26,1	4,36/41,7	4,5/34,3
Природний газ	0,01/0,8	0,03/1,4	0,58/11,4	1,90/18,2	1,85/14,1
Гідроенергія	0,01/0,8	0,03/1,4	0,30/5,9	0,63/6,0	0,7/5,3
Атомна енергія	0,50/37,8	-	-	0,22/2,1	1,4/10,7
Інші		0,60/28,1	0,70/13,8	0,60/15,7	0,8/6,1
Разом	1,32	2,14	5,07	10,46	13,10

З розвитком промисловості й енергетики, а також ростом їхньої технічної оснащеності, спочатку тверді горючі копалини, а потім нафта і природний газ ставали основними джерелами теплової енергії і вуглеводневої хімічної сировини. В сучасних умовах за прогнозом до кінця 2010-2020 років основним джерелом енергії буде хімічна енергія горючих копалин, і в меншій мірі – ядерна енергія АЕС.

Горючі копалини, які складають основну масу непоновлюваних джерел енергії, є предметом нашого подальшого детального розгляду.

1.1. Загальна характеристика паливно-енергетичної сировини та її роль в енергетиці

Паливно-енергетична сировина (ПЕС) відіграє важливу, якщо не ключову, роль у життєздатності будь-якої держави, тому що з нею пов'язані практично всі галузі економіки (структуру використання ПЕС в Україні наведено у таблиці 1.3), і, певно мірою, політична та економічна незалежність.

Україна належить до числа держав світу, які мають запаси всіх видів ПЕС (нафта, природний газ, вугілля, торф, уран та ін.), але ступінь забезпеченості запасами, їх видобуток та використання далеко не однакові, і в сумі вони не дають необхідний рівень енергетичної безпеки (власними енергоресурсами Україна забезпечує себе приблизно на 47%).

У світовій економіці при виробництві електроенергії використовують 80-85% викопної ПЕС. При цьому основним первинним енергоресурсом є викопне вугілля і його споживання у XXI ст. за найближчі 10-15 років збільшиться до 41%. Сьогодні вугілля є основою електроенергетики в ряді країн світу: в Польщі з нього виробляють 96% електроенергії, ПАР – 90, Австралії – 84, Китаї – 80, Чехії – 70, Індії – 68, США – 56%. Структура виробництва і частинне (в %) використання енергоресурсів на одержання одиниці електроенергії у 2006 р. в різних країнах наведена у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 - Структура виробництва електроенергії у світі, 2006 р. (у %)

Країна	Млрд. кВт.годин на рік	Вугілля	Нафта	Газ	Атомна енергія	Гідроенергія	Інші види
США	4003,5	52,7	3,1	15,7	20,0	6,2	2,2
Франція	535,8	5,8	1,4	2,1	77,5	12,5	0,7
Німеччина	567,1	52,7	0,8	9,3	29,9	3,8	3,4
Англія	372,2	33,4	1,5	39,4	22,9	1,4	1,4
Італія	269,9	11,3	31,8	37,5	-	16,4	3,0
Іспанія	221,7	36,5	10,2	9,1	28,1	12,8	3,4
Україна	173,0	31,9	0,6	16,8	45,1	5,6	1,0
Швеція	145,9	2,1	1,2	0,3	39,3	54,1	3,0
Норвегія	142,4	0,1	-	0,1	-	99,5	0,3
Данія	36,2	46,0	12,2	24,3	-	0,1	17,4

Вугілля. Біля трьох століть, з початку промислової революції у Європі, головним енергоносієм у світі було викопне вугілля. Обсяг світового вуглевидобутку у XIX ст. збільшився більш ніж у 50 разів і склав 750 млн. т на рік. На початку XX ст. частка вугілля у світовому паливно-енергетичному балансі складала 94,4 %. У кінці 1960-х років ця частка скоротилася до 51%, але вугілля все ще переважало сукупне використання інших енергоносіїв. Обсяги видобутку і споживання вугілля збільшувалися протягом всього XX ст. (включення складають роки Другої світової війни).

У другій половині XX ст. вугілля активно витісняється і заміщується менш відходним рідким та газоподібним паливом, атомною та іншими видами енергії. Якщо у 1900 р. в структурі світового енергоспоживання нафта складала лише 3,8%, то з 1970 р. вона зайняла першу позицію, і у 2000 р. її частка досягла 34,1%, вугілля – 29,6%, газу –

26,5%. Нафта і газ в кінці XX ст. стали геополітичним фактором світової економіки, що суттєво виявилось і на початку XXI ст.

За даними Міжнародного енергетичного агентства (IEA) частка вугілля у продукуванні енергії в 2005 р. склала 25,3%, нафти – 35%, природного газу – 20,7%, ядерного палива – 6,3%, гідроресурсів – 2,2%. На вугілля припадає 40,3% світового виробництва електроенергії (на природний газ – 19,7%, на гідроресурси – 16%, ядерне паливо – 15,2%, нафту – 6,6%).

В історії вугільної промисловості Західної Європи у XX ст., а саме у період 1960-1980 рр. почалося скорочення видобутку вугілля, закриття нерентабельних шахт. У першому десятилітті XXI ст. суттєво скоротився вуглевидобуток у Великобританії та Німеччині, а у Бельгії, Нідерландах, Франції його припинено, на межі цього знаходиться Іспанія та ін. Але споживання вугілля в цих країнах практично не зменшилося. Скорочення видобутку вугілля відбувалося в багатьох країнах Східної Європи, зокрема, Польщі, Україні у 1990-х роках. Цей процес супроводжувався реструктуризацією вугільної промисловості із закриттям найменш продуктивних виробничих одиниць, особливо тих, де запаси вироблені.

Світовий видобуток вугілля у 2000 р. в порівнянні з 1900 р. зріс у 6 раз і склав 4535,7 млн. т, споживання вугілля за XX століття виросло з 700 до 3670 млн. т.у.п.

Починаючи з 2001 р. спостерігається тенденція зростання видобутку і споживання вугілля у багатьох країнах, які належать до великих експортерів та споживачів вугілля, а також у світі в цілому. Світовий обсяг споживання вугілля у 2005 р. склав 7475 млн. т, що на 44% вище ніж у 2001 р. (5263 млн. т). У Китаї за цей період споживання вугілля подвоїлося і досягло 2757 млн. т (проти 1383 млн. т), у США – 1567 млн. т (було 1060 млн. т), в Індії – 611 млн. т (360 млн. т).

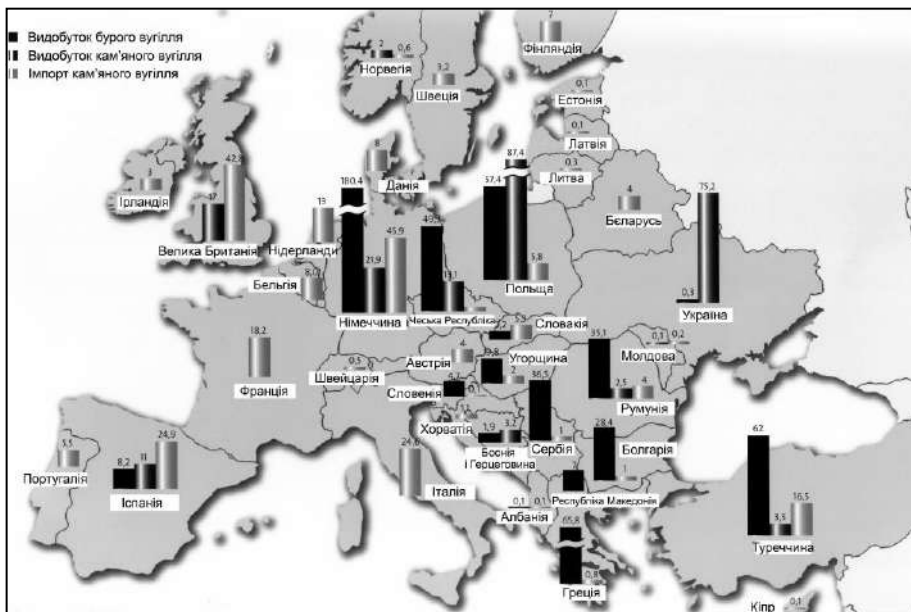


Рис. 1.1. - Видобуток та імпорт вугілля у країнах Європи

Найбільш довгостроковим енергоносієм є викопне вугілля, світові запаси якого перевищують запаси інших горючих копалин: частка вугілля складає понад 80%, наф-

ти і газу – 17%. Географічно ресурси викопного вугілля розповсюджені порівняно рівномірно у світі – вони розвідані більш ніж у 80 країнах. Ціна на вугілля нижча ніж на альтернативні енергоносії, воно зручне для транспортування на далекі відстані. Органічна речовина викопного вугілля є сировиною для одержання великої кількості різноманітних хімічних продуктів, включно з синтетичними заміниками рідкого палива (мазути, котельне і моторне паливо) та газу (газифікація вугілля). Відмітимо, що вугілля є основою двох технологічних ланцюгів: «вугілля – кокс – метал» та «вугілля – теплові електростанції – електроенергія». Все це свідчить про високу конкурентоздатність вугілля і як палива, і як сировини для коксохімічної та хімічної промисловості. Спеціалісти прогнозують вже у наступні десятиліття процес переорієнтації теплових електростанцій з природного газу на вугілля.

За даними компанії «Брітїш Петроліум» за сучасних обсягів видобутку достовірних запасів нафти вистачить на 41 рік, природного газу – на 65 років, вугілля – на 155 років. У США, де сконцентровано 27% світових запасів вугілля, – на 240 років. У табл. 1.4 показано перших 10 країн, які мають найбільші запаси вугілля.

Таблиця 1.4 – Запаси кам'яного і бурого вугілля в країнах світу (2008 р.)

Країна	Кам'яне вугілля, млн. т	Буре вугілля, млн. т	Всього, млн. т	У % від світових запасів	Забезпеченість запасами, роки
1. США	115891	134103	249994	25,4	252
2. Росія	49088	107922	157010	15,9	500
3. Китай	62200	52300	114500	11,6	82
4. Індія	82396	2000	84396	8,6	235
5. Австралія	42550	39540	82090	8,3	243
6. Німеччина	23000	43000	66000	6,7	317
7. ПАР	49520	-	49520	5,0	221
8. Україна	16274	17879	34153	3,5	412
9. Казахстан	31000	3000	34000	3,5	464
10. Польща	20300	1860	22160	2,3	138

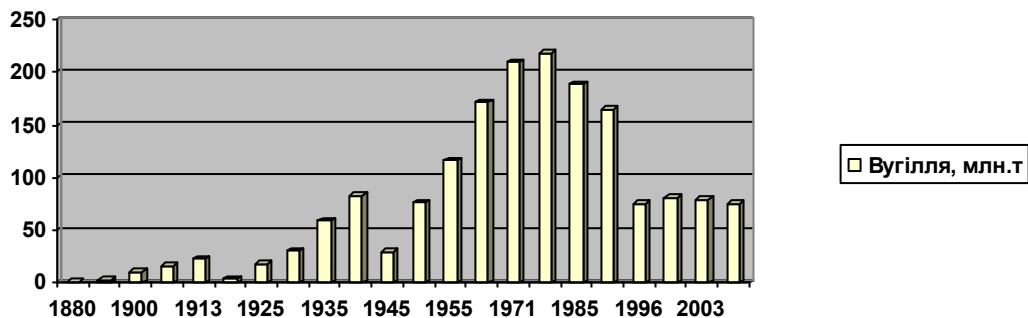
Вугілля в Україні

Вугілля є єдиним енергоносієм, розвідані запаси якого можуть забезпечити потреби енергетики і промисловості України у найближчі 300 років. При цьому, якщо в структурі світових запасів палива вугілля складає 67%, нафта – 18% і газ – 15%, то в Україні відповідно – 94,5%, 2% і 3,6%.

Вугільна промисловість України характеризується такими даними:

- В 1976 році обсяг видобутку вугілля в Україні дорівнював 218 млн. т, 1978 р. – 210,8; 1985 – 189; 1988 – 192; 1990 – 164,8; 1995 – 82,3; 1996 – 71,6; 1997 – 75,7; 1998 – 76,2; 1999 – 80; 2000 – 80,3; 2001 – 84 ; 2007 – 75,5 млн. т.
- Шахтний фонд на травень 2008 р. складав 160 шахт, з них 140 – державні. У 1991 р. нараховувалося 276 шахт.
- Виробнича потужність українських шахт у 2007 р. – 95 млн.т. вугілля на рік. У 1991 р. – 193 млн.т.
- Кількість діючих лав Міністерства вугільної промисловості України у 2007 р. – 253 , в т.ч. комплексно-механізованих – 143.

- Навантаження на очисний вибій: завдання 790-740 т/добу (2006-2007 рр.).
- Продуктивність праці робітника (2007 р.) – 21,9 т/місяць.
- Середня глибина розробки вугільних пластів – понад 720 м. До 20% шахт працюють на горизонтах 1000-1400 м.
 - Середня товщина вугільного пласта – близько 1 м. У Донбасі близько 85% вугілля укладено в пластах потужністю до 1,2 м.
 - Залягання пластів: полого (65%) і крутоспадне (35%).
 - Людський потенціал вугільної галузі. За 1992-2008 рр. чисельність працівників у галузі зменшилася на 640 тис. чол (74% загальної кількості) і в кінці 2008 р. складає близько 224 тис. чол.
 - Фактори небезпеки українських вугільних шахт: 90% шахт небезпечні за метаном, 60% – за вибухами вугільного пилу; 45% – за раптовими викидами; 22% – за самозайманням вугілля. У 2002 р. коефіцієнт травмування складав на 1 млн.т 26,7 осіб, коефіцієнт смертельного травматизму – 3,3 осіб. Кількість професійних захворювань – 56 тис. осіб. Крім того, для шахтного фонду характерне застаріле обладнання (99 шахт Донбасу були введені в експлуатацію у довоєнні часи, 80 % шахт працюють без реконструкції більш як 20 років).



Рік	Загальний видобуток, млн.т	Середня зольність вугілля, %	В т.ч. коксівне вугілля, млн.т	Середня зольність, %
1975	202,96	24,1	84,65	25,4
1980	215,13	32,9	88,36	33,0
1985	180,52	29,7	73,48	29,5
1990	155,53	29,7	66,92	29,7
1995	81,31	32,4	37,88	32,0
2000	79,18	36,9	38,1	36,2
2005	77,25	38,0	32,33	37,6
2007	75,54	38,5	28,48	36,0

Рис. 1.2. - Динаміка вуглевидобутку в Україні

Вугілля, яке видобувається в Україні, відрізняється низькою якістю: висока зольність, високий вміст сірки, натрію і хлору. Тому його попередньо переробляють на

понад 50 вуглезбагачувальних фабриках (2008 р.). Виробництво вугільного концентрату для коксування в Україні показано у табл. 1.5.

Таблиця 1.5 - Виробництво вугільного концентрату для коксування в Україні, млн. т

Марка вугілля	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2009 р.	2010 р.
К	6,0	6,1	8,6	12,0	12,4
Ж	7,8	7,6	7,8	7,8	7,8
П	0,3	0,4	0,6	0,6	0,6
Г	5,5	4,5	7,4	7,4	7,4
Всього	19,6	18,6	24,4	27,8	28,2

У 2007 р. при виробництві 18,7 млн. т доменного коксу використано 28,1 млн. т вугільних концентратів, при цьому частка українського вугілля у шихті складала 66,5%, а 33,5% – імпортного вугілля (найбільше з Росії). У відповідності з планами виробництва чавуну в Україні очікується збільшення потреби в коксі і збільшення його виробництва. Це обумовлює збільшення потреби у вугільних концентратах для коксування – з 28 млн. т у 2007 р. до 41 млн. т у 2015 р.

Продуктивність праці у вугільній промисловості України удвічі нижча, ніж у Польщі і Німеччині, у 15 разів нижча, ніж у США. При досить схожих геологічних умовах видобутку на одного працюючого в Україні (при семиденному робочому тижні) у 1998 році вона склала 158 т, 270 т – у 2001 році, а в Західній Європі – понад 500 т (при шестиденному робочому тижні). У вуглепромисловому районі Пенсільванія (США) продуктивність праці складає близько 500 т на місяць.

Вугільні поклади Донбасу і Львівсько-Волинського басейнів вміщують близько 1 трлн. м³ метану. Щорічно шахти викидають з повітрям і газом дегазації шахт до 3 млрд. м³ метану. За рахунок газів вугільних родовищ можна отримувати декілька млрд. м³ метану.

Нафта і газ. За даними Геологічної служби США оцінка світових запасів природного газу має такий вигляд: Росія – 43 млрд. т нафтового еквівалента (н.е.), Іран – 19,8 н.е., Саудівська Аравія – 4,8; США – 4,25; Норвегія – 2,2; Канада – 1,75; Китай – 1,0; Великобританія – 0,65; Індія – 0,55 н.е.

Щодо запасів нафти з газоконденсатом Україна займає третє місце в Європі (без Росії), поступаючись тільки Великобританії та Норвегії, але рівень річного видобутку значно нижчий, ніж у багатьох інших країнах (рис. 1.2).

Причини цього:

- родовища вичерпані чи перебувають на завершальній стадії розробки;
- невисокий коефіцієнт вилучення (нафтовіддачі, газовіддачі);
- морально та фізично застарілий фонд експлуатаційних установок;
- великі глибини залягання нафтогазоносних пластів;
- низький дебіт видобувних свердловин (у 1999 р. середньорічний дебіт однієї нафтової свердловини в Україні складав всього 1,14 тис. т, що на один-два порядки нижче, ніж в основних нафтовидобувних країнах Європи і нижче середньосвітового показника більш, ніж у три рази).

На початку XXI ст. зріс світовий видобуток нафти та природного газу, який у 2005 р. відповідно склав 3,5 млрд. т та 3,1 трлн. м. куб. Пік видобутку нафти та приро-

дного газу прогнозується відповідно на 2010 і 2020 рр. Відповідно зростає і споживання ПЕС, структура якого для України наведена в табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Споживання паливно-енергетичної сировини галузями господарства України у 2000 р.

Споживання	Одиниця виміру	Всього	В тому числі, %				
			промисло-вість	сільське господарство	будівництво	транспорт	житлово-комунальне господарство
Всі види палива	млн. т у.п.	176,2	73,0	2,3	0,6	4,2	5,8
У тому числі:							
Вугілля	млн. т	63,3	92,6	0,2	0,2	0,6	0,3
Вугілля брикет	тис. т	143,4	8,8	0,1	0,0	0,1	0,1
Газ природний	млрд. м ³	68,4	57,8	0,4	0,2	6,5	12,3
Газ скраплений	тис. т	188,6	4,7	0,6	0,7	4,8	16,9
Нафта і газоконденсат	млн. т	9,4	99,7	0,0	0,3	0,0	0,0
Торф	тис. т	416,9	96,6	0,0	0,0	0,0	0,0

Проблеми з видобутком вітчизняної нафти і природного газу схожі. Роль природного газу у народному господарстві України особливо важлива: частка газу у первинному споживанні енергії – майже 43-45% (рис. 1.3), у два рази перевищує європейський (21%) та світовий (25%) рівні.

За обсягом споживання газу Україна займає п'яте місце у світі. Внутрішні потреби у природному газі власним видобутком задовольняються на 20-25%, у нафті з газоконденсатом – на 10-12%.

Резерви для збільшення видобутку нафти і газу в Україні є:

- залучення до розробки нових родовищ (із 261 родовища природного газу і 305 родовищ нафти з газоконденсатом експлуатуються відповідно 145 і 201);
- освоєння нових родовищ (у тому числі на шельфі Азовського та Чорного морів); близько 60% початкових видобувних ресурсів ще не розвідано;
- підвищення вилучення нафти і газу шляхом направленої буріння у продуктивних горизонтах та із застосуванням методів вимушеного вилучення за допомогою різних реагентів;
- інтенсифікація геологорозвідувальних робіт на нафту та газ і особливо пошуково-розвідувального глибокого буріння, яке в останнє десятиріччя різко скоротилося.

За рахунок впровадження в життя цих та інших заходів планується в найближчі 4-5 років забезпечити щорічний приріст видобутку нафти на 0,4-0,6 млн. т і газу на 2-3 млрд.м³. Усі заходи передбачені відповідними галузевими і державними програмами на період до 2010 і більш далеку перспективу.

Україна використовує до 100 млрд. м³ природного газу, Франція – 35, в той час як остання виробляє в 5 разів більше товарної продукції.

Газом Україна в майбутньому може забезпечити себе самостійно. Розвідка родовищ природного газу ведеться в Чорному морі, в Полтавській, Чернігівській і Харківській областях, у Карпатському регіоні. На дні Чорного моря знайдено газогідрати (20-25 трлн. м³).

По Україні прокладено близько 7000 км магістральних газопроводів, якими пе-

редають з Росії в Західну Європу понад 100 млрд. м³ газу на рік. За міжнародними нормами Україна повинна безкоштовно отримувати 15-20 млрд. м³ газу на рік.

В 1999 році Україна використала близько 76 млрд. м³ природного газу при видобуванні свого газу 18 млрд. м³ (23,6%). Природний газ складає близько 45% паливного балансу країни. Доведені запаси природного газу в Україні – 200 млрд.м³, за категоріями А+В+С₁ – 1 трлн. м³. На 2010 рік заплановано видобути 25-27 млрд. м³.

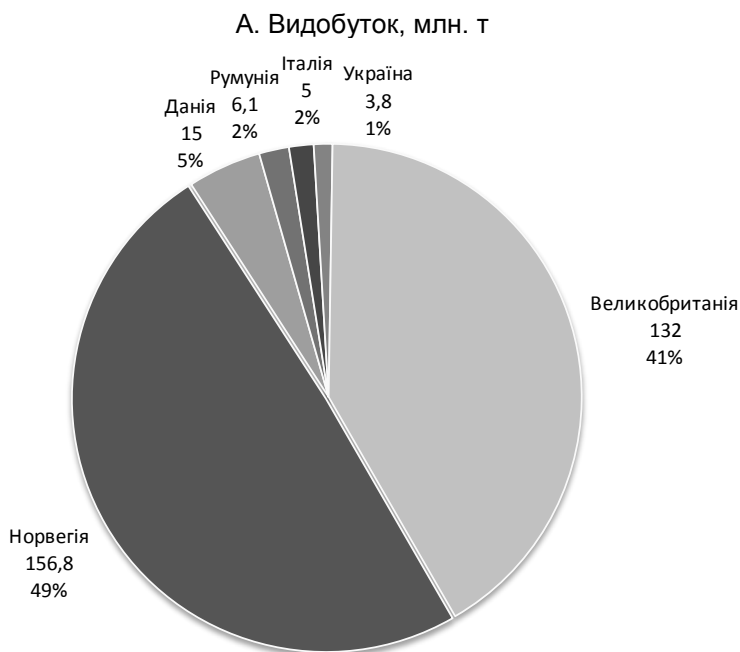


Рис. 1.3. – Співвідношення видобутку нафти (1999 р.) та інтенсивність відпрацювання запасів в основних нафтовидобувних країнах Європи і Україні (% видобутку від запасів)

Об’єм природного газу еквівалентний вартості за транзит в 1999 році склав 30,6 млрд. м³, що за тепловою цінністю відповідає понад 70% всього вугледобутку.

За розрахунками для забезпечення транспорту України на перспективу потрібно до 10 млн. т бензину та дизельного палива, або 25 млн. т сирової нафти, для хімічної промисловості – 10-15 млн. т нафти. Максимальний рівень видобутку 6-8 млн. т, зараз виробляється близько 4 млн. т.

Для виробництва моторного палива Україна може використовувати коксовий газ, при утилізації якого можна отримати декілька мільйонів тонн моторного палива. Тільки на Авдіївському коксохімічному заводі за рахунок утилізації коксового газу можна виробляти 350 тис. т на рік метанолу, або 150 тис. т бензину.

В майбутньому в Україні є можливість переобладнати на стиснений природний газ близько 300 тисяч транспортних одиниць, що дозволить щорічно замінити природним газом 2,4 млн. т рідких моторних палив, що дозволить зменшити їх еквівалентно до 3,4 млрд. м³ природного газу, тобто 4,5% від рівня їх використання.

Уран. Серед непоновлюваних джерел енергії ядерна є «наймолодшою». Її використання було почато в 50-і роки ХХ століття, однак уже зараз вона відіграє істотну роль у забезпеченні електроенергією провідних країн світу. В електроенергетиці України генеруюча потужність атомних електростанцій (АЕС) складає 24,5%. В критичні зимові періоди на частку АЕС припадає понад 40% електроенергії, яка виробляється в Україні. Частка виробленої електроенергії АЕС у загальному обсязі отриманої енергії склала в Україні: 1990 р. – 24,5%; 1991 р. – 27,1%; 1992 р. – 28,4%; 1993 р. – 32,9%; 1994 р. – 34,2%. У 1997 році загальне споживання первинних ресурсів в Україні, включаючи атомну і гідроенергетику, а також моторне паливо, склало 209,6 млн. т у.п., в тому числі котельно-грубого палива (вугілля, газ, мазут) 161,5 млн. т у.п. У Франції понад 75% електроенергії виробляється на АЕС, у США – 20%, в Англії і Бельгії – близько 60%, Фінляндії – 27%. Запаси порівняно дешевого урану для АЕС на планеті дорівнюють приблизно 4 млн. т, і вони можуть бути вичерпані, як і нафта, за 25-30 років. В США працює 103 АЕС, розробляються плани будівництва принаймні 2 АЕС до кінця цього десятиріччя.

У кінці першого десятиріччя ХХІ ст. світова атомна енергія, яку виробляють понад 30 країн, має добрі перспективи – планується її широкомасштабний розвиток, зокрема побудова від 300 до 600 нових атомних реакторів вже до 2025 р.

Продовжуються дослідження термоядерного синтезу. У 2006 р. країни Євросоюзу, Росії, США, Японії, Південної Кореї узгодили будівництво експериментального міжнародного термоядерного реактора (ТЯР) на півдні Франції із закінченням робіт до 2037-2040 рр.

Атомна енергетика в Україні

При наявності в Україні п'яти атомних електростанцій потужністю 11800 МВт (на 01.01.2000), уран відіграє значну роль у забезпеченні країни електроенергією. Його частка у виробництві електроенергії, в порівнянні з іншими енергоносіями, постійно зростає. Так у 2000 р. АЕС виробили 45,1% електроенергії і майже зрівнялись з часткою ТЕС (рис. 1.4.), на яких 19 млн. кВт потужностей із 36 вимагають ремонту чи реконструкції.

Як видно з таблиці 1.7 коефіцієнт корисної дії АЕС у 2,7 рази вищий, ніж на гідроелектростанціях, і у 2,9 рази, ніж на теплових, а рентабельність роботи «Енергоатом»

України в 2001 р. перевищує 100 %. Все сказане свідчить про те, що атомна енергетика в Україні займає провідні позиції і надійної альтернативи їй поки що немає.

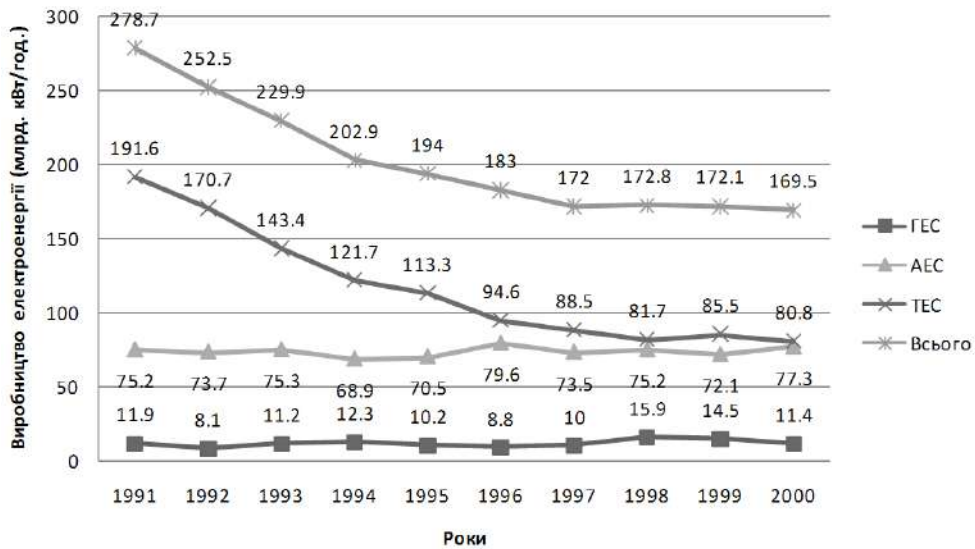


Рис. 1.4. – Виробництво електроенергії в Україні за видами енергоносіїв (млрд. кВт/год.)

Таблиця 1.7 – Виробництво електроенергії в Україні у 2000 р.

Виробництво електроенергії	Всього електростанцій		У тому числі					
			гідроелектростанції		теплові		атомні	
	Потужність, млн. кВт	Виробництво електроенергії, млрд. кВт. год.	Потужність, млн. кВт	Виробництво електроенергії, млрд. кВт. год.	Потужність, млн. кВт	Виробництво електроенергії, млрд. кВт. год.	Потужність, млн. кВт	Виробництво електроенергії, млрд. кВт. год.
Всього в 2000 р.	52,8	169,5	4,7	11,4	36,3	80,8	11,8	77,3
У млрд. кВт. год. на 1 млн. потужності електростанцій	1	3,21	1	2,43	1	2,23	1	6,55

Розвіданими запасами урану Україна забезпечена на багато десятиліть. Після того, як буде остаточно вирішене питання з налагодженням власного виробництва тепловидільних елементів (ТВЕЛів), а вирішення його знаходиться у практичній площині, Україна може бути незалежною від зовнішніх факторів у виробництві принаймні половини річного обсягу електроенергії за рахунок АЕС.

2. Вуглець і вуглецеві матеріали

2.1. Характеристика вуглецю

Вуглець (Carboneum) С – хімічний елемент, атомний номер 6. Відносна атомна маса 12,011, електронегативність: 2,6; температура плавлення 3550° С (згоряє), температура кипіння 4800°С, густина (графіт) – 2,25 г/см³. Кількість власних мінералів вуглецю – 112; дуже велика кількість органічних сполук вуглецю – вуглеводнів та їх похідних.

Вуглець знаходиться в природі як у вільному стані так і у вигляді сполук. Він дуже поширений в земній корі, а також у космосі; на Сонці він посідає четверте місце після водню, гелію та кисню.

Порівняно з середнім вмістом в земній корі, людство у надзвичайно великій кількості видобуває вуглець із надр (вугілля, нафта, природний газ), тому що ці копалини є основним джерелом енергії.

Вуглець складає приблизно 0,5% від маси земної кори (близько $1 \cdot 10^{17}$ т). Колообіг вуглецю, як і будь-якого іншого елемента, відбувається за великим і малим циклами. Великий (геологічний) колообіг пов'язаний з хімічним вивітрюванням вуглецю літосфери і виносом в океан карбонатів вивержених порід з подальшим метаморфізмом і виділенням вуглекислоти у атмосферу.

Біологічний колообіг вуглецю пов'язаний з життєдіяльністю організмів. Вуглець, що міститься у вигляді CO₂ в атмосфері ($23,5 \cdot 10^{11}$ т), служить сировиною для фотосинтезу рослин. Частина вуглецю у вигляді CO₂ повертається в атмосферу при розкладанні рослин, а інша частина накопичується у вигляді мертвої органіки, наприклад, покладів вугілля і торфу, продуктів процесу фотосинтезу рослин минулих геологічних епох.

Основна маса вуглецю акумульована в карбонатних відкладах дна океану ($1,3 \cdot 10^{16}$ т), кристалічних породах ($1,0 \cdot 10^{16}$ т), кам'яному вугіллі і нафті ($3,4 \cdot 10^{15}$ т). Саме цей вуглець бере участь у повільному геологічному колообігу. Життя на Землі і газовий баланс атмосфери підтримуються відносно невеликою кількістю вуглецю, що бере участь у малому колообігу і міститься в тканинах рослин ($5 \cdot 10^{11}$ т) і тварин ($5 \cdot 10^9$ т).

Органогенні породи (біоліти) поділяються на дві групи – каустобіоліти (горючі копалини) і акаустобіоліти (негорючі породи: крейда, вапняк, корали).

У природі вуглець зустрічається й у вільному стані, і у вигляді сполук – головним чином солей вугільної кислоти (крейда, вапняк, мармур). Багато вуглецю містять кам'яне і буре вугілля, торф. Вуглець входить до складу нафти, природного газу, повітря, рослин, організму людини і тварин. На відміну від кисню й азоту, вуглець при звичайних умовах, крім вуглецевих каркасних структур, не утворює молекул, у нього атомні кристалічні ґратки, що пов'язано з чотиривалентністю вуглецю. Різні способи утворення атомами вуглецю чотирьох зв'язків обумовлюють існування різних алотропних модифікацій з дуже різними фізичними властивостями. Порядок взаємного розташування атомів вуглецю в цих речовинах істотно різний. Елементарна природа вугле-

цю встановлена А. Лавуазьє наприкінці 1780-х років.

Міжнародна назва походить від латинського *carbo* – вугілля, пов'язаного з давнім коренем *kar* – вогонь.

Відомо 15 ізотопів вуглецю, з яких суттєву роль у природі відіграють три. Два з них є стабільними, а один – радіоактивним з періодом напіврозпаду 5730 років.

Електронні орбіталі атома вуглецю можуть мати різну геометрію, в залежності від ступеню їх гібридизації. Існує три основні геометричні структури атома вуглецю:

– тетраедрична, утворюється при змішуванні одного *s*- та трьох *p*-електронів (sp^3 -гібридизація). Атом вуглецю знаходиться у центрі тетраедра, пов'язаний чотирма еквівалентними σ -зв'язками з атомами вуглецю, або іншими, у вершинах тетраедра. Такій геометрії атома вуглецю відповідають алотропні модифікації вуглецю алмаз і лонсдейліт. Таку гібридизацію має вуглець, наприклад, в метані та інших вуглеводнях.

– тригональна, утворюється при змішуванні одного *s*- та двох *p*-електронів (sp^2 -гібридизація). Атом вуглецю має три рівноцінні σ -зв'язки, розташовані в одній площині під кутом 120° один до одного. Четвертий електрон утворює хмарку, витягнену в напрямку, перпендикулярному до площини sp^2 , і слабкий π -зв'язок з сусідніми атомами. Така геометрія вуглецю характерна для графіту, фенолу та ін.

– діагональна, утворюється при змішуванні одного *s*- та одного *p*-електронів (sp -гібридизація). При цьому дві електронні хмарки витягнені у одному напрямку і мають вигляд несиметричних гантелей. Два інших *p*-електрона дають π -зв'язки. Вуглець з такою геометрією атома утворює алотропну модифікацію – карбін.

Основні модифікації вуглецю – алмаз і графіт. За нормальних умов термодинамічно стійким є тільки графіт, а алмаз та інші форми є метастабільними. При високих тисках і відносно низьких температурах (близько 1200 К) з високо орієнтованого графіту утворюється гексагональна модифікація вуглецю з кристалічними ґратками типу вюртциту – лонсдейліт. Лонсдейліт знайдено також в метеоритах.

Більшість сполук вуглецю, і насамперед вуглеводні, мають чітко визначений характер ковалентних сполук. Наявність одинарних, подвійних та потрійних зв'язків атомів С між собою, здатність утворювати стійкі ланцюги та цикли із атомів С обумовлюють існування величезної кількості сполук, які вивчає органічна хімія.

Вуглець належить до найважливіших елементів, як і водень, кисень, кремній та інші, які визначили специфіку механізмів концентрації протопланетної речовини, її фазової трансформації і привели до формування сучасного геохімічного та мінералогічного і навіть біологічного та соціального вигляду нашої планети.

Тільки завдяки вуглецю з його здатністю утворювати величезну кількість хімічних сполук зародилося та розвивається життя. Продуктом біохімічної екоеволюції вуглецю та інших елементів стала біосфера – унікальне планетарне утворення.

На сьогодні розрізняють вісім алотропних модифікацій вуглецю: алмаз, графіт, карбін, фулерен, лонсдейліт, вуглецеві нанотрубки, графен та аморфний вуглець (рис. 1.5). Графіт і алмаз давно були виявлені в природі, пізніше були розроблені шляхи їх синтезу, тоді як фулерен, карбін і лонсдейліт отримані в лабораторіях в останні десятиліття, а дані про їх наявність у природі іноді заперечуються. Зовнішній вигляд, фізичні і хімічні властивості цих модифікацій дуже відмінні, незважаючи на те, що в їх утворенні беруть участь ті самі атоми. Таке явище – дія зв'язків, що з'єднують атоми

вуглецю в молекулах розглянутих речовин.

У незбудженому стані, що практично не зустрічається в сполуках, електронна конфігурація атома С $1s^2 2s^2 2p^2$. При утворенні міжатомних зв'язків у молекулах відбувається гібридизація електронів зовнішньої оболонки за типом sp^3 в алмазі і лонсдейліти, sp^2 у графіті, графені і фулеренах та sp – у карбінах. Відзначимо, що sp^2 -гібридизовані атоми вуглецю у графіті та графені (моноатомний шар вуглецю із гексагональною структурою зі специфічними властивостями) утворюють нескінченні площини, які складаються з правильних шестикутників (гексагонів), а у фулеренах утворюють замкнуті оболонки, включаючи цілком визначену кількість атомів.

Вуглець може утворювати сполуки, перебуваючи у ступені окиснення +4 і –4. Відома єдина сполука, де вуглець формально двовалентний зі ступенем окиснення +2. Це оксид вуглецю (II). В усіх випадках вуглець, як правило, чотиривалентний. Це характерно і для кремнію.

Вуглець і кремній займають особливе місце серед інших хімічних елементів. На основі вуглецю побудовані молекули живих організмів. Кремній – один з головних елементів, які утворюють земну кору.

Вуглець у вигляді сажі, коксу, деревного вугілля, кісткового вугілля знаходить широке застосування. Кокс використовують у металургії. Деревне вугілля також застосовують у металургії, при виготовленні чорного пороху і як адсорбент. Піроліз тваринних решток або кісток дає тваринне чи кісткове вугілля. Це вугілля має велику питому поверхню, високу здатність поглинати гази і розчинені речовини. Якщо тваринне і кісткове вугілля обробити паром, то поверхня їх, а отже, і поглинальна здатність значно зростають. Таке оброблене вугілля називають активованим. Активоване вугілля застосовують для очищення спирту (від сивушних масел), цукру й інших речовин.

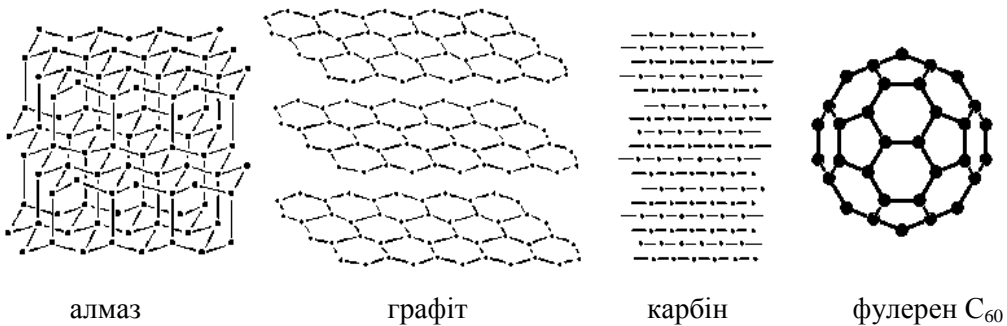


Рис. 1.5. - Основні модифікації вуглецю

2.2. Алотропні форми вуглецю

2.2.1. Алмаз

Це найчистіший вуглець у кристалічному вигляді. У 1694 р. флорентійські академіки намагалися сплавити кілька малих алмазів в один великий. Алмази жевріли як розпечене вугілля і, нарешті, згоріли.

Кристалічні ґратки алмазу складаються з атомів вуглецю, з'єднаних між собою лише міцними ковалентними σ -зв'язками, що утворені за рахунок перекривання sp^3 -гібридних орбіталей атомів вуглецю і розташовані, отже, під тетраедричними кутами.

Ограновані прозорі алмази називають діамантами. Одиницею маси дорогоцінних каменів, в тому числі і алмазів, є карат. До початку XX століття в різних країнах використовувалися карати різної величини. В 1914 році було введено єдиний метричний карат, який дорівнює 200 мг.

Однак на виготовлення ювелірних виробів йде незначна кількість алмазів (15%). Основна частина їх використовується в техніці: алмазний пил – для шліфування твердих матеріалів, тонкого заточення токарських різців; алмазні стовпчики – в бурильній справі.

Кристали алмазу мають октаедричну форму, кожен атом кристалічних ґраток розташований у центрі тетраедра з інших атомів вуглецю. Усі відстані між атомами однакові (0,15445 нм), як і кути між зв'язками ($109,5^\circ$) (рисунок 1.6). Кристали алмазу безбарвні, відрізняються високим показником заломлення і твердістю.

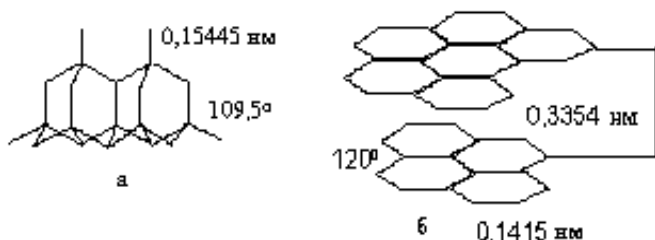


Рис. 1.6. - Структура кристалів алмазу (а) і графіту (б)

Головні відмінні властивості алмазу – найвища серед мінералів твердість, найвища теплопровідність серед усіх твердих тіл, великі показники заломлення та сильна дисперсія. Алмаз у природному вигляді не вважається красивим. Краси алмазові надає огранка, яка створює умови для багаторазових внутрішніх відбиттів.

Алмази вперше знайшли застосування в Індії, а в Бразилії ці коштовні камені набули комерційного значення в 1725 році.

Алмаз – рідкісний, але разом з тим досить поширений мінерал. Промислові родовища алмазів відомі на всіх континентах, крім Антарктиди. Відомо декілька видів родовищ алмазів. Вже кілька тисяч років тому алмази в промислових масштабах добувалися в розсипних родовищах. Тільки у кінці XIX століття, коли вперше було відкрито алмазоносні кімберлітові трубки, стало зрозуміло, що алмази не утворюються у річкових відкладах.

Відомі метеоритні алмази, позаземного, можливо, досонячного походження. Алмази також утворюються при ударному метаморфізмі при падінні метеоритів (північ Сибіру), при метаморфізмі надвисоких тисків (Казахстан).

І імпактні, і метаморфічні алмази іноді утворюють досить масштабні родовища з великими запасами, але в цих типах родовищ алмази настільки дрібні, що не мають промислової цінності.

Промислові родовища алмазів пов'язані з кімберлітовими і лампроїтовими трубками. Основні родовища цього типу відомі в Африці, Росії, Австралії та Канаді.

В Росії перший алмаз було знайдено в 1829 році в Пермській губернії (копальня Хрестовоздвиженська). В Сибіру перший алмаз було знайдено в 1897 році (Єнісейськ). Розмір його становив 2/3 карата. Наступний алмаз було виявлено в Сибіру в 1948 році.

Більшість природних алмазів безбарвні, але бувають камені найрізноманітніших кольорів та відтінків. Найчастіше зустрічаються алмази зі слабким жовтуватим відтінком, а також зеленкуваті. В родовищах Південної Африки трапляються бурі алмази; за рахунок значних домішок аморфного вуглецю вони можуть набувати цілковито чорного кольору. Рожеві, рубіново-червоні та сині алмази дуже рідкісні. Щодо алмазів сапфірово-синього кольору, то це – явище виняткове, і цінуються вони дуже високо. Поверхня алмазів з найдавніших родовищ (вік яких перевищує 1 млрд. років) має зелене забарвлення, яке зникає при механічній обробці кристалу. Алмаз з чистою поверхнею гідрофобний, тобто не змочується водою. Більша частина алмазів зустрічається в природі у вигляді окремих добре сформованих кристалів або їх уламків. Переважають октаедри, ромбододекаедри та куби, а також їх комбінації. Це кристали з рівними плоскими гранями. Іноді зустрічаються кривогранні, округлі кристали, в деяких родовищах вони навіть переважають. Часто кристали алмазу зростаються, або ніби проростають один в одного, утворюючи відповідно так звані двійники зростання і проростання. Зазвичай розміри алмазних зерен – від часток міліметра до 0,5–1 см в поперечнику, але зустрічаються і дуже крупні кристали.

Зараз існує багато класифікацій алмазів, базованих на різних принципах. Деякі фірми використовують класифікації, в основу яких покладені якість і цінність алмазів. За якістю виділяють 9 категорій природної алмазної сировини. До категорій 1 і 2 віднесено ювелірні алмази, до решти – різні сорти технічних.

2.2.2. Лонсдейліт

В останні роки на Місяці, а потім і на Землі було знайдено незвичайний чорний алмаз – лонсдейліт, який має структуру графіту, а властивості алмаза. Лонсдейліт – алотропна гексагональна модифікація вуглецю з кристалічними ґратками типу вюртциту. Густина 3,51 г/см³.

Лонсдейліт і алмаз мають тетраедричну геометрію електронних орбіталей атомів вуглецю, яка утворюється при зміщенні одного s- і трьох p- елементів (sp³-гібридизації). Атом вуглецю розташований у центрі тетраедра і пов'язаний чотирма зв'язками з атомами вуглецю, або іншими в вершинах тетраедра.

Структура алмазу і лонсдейліту відрізняється тим, що атоми алмазу, які знаходяться на другій сфері, що оточує вихідний атом, утворюють архімедів кубооктаедр, куб з відрізнаними кутами. В структурі лонсдейліту атоми другої координаційної сфери утворюють так званий гексагональний кубооктаедр, який утворюється з архімедового обертання його нижньої половини на 180°.

Для того, щоб атоми вуглецю мали однакове оточення в перших двох координаційних сферах, вони творять одну з цих структур. У цьому випадку будуть утворюватися монокристали.

Якщо атоми вуглецю можуть побудувати зв'язки лише в першій координаційній сфері (тобто утворити тільки правильні тетраедри), то виникають змішані структу-

ри, в яких шари алмазу будуть чергуватися з шарами лонсдейліту. Це має місце, наприклад, у так званих двійниках, в яких два кристали алмазу з'єднані між собою по шару лонсдейліту.

Лонсдейліт утворюється при високому тиску і відносно низьких температурах (близько 1200 К) з високо орієнтованого графіту.

Великі залягання лонсдейліту знайдено в Поському кратері на Північному сході Росії.

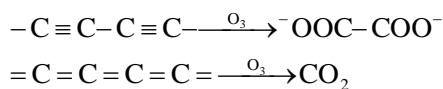
2.2.3. Карбін

Карбін є лінійною формою вуглецю, він відкритий понад тридцять років тому. На початку 60-х років радянські хіміки В.В.Коршак, О.М.Сладков і В.І.Касаточкін каталітичним окисненням ацетилену синтезували одновимірний полімер вуглецю і назвали його карбіном (корінь «карб» від *carboneum*, а закінчення «ін» прийняте в органічній хімії для речовин, молекули яких містять потрійні зв'язки). Атоми вуглецю з'єднані в ланцюжок одинарними і потрійними зв'язками, які чергуються. Зовнішній вигляд карбіну: чорний дрібнодисперсний порошок, має напівпровідникові властивості.

Завдяки властивостям цієї структури їй пророкують широке застосування у майбутньому в мікроелектроніці, оптиці, мікрохвильовій і електричній технології, зокрема, у джерелах струму, у медицині. В усіх цих галузях ключове значення має висока стабільність фізичних і хімічних властивостей. У зв'язку з цим викликає інтерес зміна поверхні карбіну в атмосфері повітря протягом кількох років після синтезу, а також його модифікація в умовах надвисокого вакууму. Електропровідність карбіну помітно зростає при освітленні. На цьому засновані перші практичні кроки по використанню нового матеріалу у техніці. Карбінові фотоелементи надійні аж до 500°C, перевершуючи інші подібні прилади.

В карбіні спостерігається лінійне розташування атомів, у вигляді ланцюжків. Він має дві модифікації: з кумульованими зв'язками $=C=C=C=$ (β -карбін) і полііновими зв'язками $-C \equiv C-C \equiv C-$ (α -карбін).

Ці модифікації розрізняються за продуктами озонування.



Має властивості напівпровідника. Відомо кілька форм карбіну, які відрізняються кількістю атомів в елементарній комірці, розміром комірок та густиною (1,9–3,3 г/см³). Карбін одержано штучно окиснювальною дегідрополіконденсацією ацетилену, дією лазерного випромінювання на графіт, із вуглеводнів або CCl₄ в низькотемпературній плазмі.

В природі карбін зустрічається у вигляді мінералу чаоїту – білі прожилки та вкраплення в графіті.

Історія хімії знає чимало прикладів, коли яку-небудь речовину, отриману в лабораторії, знаходили потім у природі. Так сталося і з карбіном.

У журналі «*Science*» було опубліковане повідомлення, що в кратері Піс, розта-

шованому недалеко від Мюнхена, науковці знайшли мінерал, який складається практично з чистого вуглецю. Його структура нітрохи не нагадувала ні алмаз, ні графіт. А от з карбіном у нього багато спільного, і насамперед – однакова структура елементарної комірки. Правда, параметри граней ґраток різні, проте величини їх кратні. Крім того, речовина з кратера Ріс сірого кольору. Такі розбіжності легко пояснюються хоча б з того погляду, що порівнювані сполуки – полімери, властивості яких значною мірою залежать від ступеня полімеризації. До того ж, якщо це не алмаз і не графіт, то йому нічим бути, крім як природним карбіном.

Так воно і виявилось. Дифракція рентгенівських променів у вуглеці, знайденому в Баварії, і у вуглеці, синтезованому в лабораторії, практично однакова. До речі, нещодавно російські вчені з графіту за допомогою лазерного променя ідентифікували мікрочастинки білого карбіну. Науковці спробували перетворити карбін на алмаз за перевіреною на графіті схемою, але марно. Утім, так воно і мало бути. Адже теоретичні розрахунки свідчать про найбільшу термодинамічну стійкість нової форми елементарного вуглецю. Крім того, очікується, що ниткоподібні кристали карбіну виявляться найбільш міцними матеріалами на Землі.

2.2.4. Графіт та графен

Графіт (від грецького «*grapho*» – пишу) – одна з основних алотропних модифікацій вуглецю. Має багат шарову структуру. Добре проводить електричний струм. На відміну від алмазу, має низьку твердість. Природний графіт містить 10-12% домішок. Має сірий колір з металічним блиском. Неплавкий, стійкий до нагріву у відсутності повітря. Шари слабо хвилясті, майже плоскі, складаються з шестикутних кілець атомів вуглецю. Шари можуть по-різному розташовуватися один щодо одного, утворюючи цілий ряд політипів, з симетрією від гексагональної сингонії до тригональної.

Графіт являє собою жирну на дотик речовину, густина його 2,17-2,3 г/см³, на повітрі не займається навіть при сильному розжарюванні, а в кисні горить, утворюючи СО₂.

Як і в алмазі, у графіті кожен атом вуглецю утворює чотири зв'язки. Однак ці зв'язки не однакові. Три з них є σ -зв'язками, утвореними в результаті перекривання sp^2 -орбіталей атомів вуглецю. Усі вони розташовуються в одній площині під кутом 120°, утворюючи безперервну плоску сітку, що складається з правильних шестикутників, у кутах яких знаходяться атоми вуглецю. Четвертий π -зв'язок утворюється за рахунок перекривання пелюсток p -орбіталей вище і нижче площини, у якій розташовані атоми вуглецю, π -зв'язок утворює суцільну електронну хмару по всьому шару атомів вуглецю, як і у випадку металічного зв'язку. Вуглецеві шари у графіті пов'язані дуже слабкими силами міжмолекулярної взаємодії. Ці особливості будови графіту зумовлюють такі його властивості, як електропровідність, шаруватість тощо.

Графіт, якщо розглядати його ідеалізовану структуру, являє собою безперервний ряд шарів, рівнобіжних основній площині, що складаються з гексагонально пов'язаних один з одним атомів вуглецю (рис. 1.6). За взаємним зсувом цих шарів у площині розрізняють гексагональну і ромбоєдричну форми. У гексагональній формі шари чергуються за схемою А-В-А-В..., а в ромбоєдричній – за схемою А-В-С-А-В-С... Зміщення шарів у ромбоєдричній формі може досягати в природних графітах 30%, у штучних практично

не зустрічається. Відстань між будь-якими сусідніми атомами вуглецю в площині шару дорівнює 0,1415 нм, між сусідніми шарами – 0,3354 нм.

Така будова приводить до анізотропії фізичних властивостей графіту в напрямках рівнобіжному і перпендикулярному зламу.

Описана структура характерна для монокристалу графіту. Реальні тіла складаються з безлічі ділянок упорядкованості вуглецевих атомів, що мають скінченні розміри, які відрізняються на кілька порядків для різних зразків вуглецевих тіл графітової чи графітоподібної структури. Структура їх може наближуватися до ідеальних ґраток графіту чи відрізнятися від них як за рахунок зміщень усередині шарів, так і за рахунок порушень їх чергування. Такі ділянки упорядкованості називаються кристалітами і мають власні геометричні характеристики: L_a , L_c – середні діаметр і висота кристаліту, d_{002} – середня відстань між зломами у кристаліті. Ці величини визначаються за допомогою рентгенографічного аналізу. Крім того, у реальних графітових тілах є деяка кількість неупорядкованих атомів (аморфний вуглець), що займають простір між кристалітами чи впроваджені між шарами. Ці атоми можуть знаходитися в sp -, sp^2 - чи sp^3 -гібридному стані.

Особливість будови кристалічних ґраток графіту, включаючи наявність вільних електронів, зумовлює його фізичні властивості: низьку твердість, низький коефіцієнт тертя, високу електропровідність, близьку до металів, металічний блиск, непрозорість та ін. Важливе промислове значення мають також висока теплопровідність, вогнестійкість, хімічна твердість, гідрофобність, виключно висока жирність і пластичність, висока здатність утворювати тонкі плівки на твердих поверхнях.

Графіт кристалізується в гексагональній сингонії; його шарувата кристалічна структура характеризується міцним ковалентним гомеополярним зв'язком атомів вуглецю в межах шару, і слабким міжшаровим молекулярним зв'язком.

Електропровідність алотропних модифікацій вуглецю дуже відрізняється за абсолютною величиною. Алмаз є діелектриком, причому його електроопір однаковий в усіх напрямках кристала. Це пов'язано з тим, що усі валентні електрони входять у чотири рівноцінні σ -зв'язки, а вільні π -електрони, що утворюють хмарку, відсутні.

На відміну від алмазу в монокристалі графіту є σ -зв'язки і π -електронні хмарки, що утворюють електронні шари, паралельні моношарам вуглецевих атомів, і зумовлюють електропровідність металічного типу в напрямку, паралельному шарам. У перпендикулярному щодо них напрямку графіт поводить себе як напівпровідник, провідність якого визначається позитивними дірками. У зв'язку з цим електропровідність графіту в паралельному напрямку приблизно на два-три порядки перевищує провідність у перпендикулярному.

У полікристалічних вуглецевих матеріалах загальна провідність визначається двома складовими: електропровідністю кристалітів, металічних за своїм типом, і провідністю аморфного вуглецю-напівпровідника. Цим зумовлена екстремальна залежність електропровідності багатьох вуглеграфітових матеріалів від температури: електроопір напівпровідника з ростом температури падає, а металу – росте. Тому існує мінімум температурної залежності опору, причому його положення зсувається до більш низьких температур при удосконаленні кристалічної структури зразка. Таким чином, за положенням екстремуму можна судити про ступінь наближення структури до ідеальної графітової.

У монокристалі графіту тепло переноситься, головним чином, уздовж шарів атомів вуглецю, що приводить до анізотропії теплопровідності. Електропровідність і теплопровідність графіту мають різну природу. Остання визначається тепловими коливаннями ґраток монокристалу. Коливанню ґраток, яке квантується, ставлять у відповідність рух квазічастинок – фононів. Рух фононів у кристалі подібний до руху молекул ідеального газу в замкнутому об'ємі і підкоряється таким же кінетичним законам ірностіям. Фононна провідність цілком визначає теплопровідність графіту в напрямку, перпендикулярному шарам. У напрямку паралельному шарам, перенесення тепла здійснюється і носіями заряду.

Як для ізотропного алмазу, так і для анізотропного графіту температурна залежність теплопровідності має максимум, положення і рівень якого визначається низкою не до кінця з'ясованих факторів, зокрема, розміром зразка, величиною й орієнтацією в ньому кристалітів та ін. Положення максимуму теплопровідності природного графіту – у межах $T=120-200$ К.

Існує встановлений емпіричним шляхом зв'язок між теплопровідністю й електропровідністю графіту. При температурах, близьких до кімнатних, він виражається рівнянням:

$$\lambda \cdot \rho = \text{const},$$

де ρ – електроопір, λ – теплопровідність.

Класична теорія теплоємності дає її значення для кристалів при досить високих температурах приблизно 25 Дж/(моль·К). У випадку графітів величина теплоємності відповідає теоретичній в температурному інтервалі $2200-3200$ К. Потім вона починає рости за експонентним законом. Це зростання пояснюють збільшенням кількості вакансій у кристалічних ґраток, що виникають за рахунок випаровування графіту.

Теплове розширення графіту анізотропне, як і багато його інших фізичних властивостей. Анізотропія характеризується відношенням коефіцієнтів розширення зразка у паралельному і перпендикулярному напрямках зламу. Це відношення для різних графітів – у межах від 1 до 30.

Графіт і алмаз можуть за певних умов переходити один в одного. Інформацію про термодинамічні параметри, при яких стабільні кристалічні модифікації вуглецю, дає діаграма стану вуглецю. При її складанні були досліджені умови рівноваги між різними фазами, зокрема, були обчислені рівноважні температури і тиски для системи «графіт-алмаз»:

T, К	0	298	400	500	600	700	800	900	1000	1100
p, ГПа	1,35	1,61	1,82	2,05	2,30	2,60	2,85	3,15	3,40	3,70

При температурах понад 1200 К крива рівноваги може бути представлена так:

$$p = 0,7 + 0,0027T.$$

При атмосферному тиску і високих температурах графіт сублімується, не переходячи в рідкий стан, але при високих тисках і температурах він плавиться, що було встановлено за стрибком електроопору, приблизно при $T=4000$ К і $p=10$ МПа. Точка рівноваги графіт-алмаз-розплав знаходиться у межах $T=4000-4200$ К і $p=12,5-13,5$ ГПа.

При тиску, близькому до атмосферного, фаза алмазу термодинамічно менш

стійка, ніж фаза графіту. Однак існує можливість одержувати алмаз в умовах його термодинамічної нестабільності, синтезуючи алмаз з газової фази. Цей процес протікає відповідно до правила Оствальда, коли можливий ряд перетворень від нестійкого стану (вуглець газової фази) до найбільш стійкого (графіт) через проміжні (зокрема алмаз). На одному з етапів процес може бути зупинений. Для спрямування його у бік алмазу діють наступним чином. Проводять піроліз вуглецевого газу (ацетилен, метан та ін.) у реакційній посудині з підкладкою з кристалів алмазу. На гранях такого кристала надлишок атомів вуглецю з газової фази виділяється у тверду, «орієнтуючись» на вже наявні кристалічні ґратки.

Це так званий епітаксіальний синтез речовини. Синтез метастабільної фази повинен проводитися при точному дотриманні умов процесу. Якщо швидкість виділення вуглецю в результаті піролізу буде занадто велика, то енергетична вигода від утворення більш стабільного графіту буде перевищувати дію кристалічних ґраток, поверхня алмазу буде вкрита шаром графіту, і утворення алмазу припиниться. Так можна одержати не більше 10 алмазних шарів. Процес алмазоутворення може бути відновлений після видалення графіту з підкладки шляхом обробки його воднем. Кілька циклів обробки алмазної підкладки вуглеводневим газом і воднем дозволяють практично подвоїти її масу.

Сьогодні графіт одержують штучним шляхом – прожарюванням суміші піску і подрібненого антрацити чи коксу в електричних печах. Штучний графіт відрізняється винятковою чистотою і м'якістю, тому цінується вище за природний.

Графіт одержують також нагріванням суміші коксу до 2800° С; із газоподібних вуглеводнів при температурі 1400-1500° С в вакуумі з подальшим нагріванням утвореного піровуглецю до температури 2500-3000° С під тиском 50 МПа (утворений продукт – пірографіт).

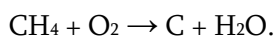
Графіт використовується для виготовлення олівців, тугоплавких тиглів, електродів, мастильних матеріалів, як сповільнювач у ядерних реакторах.

На території країн СНД родовища графіту знайдено в Східному Сибіру, на Алтаї й в Україні.

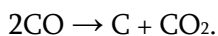
Особливості кристалічної структури графіту і мала величина сил зчеплення між його шарами зумовлюють ковзання шарів один щодо одного навіть при малих значеннях напруг зсуву в напрямку ковзання. Це дозволяє використовувати вуглеграфітові матеріали як антифрикційні за рахунок низьких сил зчеплення між дотичними поверхнями. З іншого боку, відсутність міцних міжшарових зв'язків у графіті полегшує відділення його частинок від деталей, що труться. Це обумовлює зменшення їх зносу.

В природі існує три джерела вуглецю як вихідного матеріалу для утворення графіту: магматичні еманції, карбонатні породи та органічні залишки серед осадових порід.

Вважається, що при високих температурах може відбуватися розклад метану:

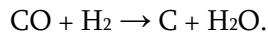


При температурі 750°С може розкладатися оксид вуглецю (реакція Будуара):

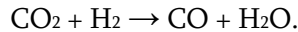


В умовах надлишку водню при температурах нижче 650° С оксид вуглецю може

відновлюватися згідно з реакцією:

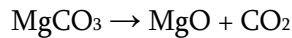
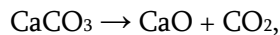


За цих умов можливе відновлення вуглекислого газу до оксиду вуглецю:

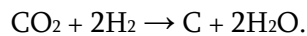


Оксид вуглецю в свою чергу або розкладається, або відновлюється шляхом взаємодії з воднем, утворюючи вільний вуглець. Всі ці реакції можуть здійснюватися за глибинних умов при високих температурах, відображаючи можливий механізм формування власне магматичних накопичень кристалічного графіту.

Карбонатні породи в зоні контакту з інтрузіями переходять в скарни. При цьому відбувається дисоціація молекул карбонатів:



з утворенням силікатів кальцію та магнію (діоксиду, тремоліту, гранатів, воластоніту, скаполіту та ін.). Утворений вуглекислий газ при високих температурах і наявності водню може відновлюватися до вуглецю:



Також може відбуватися асиміляція карбонатних порід інтродуючою магмою зі збагаченням її вуглецем.

Таким чином, карбонатні породи можуть обумовити появу концентрацій кристалічного графіту скарнового та магматичного генезису.

Органічні залишки осадових порід при метаморфізмі можуть перетворюватися на графіт. По мірі зростання ступеню метаморфізму за певних умов органічний вуглець переходить спочатку в аморфний графіт, потім, через низку проміжних різновидів, – у кристалічний. Мінімальна температура утворення графітової фази близько 400°C. Якщо утворення графіту відбувалося за рахунок розсіяної вуглецевої речовини, то в результаті регіонального метаморфізму могли виникнути графітові гнейси з високоякісним лускатим графітом. В разі сконцентрованої вихідної вуглецевої речовини (пласти вугілля та горючих сланців) можливе утворення аморфного графіту зі збереженням текстур вихідних порід, локальних неографічених ділянок і домішок інших мінералів.

Тверда вуглецева речовина часто вважається малорухожим компонентом порід в процесі регіонального метаморфізму і метасоматозу. Ряд фактів, однак, вказує на участь частини її в процесах міграції і перерозподілу. Свідченням цього є присутність графіту в пегматитових кварцових і карбонатних жилах, в ендоконтактних зонах інтрузій, а також причетність деякого об'єму вуглецевої речовини в асоціації з пізніми рудними і жильними мінералами до структур епігенетичного типу.

В природі графіт зустрічається у вигляді розсіяних лусок або їх листуватих агрегатів (кристалічний лускатий графіт), щільних зернистих агрегатів (кристалічний кусковий графіт), або щільних прихованокристалічних мас (аморфний графіт). Крім того, в промисловості все ширше використовується штучний (коксовий, доменний, ретортний) графіт, який спеціально виробляють із відходів антрациту, нафтового коксу, а

також з відходів доменного виробництва.

Лускаті графіти за діаметром кристалів розподіляються на крупнолускаті (0,1-1,0 мм) та дрібнолускаті (0,001-0,1 мм). В кусковому графіті розмір кристалів той же, що і в дрібнолускатому, однак вони не орієнтовані, що ускладнює розщеплення агрегату та зсуви при деформації. Розмір зерен в аморфному графіті менше 0,001 мм. Штучний графіт за якістю приблизно відповідає лускатому і щільнокристалічному, відрізняючись більшою чистотою і меншою кристалічністю. Визначені природні різновиди графіту не бувають бездоганно чистими. Вони містять домішки мінералів-супутників, а також вуглецю, що не перетворився на графіт.

Незважаючи на наявність значних власне магматичних, пегматитових та скарнових родовищ високоякісного кристалічного графіту, основне значення в світовому балансі графітової сировини мають метаморфогенні родовища, представлені тілами вкраплених руд лускатого графіту в гнейсах, кристалічних сланцях та інших, як правило, докембрійських, метаморфічних утвореннях, а також шаровими покладами та лінзами переважно аморфного графіту.

В цілому можна говорити про три найголовніші світові геолого-промислові типи родовищ графіту:

1. Неправильні тіла, лінзи, штоки та жили багатих руд щільнокристалічного графіту у магматичних, пегматитових, скарнових і метаморфічних кристалічних породах. Це родовища США, Індії, Бразилії, Японії, Норвегії, Шрі-Ланки, а також Ботогольське родовище в Росії.

2. Пластові поклади та лінзи метаморфічних вкраплених руд лускатого графіту в глибокометаморфізованих породах переважно докембрійського віку. В складі цього типу – родовища Українського щита (Заваліївське та ін.) в Україні, родовища Уралу, Карелії, Чехії, США (штати Нью-Йорк, Пенсільванія, Алабама, Техас), острова Мадагаскар та ін.

3. Пластові поклади та лінзи багатих руд прихованокристалічного (аморфного) графіту в стратифікованих осадових товщах різного віку, утворені за рахунок контактного метаморфізму вугільних пластів та бітумів. Прикладами цього типу є родовища Тунгуського басейну в Росії, штату Сонора в Мексиці, Австрії, республіки Корея та КНДР.

Численні промислові залягання лускатого графіту української графітоносною провінції пов'язані з архейськими утвореннями Тетерево-Бузької серії у складі Українського кристалічного масиву. Ця серія складена дуже дислокованими амфіболітами, амфіболовими, плагіоклазовими, піроксеновими і гранатовими гнейсами, кварцитами і кристалічними вапняками. В межах провінції виділяють три рудних райони: Прибузький (по ріках Тетерев і Буг), Криворізький (по ріці Інгулець) і Приазовський (вздовж узбережжя Азовського моря).

Всі родовища провінції мають велику промислову цінність, завдяки високій якості графіту, великим масштабам оруднення, легкості збагачення руд і можливості відкритої розробки.

Заваліївське родовище, розташоване на лівому березі річки Південний Буг в Кіровоградській області, є типовим представником цієї провінції. Центральна частина складки складається з кристалічних вапняків та кварцитів. Потужність вапняків 500 м, кварцитів – 20-50 м. Нижче по розрізу знаходяться графітоносні гнейси (продуктивна товща), потужність яких не витримана: в північному крилі вона сягає 250 м, а в півден-

ному різко зменшується до 15 м. Графіт в рудах крупнолускатий (розмір від 0,1 до 2 мм), середній вміст 6-10%. Іноді луска графіту об'єднується в плямисті скупчення – агрегати. Крім графіту, в складі руд присутні кварц, польовий шпат, невелика кількість гранату, кальциту, апатиту, циркону тощо.

Руди родовища збагачуються флотацією з одержанням концентрату, що містить 85-90% графіту високої якості і має зольність не вище 10-15%. За своїми розвіданими запасами та масштабом видобування родовище є одним з найбільших на території СНД.

Графен – одна з нещодавно одержаних алотропних форм вуглецю, яка являє собою моноатомний шар вуглецю з гексагональною будовою. Графен схожий за структурою на окремих атомний шар у структурі графіту і по суті є двомірним кристалом вуглецю. Без опори він згортається у нанотрубки вуглецю, але на підкладці стабільний. Відкритий у 2004 р. Андре Геймом (Манчестерський університет, Великобританія) разом з групою російських вчених. Характерною для графену є зонна структура із законом дисперсії аналогічним до закону дисперсії релятивістських квантових частинок.

2.3. Вуглецеві каркасні структури

2.3.1. Фулерени

Термін "фулерен" застосовують до широкого класу алотропних модифікацій вуглецю, що поєднані ковалентним зв'язком у сферичну молекулу, де кожен атом вуглецю пов'язаний із трьома іншими, утворюючи пентагони та гексагони на поверхнях. Найбільша молекула фулерену складається із 560 атомів вуглецю. Найбільш вивченою молекулою фулерену є молекула C_{60} , бо вона є також і найбільш стійкою.

Історія відкриття фулерену незвичайна. В 1973 р. радянські вчені Д. А. Бочвар і Е. Н. Гальперн опублікували результати квантово-хімічних розрахунків, з яких випливало, що повинна існувати стійка форма вуглецю, яка містить у молекулі 60 вуглецевих атомів і не має ніяких замісників. В тій же статті була запропонована форма такої гіпотетичної молекули. Висновки цієї роботи здавалися в той час зовсім фантастичними. Ніхто не міг собі уявити, що така молекула може існувати, і тим більше – не уявлявся спосіб її одержання. Ця теоретична робота трохи випередила свій час і була спочатку просто забута.

У 1980-х рр. астрофізичні дослідження дозволили встановити, що в спектрах деяких зірок, так званих «червоних гігантів», наявні смуги, що вказують на існування чисто вуглецевих молекул різного розміру.

У 1985 р. західні вчені Г.Крото і Р.Смоллі почали проводити дослідження вже в «земних» умовах. Вони вивчали мас-спектри парів графіту, отриманих під ударом лазерного променя, і знайшли, що в спектрах є два сигнали, інтенсивність яких набагато вища, ніж усіх інших. Сигнали відповідали масам 720 і 840, що вказувало на існування великих агрегатів з вуглецевих атомів – C_{60} і C_{70} . Мас-спектри дозволяють установити лише молекулярну масу частинки і не більш того, однак цього виявилось досить, щоб фантазія вчених запрацювала. У підсумку була запропонована структура багатогранника, зібраного з п'яти – і шестикутників. Це було точне повторення структури, запропонованої 12 років тому Бочваром і Гальперном.

Свою назву фулерени отримали за прізвиськом архітектора Бакмінстера Фулера, який сконструював купол і павільйон США на виставці у Монреалі у 1967 році у вигляді сполучених пентагонів та гексагонів. Однак заради справедливості необхідно відмітити, що подібна форма є серед популярних форм Архімеда. Окрім того, збережена дерев'яна модель такої форми, яку виконав Леонардо да Вінчі, а Ейлер отримав формулу для різних поверхонь:

$$\sum N_n \cdot (6 - n) = 12 \cdot s$$

де n – розмірність багатокутника, N_n – кількість багатокутників розмірності n , s – характеристика кривизни поверхні. Оскільки $s = 1$ для кулі і $s = 0$ для площини, то із формули випливає, що для утворення сферичної поверхні необхідно 12 пентагонів ($n = 5$) та довільна кількість гексагонів ($n = 6$).

Класичним вважається фулерен, що складається з 60 атомів вуглецю. Він має сферичну будову, на поверхні якої шестичленні кільця зв'язані між собою п'ятичленними циклами.

Якийсь час фулерен був доступний лише в кількостях, достатніх для спектральних досліджень, але не хімічних. Одержати фулерен у помітних кількостях вдалося Д.Хаффману і В.Кретчмеру, що провели випарювання графіту за допомогою електричної дуги в атмосфері гелію. Сажа, що утворюється в цьому процесі, була проекстрагована бензолом. З розчину виділили сполуки, що мають суміш C_{60} і C_{70} . Друга сполука утворюється в кількостях, приблизно в шість разів менших, ніж перша, і тому основна маса досліджень проводиться з C_{60} . Описаний спосіб одержання фулерену з тими чи іншими технологічними варіаціями на сьогодні все ще єдиний. Вміст фулеренів у сажі, яка утворюється, досягає 44%. Існують схеми синтезу фулерену засобами органічної хімії, але вони поки що не реалізовані. У каталогах хімічних реактивів речовина C_{60} має назву бакмінстерфулерен, хіміки частіше називають його просто фулереном. Є й інша образна назва – футболен. Подібність з покришкою футбольного м'яча очевидна. Існує ще гібрид обох назв – бакібол. Відкриття фулерену буквально приголомшило хіміків. Здавалося, що про елементарний вуглець відомо практично усе. Від інших алотропних модифікацій вуглецю фулерен відрізняється насамперед тим, що це індивідуальні кінцеві молекули, що мають замкнуту форму. Фулерен, на відміну від відомих раніше трьох форм вуглецю, розчинний в органічних розчинниках (бензол, гексан, сірковуглець). З розчинів фулерен кристалізується у вигляді дрібних темно-коричневих кристалів. Для рентгеноструктурного аналізу вони не придатні, тому що через сферичну форму молекул їхня структура неупорядкована. Побачити молекулу фулерену «на власні очі» вдалося далеко не відразу, лише після того, як був отриманий продукт взаємодії фулерену з тетроксидом осмію OsO_4 у присутності третбутилпіридину, який добре кристалізується.

Чотиривалентність вуглецю у формулі фулерену повністю виконується. Правильніше зображувати фулерен у вигляді каркасу з простими короткими зв'язками, що чергуються, але частіше застосовують спрощене зображення, де каркас складається з одинарних рисок.

Ще одна незвичайна структурна особливість фулерену полягає в тому, що його молекула має внутрішню порожнину, діаметр якої приблизно 0,5 нм. Зовнішній діаметр самої молекули 0,71 нм. Внутрішній діаметр, природно, менший зовнішнього,

оскільки атоми вуглецю і їхні електронні оболонки теж мають певний розмір.

Фулерен – винятково стійка сполука. У кристалічному вигляді він не реагує з киснем повітря, стійкий до дії кислот і лугів, не плавиться до температури 360 °С. Хімічні властивості відповідають згаданим вище структурним особливостям – фулерен не вступає в реакції, характерні для ароматичних сполук. Неможливі реакції заміщення, тому що в атомів вуглецю немає ніяких бічних замісників. Достатня кількість ізольованих кратних зв'язків дозволяє вважати фулерен поліолефіновою системою. Для нього найбільш типовим є приєднання по кратному зв'язку.

Фулерен є яскраво вираженим акцептором електронів і при дії сильних відновників (лужні метали) може приймати до шести електронів, утворюючи аніон C_{60}^{6-} . Крім того, він легко приєднує нуклеофіли і вільні радикали. При відновленні лужними металами (наприклад, цезієм чи рубідієм) відбувається перенесення електрона від атома металу до фулерену. Сполуки, що утворюються, мають низькотемпературну надпровідність, критична температура появи надпровідності – 33 К.

Для фулерену є ще одна можливість утворювати сполуки, використовуючи внутрішню порожнину вуглецевої кулі, діаметр якої достатній, щоб у ній міг розміститися атом металу чи невелика молекула. Таким чином, відкривається шлях до одержання хімічних сполук зовсім нового типу, де атом механічно утримується усередині замкнутого середовища.

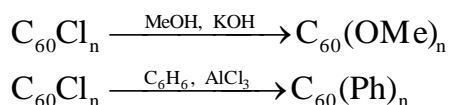
Спосіб введення атома металу у внутрішню порожнину фулерену практично не відрізняється від способу одержання самого фулерену. Графіт перед випаровуванням просочують солями металів. У продуктах реакції виявлені сполуки складу $C_{60}La$, $C_{60}Y$, $C_{60}U$. Усередину заздалегідь сформованої порожнини крізь стінку удалося поки ввести лише атом гелію (завдяки його невеликим розмірам) шляхом бомбардування фулерена іонами гелію в газовій фазі.

Родинні сполуки й аналоги фулерена поки що нечисленні. Найвідоміший аналог – C_{70} – був отриманий практично одночасно з C_{60} . Одержання його в чистому вигляді пов'язане з великими труднощами, тому він вивчений менше. За формою він близький до еліпсоїда, і через злегка витягнену форму одержав назву «регбібол». Таким чином, продовжений стиль назв фулерена C_{60} (футболен, бакібол). Розміри осей еліпсоїда 0,788 і 0,682 нм. Нагадаємо, що у фулерена C_{60} усі вершини еквівалентні, а зв'язки між ними тільки двох типів (прості і подвійні). У регбіболі є вершини п'яти типів, наприклад, вершини, де сходяться три шестикутні грані. Довжина зв'язку має вісім значень в інтервалі 0,138–0,146 нм. Таким чином, розставити однозначно в структурі подвійні і прості зв'язки неможливо. На подовжених кінцях яйцеподібної молекули знаходяться дві п'ятикутні грані. До них примикають найбільш реакційноздатні зв'язки, за властивостями близькі до кратних. Особливу групу утворюють так звані фулеренові трубки – тубулени, які являють собою порожні циліндричні утворення, зібрані з шестикутників, і мають, як правило, на кінці сферичну кришку, що включає п'ятикутні грані.

За кімнатної температури фулерени C_{60} – C_{70} не реагують із такими молекулами: оксид азоту, кисень, оксид сірки. Попри це, зафіксовано ряд нових хімічних реакцій із фулеренами. Отримано і охарактеризовано найпростіший фулерен із однією молекулою водню $C_{60}H_2$. Синтезовані галогенопохідні фулеренів. Прямим приєднанням флу-

ору отримана серія $C_{60}F_x$ та $C_{70}F_y$ де x менший або дорівнює 48, а y менший або дорівнює 56. Проведене хлорування та бромовання фулеренів. Хлорування проводиться у нагрітих до 250°C трубках. Як правило, приєднується 24 атоми хлору. За температури 400°C поліхлорфулерени дехлоруються у вихідний фулерен.

Хлор фулерену можна замінити. Наприклад, проведені реакції:



Хімія фулеренів багатопланова та широка, тому треба згадати про ще два аспекти. Виконано введення C_{60} у полімер, як ковалентно-зв'язану сполуку. Це реакція із ксиленовим бірадикалом. Полімер нерозчинний, має сітчасту будову із відношенням ксилену до C_{60} як 3,4:1.

Виконано введення атомів металів у фулерен. Для подібних частинок запропонована відповідна символіка: для атомів металів у фулерені C_nM , а для атомів металів ззовні – MC_{60} . У наш час у фулерени введено більшу частину атомів різних металів. Перше отримання таких частинок було засновано на лазерному випаровуванні сумішей солей лантану та графіту. У високотемпературній плазмі іони лантану відновлювалися до атома та включалися в порожнину фулерену під час його формування.

Отримано ряд аддуктів фулерену із металами типу M_xC_{60} . Інтерес до цих сполук обумовлюється тим, що одна з перших сполук K_xC_{60} мала надпровідність. Для сполуки K_3C_{60} надпровідність спостерігали за температури 19,3 К, а для плівки $Cs_xRb_yC_{60}$ – 30 К. Зроблено висновок, що надпровідність подібних сполук визначається щільністю стану рівня Фермі. Інша інтерпретація явища заснована на дослідях із Ca_xC_{60} , Sr_xC_{60} , K_6C_{60} , Ca_3C_{60} і пов'язана із віддачею електрона від металу до фулерену.

На основі фулеренів утворені не тільки сполуки, що мають надпровідність, а й сполуки, що за об'ємним модулем пружності та твердості перевищують алмази. Матеріали синтезовані із фулеренів C_{60} , C_{70} із застосуванням тиску в 13 ГПа за температури до 1600°C .

Поряд із введенням металів у фулерен C_{60} , за високої температури (650°C) та тиску (3000 атм.) виконано введення інертних газів та невеликих молекул. Розроблено ряд хімічних методів відкриття у фулеренів різних за розміром вікон. Отримання відкритих фулеренів дозволило визначити енергію активації реакції і константу рівноваги процесу введення в них та виділення з них гелію. Енергія активації виділення гелію з фулеренів дорівнює 95,5 Дж/моль. У інтервалі температур 50 – 60°C константа рівноваги слабо залежить від температури, що свідчить про невелику енергію зв'язку гелію із фулереном та про еквівалентність бар'єру входу та виходу He у модифікований фулерен. Передбачається, що енергія активації залежить від розмірів "вікна" у фулерені.

На прикладі фулеренів із атомами металів у внутрішній частині $M@C_{82}$ ($M=V, La, Ce$) проведено порівняння реакційної можливості катіонів та аніонів. Частинок $M@C_{82}$ отримували випаровуванням у дузі, окиснення та відновлення проводили із розчину 1,2 – дихлорбензолу, як реагент для вивчення хімічної активності використовували 1,1,2,2 – тетраокис (2,4,6 – триметилфеніл) – 1,2 дисиліран. Встановлено, що позитивно заряджені фулерени типу $[M@C_{82}]^+$ легко реагують із дисиліраном, а негативно заряджені типу $[M@C_{82}]^-$ у цю ре-

акцію не вступають. Різниця у реакційній здатності пов'язана із електрофільністю металфулерену, по відношенню до дисилірану, вона збільшується окисненням та зменшується відновленням, тобто реактивністю $M@C_{82}$ можна керувати шляхом іонізації фулерену.

У 1999 році японсько-російському колективу з Міжнародного центра досліджень матеріалів (Японія) вдалося знайти багатошарові фулерени. Вони були отримані із сажі, шляхом лазерного піролізу бензолу. Сажу протягом години випалювали за температури 3000°C у атмосфері аргону. Після прокалювання у вакуумі за температури 1600°C була отримана плівка осаду, яка складалася з молекул фулерену діаметром $8,1 \text{ \AA}$ та $11,9 \text{ \AA}$, що відповідає C_{80} та C_{180} . Як видно з фотографії, отриманої за допомогою електронного мікроскопа, є молекули, що складаються з кількох шарів. На рис. 1.7 можна побачити два їх різновиди: подвійну сферу діаметром 14 \AA та потрійну кулю діаметром 20 \AA . Це, на думку авторів досліджу, перше спостереження вкладених один в одного фулеренів. Якщо розрахувати діаметри молекул, то виходить, що в першому випадку це C_{60} всередині C_{240} , а в другому – C_{80} та C_{240} , вкладені, як матрьошки, в C_{560} . Такі багатошарові фулерени – новий вид вуглецевих кластерів.



Рис. 1.7. – Фотографія багатошарових фулеренів

Підсумовуючи, можна констатувати, що відкриття фулерену знаменувало появу класу сполук, які являють собою нову незвичайну форму елементного вуглецю. Це замкнуті каркаси, протяжні циліндричні чи багатошарові утворення, здатні до хімічних перетворень як на зовнішній поверхні, так і у внутрішній порожнині.

2.3.2. Вуглецеві нанотрубки

Утворюються такі трубки при конденсації парів графіту на плоскій графітій підкладці. Діаметр трубок $1\text{--}3 \text{ нм}$, довжина досягає десятків нм. Відзначені випадки, коли такі трубки формуються одна усередині іншої, на зразок матрьошок. Існують також багатошарові утворення, за формою близькі до сфери, які нагадують цибулину.

Ідеальна нанотрубка являє собою згорнуту у циліндр графенову площину, тобто поверхню, що зроблена з правильних шестикутників, що мають у своїх вершинах атоми вуглецю – по суті, згорнутий графен. Результат такої операції залежить від кута орієнтації графенової площини відносно осі нанотрубки.

На рис. 1.8 наведена модель ідеальної одношарової нанотрубки.

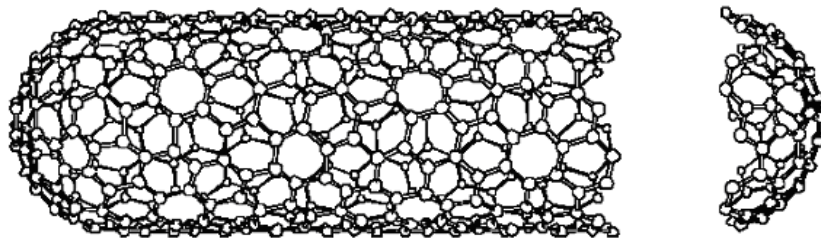
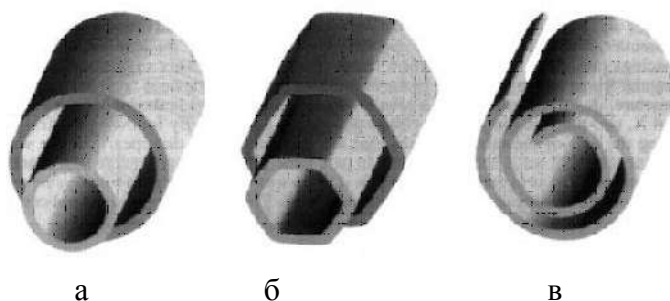


Рис. 1.8. – Модель ідеальної одношарової нанотрубки

Наявність п'ятикутників на кінцях трубок дозволяє розглядати їх як граничний випадок молекул фулеренів, довжина яких вздовж однієї осі значно перевищує діаметр.

Структура одношарових нанотрубок, які спостерігалися експериментально, у багатьох відношеннях відрізняється від представленої вище ідеальної картини. Насамперед це стосується вершин нанотрубки, форма яких, як впливає із спостережень, далека від ідеальної півсфери. Особливе місце серед одношарових нанотрубок займають так звані armchair-нанотрубки або нанотрубки з хіральністю (10,10). У нанотрубках такого типу два з С-С-зв'язків, які входять до складу кожного шестичленного кільця, орієнтовані паралельно подовжній осі трубки.

Багатшарові нанотрубки відрізняються від одношарових більш широким набором форм та конфігурацій. Різні види будови виявляються як у повздовжньому, так і в поперечному напрямі. Можливі різновиди повздовжньої будови багатшарових нанотрубок наведені на рис.1.9. Будова типу «російської матрьошки» (Russian dolls) (рис. 1.9а) являє собою сукупність коаксіально вкладених одна в одну одношарових циліндричних нанотрубок. Інший різновид цієї будови, показаний на рис. 1.9б, являє собою сукупність вкладених одна в одну коаксіальних призм; остання з наведених структур (рис. 1.9в) нагадує сувій (scroll). Для усіх наведених структур характерне значення відстані між сусідніми графеновими шарами, близьке до величини 0,34 нм, що відповідає площинам кристалічного графіту. Реалізація тієї чи іншої будови у певній експериментальній ситуації залежить від умов синтезу нанотрубок.



*Рис. 1.9. – Моделювання будови багатшарових нанотрубок:
а – російська матрьошка, б – шестигранна призма, в – сувій*

Треба зазначити, що, незважаючи на всі зусилля дослідників, досі не було отримано прямих дослідних даних, що вказують на домінування тієї чи іншої будови багатшарових нанотрубок, синтезованих за певних умов. Це пов'язано із недостатньо високою розрізнявальною здатністю дослідного обладнання, а саме, електронних мікроскопів та рентгенівських дифрактометрів. Використання цих приладів дозволяє із

достатньо високою якістю визначити відстань між суміжними площинами у багатшаровій нанотрубці, однак не дозволяє відрізнити будову сувою від будови «російської матрьошки».

Відкриття фулеренів стало істотним внеском у розвиток нанохімії неметалів. В наші часи, після відкриття нанотрубок, вважається, що із ними буде пов'язаний перехід до реальних нанотехнологій.

Одношарові та багатшарові коаксіальні нанотрубки утворюються в результаті згорання смуг плоских атомних сіток графіту у безшовні циліндри. Внутрішній діаметр вуглецевих нанотрубок може змінюватися від 0,4 до кількох нанометрів, а у внутрішній об'єм можуть входити інші сполуки. Одношарові трубки мають менше дефектів, а після високотемпературного випалення у інертній атмосфері можна отримати і бездефектні трубки. Тип будови трубки впливає на її хімічні, електронні та механічні властивості. Індивідуальні трубки агрегують із утворенням різних типів зростків, що мають щілини.

Спочатку головним був метод випаровування графіту у електричній дузі в потоці інертного газу. Його активно використовують і нині.

Подібним способом в присутності CeO_2 та нанорозмірного нікелю отримані одношарові вуглецеві нанотрубки 0,79 нм. Дугу замінило випаровування графітової мішені в нагрітій печі стрибачим променем лазера. Сьогодні все більш поширеним стає каталітичний піроліз метану, ацетилену та оксиду вуглецю. Нанотрубки із діаметром 20 - 60 нм отримані при згорянні метану на дроті Ni - Cr. Багатшарові нанотрубки довжиною 30 - 130 мкм із внутрішнім діаметром 10 - 200 нм синтезовані із високим виходом при піролізі аерозолі, розчину бензолу з фероценом за температури 800-950°C.

Метод заснований на використанні розчинів вуглеводнів та каталізаторів. Отримання нанотрубок – процес, що важко контролюється, як правило, він супроводжується утворенням інших форм вуглецю.

У наш час під терміном «хімія нанотрубок» мають на увазі синтез, очистку і різні форми хімічної модифікації внутрішньої та зовнішньої поверхні трубок. До хімії нанотрубок можна також віднести введення інших частинок у міжтрубний простір зростків, використання нанотрубок як матриць для отримання різних матеріалів, включаючи адсорбенти, сенсори та каталізатори.

Особливості будови вуглецевих нанотрубок приводять до того, що їх хімія відрізняється від хімії фулеренів і графіту. Фулерени мають невеликий об'єм внутрішньої порожнини, в якій можуть міститися лише кілька атомів інших елементів, у вуглецевих нанотрубок об'єм більший. Фулерен може утворювати молекулярні кристали, графіт – шаровий полімерний кристал. Нанотрубки – проміжний стан. Одношарові трубки ближчі до молекул, багатшарові – до вуглецевих волокон. Окрему трубку прийнято розглядати як одношаровий, а зросток трубок – як двовимірний кристал.

Можливі два варіанти заповнення вуглецевих нанотрубок: у процесі синтезу і після отримання трубок.

Для заповнення у процесі синтезу важливі добавки сполук, що зупиняють закриття каналу трубки. До таких речовин належить, наприклад, бор. Внутрішні порожнини трубок вдалося заповнити фулеренами C_{60} та C_{70} . Подібні матеріали становлять інтерес як композити. Цікаво, що в продуктах лазерно-термічного синтезу після їх випа-

лювання у вакуумі при температурі 1100°C знайдені структури типу наностручка. В таких структурах діаметр трубки (1,4 нм) вдвічі перевищує діаметр молекули C₆₀ (0,7 нм), тож молекули фулерену можуть перемішуватися та формувати пари.

З метою з'єднання трубок необхідно відкрити їх кінці, наприклад, шляхом селективного окиснення. Кінці нанотрубок часто закриті п'яти- або шести-вуглецевими циклами, п'ятивуглецеві цикли менш стійкі до окиснення. Окиснення може бути проведене такими газоподібними речовинами, як кисень, повітря, діоксид вуглецю. Можливе використання водних розчинів. Розкриття кінців трубок проходить в концентрованої соляній кислоті. Можлива обробка і іншими кислотами, найбільш часто використовується азотна кислота. Механізм окиснення повністю не вивчений.

Заповнення внутрішніх порожнин можна виконувати у рідких середовищах, наприклад, розплавленими оксидами різних металів. При цьому, якщо діаметр трубок менший за 3 нм, утворюється скловидна, а не кристалічна фаза.

Речовини, що вводяться в порожнини каналів вуглецевих нанотрубок, можуть брати участь в різних хімічних реакціях. При термічному розкладі оксидів і їх відновленні були отримані трубки, що вміщували метали, і виконано внутрішньотрубчасте перетворення оксиду калію на його сульфід.

Заповнення внутрішніх порожнин трубок також можна виконувати шляхом хімічного осаджування з газової фази, використовуючи, наприклад, леткі сполуки металів.

Великий та важливий розділ нанохімії вуглецевих трубок присвячено отриманню різних функціональних груп на їх бічних поверхнях. Реалізація цього процесу можлива за тривалої обробки кислотами, при цьому поведінка одношарових нанотрубок залежить від способу їх отримання. З поверхні трубки функціональні групи можна видаляти за допомогою нагріву до температури вище 623 К.

Приєднання функціональних груп до бічних поверхонь вуглецевих трубок використовують для надання різних функцій зондам атомно-силових мікроскопів. Найкращі результати отримують при застосуванні газів.

Використання вуглецевих нанотрубок як матриць дозволяє отримати частинки міді із вузьким розподілом за розміром. Вихідні трубки із діаметрами від 5-10 до 25-35 нм синтезували каталітичним піролізом метану. Вимірюючи концентрацію солі міді у водному розчині і відношення мідь – трубка, отримували після відновлення воднем або наночастинки, або нанодротинки міді. Найменший розмір частинок міді (5 – 10 нм) досягався за низьких концентрацій солі міді в розчині. Збільшення концентрації солі сприяло утворенню нанодротинок міді діаметром від 100 нм до 5 мкм та довжиною до сотень мікронів.

Інтеркалювання одношарових та багатшарових трубок різне. У багатшарових трубках частинки, що інтеркалюються, розташовані між окремими шарами, в одношарових – потрапляють крізь міжтрубний простір зростків.

Інтеркалювання нанотрубок відрізняється від аналогічного процесу у фулеренах. Фулерени, наприклад, C₆₀, утворюють комплекси з переносом заряду тільки із донорами електронів. За даними спектроскопії і вимірювань провідності, зростки одношарових трубок мають подвійні властивості: вони можуть взаємодіяти і з донорами, і з акцепторами. Кристалічні зростки одношарових трубок мають металічні властивості. У таких трубках спостерігається позитивний температурний коефіцієнт. Введення броду

та калію зменшує електроопір трубок за температури 300 К у 30 разів і розширює межі позитивного температурного коефіцієнта. Як наслідок, трубки, леговані бромом або калієм, можна віднести до синтетичних металів.

Адсорбція газів нанотрубками може відбуватися на зовнішніх і внутрішніх поверхнях, а також у міжтрубному просторі. Так, експериментальне вивчення адсорбції азоту при температурі 77 К на багат шарових трубках із мезопорами завширшки $4,0 \pm 0,8$ нм показало, що на внутрішній поверхні адсорбується у 5 разів більше частинок, ніж на зовнішній, а ізотерми цих процесів мають різний вигляд. Адсорбція у мезопорах загалом відбувається за класичною теорією капілярної конденсації, а обчислений діаметр пор дорівнює 4,5 нм. Певна специфічність процесу пов'язана із тим, що трубки відкриті тільки з одного кінця. Зростки одношарових нанотрубок добре адсорбують азот. Вихідні очищені трубки мали внутрішню питому поверхню $233 \text{ м}^2/\text{г}$, зовнішню – $143 \text{ м}^2/\text{г}$. Обробка нанотрубок соляною та азотною кислотами збільшувала сумарну питому поверхню і збільшувала адсорбційну ємність за бензолом та метанолом.

Електропровідність вуглецевих нанотрубок є ключовим параметром цих об'єктів, від неї залежить їх подальше використання з метою мініатюризації приладів мікроелектроніки.

Як показують результати чотириконтактних вимірювань температурних залежностей питомого опору плівки нанотрубок, виконаних в діапазоні температур $0,03 < T < 300$ К, величина опору, виміряного у напрямку, що співпадає з напрямком орієнтації нанотрубок R_{par} , знаходиться у діапазоні від 1 до $0,08$ Ом. При цьому характер температурної залежності опору наближений до залежності $T^{1/2}$. Аналогічною функцією описується температурна залежність опору R_{par} , що вимірюється у поперечному напрямку. Анізотропія опору $R_{\text{перп}} / R_{\text{par}}$ наближена до 8 і практично не залежить від температури. При температурах нижче $0,1$ К обидві залежності виходять на насичення. Як видно із порівняння результатів вимірювань із наведеними нижче даними, що отримані для індивідуальних нанотрубок, значення питомого опору плівки нанотрубок суттєво перевищує величину, яка характеризує індивідуальну нанотрубку, питомий опір якої, у свою чергу, близький до відповідного значення для графіту. Звідси випливає, що питомий опір плівки нанотрубок визначається не стільки самими нанотрубками, скільки точками контакту між окремими нанотрубками, так що за перенос заряду відповідає стрибковий механізм. Наявність анізотропії вказує на те, що число точок контакту на одиницю довжини в поперечному напрямку значно менше, ніж у поперечному. Падіння опору із ростом температури вказує на активаційний характер стрибкового переносу заряду. При дуже низьких температурах головним механізмом провідності залишається квантове підбар'єрне тунелювання, що обмежує опір. Обробка експериментальних даних дозволила оцінити висоту потенціального бар'єру (10 меВ) та довжину стрибка (10 нм).

Одна з помітних властивостей нанотрубок – чітко виражена залежність електропровідності від магнітного поля. При цьому у більшості дослідів спостерігається ріст провідності із збільшенням магнітного поля, що відповідає результатам модельних передбачень, згідно з якими магнітне поле, лінії якого орієнтуються перпендикулярно до осі зразка, призводить до утворення рівня Ландау у точці перетину валентної зони та зони провідності. Щільність станів на рівні Фермі зростає, внаслідок чого провідність збільшується. У рамках даної моделі передбачається, що за низьких температур

магнітопір не залежить від температури, а за температур, що більші або наближені до ширини рівня Ландау, він зменшується із температурою. Ця залежність корелює із результатами вимірювань електричного опору джгутів багат шарових трубок діаметром близько 50 нм.

Сфери, способи та можливості застосування нанотрубок численні і широкі. Навіть беручи до уваги те, що більша частина результатів останніх дослідів може бути невідома громадськості, вже зараз можна передбачити, що нанотрубки із часом стануть універсальним матеріалом для побудови багатьох об'єктів. Застосування нанотрубок можна розділити на кілька категорій за їх властивостями:

1) фізичні, наприклад, присадка до композитних матеріалів, що дозволяє створити із звичайного полімеру об'єкт із більшою міцністю і витривалістю, ніж із легованих сталей. Завдяки капілярним властивостям нанотрубок нині створюють ємкості для водню, що дозволяє у десятки разів збільшити їх об'ємну ємність;

2) фізико-хімічні – тут відкривається цілий пласт невідомих реакцій та процесів, із часом нанотрубки стануть основним структурним елементом в електроніці та техніці.

Якщо глобально оцінювати застосування нанотрубок, то можна впевнено стверджувати, що ми стали свідками початку ще однієї технічної революції.

В наступні десять років будуть створені нанороботи-репліканти, на основі нанотрубок та інших наноматеріалів. Головною метою їх створення є побудова інших роботів та структур із атомарною якістю. Важко досягнути всі можливості такої перспективи. Ми зможемо, наприклад, перемогти практично всі інфекційні, хронічні, генетичні хвороби, досить буде мати індивідуальну програму керування для нанороботів та один наноробот-репліканти. Він розмножить себе до достатньої кількості і згідно програми буде на молекулярному рівні відшукувати збудника хвороби і переробляти його, наприклад, на глікоген.

2.4. Органічні сполуки

Предметом вивчення органічної хімії є органічні речовини. Органічна хімія – це хімія сполук вуглецю, водню, азоту, кисню.

До органічних сполук належать не тільки природні речовини, які утворюються при розвитку рослин або в результаті життєдіяльності тварин, але й багато штучно отриманих в лабораторії речовин. До складу молекул органічних речовин, разом із вуглецем, входять ще деякі хімічні елементи. Це насамперед водень, кисень, азот, сірка, галогени і фосфор. Інші елементи рідко зустрічаються в органічних сполуках; органічні речовини, які містять благородні гази, невідомі.

Незважаючи на значну кількість елементів, які входять до складу неорганічних сполук, кількість органічних сполук набагато перевищує кількість неорганічних. Сьогодні відомо понад сім мільйонів органічних речовин.

Однією з важливих особливостей органічних сполук, яка накладає відбиток на всю хімічну поведінку, є характер зв'язків між атомами в їх молекулах. У переважній більшості випадків ці зв'язки мають яскраво виражений ковалентний характер. Тому органічні сполуки, як правило, не дисоціюють на іони і порівняно повільно взаємодіють одна з одною. Тоді як реакції між електролітами в розчинах протікають майже

миттєво, час, необхідний для завершення тієї або іншої реакції між органічними речовинами, звичайно вимірюється годинами, а іноді і днями. Тому в органічній хімії велике значення має застосування різних каталізаторів.

Інша характерна риса органічних сполук полягає у схильності піддаватися при нагріванні без доступу повітря глибоким змінам, в результаті чого утворюються нові речовини, які мають абсолютно інші властивості. Якщо ж вести нагрівання при доступі повітря або у присутності окисників, то органічні речовини згоряють, причому вуглець і водень, що входять до їх складу, цілком перетворюються на двоокис вуглецю і воду, а азот звичайно виділяється у вільному стані. На цьому заснований елементний аналіз органічних речовин: вміст вуглецю і водню у згорілій речовині визначають за кількістю двоокису вуглецю і води, які утворилися, азот, що виділився, вимірюють безпосередньо, а вміст кисню встановлюють за різницею між вагою згорілої речовини і вагою решти елементів, що містилися в ньому.

Дані аналізу і визначення молекулярної ваги дозволяють вивести молекулярну формулу органічної речовини. Проте, на відміну від неорганічних сполук молекулярна формула органічної речовини ще не дає уявлення ні про її характер, ні про властивості. Річ у тому, що відомо дуже багато органічних сполук, які мають однаковий склад і однакову молекулярну вагу, але абсолютно різні фізичні і навіть хімічні властивості.

Це явище, широко поширене серед органічних сполук, одержало назву ізомерії, а речовини, що відповідають одній і тій же молекулярній формулі, але відрізняються за своїми властивостями, називаються ізомерами.

Пояснення різних випадків ізомерії дає теорія будови органічних сполук, створена у шестидесятих роках позаминулого століття Бутлеровим, згідно з якою властивості речовин визначаються не тільки їх якісним і кількісним складом, як вважали раніше, але і внутрішньою будовою молекул, певним порядком з'єднаних між собою атомів, які утворюють молекулу. Цей внутрішній устрій Бутлеров назвав «хімічною будовою».

Особливо важливою була ідея Бутлерова про те, що атоми, з'єднуючись хімічно в певній послідовності відповідно до їх валентності, взаємно впливають один на одного таким чином, що частково змінюється їх власна природа, їх «хімічний зміст». Вчення Бутлерова про хімічну будову молекул є теоретичною основою органічної хімії.

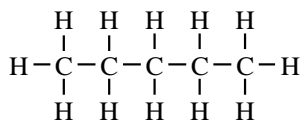
Сучасна класифікація органічних сполук ґрунтується на наступних положеннях:

1. Атоми в молекулах сполучені один з одним в певній послідовності. Зміна цієї послідовності приводить до утворення нової речовини з новими властивостями.
2. Поєднання атомів відбувається відповідно до їх валентності. Валентності всіх атомів у молекулі взаємно насичені. Вільних валентностей у атомів у молекулах не залишається.
3. Властивості речовин залежать від їх «хімічної будови», тобто від порядку поєднання атомів у молекулах і характеру їх взаємного впливу. Найбільш сильно впливають атоми, безпосередньо пов'язані один з одним. Тому молекули, що мають однакові угруповання атомів, наділені подібними властивостями.
4. Вуглець – чотиривалентний. Кожен атом вуглецю має чотири одиниці валентнос-

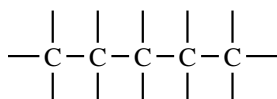
ті, за рахунок яких він може приєднувати до себе інші атоми або атомні групи.

5. Атоми вуглецю здатні з'єднуватися один з одним, утворюючи «ланцюги» атомів, або «вуглецевий скелет» молекули.

Вільні одиниці валентності витрачаються на приєднання інших атомів або атомних груп. Наприклад:

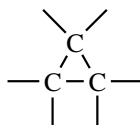


Поряд з простими ланцюгами, подібними наведеним вище, зустрічаються й розгалужені ланцюги. Наприклад:

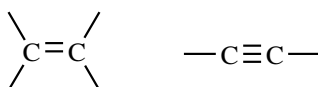


Окрім «відкритих» ланцюгів, існують також «замкнуті» ланцюги, в яких атоми вуглецю пов'язані один з одним так, що утворюють кільце, або «цикл».

Наприклад:



До кілець, в свою чергу, можуть примикати відкриті ланцюги й інші кільця. Нарешті, атоми вуглецю можуть витрачати на взаємний зв'язок один з одним не одну, а дві або три одиниці валентності. Тоді виходять ланцюги з подвійними або потрійними зв'язками; ці зв'язки можна зобразити таким чином:



Відповідно до будови вуглецевого ланцюга, всі органічні сполуки поділяються на три великі групи.

1. Сполуки з відкритим ланцюгом атомів вуглецю, які називають також ациклічними сполуками або аліфатичними, сполуками жирного ряду, оскільки до них належать жири і близькі до жирів речовини. Залежно від характеру зв'язків атомів вуглецю в «ланцюгах», ці сполуки ділять на насичені, такі, що містять в молекулах тільки прості зв'язки, і ненасичені, в молекулах яких є подвійні або потрійні зв'язки між атомами вуглецю.

2. Сполуки із замкнутим ланцюгом атомів вуглецю, або карбоциклічні сполуки. Вони утворюють дві підгрупи:

– сполуки ароматичного ряду, що характеризуються наявністю у складі їх молекули кільця з шести атомів вуглецю з особливим чергуванням простих і подвійних зв'язків; таке кільце є в молекулі бензолу і називається бензольним кільцем;

– аліциклічні сполуки – карбоциклічні сполуки, які розрізняють за кількістю атомів вуглецю в циклі і за характером зв'язків між цими атомами.

3. Гетероциклічні сполуки. Гетероциклічними називають сполуки, кільця яких, окрім атомів вуглецю, містять також атоми інших елементів (кисню, азоту, сірки тощо).

При класифікації органічних сполук за основу беруться речовини, які належать до класу вуглеводнів, тобто сполуки, що складаються тільки з вуглецю і водню. Решта сполук розглядаються як похідні з вуглеводнів шляхом заміни в їхніх молекулах частини або всіх атомів водню іншими атомами або атомними групами.

Групи атомів, які обумовлюють загальні хімічні властивості речовин, що належать до одного і того ж класу, називаються функціональними групами.

Якщо в молекулі речовини є кілька різних функціональних груп, то така речовина називається сполукою із змішаними функціями.

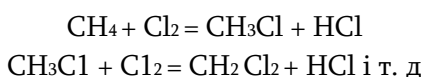
Насиченими називаються вуглеводні, в молекулах яких є тільки прості (одинарні) зв'язки.

Простим представником насичених вуглеводнів є метан CH_4 . Це безбарвний легкий горючий газ, що не має запаху і майже нерозчинний у воді.

Метан досить часто зустрічається в природі. Він є основною частиною природного газу і у великій кількості (до 30%) міститься в коксовому газі. Метан виділяється з дна боліт, ставків і стоячих вод, де він утворюється при розкладі рослинних решток без доступу повітря, тому він також одержав назву болотяного газу. Метан постійно накопичується в кам'яновугільних шахтах, де його називають рудниковим газом.

Суміш метану з повітрям легко вибухає. Утворення вибухової суміші не раз стало причиною катастроф у копальнях.

Молекула метану характеризується порівняно великою стійкістю. За звичайних умов метан реагує тільки з хлором і, особливо активно, з флуором. Реакція з хлором прискорюється під дією світла і протікає з послідовним заміщенням атомів водню атомами галоїду:



Існує дуже багато вуглеводнів, схожих за властивостями на метан. До них належать: етан C_2H_6 , пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} та ін. У молекулах цих сполук всі зв'язки між атомами вуглецю прості.

Ряд органічних сполук, всі члени якого мають подібні хімічні властивості і подібну будову, причому кожен наступний член відрізняється від попереднього на одну групу атомів CH_2 , називається гомологічним рядом, а всі члени його – гомологами. У подібні гомологічні ряди групуються і інші органічні речовини.

Насичені вуглеводні входять до складу нафти і нафтових продуктів.

Із збільшенням числа атомів у молекулах насичених вуглеводнів виникає особливість – поява все більшого числа ізомерів.

Як окремі гомологи, так і ізомери відрізняються один від одного не тільки своїми фізичними, але і хімічними властивостями. Відмінність у хімічних властивостях, зокрема, позначається на схильності деяких вуглеводнів, що входять до складу мотор-

ного палива, до детонації у суміші з окисником.

Детонація моторного палива є надзвичайно швидким розкладанням (вибухом) вуглеводнів, що відбувається раптово при стисненні горючої суміші в циліндрі двигуна. Детонація не дає можливості досягти високого ступеня стиснення горючої суміші, веде до зайвої витрати палива і швидкого зносу мотора. Ізомери з розгалуженим ланцюгом детонують набагато важче, ніж ізомери з нерозгалуженим ланцюгом.

Антидетонаційні властивості моторного палива характеризуються так званим октановим числом. Як стандартні зразки для визначення октанового числа беруть вуглеводень гептан C_7H_{16} з нерозгалуженим ланцюгом атомів, який легко детонує, і один з ізомерів октану з розгалуженим ланцюгом атомів, мало схильний до детонації.

Ненасиченими називаються вуглеводні, в молекулах яких є подвійні або потрійні зв'язки між атомами вуглецю. Простими представниками їх є етилен і ацетилен:



Етилен – безбарвний газ із слабким приємним запахом, досить добре розчинний у воді. На повітрі він горить полум'ям, що злегка світиться. Спалюваний в спеціальних пальниках, він служить для отримання високих температур.

Етилен є важливою сировиною для отримання ряду синтетичних продуктів. Застосування етилену засноване на його високій хімічній активності, що виражається в здатності до реакції приєднання. Подвійний зв'язок в молекулах етилену при дії різних речовин досить легко розривається, залишається простий зв'язок, а за рахунок валентностей, що звільнилися, відбувається приєднання нових атомів або атомних груп.

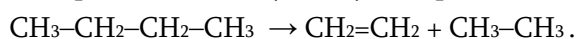
Реакції приєднання характерні для всіх вуглеводнів, що мають подвійні і потрійні зв'язки в молекулах.

Молекули етилену мають властивість не тільки приєднувати до себе інші атоми або групи атомів, але і з'єднуватися з собі подібними.

Реакція з'єднання багатьох молекул в одну велику, що відбувається тільки за рахунок приєднання по місцю подвійних або потрійних зв'язків, називається полімеризацією, а продукт цієї реакції – полімером.

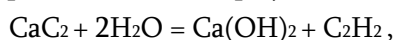
Полімер етилену називається поліетиленом. Це біла тверда речовина, стійка до дії концентрованих кислот і лугів. Поліетилен має високі механічні і електроізоляційні властивості. Реакції полімеризації різних сполук, що містять кратні зв'язки, широко застосовуються в хімічній промисловості для отримання різноманітних синтетичних продуктів – пластичних мас, хімічних волокон, синтетичних каучуків і т.д.

Головним джерелом отримання етилену і його гомологів служать гази крекінгу нафтових продуктів. Крекінгом називають процес розщеплювання великих молекул вуглеводнів на дрібні молекули, що протікає при нагріванні граничних (насичених) вуглеводнів до 400-500°C при підвищеному тиску. Наприклад:



Крекінг нафтових продуктів дозволяє одержувати низькокиплячі вуглеводні (бензин) з вуглеводнів з високою температурою кипіння.

Ацетилен C_2H_2 . Безбарвний газ, що одержується дією води на карбід кальцію:

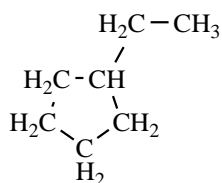


а також крекінгом в певних умовах метану і інших граничних (насичених) вуглеводнів. Оскільки ацетилен належить до ендотермічних сполук, при його горінні виділяється велика кількість тепла, завдяки чому ацетилен широко використовують для зварювання металів.

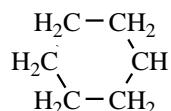
На основі використання ацетилену як початкової сировини в даний час широко розгорнені промислові синтетики таких найважливіших продуктів, як оцтова кислота, синтетичний каучук, пластичні маси, різні розчинники та ін.

У вісімдесятих роках позаминулого століття професор Московського університету В. В. Марковников (1838-1904 рр.) довів, що, на відміну від американської, бакинська нафта містить головним чином циклічні вуглеводні, які мають у циклі п'ять або шість атомів вуглецю. Ці вуглеводні були названі Марковниковим нафтенами. У молекулах нафтенів атоми вуглецю сполучені простими зв'язками, як і в молекулах парафінів, що робить нафтени схожими за властивостями з насиченими вуглеводнями.

Прикладами нафтенів можуть бути:

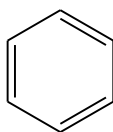


метилциклопентан

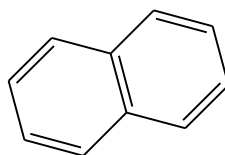


циклогексан

Дуже важливу групу утворюють вуглеводні, в молекулах яких є цикли (один або кілька), що складаються з шести атомів вуглецю, поперемінно сполучених простими і подвійними зв'язками:

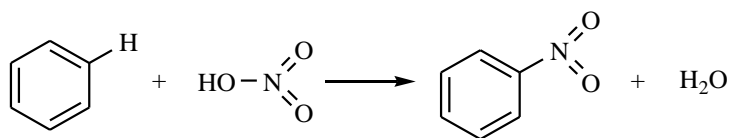


бензол



нафталін

Вуглеводні з такою будовою одержали назву ароматичних. У великій кількості вони містяться в кам'яновугільній смолі, яку одержують при коксуванні вугілля. Ароматичні вуглеводні вступають у різноманітні реакції. При тому поєднанні зв'язків, яке є в їх молекулах, реакції, характерні для подвійних зв'язків, тобто реакції приєднання, спостерігаються рідко. Навпаки, для ароматичних сполук характерні реакції заміщення атомів водню іншими атомами або групами атомів. Наприклад, бензол і інші ароматичні вуглеводні легко взаємодіють з концентрованою азотною кислотою згідно схеми:

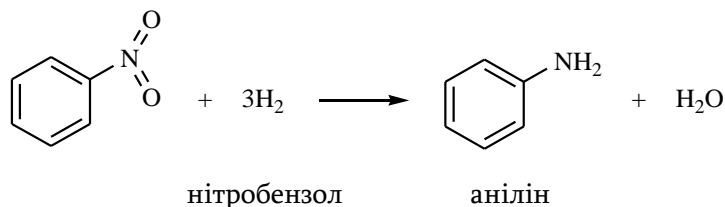


бензол

нітробензол

Така реакція називається нітрацією.

У 1842 р. М.М.Зінін відкрив реакцію відновлення нітросполук в аміни, яка відтоді має назву «реакції Зініна». Шляхом відновлення нітробензолу він одержав ароматичний амін – анілін $C_6H_5N H_2$:



Значення відкриття Зініна важко переоцінити. Анілін і інші ароматичні аміни використовуються для отримання різноманітних штучних барвників. На основі ароматичних амінів були розроблені і здійснені в промисловості численні синтетики фармацевтичних препаратів, фотореагентів, вибухових речовин і інших цінних матеріалів.

Галогенопохідними вуглеводнями називають сполуки, які можна розглядати як продукти заміщення одного або кількох атомів водню в молекулі вуглеводню атомами галогенів. Прикладами сполук цього класу можуть служити хлороформ, чотирихлористий вуглець та інші речовини.

Хлороформ $CHCl_3$ (або трихлорметан) – рідина, що кипить при $61,5^\circ C$; застосовувалася для наркозу при хірургічних операціях.

Чотирихлористий вуглець CCl_4 – важка негорюча рідина (тем. кип. $76,8^\circ C$); застосовується як розчинник для одержання жирів і олій з рослин; як важка рідина для фракційних аналізів мінеральної сировини тощо.

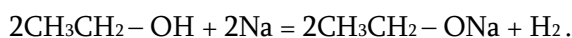
Дифлуордихлорметан CF_2Cl_2 (фреон) – рідина, що кипить при мінус $29,8^\circ C$. Фреон не отруйний, не реагує при звичайній температурі з металами; при його випаровуванні поглинається велика кількість тепла. Застосовується в холодильних машинах.

Хлористий вініл $CH_2=CHCl$ – похідна етилену. Безбарвний газ, що легко полімеризується в пластичну масу, так званий полівінілхлорид ($-CH_2-CHCl-$), дуже стійку до дії кислот і лугів. Полівінілхлорид широко використовується для футерування труб і реакторів в хімічній промисловості. Він застосовується також для ізоляції електричних дротів, виготовлення штучної шкіри, лінолеуму, прозорих плащів тощо.

Хлоруванням полівінілхлориду одержують перхлорвінілову смолу, з якої виготовляють хімічно стійке волокно хлорин.

Спирти є гідроксильними похідними вуглеводнів. Утворюються шляхом заміни в молекулі вуглеводню одного або кількох атомів водню гідроксильними групами.

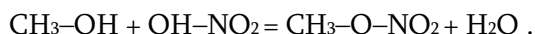
При дії на спирт лужним металом водень гідроксильної групи, сполучений безпосередньо з киснем, витісняється металом і утворюються тверді, розчинні в спирті сполуки, які називають алкоголятами:



Подібно до води, спирти є асоційованими рідинами, унаслідок чого вони ма-

ють вищу температуру кипіння, ніж інші органічні речовини з такою ж молекулярною масою, що не містять в молекулах гідроксильних груп.

Всі спирти взаємодіють з кислотами, утворюючи сполуки, що називають **естерами**, наприклад:



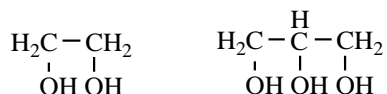
Здатність утворювати естери є характерною властивістю як усіх спиртів, так і всіх кислот.

За своєю будовою естери на перший погляд схожі з солями. Насправді ж схожість тут лише формальна. Зв'язок між вуглеводневим радикалом, тобто залишком, який виходить, якщо відняти від молекули вуглеводню один атом водню, і рештою частини молекули в естері ковалентний, а не іонний, як у солях.

Естери (складні етери), на відміну від більшості солей, нерозчинні у воді, але розчиняються в органічних розчинниках. Розчини їх не проводять електричного струму.

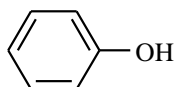
Реакція утворення естеру із спирту і кислоти є оборотною: пряма реакція називається естерифікацією, а зворотна – омиленням естеру.

Окрім спиртів з однією гідроксильною групою в молекулі, відомі спирти, молекули яких містять кілька гідроксильних груп. Прикладами таких спиртів можуть служити етилгліколь і гліцерин:



Етилгліколь і гліцерин – висококиплячі рідини солодкого смаку, що в усіх пропорціях змішуються з водою. Етилгліколь застосовується як складова частина так званих антифризів, рідин для заміни води в радіаторах автомобільних і авіаційних моторів в зимовий час.

Фенол $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ є гідроксильним похідним ароматичного вуглеводню – бензолу C_6H_6 . Його структурна формула:

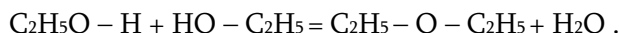


Чистий фенол – безбарвна кристалічна речовина з температурою плавлення 41°C . Він має характерний запах і антисептичні властивості. Кислотні властивості гідроксильного водню виражені у фенолу значно сильніше, ніж у спиртів; заміщення водню металом може відбуватися не тільки при дії лужних металів, але і при дії лугів. Тому фенол також називають карболовою кислотою.

Фенол міститься в кам'яновугільній смолі, а також утворюється синтетично з бензолу. У великих кількостях він йде на синтез лікарських речовин, барвників, пластичних мас, очищення нафтових мастил та ін.

Етери називаються органічні сполуки, молекули яких складаються з двох вуглеводневих радикалів, пов'язаних з атомом кисню. Прикладом може служити діетиловий етер $\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5$.

Етери отримують звичайно відніманням молекули водню від двох молекул спиртів. Наприклад:

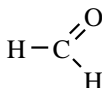


Більшість всіх етерів – рідини, майже нерозчинні у воді. Найбільш важливим з етерів є діетиловий етер $(C_2H_5)_2O$ – легкорухлива рідина з характерним запахом, яка кипить при $35,6^\circ$. Діетиловий етер широко застосовується в лабораторній практиці як розчинник, а в медицині – для наркозу і як складова частина деяких ліків.

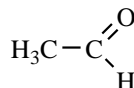
Функціональною групою **альдегідів** є одновалентна група



Прикладами альдегідів є:

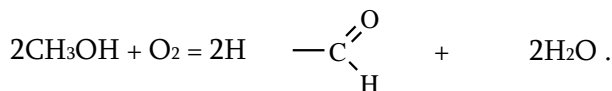


мурашиний альдегід



оцтовий альдегід

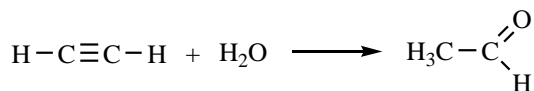
Альдегіди отримують при окисненні відповідних спиртів. Наприклад, мурашиний альдегід утворюється при проходженні суміші пари метилового спирту і повітря над нагрітим каталізатором:



Мурашиний альдегід, який називають також формальдегідом, – газ з різким неприємним запахом, добре розчинний у воді. Він має чудові антисептичні, а також дубильні властивості. 40%-ний розчин мурашиного альдегіду, який називають формаліном, широко застосовується для дезинфікування, консервації анатомічних препаратів, протруювання насіння перед посівом тощо.

Значні кількості мурашиного альдегіду використовуються для отримання продуктів його взаємодії з фенолом. Продуктом конденсації фенолу з формальдегідом є так звані фенолосмоли формальдегідів, які мають чудову властивість тверднути при нагріванні (особливо у присутності відповідних каталізаторів). Ці смоли змішують з різними наповнювачами (деревним борошном, тирсою, подрібненим папером, азбестом, графітом), з пластифікаторами, барвниками і з одержаної маси виготовляють методом гарячого пресування різні вироби. Останніми роками смоли фенолоформальдегідів застосовуються – для виробництва будівельних деталей з відходів деревини, в ливарній справі для виготовлення оболонкових форм та ін.

Оцтовий альдегід CH_3CHO (тем. кип. 21°C) одержують в промисловості шляхом приєднання води до ацетилену у присутності солей ртуті, що є каталізаторами реакції:



Ця реакція, що має велике промислове значення, була відкрита російським вченим Михайлом Григоровичем Кучеровим (1850 – 1911).

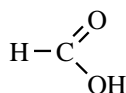
Кетонами називаються сполуки, в молекулах яких міститься група атомів $>C = O$, пов'язана з двома вуглеводневими радикалами. Наприклад:



Карбонільна група $>C = O$ присутня в молекулах альдегідів, що зумовлює схожість хімічних властивостей альдегідів і кетонів. Проте схожість не є повною, оскільки в молекулах альдегідів один із зв'язків карбонільною групою витрачається на з'єднання з воднем, а в молекулах кетону обидва зв'язки йдуть на з'єднання з вуглеводневими радикалами. Це позначається, зокрема, на тому, що кетони окиснюються значно важче, ніж альдегіди, і не є такими енергійними відновниками, як альдегіди.

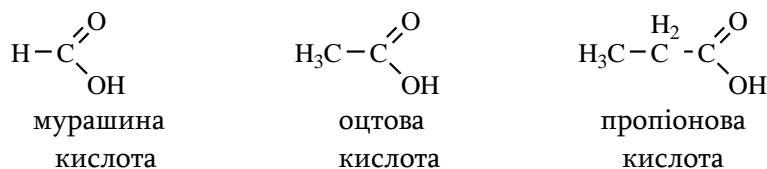
У практичному плані найбільш важливим з кетонів є диметилкетон, або ацетон.

Ацетон $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$ є безбарвною рідиною з характерним запахом, кипить при $56,2^\circ\text{C}$ і змішується з водою у будь-яких пропорціях.



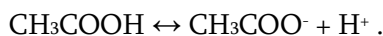
Ацетон є прекрасним розчинником багатьох органічних речовин, унаслідок чого знаходить широке застосування в лакофарбній промисловості, у виробництві деяких сортів штучного волокна, органічного скла, кіноплівки тощо. Ацетон використовується також для синтезу ряду органічних сполук.

Карбонові кислоти характеризуються присутністю в їх молекулах групи атомів, яка є функціональною групою цього класу сполук і має назву карбоксилу. Прикладами кислот можуть служити:

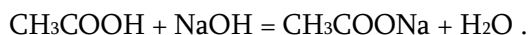


З наведених формул видно, що в молекулах карбонових кислот, як і в молекулах спиртів, містяться гідроксильні групи, унаслідок чого кислоти виявляють деяку схожість із спиртами.

Але в кислотах гідроксильна група перебуває під впливом групи атомів карбоксилу, в той час як у спиртах на неї впливає вуглеводневий радикал. Вплив карбонільної групи на гідроксил виявляється, зокрема, в тому, що атом водню гідроксильної групи в кислотах значно більш «кислотний», ніж у спиртах: легше заміщується металом і може відщеплюватися у вигляді катіона, наприклад:



З лугом ці кислоти утворюють солі:



Карбонові кислоти є слабкими кислотами, тому їх солі зазнають гідролізу. Залежно від числа карбоксильних груп в молекулі, карбонові кислоти поділяються на одноосновні, двоосновні і т.д.

Оцтова кислота CH_3COOH (темп. кип. $118,1^\circ\text{C}$) була першою кислотою, яка стала відома людині. Вона утворюється при бродінні вина і при сухій перегонці дерева. У промисловості її одержують у великих кількостях шляхом окиснення оцтового альдегіду, що утворюється з ацетилену за реакцією Кучерова.

Оцтова кислота застосовується в дуже багатьох хімічних виробництвах: при отриманні різних барвників, лікарських речовин, штучного волокна, деяких видів пластичних мас і т.д.

Кислоти з великою молекулярною масою, як, наприклад, тверді насичені кислоти пальмітинова $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$, стеаринова $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ і рідка ненасичена олеїнова кислота $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$, у вигляді естерів поширені в тваринних і рослинних організмах. Природні жири є сумішами естерів, утворених цими кислотами і гліцерином.

До складу твердих жирів входять головним чином естери пальмітинової і стеаринової кислот, а до складу рідких рослинних олій – естери олеїнової кислоти.

При дії водню (у присутності нікелю як каталізатора) рідкі жири перетворюються на тверді внаслідок приєднання водню по місцю подвійного зв'язку між атомами вуглецю в естерифікованих молекулах ненасиченої кислоти.

Як і всі естери, жири піддаються гідролізу (омиленню). Омилення жирів, саме по собі повільне, каталізують сильними кислотами, лугами, оксидами металів або ензимами, що утворюються в живих організмах. Багато естерів карбонових кислот і граничних вуглеводнів мають приємний запах і часто зустрічаються в рослинах, надаючи аромату квітам, запаху плодам і ягодам. Деякі з естерів готуються штучно і під назвою «фруктових есенцій» широко застосовуються в кондитерській справі, виробництві фруктових вод, парфумерії. Оцтово-ізоаміловий естер $\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$ (грушева есенція) застосовується як розчинник целулоїду.

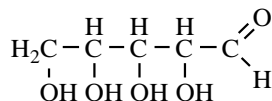
Велике промислове значення мають деякі похідні ненасиченої акрилової кислоти, що легко полімеризуються. Полімери цього естеру тверді, прозорі, стійкі до нагрівання і дії світла. З них виготовляють листи міцного і легкого органічного скла, широко вживаного для різних виробів.

Простим представником двоосновних карбонових кислот є щавелева кислота $\text{HOOC}-\text{COOH}$. Це тверда кристалічна речовина, легко розчинна у воді. Щавелева кислота у вигляді кислої калієвої солі міститься в багатьох рослинах; застосовується вона при фарбуванні тканин.

До **вуглеводів** належать різні цукри і речовини, що перетворюються на них при гідролізі. Вуглеводи ділять на три групи: **моносахариди, дисахариди і полісахариди**.

Представником простих вуглеводів – **моносахаридів** є глюкоза, або виноградний цукор, – біла кристалічна речовина з солодким смаком, легко розчинна у воді. Глюкоза міститься у великій кількості в соку винограду, в багатьох фруктах, а також у крові тварин і людини.

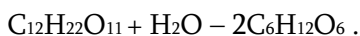
Глюкоза є альдегідо-спиртом. Її формула:



Глюкоза застосовується при обробці тканин, у виробництві дзеркал і як лікувальний засіб.

Звичайний буряковий цукор $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ належить до групи **дисахаридів**. Він міститься в цукровому буряку (до 15%), в цукровій тростині, в соку берези, клена і деяких фруктів.

У кислому середовищі при нагріванні дисахариди піддаються гідролізу, перетворюючись на моносахариди:



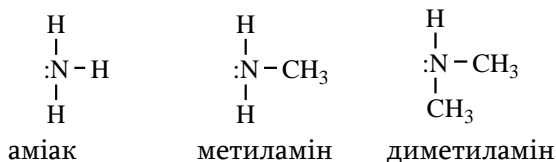
Третю групу вуглеводів утворюють **полісахариди**. Ці сполуки багато в чому відрізняються від моно- і дисахаридів: вони не мають солодкого смаку і більшість з них нерозчинні у воді. Молекули полісахаридів побудовані з ланок, що повторюються, – $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ –, тому склад їх виражається загальною формулою $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_x$. До полісахаридів належать такі речовини як крохмаль і клітковина.

Крохмаль утворюється в результаті фотосинтезу в листі рослин. Він же відкладається «про запас» в бульбах, кореневищах, зернах.

Целюлоза, або клітковина, є головною складовою частиною оболонки рослинних клітин. Найбільш чиста природна целюлоза – бавовняне волокно містить 85-90% целюлози. У деревині хвойних дерев целюлози міститься близько 50%.

Аміни за будовою їх молекул є похідними аміаку. Їх можна розглядати як продукти заміщення одного, двох або усіх трьох атомів водню в аміаку вуглеводневими радикалами.

Нижче для порівняння наведені формули аміаку і кількох амінів



Схожість у будові визначає і схожість властивостей. Подібно до аміаку, аміни можуть приєднувати до себе протони, відбираючи їх від інших молекул.

Велике значення в природних явищах мають **амінокислоти**, в молекулах яких є аміногрупа – NH_2 і карбоксильні групи – COOH . Прикладом звичайної амінокислоти може бути амінооцтова кислота $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$.

Амінокислоти отримують при гідролізі білків, складних органічних сполук, без яких неможливе життя.

До складу **білку** входять вуглець, кисень, водень, азот, а часто й інші елементи – сірка, фосфор, залізо. Білки містяться в усіх тканинах організмів, в крові, кістках.

2.5. Неорганічні сполуки вуглецю

2.5.1. Хімічні властивості вуглецю

За електропровідністю вуглець займає проміжне положення між типовими металами і неметалами, тому здатність віддавати електрони в нього майже така ж, як і приєднувати електрони атомів інших елементів. Отже, у хімічних сполуках вуглець утворює в основному ковалентні зв'язки.

У звичайних умовах вуглець мало активний, проте нагрівання підвищує його активність. Так, при нагріванні сажа і вугілля з'єднуються з киснем. Реакція супроводжується виділенням великої кількості тепла. При нестачі кисню утворюється оксид вуглецю (II), або чадний газ. Хімічна активність різних форм вуглецю зменшується в ряду: аморфний вуглець, графіт, алмаз. На повітрі вони займаються при температурах відповідно 300-500°C, 600-700°C і 850-1000°C.

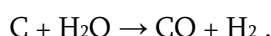
Ступені окиснення +4, -4, зрідка +2 (CO, карбіди металів), +3 (C₂N₂).

Вуглець реагує з багатьма елементами з утворенням карбідів. Продукти горіння – оксид вуглецю CO та діоксид CO₂. Відомий також нестійкий оксид C₃O₂.

Вуглекислий газ CO₂ з водою утворює вугільну кислоту H₂CO₃, яка реагує з багатьма металами з утворенням карбонатів. На Землі найбільш поширені карбонати кальцію та магнію.

Графіт з галогенами, лужними металами та іншими речовинами утворює сполуки включення.

З сіркою вуглець дає сірковуглець CS₂, відомі також CS та C₃S₂. З більшістю металів, бором та кремнієм вуглець утворює карбіди. Важливою в промисловості є реакція вуглецю з водяною парою:

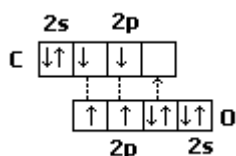


При нагріванні вуглець відновлює оксиди металів до металів, що широко використовується в металургії.

2.5.2. Оксид вуглецю (II), або чадний газ

Оксид вуглецю (II) – це безбарвний газ, без запаху, погано розчинний у воді. Оксид вуглецю (II) – отруйний газ. Легке отруєння викликає слабкість, головний біль, нудоту, блювання. Це пояснюється тим, що CO, потрапивши в кров, з'єднується з гемоглобіном, у результаті останній втрачає здатність приєднувати кисень. Це і приводить до задухи. CO – оксид несолетворний.

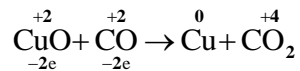
Молекули CO дуже стійкі, оскільки зв'язок між атомами вуглецю і кисню в них потрійний. Механізм утворення такого зв'язку можна зобразити так:



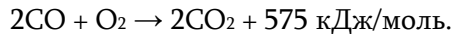
Два зв'язки в молекулі СО виникають за рахунок двох неспарених електронів у атомів вуглецю і кисню. Третій зв'язок утворюється за донорно-акцепторним механізмом за рахунок неподіленої пари електронів на *p*-орбіталі вуглецю (акцептор):



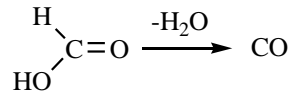
Оскільки в оксиді вуглецю ступінь окиснення вуглецю +2, а найбільш стійкою сполукою вуглецю є оксид вуглецю (IV) зі ступенем окиснення вуглецю +4, для оксиду вуглецю повинні бути характерні відновні властивості, тобто реакції приєднання кисню. Ця властивість оксиду вуглецю використовується при відновленні металів з оксидів:



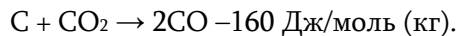
На повітрі оксид вуглецю горить блакитнуватим полум'ям з виділенням великої кількості тепла, що дозволяє використовувати його як газоподібне паливо (генераторний газ):



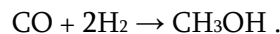
У лабораторії СО можна одержати, відокремлюючи воду сірчаною кислотою від мурашиної кислоти (реакція йде при нагріванні):



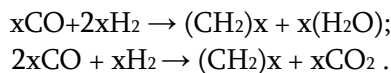
У техніці оксид вуглецю одержують у так званих газогенераторах. Газогенератор – це колоноподібна піч, яку заповнюють твердим паливом (коксом, вугіллям, деревиною) і знизу продувають повітря. Вуглець, що згоряє у нижніх шарах, утворює СО₂, при цьому виділяється велика кількість тепла, за рахунок чого верхні шари палива розжарюються до високої температури. Оскільки кисень повітря витрачається у нижніх шарах на утворення СО₂, верхні шари палива окиснюються не можуть. У цих умовах СО₂, який надходить з нижніх шарів, взаємодіє з вуглецем з утворенням СО:



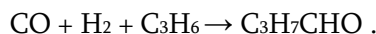
На базі оксиду вуглецю оснований ряд синтезів. Наприклад, одержання метилового спирту:



Одержання рідкого палива взаємодією оксиду вуглецю з воднем:



Нещодавно розроблено спосіб одержання альдегідів і спиртів взаємодією оксиду вуглецю і водню з неграничними вуглеводнями:

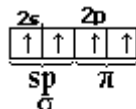


Процес ведуть під тиском у присутності каталізаторів. Більш детально синтез СО-водень буде розглянутий далі.

2.5.3. Оксид вуглецю (IV), або вуглекислий газ

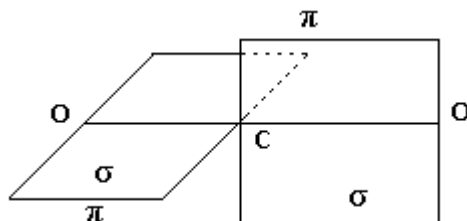
Молекула вуглекислого газу CO_2 має лінійну будову: $\text{O} = \text{C} = \text{O}$.

Схему перекривання атомних орбіталей у молекулі CO_2 можна представити у такий спосіб. Як видно з графічної формули CO_2 , вуглець утворює два σ - і два π -зв'язки з атомами кисню. Будова зовнішнього електронного шару чотиривалентного атома вуглецю:



π -зв'язки, як відомо, можуть утворюватися тільки за рахунок перекривання пелюсток p -орбіталей. Отже, σ -зв'язки атом вуглецю буде утворювати за рахунок перекривання – двох своїх sp -гібридних орбіталей з p -орбітальми атомів кисню.

Спрощено схему σ - і π -зв'язків у молекулі CO_2 можна представити так:

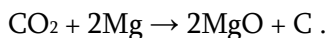


У невеликих кількостях (0,03% за об'ємом) вуглекислий газ завжди є у повітрі. Він не має кольору та запаху. При 194,5 К перетворюється у тверду снігоподібну масу, так званий «сухий лід», який сублімується, не плавлячись.

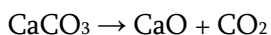
У одиниці об'єму води при 20 °С розчиняється відносна одиниця об'єму CO_2 , зі збільшенням тиску розчинність зростає.

Вуглекислий газ має усі властивості кислотних оксидів. Однак унаслідок того, що відповідний йому гідроксид – вугільна кислота – речовина дуже нестійка, при розчиненні у воді CO_2 практично з нею не взаємодіє.

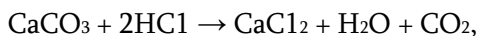
Внаслідок того що в CO_2 вуглець має ступінь окиснення +4, горіти, підтримувати горіння він не може. Для нього не характерні ні окисні, ні відновні властивості, хоча деякі активні метали можуть горіти в атмосфері CO_2 , забираючи в нього кисень:



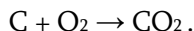
Одержують вуглекислий газ термічним розкладанням солей вугільної кислоти



чи дією на них кислотами:



а також спалюванням горючих копалин:



Вугільний ангідрид або діоксид вуглецю постійно утворюється в природі при всіляких процесах окиснення органічних речовин (гниття рослинних і тваринних решток, спалювання палива, дихання). У великих кількостях він виділяється з тріщин землі у вулканічних місцевостях і з води мінеральних джерел. У лабораторіях діоксид вуглецю звичайно одержують, діючи на мармур CaCO_3 соляною кислотою:



У промисловості великі кількості діоксиду вуглецю одержують як побічний продукт при випалюванні вапна:



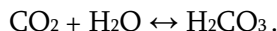
Діоксид вуглецю за звичайних умов – безбарвний газ, приблизно в 1,5 раза важчий за повітря, завдяки чому його можна переливати, як рідину, з однієї посудини в іншу. Маса одного літра діоксиду вуглецю при 0°C і при 760 мм.рт.ст. складає 1,98 г. Вода розчиняє значні кількості діоксиду вуглецю; 1 об'єм води при 20°C розчиняє 0,88 об'єму CO_2 , а при 0°C – 1,7 об'єму.

Застосовується діоксид вуглецю при отриманні соди за аміачним способом, для синтезу речовини для отримання солей вугільної кислоти, в бурякоцукровій промисловості, а також для газування фруктових і мінеральних вод, вина, пива і інших напоїв.

Під тиском близько 60 атм. діоксид вуглецю при звичайній температурі перетворюється на рідину. Рідкий діоксид вуглецю зберігають у сталевих балонах. При швидкому виливанні з балона поглинається внаслідок випаровування так багато тепла, що діоксид вуглецю перетворюється на тверду білу снігоподібну масу, яка, не плавлячись, переганяється при мінус $78,5^\circ\text{C}$.

Твердий діоксид вуглецю під назвою «сухий лід» застосовується для охолодження швидкопсувних продуктів, для виробництва і збереження морозива, а також в багатьох інших випадках, коли потрібне отримання низької температури.

Розчин діоксиду вуглецю у воді має злегка кислуватий смак і показує слабокислу реакцію на лакмус, зумовлену присутністю в розчині невеликих кількостей вугільної кислоти H_2CO_3 , що утворилася в результаті оборотної реакції:



Рівновага цієї реакції сильно зрушена вліво, так що не більше 1% розчиненого CO_2 перетворюється на вугільну кислоту.

2.5.4. Вугільна кислота H_2CO_3

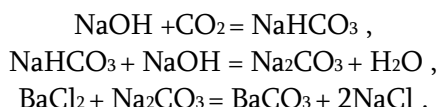
Вугільна кислота H_2CO_3 може існувати тільки у водному розчині. При нагріванні розчину діоксид вуглецю випаровується, рівновага зміщується вліво і, врешті-решт, залишається чиста вода. Формула вугільної кислоти встановлена на підставі аналізу її солей.

Вугільна кислота є дуже слабкою кислотою. У розчині вона розпадається головним чином на іони H^+ і HCO_3^- і лише в незначній кількості утворює іони CO_3^{2-} :



Як кислота двоосновна, вугільна кислота утворює два ряди солей – нормальні і кислі; нормальні солі називаються карбонатами, кислі – гідрокарбонатами.

Солі вугільної кислоти можуть бути одержані або дією лугу на двоокис вуглецю, або шляхом обмінних реакцій між розчиненими солями вугільної кислоти і солями інших кислот. Наприклад:

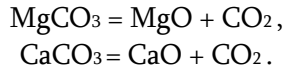


Зі слабкими лугами вугільна кислота в більшості випадків дає тільки основні солі, прикладом яких може служити основний карбонат міді $\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CO}_3$. Мінерал такого складу, що зустрічається в природі, називається малахітом.

При дії кислот, навіть таких слабких, як оцтова, усі солі вугільної кислоти розкладаються з виділенням діоксиду вуглецю. Ця реакція дуже характерна і часто служить для ідентифікації карбонатів, оскільки виділення діоксиду вуглецю легко виявити за шипінням або за допомогою скіпки, що горить.

При більш-менш сильному нагріванні всі солі вугільної кислоти, окрім солей лужних металів, розкладаються з виділенням діоксиду вуглецю. Продуктами розкладання в більшості випадків є оксиди відповідних металів.

Наприклад:

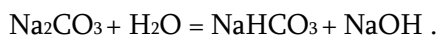


Гідрокарбонати лужних металів при нагріванні переходять в карбонати:



Карбонати калію, натрію і амонію, а також більшість гідрокарбонатів розчинні у воді, карбонати інших металів у воді нерозчинні.

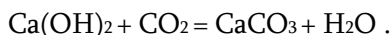
Розчини карбонатів калію і натрію унаслідок гідролізу мають сильно лужну реакцію:



Цим пояснюється, між іншим, їх застосування при пранні білизни (луги сприяють видаленню жирів з брудної білизни).

З солей вугільної кислоти в природі надзвичайно поширений карбонат кальцію CaCO_3 . Він зустрічається в різних видах: вапняк, крейда, мрамур – все це лише різновиди карбонату кальцію. Ця ж сіль міститься майже у всякому ґрунті.

Карбонат кальцію не розчиняється у воді. Тому вапняна вода при пропусканні через неї діоксиду вуглецю каламутніє:



Проте якщо довгий час пропускати крізь вапняну воду діоксид вуглецю, то каламутна спочатку рідина поступово прояснюється і, нарешті, стає абсолютно про-

зорою. Розчинення відбувається внаслідок утворення кислої солі – гідрокарбонату кальцію:



Гідрокарбонат кальцію – речовина нестійка. При кип'ятінні розчину або при тривалому його стоянні на повітрі гідрокарбонат розкладається з виділенням діоксиду вуглецю і утворенням нормальної солі.

Розчинністю гідрокарбонатів у воді пояснюється постійний рух карбонатів у природі. Дощова вода, що містить двоокис вуглецю, поглинений нею з повітря, просочуючись крізь ґрунт і особливо крізь пласти вапняку, розчиняє карбонат кальцію і відносить його з собою у вигляді гідрокарбонату в струмки, річки і моря. Звідти він потрапляє в організми морських тварин і йде на побудову їх скелетів або, втрачаючи двоокис вуглецю, знову перетворюється на карбонат кальцію і відкладається у вигляді пластів.

Окрім карбонату кальцію, в природі зустрічається у великих кількостях карбонат магнію MgCO_3 , відомий під назвою магнезиту. Карбонат магнію, так само, як і карбонат кальцію, легко розчиняється у воді, що містить двоокис вуглецю, переходячи в розчинну кислу сіль.

Деякі карбонати є цінними рудами і служать для отримання металів (наприклад, шпатовий залізняк FeCO_3 , галмей ZnCO_3 і ін.).

У техніці і домашньому вжитку широке застосування мають карбонати і гідрокарбонати натрію і калію.

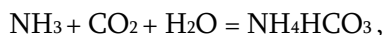
Карбонат натрію Na_2CO_3 , або сода, є одним з головних продуктів хімічної промисловості. У величезних кількостях сода споживається скляною, миловарною, целюлозно-паперовою, текстильною, нафтовою і іншими галузями промисловості, а також служить для отримання різних солей натрію. Застосування соди в домашньому вжитку загальновідоме.

До кінця XVIII століття вся сода, що застосовувалася в промисловості, добувалася виключно з природних джерел. Такими джерелами були природні відкладення карбонату натрію, що зустрічаються в Єгипті і деяких інших місцях, зола морських водоростей і рослин, що виростають на солончаковому ґрунті, і содові озера. У 1775 р. Французька академія наук, зважаючи на нестачу лугів у Франції, призначила премію за винахід якнайкращого способу отримання соди з кухонної солі. Проте минуло шістнадцять років, перш ніж цим питанням зацікавився французький лікар Леблан, який розробив економічно вигідний сульфатний спосіб отримання соди і в 1791 р. здійснив його у виробничому масштабі.

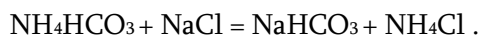
У шістдесятих роках XIX століття бельгійський хімік Сольвей розробив новий «аміачний» спосіб отримання соди з хлористого натрію.

Аміачний спосіб заснований на утворенні гідрокарбонату натрію при реакції між кухонною сіллю і гідрокарбонатом амонію в одному розчині.

У промисловості ця реакція здійснюється таким чином. Концентрований розчин хлористого натрію насичують при охолодженні аміаком, а потім пропускають в нього під тиском діоксид вуглецю, який одержують випаленням вапняку. При взаємодії аміаку, діоксиду вуглецю і води утворюється гідрокарбонат амонію:



який, вступаючи в обмінну реакцію з хлористим натрієм, дає хлорид амонію і гідрокарбонат натрію:

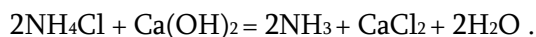


Перебіг цієї реакції зумовлений тим, що гідрокарбонат натрію мало розчинний в холодній воді і виділяється у вигляді осаду, який може бути відокремлений фільтруванням.

При прожарюванні гідрокарбонат натрію розкладається на карбонат, воду і двоокис вуглецю, що знов надходить на виробництво:



Нагріваючи розчин, що містить хлористий амоній, з вапном, виділяють аміак:



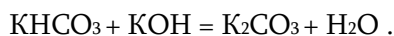
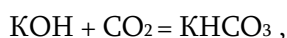
Таким чином, при аміачному способі отримання соди єдиним відходом виробництва є хлористий кальцій, який залишається в розчині після виділення аміаку і має обмежене застосування.

Одержана за аміачним способом сода не містить кристалізаційної води і називається кальцинованою содою.

Частина гідрокарбонату натрію використовується без подальшої переробки. Так, наприклад, він під назвою питної (або двовуглекислої) соди застосовується в медицині, а також замість дріжджів.

Аміачний спосіб майже повністю витіснив сульфатний спосіб Леблана. Головна його перевага перед сульфатним способом полягає в більшій економічності (мала витрата палива).

Карбонат калію K_2CO_3 (поташ) – біла порошкоподібна речовина, що розпливається у вологому повітрі і легко розчиняється у воді. Застосовується він при виробництві мила, при виготовленні тугоплавкого скла, у фотографії тощо. Протягом тривалого часу поташ одержували із золи рослин вилуговуванням її водою і випарюванням розчину. Тепер поташ одержують дією діоксиду вуглецю на розчин їдкого калію, що утворюється при електrolізі розчину хлористого калію:

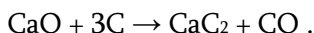
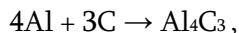


Вельми цікаву в практичному плані сполуку – сечовину, або карбамід, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ одержують взаємодією двоокису вуглецю з аміаком під тиском:

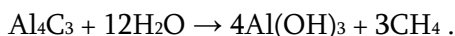
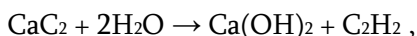


Сечовина є білою кристалічною речовиною, плавкою при $132,7^\circ\text{C}$; вона дуже добре розчинна у воді. Сечовина широко використовується в сільському господарстві: як висококонцентроване азотне добриво і як добавка до корму тварин. На основі сечовини одержують дешеві пластичні маси, так звані карбамідні пластики.

При взаємодії вуглецю з металами чи їх оксидами утворюються карбіди:



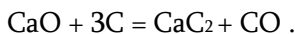
У карбідах вуглець має негативний ступінь окиснення. Карбіди активних металів розкладаються водою:



Сполуки вуглецю з металами і іншими елементами, які щодо вуглецю є електропозитивними, називаються карбідами. Їх одержують при розжарюванні з вугіллям або самих металів, або їх оксидів.

Карбіди є твердими кристалічними речовинами, плавкими при дуже високих температурах. Склад їх найрізноманітніший, такий, що часто абсолютно не відповідає валентностям елементів, що з'єднуються. Одні з карбідів легко розкладаються водою з утворенням вуглеводнів; на інші не діє не тільки вода, але й розбавлені кислоти.

Важливе практичне значення має карбід кальцію CaC_2 , що одержується прожарюванням суміші вугілля з вапном:



Цей процес проводять звичайно в потужних електричних печах.

Відомий також спосіб отримання карбіду кальцію в шахтних печах типу доменних, в яких необхідна для утворення карбіду висока температура (до 2000°C і вище) досягається вдуванням в піч повітря, збагаченого киснем. Цей спосіб дозволяє економити значну кількість електричної енергії, проте поки він ще не знайшов широкого практичного застосування.

Чистий карбід кальцію абсолютно безбарвний і прозорий, технічний же складається з твердих, непрозорих шматків темно-сірого кольору. З карбіду кальцію дією на нього води, одержують ацетилен, широко вживаний в різних виробництвах; значні кількості карбіду кальцію споживаються заводами, що виробляють цінне добриво – ціанід кальцію.

2.5.5. Сполуки вуглецю з сіркою і азотом

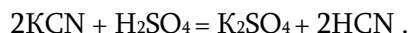
Із сполук вуглецю з сіркою і азотом велике практичне значення мають: сірковуглець CS_2 і синильна кислота HCN .

Сірковуглець CS_2 одержують пропусканням пари сірки крізь шар розжареного вугілля. Це – безбарвна, легка рідина, яка сильно заломлює світло, кипить при 40°C в чистому вигляді, має ефірний запах. При довгому зберіганні сірковуглець жовтіє і набуває неприємного запаху.

Сірковуглець отруйний і легко займається. У ньому добре розчиняються сірка, флуор, йод, різні жири і смолянисті речовини. Великі кількості сірковуглецю витрачаються на боротьбу з різними шкідниками сільськогосподарських культур, але головна маса йде на виготовлення віскози, використовуваної для вироблення одного з видів штучного волокна.

Синильна кислота HCN. При температурі електричної дуги вуглець може безпосередньо з'єднуватися з азотом, утворюючи безбарвний отруйний газ ціан. За своїми хімічними властивостями ціан має деяку схожість з галогенами. Подібно їм, він утворює сполуку з воднем HCN, яка має кислотні властивості і одержала назву ціанистоводневої, або синильної кислоти.

Синильна кислота – безбарвна, дуже летка рідина, яка кипить при 26,5°C і має характерний запах гіркого мигдалю. В лабораторії синильну кислоту одержують, наприклад, дією на ціанід калію KCN сірчаною кислотою:

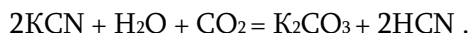


У водному розчині синильна кислота тільки у незначному ступені дисоціює на іони. Синильна кислота – сильна отрута, що навіть в незначних дозах діє смертельно.

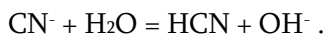
Вільна синильна кислота є одним з кращих засобів боротьби з комахами, паразитами, гризунами і шкідниками садових культур. Вона використовується також в промисловості органічного синтезу. Поводження з синильною кислотою, зважаючи на надзвичайну її отруйність, вимагає великої обережності.

Солі синильної кислоти називаються ціанідами. У практичному відношенні особливо важливі ціаніди лужних металів – калію, натрію, одержувані різними способами, наприклад, прожарюванням суміші коксу і поташу в атмосфері азоту. Найбільше значення має ціанід калію (ціанистий калій).

Ціанід калію KCN – безбарвна кристалічна речовина, легко розчинна у воді. Ціанід калію так само отруйний, як і синильна кислота. На повітрі під дією діоксиду вуглецю він досить швидко розкладається, виділяючи синильну кислоту і перетворюючись на поташ:



Як сіль дуже слабкої кислоти, ціанід калію у воді гідролізується:



Тому розчин його має лужну реакцію і сильно пахне синильною кислотою. Аналогічні властивості має і ціанід натрію. Ціаніди калію і натрію здатні розчинити у присутності кисню повітря срібло і золото. На цьому основане їх застосування для вилучення вказаних металів з руд, крім того, вони використовуються в органічному синтезі, при гальванічному золоченні і срібленні, у фотографії.

2.6. Вуглець у природі

Серед багатьох хімічних елементів, без яких неможливе життя на землі, вуглець є найголовнішим. Хімічні перетворення органічних речовин пов'язані з можливістю атома вуглецю утворювати довгі ланцюги та кільця.

Біогеохімічний цикл вуглецю, звичайно, дуже складний, оскільки він включає не тільки функціонування всіх форм життя, але й перенос неорганічних речовин як між різними резервуарами вуглецю, так і усередині їх. Основними резервуарами вуглецю є атмосфера, континентальна біомаса, включаючи ґрунти, гідросфера з морською біотою та літосфера.

Відомо більше мільйона органічних сполук, тисячі з яких беруть участь у біологічних процесах.

Понад 99% вуглецю в атмосфері знаходиться у вигляді вуглекислого газу.

Близько 97% вуглецю в океанах існує в розчиненій формі, а в літосфері – у вигляді мінералів.

Елементний вуглець присутній в атмосфері в малих кількостях у вигляді графіту і алмазу, а у ґрунті – у формі гумінових кислот.

Асиміляція вуглецю в процесі фотосинтезу веде до утворення відновленого вуглецю, який присутній у біоті, мертвій органічній речовині ґрунту, у верхніх шарах осадових порід у вигляді горючих копалин, і в літосфері – у вигляді розсіяного недоокисненого вуглецю.

В океанах міститься велика кількість розчинених сполук органічного вуглецю, процеси окиснення яких малодосліджені.

Вуглець є основою всіх органічних речовин. Кожен живий організм складається в значній мірі з вуглецю. Вуглець – основа життя, джерелом вуглеводів для живих організмів є CO_2 з атмосфери або води.

В основі будови аморфного вуглецю лежить розупорядкована структура монокристалічного графіту. Це кокс, буре та кам'яне вугілля, сажа, активоване вугілля. Рідкий вуглець можна отримати під тиском вище 105 ат і температурах вище 3700°C . Кокс, сажа, деревне вугілля (твердий вуглець) мають таку ж будову, як і графіт. Для твердого вуглецю також характерним є стан з нерегульованою структурою – так званий «аморфний» вуглець, який не являє собою самостійної модифікації. В основі його будови лежить структура дрібнокристалічного графіту. Нагрів деяких різновидів аморфного графіту вище $1500\text{--}1600^\circ\text{C}$ без доступу повітря викликає їх перетворення на графіт. Фізичні властивості аморфного вуглецю дуже залежать від дисперсності частинок і наявності домішок. Густина, теплоємність, теплопровідність та електропровідність аморфного вуглецю завжди вищі, ніж у графіту.

Ретельні вимірювання вмісту атмосферного вуглецю було розпочато в 1957 році Кіплінгом в обсерваторії Мауна-Лоа. Регулярні вимірювання вмісту атмосферного вуглецю проводяться також на ряді інших станцій. З аналізу спостережень можна зробити висновок, що річна зміна концентрацій зумовлена в основному сезонними змінами циклу фотосинтезу та деструкції рослин на суші. На цей показник також впливає, хоча і в меншій мірі, річний хід температури поверхні океану, від якого залежить розчинність у морській воді. Третім і, мабуть, найменш важливим фактором є річний хід інтенсивності фотосинтезу в океані. Середній за кожен рік вміст вуглецю в атмосфері дещо вищий у північній півкулі, оскільки джерела антропогенного походження розташовані переважно в північній півкулі. Крім того, спостерігаються невеликі міжрічні зміни вмісту, які, мабуть, визначаються особливостями загальної циркуляції атмосфери. Протягом останніх 25 років вміст вуглецю в атмосфері постійно зростає.

Маса діоксиду вуглецю в атмосфері оцінюється цифрою 400 млрд. тонн. В процесі вивітрювання та фотосинтезу щороку з атмосфери поглинається понад 800 млн. тонн CO_2 . Коли б не було механізму колообігу, то за кілька тисяч років вуглець повністю зник би з атмосфери, опинився «захованим» в гірських породах. За сучасними оцінками, маса діоксиду вуглецю, «захованого» в гірських породах, приблизно в 500 разів

перевищує його запаси в атмосфері.

Ще одним переносником вуглецю є метан. Його в атмосфері також чимало – близько 5 млрд. тонн. Але відбувається переміщення метану із нижніх шарів атмосфери в стратосферу і далі в космічний простір. Крім того, метан витрачається під час фотохімічних реакцій. Тривалість існування молекули метану в атмосфері в середньому становить 5 років.

Запаси вуглецю на поверхні планети безперервно поповнюються. Основними джерелами постачання вуглецю вчені вважають космос і мантію Землі. Космічний простір постачає нам вуглець разом з метеоритною речовиною. Мантія планети – основний постачальник вуглецю, причому не тільки під час виверження вулканів, як вважалося раніше, але і при дегазації надр.

Головна невизначеність існуючих оцінок вмісту вуглецю зумовлена недостатньою повнотою даних про площі та вміст вуглецю в торфовищах планети. Більш повільний процес розкладу сполук вуглецю в ґрунтах холодних кліматичних зон приводить до більшої концентрації вуглецю ґрунтів (на одиницю поверхні) в бореальних лісах і трав'янистих зонах середніх широт порівняно з тропічними екосистемами. Проте тільки невелика кількість (кілька відсотків і навіть менше) детриту, який потрапляє щороку в ґрунти, залишається в них впродовж тривалого часу. Більша частина мертвої органічної речовини окиснюється за кілька років. В чорноземах близько 98% вуглецю підстилки характеризується часом обігу близько 5 місяців, а 2% вуглецю підстилки залишаються в ґрунті в середньому протягом 500-1000 років. Ця характерна риса ґрунтоутворювального процесу виявляється також в тому, що вік ґрунтів у середніх широтах, визначений радіоізотопним методом, складає від кількох сотень до 1000 років і більше. Проте швидкість розкладу органічної речовини при трансформації земель, зайнятих природною рослинністю, в сільськогосподарські угіддя зовсім інша. Наприклад, існує думка, що 50% вуглецю в ґрунтах, що використовуються в сільському господарстві Північної Америки, могло бути втрачено внаслідок окиснення, тому що експлуатація ґрунтів почалася до початку минулого століття.

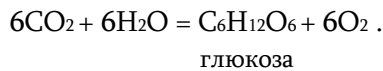
Вуглець – дуже важливий біогенний елемент, який є основою життя на Землі, структурна одиниця величезної кількості органічних сполук, що беруть участь у побудові організмів та забезпеченні їхньої життєдіяльності. Значна частина необхідної для організмів енергії утворюється в клітинах за рахунок окиснення вуглецю. Виникнення життя на Землі розглядається сучасною наукою як складний процес еволюції вуглецевих сполук.

Унікальна роль вуглецю в живій природі зумовлена його властивостями, яких у такому поєднанні не має жоден елемент періодичної системи. Між атомами вуглецю, а також між вуглецем та іншими елементами, утворюються міцні хімічні зв'язки, які, проте, можуть бути розірвані за порівняно м'яких умов. Ці зв'язки можуть бути одинарними, подвійними та потрійними. Здатність вуглецю утворювати чотири рівнозначні валентні зв'язки надає можливість для побудови вуглецевих скелетів різних типів – лінійних, розгалужених, циклічних. Показово, що всього три елементи – вуглець, кисень та водень – складають 98% загальної маси живих організмів. Цим досягається певна економність в живій природі: при практично безмежному структурному різноманітті вуглецевих сполук невелика кількість типів хімічного зв'язку дозволяє набагато

скоротити кількість ферментів, необхідних для розщеплення і синтезу органічних речовин. Особливості будови атома вуглецю лежать в основі різних видів ізомерії органічних сполук. Здатність до оптичної ізомерії виявилася вирішальною в біохімічній еволюції амінокислот, вуглеводів і деяких алкалоїдів.

Згідно гіпотези О.І.Опаріна та більш сучасної гіпотези РНК (рибонуклеїнової кислоти), перші органічні сполуки на Землі мали абіогенне походження. За джерела вуглецю слугували метан та ціанистий водень, які містилися в первинній атмосфері Землі. З виникненням життя єдиним джерелом неорганічного вуглецю, за рахунок якого утворюється вся органічна речовина біосфери, є діоксид вуглецю, який перебуває в атмосфері, а також розчинений в природних водах у вигляді H_2CO_3 . Найпотужніший механізм засвоєння вуглецю (у формі CO_2) – фотосинтез, який здійснюється повсюдно зеленими рослинами. Щороку асимілюється близько 100 млрд. т CO_2 .

Рослини поглинають вуглекислий газ з повітря, виділяючи в атмосферу такий же об'єм кисню. У присутності хлорофілу CO_2 взаємодіє з водою, перетворюючись на більш складні вуглецеві сполуки, наприклад, вуглеводи. Схематично процес утворення вуглеводів може бути представлений рівнянням:



Одночасно утворюється крохмаль та інші різноманітні речовини, з яких складаються рослини.

На Землі існує еволюційно більш давній спосіб засвоєння CO_2 шляхом хемосинтезу. В цьому випадку мікроорганізми-хемосинтетики використовують не променисту енергію Сонця, а енергію окиснення неорганічних сполук. Більшість тварин споживає вуглець у вигляді вже готових органічних речовин. В залежності від способу засвоєння органічних сполук розрізняють автотрофні та гетеротрофні організми.

Окрім основної функції – джерела вуглецю – діоксид вуглецю, розчинений в природних водах і біологічних рідинах, бере участь у підтримці оптимальної для життєвих процесів кислотності середовища.

У складі CaCO_3 вуглець утворює зовнішній кістяк багатьох безхребетних тварин (наприклад, мушлі молюсків), а також міститься в коралах, шкаралупі яєць птахів тощо.

Такі сполуки вуглецю, як HCN , CO , CCl_4 , які переважали в первісній атмосфері Землі в добіологічний період, надалі, в процесі біологічної еволюції, перетворилися на сильні антиметаболіти обміну речовин.

Колообіг вуглецю у природі включає біологічний цикл, виділення CO_2 в атмосферу при згорянні палива, із вулканічних газів, гарячих мінеральних джерел, із повернених шарів океанічних вод та ін.

Біологічний колообіг вуглецю пов'язаний з життєдіяльністю організмів. Біологічний цикл полягає в тому, що вуглець у вигляді CO_2 поглинається із тропосфери рослинами. Потім із біосфери знову повертається в геосферу: з рослинами вуглець потрапляє до організму тварин та людини, а потім, при гнитті тваринних та рослинних матеріалів, – до ґрунту, і у вигляді CO_2 – до атмосфери.

Вуглець – основний біогенний елемент. Він відіграє важливу роль в утворенні живої речовини біосфери. Вуглекислий газ із атмосфери в процесі фотосинтезу, який

здійснюють зелені рослини, асимілюється і перетворюється на численні різноманітні органічні сполуки рослин. Рослинні організми, особливо нижчі мікроорганізми, морський фітопланктон, завдяки виключній швидкості розмноження, виробляють на рік близько $1,5 \cdot 10^7$ т вуглецю у вигляді органічної маси.

Рослини часто поїдаються тваринами. При цьому утворюються більш або менш складні трофічні зв'язки. В остаточному підсумку органічна речовина в результаті дихання організмів, розкладу їхніх трупів, процесів бродіння, гниття та горіння перетворюється на вуглекислий газ або відкладається у вигляді сапропелю, гумусу, торфу, які, в свою чергу, дають початок багатьом іншим каустобіолітам – кам'яному вугіллю, нафті, горючим газам. Біологічний цикл вуглецю закінчується або окисненням і поверненням у атмосферу, або відкладенням у вигляді вугілля чи нафти.

В процесах розпаду органічних речовин величезну роль відіграють бактерії та гриби. В активному колообігу вуглецю бере участь дуже невелика частка всієї його маси. Величезну кількість вугільної кислоти законсервовано у вигляді вапняків та інших порід. Між вуглекислим газом атмосфери і води океану, в свою чергу, існує рухома рівновага.

Водні організми поглинають вуглекислий кальцій, утворюють свої кістяки, а потім з них утворюються пласти вапняків. Із атмосфери було вилучено і захоронено в десятки тисяч разів більше вуглекислого газу, ніж в ній перебуває зараз. Атмосфера поповнюється вуглекислим газом завдяки процесам розкладу органічної речовини, карбонатів тощо, а також в результаті індустріальної діяльності людини. Особливо потужним джерелом є вулкани, гази яких складаються головним чином із вуглекислого газу та водяної пари. Деяка частина вуглекислого газу і води, що потрапляють в атмосферу при виверженні вулканів, виділяється з осадових порід, зокрема, вапняків, при контакті магми з ними і їх асиміляції магмою. В процесі колообігу вуглецю відбувається неодноразове його фракціонування за ізотопним складом, особливо у магматогенному процесі (утворення CO_2 , алмазів, карбонатів), при біогенному перетворенні органічної речовини (вугілля, нафти, тканин організмів тощо).

Життя на Землі і газовий баланс атмосфери підтримуються відносно невеликою кількістю вуглецю, що бере участь у малому колообігу і міститься в тканинах рослин ($5 \cdot 10^{11}$ т) тварин ($5 \cdot 10^{16}$ т). Основна маса вуглецю акумульована в карбонатних відкладах дна океану ($1,3 \cdot 10^{16}$ т), кристалічних породах ($1,0 \cdot 10^{16}$ т), кам'яному вугіллі і нафті ($3,4 \cdot 10^{15}$ т). Саме цей вуглець бере участь у повільному геологічному колообігу.

За останні 200 років відбулися значні зміни в континентальних екосистемах внаслідок зростаючого антропогенного впливу. Коли землі, зайняті лісами і травами, перетворюються на сільськогосподарські угіддя, органічна речовина, тобто жива речовина рослин і мертва органічна речовина ґрунтів, окиснюється і потрапляє в атмосферу в формі CO_2 . Якась кількість елементарного вуглецю може бути похована в ґрунті у вигляді деревного вугілля (як продукт, що залишився від згорання лісу) і, таким чином, вилучатися із швидкого обігу в вуглецевому циклі. Вміст вуглецю в різних компонентах екосистем змінюється, оскільки відновлення і деструкція органічної речовини залежать від географічної широти і типу рослинності. Були проведені численні дослідження, які мали на меті розв'язати існуючу невизначеність в оцінці змін запасів вуглецю в континентальних екосистемах. Очевидно, інтенсивність фотосинтезу зростає зі збільшенням концентрацій CO_2 в атмосфері. Основні характеристики глобально-

го вуглецевого циклу добре вивчені. Стало можливим створення кількісних моделей, які можуть бути покладені в основу прогнозів підвищення концентрацій в атмосфері при використанні певних сценаріїв викиду.

Якщо інтенсивність викидів в атмосферу залишиться постійною або буде зростати дуже повільно, то до кінця XXI століття концентрація атмосферного CO_2 приблизно на 60% перевищить доіндустріальний рівень. Якщо інтенсивність викидів протягом найближчих чотирьох десятиріч зростатиме в середньому на 1-2% на рік, а у майбутньому темпи її зростання не уповільняться, то подвоєння вмісту CO_2 в атмосфері порівняно з доіндустріальним рівнем відбудеться до кінця XXI століття. Підвищення концентрації вуглекислого газу в атмосфері обумовлює так званий "парниковий ефект" – збільшення температури на Землі. За розрахунками ООН при підвищенні загальної температури нижніх шарів атмосфери на $1,5^\circ\text{C}$, що за нинішньої ситуації з викидами може статися вже до 2025 року, танення льоду на полюсах планети призведе до підвищення рівня Світового океану на 25 см.

Карбонати, або солі вуглецевої кислоти H_2CO_3 , – один із головних компонентів земної кори. Карбонати складають 14% осадової оболонки Землі. З неорганічних сполук вуглецю в природі відомо близько 100 мінералів, але головним породотвірним мінералом є кальцит, або карбонат кальцію. Кальцитові породи складають багатокілометрові шари на просторах континентів, утворюючи цілі гірські системи.

При взаємодії Cu^{2+} та CO_3^{2-} осаджуються важкорозчинні основні карбонати, що зустрічаються в природі у вигляді дуже красивих мінералів – зеленого малахіту $[\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2]$ та синього азуриту $[2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2]$.

Карбонати відіграють важливу роль у складі земної кори, будові ландшафтів, формуванні корисних копалин. Найбільш поширеними є кальцит, магнезит, сидерит, малахіт, церусит та ін. Карбонати утворюють осадові (вапняк, доломіт, мергель та ін.) та метаморфічні (мармур та ін.) гірські породи, що складають більше, ніж 20% усіх осадових порід на Землі.

Вапняк – осадова порода, складена переважно карбонатом кальцію – кальцитом. Завдяки масовому поширенню, легкості обробки та хімічним властивостям вапняк добувається і використовується частіше, ніж інші породи, поступаючись тільки піщано-гравійним відкладенням. Вапняки бувають різних кольорів, в тому числі – чорного, але найчастіше зустрічаються породи білого та сірого кольору, часто з коричневим відтінком. Густина 2,2-2,7 г/см³. Це м'яка порода, лезо ножа легко залишає подряпини. Як і ряд інших гірських порід осадового походження, вапняки мають шарувату будову. Чистий вапняк складається тільки з кальциту (іноді з невеликим вмістом іншої форми карбонату кальцію – арагоніту). Мають місце і домішки. Подвійний карбонат кальцію та магнію – доломіт, як правило, міститься в змінних кількостях, і можливі всі переходи між вапняком, глинистим вапняком і доломітом.

В процесі відкладення вапняку вода приносить також глинисті частинки, порода стає глинистою, стираються чіткі межі між вапняком, глинистим вапняком і глинистим сланцем. Кремій також є звичайною домішкою. При метаморфізмі по мірі того, як перекристалізація кальциту охоплює всю породу, виникає мозаїчна структура (агрегат із чітко обмежених, щільно розташованих ізометричних зерен приблизно однакового розміру).

3. Види горючих копалин і їхня роль у господарстві України

До горючих копалин (ГК) відносять різноманітні вуглецеві органічні речовини, що залягають у надрах у вигляді різних скупчень. За агрегатним станом розрізняють тверді, рідкі і газоподібні ГК. До твердих горючих копалин (ТГК) відносять торф, буре і кам'яне вугілля, антрацити, горючі сланці, сапропелі, а також перехідні і змішані різновиди твердих вуглецевих речовин.

До рідких горючих копалин відносять різні нафти і нафтоподібні речовини, що являють собою рідини різної в'язкості, а іноді і затверділі нафтовмісні породи (природні асфальти, озокерит). Газоподібні горючі копалини – природні горючі гази, що знаходяться в надрах земної кори як у вигляді окремих родовищ, так і розчинені в нафті.

Археологічними розкопками доведено, що видобуток нафти проводився на Аравійському півострові понад 6000 років тому. Вже тоді нафту (від мідійського слова «нафата») використовували як «земляну олію», горючий матеріал, для освітлення, а також як зв'язуючий матеріал у будівництві, як мастильний матеріал і як лікувальний засіб. У XIII столітті мандрівник Марко Поло писав, що *«на грузинському кордоні є джерела олії і багато її: сотні суден можна навантажити тією олією. Їсти її не можна, а можна палити і мазати нею верблюдів, у яких сверблячка і короста. Здалеку приходять за тією олією і по всій країні тільки її і палять»*. В Україні, у Прикарпатті в XIII ст. місцеві жителі рили колодязі і переганяли нафту («скельний олій») для одержання «гасла», «гасу» і «масловиці». У Китаї природний газ здавна використовували для освітлення й опалення. Широке використання газу в промисловості і побуті починається з другої половини XIX століття, коли були споруджені перші газопроводи.

З усіх ТГК найважливішим за запасами (табл. 1.7) і необхідністю є **кам'яне вугілля**. Воно займає значне, а іноді й основне місце в енергетиці багатьох країн, є сировиною для коксування, для якого видобувається 25-30% від його загальної кількості. Найбільші центри металургійної, хімічної і ряду інших енергоємних галузей промисловості створювалися, як правило, у районах, багатих на вугілля. При коксуванні кам'яного вугілля утворюється кокс, використовуваний як твердий відновник у металургії, і побутове бездимне паливо, а також газоподібні продукти (кам'яновугільна смола, бензолні вуглеводні, аміак, коксовий газ). До асортименту коксохімічної продукції входять багато речовин (близько 1000 найменувань), споживачами яких є хімічна промисловість (виробництво органічних барвників, вибухових речовин, лаків, пластмас, синтетичного каучуку, фармацевтичних препаратів, синтетичних вітамінів), металургійна промисловість, сільське господарство, залізничний і автодорожній транспорт. Згідно з прогнозами Міжнародної енергетичної асоціації, видобуток вугілля збільшуватиметься.

Таблиця 1.7 – Розвідані запаси викопного палива, млрд. т у.п.*

Вид палива	Увесь світ	Європа	Україна
Вугілля	799,8	72,6	34,00
Нафта	199,4	3,8	0,23
Газ	172,8	6,5	1,10
Усього	1172	72,9	35,33

* За даними Світового енергетичного конгресу, 1998 р.

У Східній Європі є великі запаси **торффу**, що використовується як місцеве паливо, в електроенергетиці, сільському господарстві, а також як сировина для виробництва кормових дріжджів і цукру, легких тепло- і звукоізолюючих будівельних матеріалів, восків і різноманітних хімічних продуктів, активованого вугілля і твердих відновників. У країнах СНД розвідано 160-180 млрд. т торффу, або близько 60-65% світових запасів у більш ніж 60 тис. торфових родовищ. Торф розвіданий тільки в 30 країнах світу, причому запаси його невеликі, у США, наприклад, вони не перевищують 14 млрд. т. Запаси торффу в Україні складають 2,25 млрд. т.

Великі запаси **бурого вугілля**, сприятливі гірничо-геологічні умови залягання, що дозволяють у більшості випадків здійснювати видобуток найбільш економічним відкритим способом, а також унікальність фізико-хімічних і технологічних властивостей ставлять його на провідне місце як паливо і технологічну сировину. Основна частина бурого вугілля, що видобувається, використовується як паливо, тільки незначна частина його знаходить технологічне застосування як сировина для одержання гірського воску, коксу і напівкоксу, а також гумінових препаратів. Частка бурого вугілля серед світових запасів викопних енергоносіїв, видобуток яких може бути рентабельним на сучасному рівні техніки, складає 16%.

Горючий сланець – це тверда горюча порода, в якій переважає мінеральна складова, а вміст органічної речовини (керогену) не перевищує 60%.

Кероген є біо- і геохімічно перетвореною залишковою органічною речовиною, здатною при нагріванні без доступу повітря перетворюватися на рідкі і газоподібні продукти. Багато фахівців вважають горючі сланці найпоширенішою ТГК в земній корі. Підраховано, що в земній корі знаходиться близько 650 трлн. т керогену горючих сланців, у той час як загальні геологічні запаси нафти складають не більше 2 трлн. т. Основні ресурси – близько 430-450 трлн. т. зосереджені в США (штати Юта, Колорадо, Вайомінг).

Геологічні запаси менілітових сланців на території України до глибини 200 м складають понад 500 млрд. т. Вони залягають потужними шарами від десятків до 1500 м смугою уздовж Східного схилу Карпат на рівнинах, що безпосередньо прилягають до гірського масиву від кордону з Польщею на півночі і до Румунії на півдні. Кількість горючих речовин в окремих пробах сухих сланців коливається від 12 до 35%, теплота згоряння – від 3,75 до 10,0 МДж/кг. При видобутку і дробленні теплота згоряння у середньому складає 5-6 МДж/кг. Вихід легких речовин у середньому складає 50% на органічну масу, вміст водню і кисню в горючій речовині – відповідно 6,5-7,5% і 16-20%, вміст сірки на суху речовину 1,5-3,5%, причому 65% від загального вмісту складають сульфідні і дисульфідні (пірит і марказит) і тільки 5-15% – сульфати.

Бовтиські сланці (Центральна Україна), що залягають на глибині 150-300 м, мають теплоту згоряння 8-12 МДж/кг. Запаси родовища дозволяють побудувати 3-4 розрізи потужністю по 15-20 млн. т на рік при коефіцієнті розкриття (відношення потужності розташованих вище порід до потужності шару вуглистої сланцю) 8 – 10.

Велику роль в економіці усього світу й окремих країн відіграють **нафта і природний газ**. Вуглеводні нафти і природного газу є основою сучасної енергетики і промисловості органічного синтезу. З нафти виробляють пальне для двигунів внутрішнього згоряння (бензин, гас, дизельне паливо), паливо для газових турбін і котельних

установок, великий асортимент мастил, олив, парафіни, бітуми для дорожнього будівництва і гідроізоляції, сажі для гумової й електротехнічної промисловості, кокс для виробництва електродів і безліч інших продуктів. Нині з нафти і нафтопродуктів синтезовано понад 20 тис. органічних сполук.

Природний газ – зручне енергетичне і побутове паливо та хімічна сировина. 85% газу, що видобувається, використовується в енергетичних цілях, 15% – для виробництва хімічних продуктів. Запаси природного газу в регіоні Європейської Економічної Комісії (ЄЕК), яка включає 56 країн – 68,7 трлн. м³. При очікуваному річному споживанні газу в регіоні 1,62 трлн. м³ на рік їх вистачить на 43 роки. Промислові запаси природного газу в Росії складають 47 трлн. м³, а видобуток 500 млрд. м³/рік. Навіть при збільшенні видобутку до 700 млрд. м³ їх вистачить на 67 років. Прогнозні запаси природного газу в Росії перевищують 250 трлн. м³.

Найбільші родовища газу – Північне (Катар), Південний Парс (Іран), Даулетабад-Донмез (Туркменістан), Панхендл-Юготон у США, Гронінген у Нідерландах, Хассі-Р'Мель в Алжирі, у Західному Сибіру – Уренгойське, Ямбурзьке, Заполярне і Ведмеже, а також Уктильське в Республіці Комі, Оренбурзьке, Астраханське (Росія), Газлі в Середній Азії, Гхавар (Саудівська Аравія), Пазанан (Іран), Тролль (Норвегія) та ін.

Розвідані запаси газу в Україні складають 1,1 трлн. м³, нафти – 228 млн. т, а прогнози, відповідно, в 4,5 разів більші. Уже розвіданих запасів газу вистачить на 50 років при сучасному рівні видобутку.

Нафта – основне джерело енергії в більшості країн світу. У 1998 році 90% нафти використано в енергетичних цілях. Темп найбільш раціонального використання нафти як хімічної сировини наростає швидше, ніж як джерела енергії (палива). За десятиріччя з 1970 по 1980 р. споживання у світі нафти як хімічної сировини виросло на 11%, а як палива – на 6,2%. Загальне споживання нафти за всі роки склало 50 млрд. т, у тому числі 25 млрд. т використано за 10 років (1980-1989 рр.)

У світі відомо близько 30 тис. нафтових родовищ, однак тільки 15% з них належать до великих, у яких геологічні запаси перевищують 3 млн. т. 30 родовищ нафти мають придатні для вулечення запаси понад 500 млн. т і належать до родовищ-гігантів.

Найбільші родовища нафти: Гавар (10,1) і Сафанія (2,9) у Саудівській Аравії, Бурган (2,2) у Кувейті, Киркук (2,1) і Ер-Румайла (1,8) в Іраку, Лашнільяс (1,5) у Венесуелі, Хассі-Месауд (1,4) в Алжирі, Гечсаран (1,5), Марун (1,4), Агаджи (1,3) в Ірані, Серір (1,1) у Лівії, Прадхо-Бей (1,4 млрд. т початкових запасів) у США (Аляска).

4. Умови залягання і способи видобутку горючих копалин

У геології Землі особливе місце займає верхня оболонка земної кулі, товщиною 15-70 км, яка називається земною корою. Вона складена різними гірськими породами, серед яких є усі види ГК. За збереженими залишками органічного життя на землі в різні періоди геологічного часу складена геохронологічна шкала, що відбиває час і послідовність утворення тих чи інших залягань у земній корі.

У 2004 році Міжнародною геологічною спільнотою прийнята нова редакція геохронологічної шкали. Ми наводимо нижче старий і новий її варіанти (табл. 1.8, 1.9).

Таблиця 1.8 – Геохронологічна шкала

Ера	Період	Епоха	Тривалість, млн. р.
Кайнозой – Kz	Четвертинний, Q	Сучасна	1
		Пізньочетвертинна Середньочетвертинна Ранньочетвертинна	
	Третинний, Tg	Неоген Пліоценова Міоценова	25–30
Палеоген Олігоценова Еоценова Палеоценова		30–35	
Мезозой – Mz	Крейдовий, Cg	Пізньокрейдова Ранньокрейдова	55–60
	Юрський, J	Середньоюрська Ранньоюрська	25–35
	Тріасовий, Tg	Пізньотріасова Середньотріасова Ранньотріасова	30–35
Палеозой – Pz	Пермський, P	Верхньопермська Ранньопермська	25-30
	Кам'яновугільний (карбон), C	Пізнокам'яновугільна Середньокам'яновугільна Ранньокам'яновугільна	50–55
	Девонський, D	Пізньодевонська Середньодевонська Ранньодевонська	45–50
	Силурійський, S	Пізносилурійська Ранньосилурійська	40–45
	Ордовикський, O	Пізноордовикська Середньордовикська Ранньордовикська	70–80
	Кембрійський, Cm	Пізнокембрійська Середньокембрійська Ранньокембрійська	70–90
Протерозой – Pr			600–900

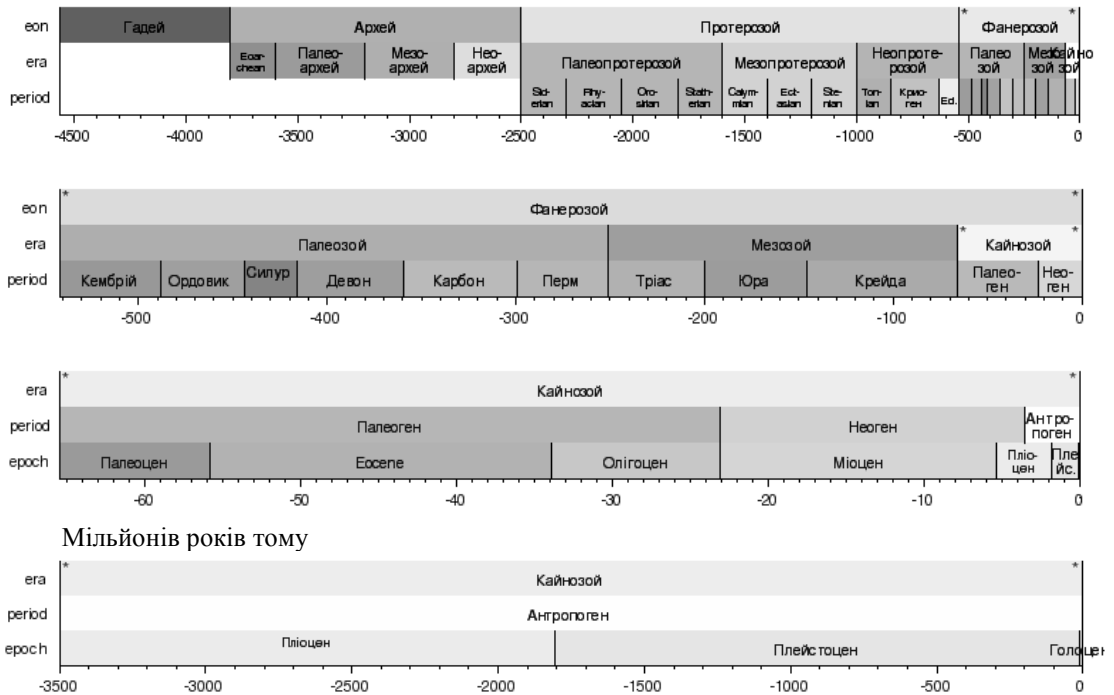
Геохронологічна схема охоплює період часу від зародження життя на землі понад 2 млрд. років тому до сучасної епохи. Відповідно до цієї схеми вся історія появи і розвитку органічного життя на Землі поділена на ери (групи), кожна ера поділена на періоди (чи системи), а ті, у свою чергу, – на епохи (чи відділи).

Утворення ГК відбувалося нерівномірно. В окремі геологічні періоди воно різко прискорювалося, сповільнювалося чи припинялося, у результаті чого ГК розподілені дуже нерівномірно в гірських породах, що належать до різних геологічних епох. Так, наприклад, накопичення викопного вугілля належить в основному до карбону (9%), пермського (35%), юрського і крейдового (53%) періодів, поклади нафти і природного газу зустрічаються у всіх геологічних ерах, крім протерозою.

Протягом усіх періодів існування Землі відбувалися зрушення і переміщення земної кори, причому розмір і характер їх були неоднаковими, як за періодами, так і за територією. На території материкових платформ протягом геологічних епох відбува-

лися лише повільні рухи у вертикальному напрямку, причому при опусканні ці ділянки, як правило, затоплювалися морями, а при підйомі виступали з води. Розташовані між платформами області тектонічних рухів переміщувалися у вертикальній і горизонтальній площинах, і утворювали геосинкліналі, для яких характерна наявність великих товщ осадових порід. Шари осадових порід накопичувалися й у платформних областях, утворюючи шари різних гірських порід, серед яких накопичувалися і ГК.

Таблиця 1.9 – Геохронологічна шкала за Міжнародною геологічною спілкою (2004 р.)



Великі площі суцільного чи острівного залягання ГК, які характеризуються спільністю умов утворення у часі, називають басейнами. Вони займають нерідко десятки тисяч квадратних кілометрів. Окремі частини басейнів, відособлені географічними, геологічними чи іншими ознаками, які вмщують ГК, називають родовищами чи районами. Тверді горючі копалини залягають у вигляді горизонтальних чи похилих пластів різної потужності, що знаходяться на різній глибині від поверхні, а також у вигляді лінз різної товщини і довжини.

Вугілля. У геологічній історії землі утворення вугільних пластів пов'язане з виникненням і розвитком світу рослин. Найдавніші з твердих горючих копалин – сапропелітове вугілля і горючі сланці, утворилися зі скупчень ще примітивних підводних рослин (водорості) і планктону на дні водойм. Родовища такого вугілля відомі з початку палеозою, тобто, вони утворилися близько 500 млн. років тому.

Серед більш пізніх родовищ сапропелітового вугілля відоме перехідне вугілля, яке містить матеріал вищих наземних рослин.

Дрібні родовища гумусового вугілля, утвореного з матеріалу вищих наземних

рослин, відомі у відкладах девону. Серед рослин цього періоду описані порівняно високоорганізовані види вищих рослин, розквіт яких відбувся у наступні кам'яновугільний і пермський періоди. До відкладів кам'яновугільного і пермського періодів відносять багато великих родовищ найбільш цінного кам'яного вугілля.

Нагромадження сапропелітів починається з кембрійського періоду, який є першим найбільш раннім періодом, з якого можна простежити поступову еволюцію фауни і флори. В ордовіку утворилися Прибалтійські сланці, силурійське гумусове зольне вугілля відоме в декількох районах країн СНД і далекому зарубіжжі. У середині девонського періоду виникли перші нечисленні поклади гумусового вугілля промислового значення (барзасити).

Розрізняють лімнічні (озерні) і паралічні (приморські) вугільні басейни. Вугільні шари поділяються на автохтонні, що утворилися на місці існування вихідного матеріалу, і алохтонні, що утворилися з принесеного вихідного матеріалу.

Пласти вугілля мають просту і складну будову. У більшості випадків вугільні пласти складаються з кількох вугільних пачок, розділених породними прошарками. Порооди основи пласта утворюють його підшву, а породи, що перекривають – покрівлю. Відстань по нормалі від підшви до покрівлі складає потужність пласта, корисна потужність пласта – це сума потужностей вугільних пачок.

Робочою потужністю пласта чи шару називають ту частину пласта, що виймають за один технологічний цикл. Мінімальна робоча потужність пласта – це та потужність, при якій розробка пласта технологічно можлива й економічно доцільна. Ця величина залежить від гірничо-геологічних умов, якості вугілля, кута падіння пласта і різна для різних басейнів. На Донбасі вона складає 0,45, для порівняння – у Кузбасі 0,85, у Караганді – 0,6 м.

Коефіцієнт вугленості басейну характеризує відношення сумарної потужності вугільних пластів до загальної потужності вугільних відкладів. На Донбасі він дорівнює 0,6%, у Кузбасі – 1,6, а в Караганді на деяких ділянках доходить до 5,0%.

У залежності від кута падіння пласти поділяють на пологі (кут падіння до 25°), похилі (25–45°) і круті чи крутопадаючі (більше 45°).

Гірничі роботи з виїмки вугілля можуть проводитися відкритим і підземним способом. Розробка вугільних пластів у розрізах (кар'єрах) і шахтах проводиться шляхом його розпушення і виїмання з наступним навантаженням і транспортуванням на поверхню. Способи розробки вугільних пластів і транспортування вугілля впливають на властивості і склад маси – крупність, кількість домішок породи, вологість тощо.

За геотектонічними ознаками всі басейни поділяються на три типи: геосинклінальний, перехідний та платформний. Географічне розміщення вугільних басейнів на Земній кулі закономірне. Зміна епох розквіту рослинності епохами пригнічення зумовила нерівномірність розповсюдження скупчень горючих копалин в часі (стратиграфічна закономірність). Зміна тектонічних обстановок приводила до змін в розподілі суші та моря, ділянок зносу та накопичення осадів, зміни гідрогеологічних умов. Палеографічні закономірності зумовили відмінності в рельєфі та вертикальній кліматичній зональності. Тектонічні закономірності привели до створення басейнів та поступових змін початкового залягання пластів, зумовили формування структур басейнів та їх сучасне розміщення в земній корі.

Безперервні зміни в стані Землі приводили не тільки до створення родовищ, але і до їх руйнування. Незважаючи на тривалість та складність геологічної історії формування та руйнування родовищ твердих горючих копалин, вченим вдалося з'ясувати закономірності розповсюдження вугільних родовищ в земній корі, оцінити їх перспективи та прогнозувати якість вугілля.

Ще у 1937 році академік П.І. Степанов встановив, що в осадовій оболонці земної кори, починаючи з девону, коли з'явилися перші промислові скупчення вугілля, виділяється три максимуми вугленакопичення. Перший збігається з пізнім карбоном, другий з тріасом, третій – з початком пізнього крейдового періоду. Аналіз розміщення вугільних родовищ дозволив виділити площі, в межах яких в певний геологічний період здійснювалося найбільше накопичення вугленосних відкладів та органічної маси. Простеживши розміщення цих площ на земній кулі, П.І. Степанов відкрив пояси вугленакопичення, а в межах поясів вузли, з якими пов'язані максимуми вугленакопичення нашого часу.

Вугільні родовища України за часом накопичення такі: Львівсько-Волинський та Донецький – басейни карбонового віку, Дніпровський – басейн кайнозойного віку.

Донецький басейн (Донбас) – головний постачальник енергетичного та технологічного вугілля для промисловості України. В геологічній структурі Донбасу присутні породи докембрійського, палеозойського, мезозойського та кайнозойського віків.

Докембрійські метаморфічні породи фундаменту виходять на поверхню уздовж південної межі Дніпровсько-Донецької западини, від периферії до центру ці породи занурюються на глибину до 15 тис. м. Виходи девонських відкладень являють собою темно-бурі піщано-глинисті сланці з прошарками вулканічних туфів, а в верхній – вулканогенно-осадовій товщі, складені сірими пісковиками, різнокольоровими піщаноглинистими сланцями та туфами. Загальна потужність девону досягає 750 м. Кам'яновугільні відклади карбону залягають на різних горизонтах девону або безпосередньо на кристалічному фундаменті. Потужність карбону дуже різна в межах ділянок різної тектонічної будови. В західній частині Дніпровсько-Донецької западини вона складає 4 км, а в центральній частині Донбасу до 18 км. В розрізі морських, прибережно-морських, дельтових, алювіальних озерних та болотних утворень карбону переважають теригенні породи (пісковики, алеволіти, аргіліти), серед яких простежуються понад 300 пластів та прошарків вугілля потужністю від 0,3 м до 2,5 м.

У тектонічному відношенні Донецький вугільний басейн розташований частково в межах Дніпровсько-Донецької западини. Південною межею Донбасу є Український щит. В межах Донецької складчастої споруди виокремлені великі субшироко складчасті структури. Основні структури такі: Головна антикліналь з примикаючими до неї з півночі Головною синкліналлю та з півдня – Першою південною синкліналлю. Велике Ровенецьке поперечне підняття розділяє ці структури на західну та східну частини, які замикаються поблизу Ровенецького підняття. Складчасті структури супроводжуються численними розривними порушеннями та ускладнені скидами та насувами, які паралельні напрямку складчастості. Поперечні підняття, як правило, сполучені з паралельними їм скидами. Значна тектонічна порушеність, особливо в північній частині розвитку дрібної складчастості, є перешкодою для розробки вугільних пластів. Крім значної порушеності пластів, несприятливим для розробки родовищ є також га-

зоносність пластів. При розробці глибокозалягаючих горизонтів (глибше 500-700 м) починають виявлятися раптові викиди вугілля та газу.

Львівсько-Волинський басейн має потужність пластів 0,6-1,5 м. Залягання пологі. Вугілля представлене прошарками гумітів та сапропелітів. У вугленосній товщі нижнього та середнього карбону нараховані близько 30 пачок та лінз сапропелітів. Сапропеліти переважають у південній частині басейну. Частіше сапропелітами представлені верхні або нижні пачки пластів, рідше вони спостерігаються серед гумусного вугілля та вмісних порід. Потужність сапропелітів коливається від 0,5 до 1,0 м, досягаючи в окремих місцях 1,5 та 2,65 м. Розмір запасів сапропелітів значно менший, ніж запасів гумусового вугілля, однак вони достатньо великі, щоб розглядати питання про їх розробку.

Дніпровський буровугільний басейн поєднує 27 родовищ на території 5 центральних областей України, які мають промислове значення. Глибина залягання вугільних пластів від 10 до 150 м, вугілля м'яке буре, гумітове та гуміто-ліптобіолітове.

Торф'яні родовища розташовані нерівномірно відповідно кліматичних та ґрунтово-ботанічних зон. Розповсюдженість торф'яних родовищ пов'язана з географічною широтою, рельєфом та геоморфологічною будовою місцевості. В Україні розташовано понад 2500 родовищ торфу середньої глибини залягання 1,4 м та запасами понад 2260 млн. т. Зараз в Україні вироблено 45% розвіданих запасів.

Якщо вугленосні породи залягають на глибині і не виходять на поверхню, їх можна виявити лише за допомогою гравіметрії, магнітометрії, сейсмічних методів та інформації з супутників, що дає можливість зробити висновки про вугленосність району та окреслити його. Після відкриття родовища проводять його детальне вивчення – розвідку. Вона складається з простеження пластів родовища на поверхні за допомогою неглибоких свердловин та гірничих виробок – шурфів та дудок. Отримані дані наносять на план місцевості та отримують так звану пластову карту.

Розвідка родовища на глибині здійснюється бурінням глибоких свердловин. Свердловини звичайно розміщують у певному порядку, наприклад, через 100, 200, 500 м чи більше. Це дає можливість встановити структурні особливості родовищ, стратиграфічний розріз вугленосної товщі, кількість пластів, їх потужність, якість вугілля.

Достатньо розвідане вугільне родовище починають розробляти. Видобування вугілля може здійснюватися двома способами, в залежності від умов його залягання. Якщо вугілля залягає на малих глибинах, а його пласти мають достатню потужність, тоді видобування можна здійснювати відкритим способом. Він полягає в тому, що на початку поклад розкривають – знімають породи, які перекривають вугілля, а потім здійснюють екскаваторну виїмку вугілля. Цей спосіб видобування найбільш економічний, дозволяє широко використовувати високопродуктивну техніку. Здебільшого вугілля залягає глибоко, а потужність не настільки велика, щоб виправдати витрати по зняттю всієї товщі порід, які перекривають вугільні пласти. У такому випадку здійснюється підземне видобування. Цей спосіб менш економічний, складний, більш витратний. Але тільки завдяки йому можливе видобування найбільш високоякісного кам'яного вугілля та антрацитів, які залягають на великих глибинах. Підземний спосіб видобування вугілля полягає в тому, що проходять стовбур (ствол) шахти, який являє собою колодязь великого перетину глибиною до кількох сотень метрів. На тому горизонті, де шахта перетинає пласт ву-

гілля, проходять тунелеподібні виробки – квершлагги і бремсберги, які служать для відкати (конвеєрами, електровозами тощо) видобутого вугілля в напрямку скіпового ствола шахти, по якому воно підіймається на поверхню. Основне видобування вугілля здійснюється в очисних виробках, або лавах, по усьому пласту, після чого виробка тимчасово закріплюється, а потім обрушується, або закладається породою.

Сучасна шахта – велике складне механізоване підприємство, значна частина якого розташована під землею. На поверхні знаходиться лише копер, на якому закріплені шківни підйомного механізму, та поряд з ним машинне відділення підйомника. Поряд розташовані бункери з видобутим вугіллям та різні допоміжні споруди. Все складне господарство шахти розміщене під землею. Близько до ствола шахти в спеціальній камері розміщені потужні насоси, які відкачують воду. Вентилятори нагнітають потужний струмінь свіжого повітря, що дає можливість працювати шахтарям. Процес безпосереднього видобування вугілля на пологих пластах здійснюється за допомогою гірничих комбайнів, стругів, які не тільки відбивають вугілля, але й навантажують його на конвеєр, що переміщує вугілля до вагонеток.

Нафта і природний газ. Встановлено, що нафта залягає у всіх геологічних формаціях і на різній глибині, іноді виходячи на земну поверхню. Усі нафтові родовища укладені в осадових породах, що утворилися у морських басейнах. Нафта і природний газ (ПГ) залягають звичайно у пористих гірських породах під великим тиском, заповнюючи пори. Тому гірські породи, здатні містити в собі нафту і газ і віддавати їх при розробці, називають колекторами, найбільш характерними з яких є проникні піщані колектори нафти, газу і води, яка їх супроводжує. Колектори нафти і ПГ (піски, пісковики, вапняки), які знаходяться між погано проникними породами (глина, глинисті сланці, мергелі), утворюють так звані природні резервуари (пастки) в складках земної кори, у яких виникають куполоподібні перекриття (куполи). Скупчення нафти і ПГ у таких куполах називають заляганнями, а якщо кількість нафти в заляганнях велика чи у даній структурі гірських порід є кілька залягань, то цю структуру характеризують як нафтове, нафтогазове чи газове родовище.

Проникність колекторів є причиною переміщення (міграції) нафти і газу з місць зародження, що відіграє істотну роль у процесі їхнього накопичування. Тому безпосереднього взаємозв'язку між місцями перебування покладів і місцями зародження нафти і ПГ часто не спостерігається. Бувають випадки, коли поклади нафти чи ПГ розташовані на периферії вугільних басейнів, уздовж їхніх меж і навіть над вугільними шарами (Донбас). Тому важливе значення має проблема парагенезису (спільного зародження) вугілля і нафти. Зараз встановлено, що 10-12% промислових запасів нафти і газу зосереджено у вугленосних відкладах.

Дуже важливим для утворення нафти та газу є виникнення в шарі осадових порід тріщин, по яких рухаються розігріті до високих температур потоки із верхніх мантій Землі. Нагрівання сприяє прискоренню нафтогазоутворення, міграції нафтогазової речовини, яка, потрапляючи в пастки, формує родовища.

Отже, нафтогазоносність осадових басейнів визначається такими умовами: накопиченням потужного шару осадових порід, існуванням тріщин, підняттям із глибин розігрітих до високих температур потоків. В цьому випадку накопичення осадових порід та утворення нафтових та газових родовищ протікає швидко.

Нафта і ПГ залягають у надрах землі на різній глибині (1-5 км). За цих умов частіше їх виявляють на глибинах 4-5 км. Поклади нафти виявляють шляхом пошукових робіт з використанням геологічних і геохімічних методів. Основою для організації розвідки нафти і ПГ є вивчення геологічної будови земної кори в районі пошукових робіт, виявлення перспективних геологічних структур, наявності порід, що можуть бути колекторами, і непроникних порід, що їх перекривають. Попередня розвідка ведеться за допомогою сучасних геофізичних методів – вимірювання гравіметричних і магнітних аномалій, електрокаротажу, радіоактивності, звукопроникності й інших методів, основаних на використанні відмінностей фізичних властивостей різних порід.

У перспективних районах буряться спеціальні розвідувальні свердловини з відбором кернових проб порід. За допомогою петрографічних і геохімічних методів вивчають склад і властивості порід. Геохімічні методи дозволяють знайти і кількісно визначити вміст нафти і газу в досліджуваних зразках порід, наприклад, методом газової зйомки, який полягає у відборі проб породи і підземних вод із глибини, дегазації і мікроаналізу за допомогою хроматографії. За отриманими даними виявляють межі залягань нафти і газу, а також визначають їхні запаси в надрах.

Нафта знаходиться в земній корі під тиском 10-15 МПа і більше при температурі 100-200°C і вище. Видобуток нафти і ПГ проводиться через спеціальні свердловини, пробурені до нафто- чи газоносних горизонтів. Природний газ, а іноді і нафта, знаходяться в покладі під тиском. Це обумовлює самовилив нафти – її фонтанування через свердловину в деяких випадках з дуже великими витратами. Так в Україні максимальні витрати при фонтануванні зафіксовані на рівні 3000 т/добу (свердловина «Ойл-Сіті», м. Борислав, 1908 р.). У Мексиці в 1979-1980 рр. на морській свердловині «1-Джерело» зафіксовано дебіт у 3200-4000 т/добу. Однак, якщо з ПГ фонтанний спосіб видобутку є основним і єдиним, то випадки фонтанування нафти зустрічаються дуже рідко. Тому найчастіше для видобування нафти з свердловин застосовують глибинно-насосний спосіб зі спеціальними плунжерними глибинними насосами чи компресорний (газліфтний) спосіб, що полягає в тому, що стиснутий газ (чи повітря), надходячи по кільцевому простору між опущеними концентрично одна в одну трубами, аерує нафту і створює газонафтовий стовп зниженої густини, який під тиском нафти у пласті піднімається по внутрішніх (піднімальних) трубах на поверхню. Завдяки пористості пластів-колекторів нафта переміщується по них до свердловин за рахунок перепаду тиску, однак основна маса нафти (40-60%) залишається адсорбованою на поверхні частинок породи і не видається на поверхню. Для підвищення рівня вилучення нафти із пластів застосовують методи впливу на пласти (закачування в пласти газів і повітря, гідравлічний розрив пласта, закачування поверхнево-активних речовин (ПАР), гідроплоскострумину перфорацію, тепловий вплив на пласт тощо).

Для буріння нафтових і газових свердловин сьогодні частіше за все застосовується обертальний спосіб – роторне буріння, буріння турбобурами чи електробурами з виведенням із свердловин шламу і подрібненої породи глинистим розчином, який нагнітається у свердловину. Для стабілізації бурових розчинів і зменшення їх фільтрації через стінки свердловин застосовуються спеціальні речовини, у тому числі вугледужний реагент (ВЛР), який одержують з бурого вугілля.

Експлуатація свердловин на родовищах природного газу аналогічна фонтанно-

му способу нафтовидобутку. Газ з окремих свердловин після відділення води, твердих домішок і газового конденсату направляється в промисловий газозбірний колектор і далі на газозбірний пункт.

Ефективність буріння нафтових свердловин залежить від ряду факторів. Насамперед, дані розвідки не завжди підтверджуються, наслідком чого можуть стати «порожні» свердловини. Коли нафта перебуває під великим тиском, тоді при бурінні вона сама виходить на поверхню. Але для великих покладів характерна наявність низького тиску. В такому випадку потрібна більш детальна розвідка, щоб розпізнати родовище, в якому нафта заповнює пори та щілини породи. Таким чином, при бурінні нафтових свердловин необхідно запобігти самостійному витіканню нафти, яке може призвести до її фонтанування і навіть вибуху, шляхом штучного підняття тиску. Коли тиск у свердловині низький, нафту треба відкачати, не порушуючи структури порід. Використання при бурінні високого тиску дає безпеку буріння, але при цьому нафта відштовхується від свердловини, що може призвести до розриву породи. Тому для кожного родовища необхідне визначення оптимального тиску.

Розрізняють буріння одно- і багатовибійне, кущове – похило-скероване, яке передбачає проходження крім основного стовбура ряду додаткових на продуктивні пласти.

Сучасні українські вчені (школа Р.С. Яремійчука) виявили і досліджують новітній кавітаційний спосіб буріння свердловин на нафту і газ, який характеризується унікально високою продуктивністю.

5. Головні родовища горючих копалин

5.1. Тверді горючі копалини

Україна має значну кількість твердого палива, прогнозні запаси якого складають близько 120 млрд. т, у тому числі розвідані – близько 50 млрд. т. З 1990 по 1997 роки видобуток вугілля знизився майже на 100 млн. т на рік, з 164 до 65 млн. т на рік. На початок 1999 року виробничі потужності по видобутку вугілля склали 130 млн. т на рік, однак реальний потенціал галузі – близько 100 млн., т на рік. У 2000 році в Україні видобуто 79,3 а у 2001 – 80 млн. т вугілля. Приблизно таку кількість вугілля видобувають в Україні до 2007 року.

У структурі балансових запасів представлені всі марки від бурого до високометаморфізованих антрацитів. Питома вага марок вугілля складає (%):

буре (Б)	– 6,6;
довгополуменеве (Д)	– 22,4;
газове (Г)	– 36,1;
газово-жирне (ГЖ)	– 4,1;
жирне (Ж)	– 4,7;
коксове (К)	– 3,1;
піснувато-спікливе (ПС)	– 3,3;
пісне (П)	– 8,4;
антрацити (А)	– 11,3.

На території України розвідані також низькосірчисте солоне вугілля (10 млрд. т

у Західному Донбасі і 2 млрд. т у Північному Донбасі) і високосірчисте буре (Ново-Дмитрівське родовище), що не видобуваються. Основні запаси вугілля розвідані в Донецькому, Львівсько-Волинському і Дніпровському буровугільному басейнах.

Донецький басейн розташований на території України і частково Росії (Ростовська область). Він належить до паралічних з автохтонними вугільними пластами. Довжина з заходу на схід досягає 550 км. Це один з найбільших басейнів Європи. Тут залягає вугілля від бурого і довгополуменевого на заході до антрацитів на сході. Потужність вугільних пластів змінюється від 0,4 до 2,5 м. Зольність вугілля коливається від 7 до 15%, у окремих випадках зустрічаються вугільні пласти з зольністю менше 7%. Переважає вугілля середньосірчисте ($S^d = 1,5-2,5\%$) і підвищеної сірчистості ($S^d 2,5-3,5\%$). Використання вугілля Донецького басейну зумовлене марочним складом і якістю. Вугілля марок Г, Ж, К, ПС і П використовується в коксохімічній промисловості, високоякісні антрацити – в абразивній і радіоелектронній промисловості, відсів антрациту, газове, довгополуменевоє і пісне вугілля використовуються як паливо на електростанціях.

Балансові запаси вугілля у Донбасі за станом на 1 січня 1998 року склали 53,6 млрд. т (97,6% запасів України), з яких 31,5% – коксівне і 15,5% антрацити. Середня глибина видобутку вугілля 665 м. На балансі діючих шахт знаходиться близько 3 млрд. т енергетичного вугілля, розвідано 24 резервні ділянки з запасами енергетичного вугілля 4,6 млрд. т для будівництва нових шахт потужністю понад 91 млн. т на рік. З урахуванням прогнозних даних у Донбасі можлива підготовка ще 100 нових полів із сумарною потужністю до 200 млн. т вугілля на рік. У структурі запасів представлені всі марки кам'яного вугілля і антрацити. Висока сірчистість і високий вміст мінеральних домішок знижують енергетичну і технологічну цінність вугілля.

Львівсько-Волинський басейн. Потужності пластів вугілля 0,6–1,5 м. Залягання полого. Вугілля представлене прошарками гумітів і сапропелітів. В експлуатації знаходиться близько 20 шахт.

Вугілля Львівсько-Волинського басейну відносять до марок Д, Г, Ж і К. Зольність коливається від 12 до 35%, теплота згоряння 23,1-29,2 МДж/кг. Балансові запаси вугілля у Львівсько-Волинському басейні складають близько 1 млрд. т, загальні геологічні запаси перевищують 2,1 млрд. т. Балансові запаси діючих шахт – 260 млн. т, промислові – близько 170 млн. т, що забезпечує при сучасному рівні видобутку вугілля 20 років існування шахт із глибиною видобутку 350–500 м. Підготовлено геологічну документацію на будівництво 3 шахт потужністю близько 4 млн. т вугілля на рік, ведуться геологорозвідувальні роботи у новому Південно-Західному районі для будівництва 7 шахт із продуктивністю 9 млн. т вугілля на рік.

Дніпровський буровугільний басейн має 27 родовищ на території 5 центральних областей України.

Балансові запаси – 2,24 млрд. т, у тому числі для відкритих робіт – понад 500 млн. т. Підготовлено до експлуатації 8 родовищ сумарною потужністю 115 млн. т, з них 4 для відкритої розробки.

У межах Дніпровсько-Донецької западини відомі Сула-Удайське в Полтавській області і Ново-Дмитрівське в Харківській області родовища бурого вугілля із загальними балансовими запасами близько 900 млн. т. з яких 570 млн. т придатні для відкритої

розробки. За своїми характеристиками вугілля цих родовищ аналогічне вугіллю Дніпровського буровугільного басейну. Вугільні пласти потужністю 3-4 м залягають на глибині 15-100 м.

У 40-60 роках ХХ століття у Закарпатті, Прикарпатті й у Північному Поділлі невеликими шахтами для місцевих потреб розроблялися родовища бурого вугілля. Вугілля залягає на глибині від 5 до 60 м невеликими лінзами площею від 0,1 до 2,5 км², у яких розвідані 1-3 пласти вугілля потужністю від 0,5 до 11 м. Вугілля марок Б1-Б3. Загальні запаси бурого вугілля в цих районах складають близько 60 млн. т.

Глибина залягання вугільних пластів від 10 до 150 м, вугілля м'яке буре (Б1) гумітове і гуміто-ліптобіолітове з такими характеристиками:

Вологість робочого палива (W^r)	55 – 58%,
Вологість аналітичної проби (W^a)	10 – 14%,
Зольність сухого палива (A^d)	15 – 25%,
Загальний вміст сірки в сухому паливі (S_t^d)	2,5 – 4,0%,
Вміст вуглецю в сухому беззольному паливі (C^{daf})	66 – 70%
Вміст водню в сухому беззольному паливі (H^{daf})	5,8– 6,3%,
Вміст азоту в сухому беззольному паливі (N^{daf})	0,8 – 0,9%,
Вміст кисню в сухому беззольному паливі (O^{daf})	18,5– 22,5%,
Вихід летких речовин із сухого беззольного палива (V^{daf})	58 – 61%,
Нижча теплота згоряння робочого палива (Q_{hr}^d)	7,5-8,0 МДж/кг,
Вихід безводного екстракту із сухого палива (B^d)	2 – 18%,
Вихід первинних смол із сухого палива (T^d)	5– 25%.

Таким чином, запаси вугілля, які розвідані в Україні, достатні для забезпечення її потреб (100-200 млн. т на рік) приблизно на 500 років, а при впровадженні ресурсозберігаючих технологій і комплексної переробки твердого палива – на більш значний термін. У зв'язку з відсутністю достатніх запасів нафти і природного газу іще протягом багатьох років основним джерелом енергії і хімічної сировини для України будуть тверді горючі копалини. Визначення їх кількості, складу і властивостей, пошук оптимальних, з погляду економіки й екології, способів їх видобутку і використання є одним з основних завдань науки та економіки.

Видобуток кам'яного вугілля супроводжується виділенням метану – горючого вибухового газу, для зниження вмісту якого в атмосфері гірничих виробок проводиться їх провітрювання і дегазація вугільно-породного масиву. Щорічно з вугільних пластів і вмісних порід з вентиляцією і дегазацією викидається в атмосферу 3,5 млрд. м³ метану. В основному в шахтних котельнях використовується близько 18% метану, який відкачується дегазаційними установками, що в три рази менше, ніж у вуглевидобувних країнах Європи, і складає 4-5% від усього метану, що виділяється при видобутку вугілля.

Сумарні ресурси вуглеводневих газів по шахтах Донецького басейну – 495 млрд. м³.

За даними підрахунку, проведеного ВО «Укрвуглегеологія», загальні геологічні запаси метану, що міститься у вугільних пластах і прошарках, перевищують 2,5 трлн. м³.

Оцінка ресурсів вуглеводневих газів (ВВГ), проведена до глибини промислової розробки вугілля (1800 м) у ВГО Мінгео, ВО «Укргеологія», Всесоюзному науково-дослідному геологорозвідувальному інституті вугілля (ВНДГРІВугілля) показала, що у

вугільній речовині робочих, неробочих шарів і прошарків, в основному, у сорбованій формі, міститься 1,2 трлн. м³ ВВГ.

Прогнозні ресурси ВВГ вільних скупчень у вугленосних відкладах підраховані в УкрНДІгаз і складають 165 млрд. м³.

Геологічні запаси вуглеводневих газів вугільних пластів і пісковиків Тяглівського родовища Львівсько-Волинського басейну складають 2,88 млрд. м³. З урахуванням реального коефіцієнта вилучення (0,55) з надр можна видобути 1,8 млрд. м³ газу, що еквівалентно 18 млн. т вугілля.

У країнах СНД вугілля видобувають у таких основних районах і родовищах: у Європейській частині Росії – у Підмосковному і Печорському басейнах, у східній частині Донбасу; на Уралі – у Кізеловському, Челябінському, Південно-Уральському басейнах, у Вовчанському, Богословському і Буланашському родовищі; у Східній частині Росії – Кузнецькому, Кансько-Ачинському, Іркутському, Мінусинському басейнах і Забайкальському родовищах; на Далекому Сході – на Буреїнському, Ківдарайчичінському Угловському, Сучанському родовищах і на о. Сахалін; у Закавказзі – на родовищах Грузії (Ткібульське, Ткварчельське й Ахалцихське); у Казахстані – у Карагандинському басейні, на Екібастузському та ін. родовищах; у Середній Азії – на родовищах Узбекистану, Киргизстану і Таджикистану.

У країнах ЄС на сьогодні основною вугледобувною країною є Польща.

Підмосковний буровугільний басейн розташований у центральному промисловому районі Європейської частини Росії, з чим пов'язаний інтенсивний видобуток вугілля в ньому, незважаючи на низьку якість, несприятливі гірничо-геологічні умови і високу собівартість. Вугілля відноситься до категорії Б2, вміст золи в середньому 32,2%, сірки до 4,2%. Основними споживачами вугілля є місцеві електростанції, цементні і цегельні заводи та котельні установки. Вугілля залягає лінзами, потужність яких досягає кількох метрів.

Печорський басейн, основні родовища якого знаходяться за Полярним колом, розташований на значній відстані від районів споживання. Вугілля представлене марками від Д до К, причому останні (Ж і К) характеризуються малим вмістом сірки (0,5-1,8%) і фосфору (0,004-0,02%). Основні споживачі вугілля – промислові підприємства північних і північно-західних областей, а також коксохімічна промисловість. У 80-і роки ХХ ст. коксівне вугілля басейну поставлялося і на коксохімізаводи України.

Кізеловський басейн розташований у Пермській області Росії. Вугілля марок Г і Ж, вміст золи 18-43%, вміст сірки до 6,8%. Використовується в основному для енергетичних цілей, використання в коксохімії стримується високим вмістом сірки, високою зольністю і поганою збагачуваністю.

Кузнецький басейн є одним з найбільших у Росії і має великі запаси вугілля від бурого до антрацитів, які характеризуються високою якістю і низькою собівартістю видобутку. Видобуток здійснюється підземним і відкритим способами, вміст сірки 0,3-0,65%, золи – 4-16%, вологи – 4,7-2,1%. Близько 30% кузнецького вугілля йде на коксування, у тому числі і на коксохімізаводи України.

Карагандинський басейн. Містить вугілля марок К, КЖ і ПС, яке використовується для енергетики, коксування і комунально-побутових потреб.

Світові родовища вугілля є важливим національним природним ресурсом у пе-

ршу чергу завдяки своїй енергетичній цінності. Серед провідних світових держав тільки Японія не має у своєму розпорядженні великих запасів вугілля. Вугілля – найпоширеніший вид енергоресурсів. Світовий видобуток вугілля складає 6,195 млрд. т на рік (2006). Однак в усіх країнах в останні роки виявляється тенденція до зниження його видобутку. Вугілля поступається місцем іншим видам енергетичної сировини – нафті і газу. У ряді країн видобуток вугілля стає нерентабельним в зв'язку з відпрацюванням багатих і неглибоко залягаючих шарів. Багато старих шахт закриваються як збиткові. Перше місце за видобутком вугілля займає Китай, за ним – США, Індія, Австралія і Росія. Значна кількість вугілля добувається в ПАР, Німеччині, Індонезії, Польщі, Україні й Казахстані.

Викопне вугілля – найважливіше і найбільш розповсюджене джерело енергії в США. Країна має у своєму розпорядженні найбільші у світі промислові запаси вугілля (усіх типів), що оцінюються в 444,8 млрд. т. Загальні запаси в країні перевищують 1,13 трлн. т, прогнозні ресурси – 3,6 трлн. т. Найбільший постачальник вугілля – штат Кентуккі, за ним – Вайомінг і Західна Вірджинія, Пенсільванія, Іллінойс, Техас (в основному лігніт), Вірджинія, Огайо, Індіана і Монтана. Приблизно половина запасів високосортного вугілля зосереджена в Східній (або Аппалачській) провінції, що простяглася з півночі на південь від північно-західної Пенсільванії до північної Алабами.

Це високоякісне вугілля кам'яновугільного періоду використовується для виробництва електроенергії й одержання металургійного коксу, який споживають при виплавці чавуну. На сході від цього вугленосного пояса в Пенсільванії знаходиться вугільний басейн площею близько 1300 км², на який припадає майже весь видобуток антрациту в країні. Найбільші запаси вугілля розміщуються на півночі Центральних рівнин і в Скелястих горах. У вугільному басейні Паудер-Рівер (шт. Вайомінг) вугільні пласти потужністю близько 30 м розробляються відкритим способом гігантськими екскаваторами-драглайнами, тоді як у східних районах країни навіть малопотужні пласти часто доступні для виїмки лише підземним способом. На бурому вугіллі Північної Дакоти працює найбільше в країні підприємство по газифікації вугілля.

Запаси бурого і кам'яного (напівбітумінозного) вугілля верхньої крейди і третинного періоду в західних районах Північної і Південної Дакоти, а також у східних районах Монтани і Вайомінга багаторазово перевищують обсяг вугілля, видобутого дотепер у США. Великі запаси кам'яного вугілля крейдового періоду є в міжгірних осадових басейнах провінції Скелястих гір (у штатах Монтана, Вайомінг, Колорадо, Юта). Далі на південь вугільний басейн продовжується в межах штатів Арізона і Нью-Мексіко. Невеликі вугільні родовища розробляються в штатах Вашингтон і Каліфорнія. Майже 1,5 млн. т вугілля щорічно видобувається на Алясці. Запасів кам'яного вугілля США при сучасних темпах його споживання має вистачити на кількасот років.

Потенційним джерелом енергії є метан, що міститься у вугільних пластах; його запаси в США оцінюються більш ніж у 11 трлн. м³. Вугільні поклади Канади зосереджені в основному в східних і західних провінціях, де видобувається близько 64 млн. т бітумінозного і 11 млн. т бурого вугілля на рік. Залягання високоякісного вугілля кам'яновугільного віку є в Новій Шотландії і Нью-Брансуїку, більш молодого вугілля не настільки високої якості – у межах вугленосних басейнів Великих рівнин і Скелястих гір у Саскачевані й Альберті. Високоякісне вугілля нижньої крейди залягає на за-

ході Альберти й у Британській Колумбії. Воно інтенсивно розробляється в зв'язку зі зростаючим попитом на коксівне вугілля металургійних заводів, розташованих на Тихоокеанському узбережжі країни. В іншій частині Західної півкулі промислові родовища вугілля невеликі. Провідний виробник вугілля в Південній Америці – Колумбія, де воно видобувається відкритим способом головним чином на гігантському вугільному розрізі Ель-Серрехон. За Колумбією йдуть Бразилія, Чилі, Аргентина і Венесуела, що мають порівняно незначні запаси вугілля.

Найбільші запаси вкопного вугілля в Азії зосереджені у Китаї, де на цей вид енергетичної сировини припадає 76% споживаного палива. Загальні ресурси вугілля на території Китаю перевищують 986 млрд. т (24,6% світових), приблизно половина їх знаходиться в Шеньсі і Внутрішній Монголії. Великі запаси є також у провінціях Аньхой, Гуйчжоу й у Нінся-Хуейському автономному районі. З загальної кількості 1,3 млрд. т вугілля, видобутого в Китаї в 1995 р., близько половини припадає на 60 тис. дрібних вугільних копалин і розрізів місцевого значення, ще половина – на великі державні шахти, такі, як потужний розріз Аньтайбао в провінції Шеньсі, де щорічно видобувається до 15 млн. т незбагаченого вугілля.

Важливими вуглевидобувними країнами в Азії є Індія (278 млн. т на рік), Північна Корея (50 млн. т), Туреччина (53,2 млн. т), Таїланд (19,3 млн. т).

Видобуток вугілля в Центральній і Західній Європі у 1995 р. складав 1/9 від світового. Високоякісне вугілля, що видобувається на Британських островах, сформувалося в основному у кам'яновугільну добу. Більша частина родовищ вугілля знаходиться в південному Уельсі, на заході і півночі Англії і на півдні Шотландії.

У межах континентальної Європи вугілля видобувають приблизно в 20 країнах, головним чином в Україні й у Росії. З вугілля, що видобувається в Німеччині, близько 1/3 складає високоякісне коксівне вугілля Рурського басейну (Вестфалія); у Тюрингії і Саксонії й у меншій кількості в Баварії, де в основному видобувають буре вугілля. Промислові запаси кам'яного вугілля у Верхньосілезькому вугільному басейні на півдні Польщі займають друге місце після запасів Рурського басейну. У Чехії також є промислові запаси кам'яного і бурого вугілля.

Африка досить бідна родовищами вкопного вугілля. Тільки в ПАР (в основному на півдні і південному сході Трансваалю) кам'яне вугілля добувається в значній кількості (близько 202 млн. т на рік) і у невеликому обсязі – у Зімбабве (4,9 млн. т на рік).

Австралія – один з найбільших у світі виробників вугілля, експорт якого в країни Тихоокеанського басейну постійно зростає. Видобуток вугілля тут перевищує 277 млн. т на рік (80% кам'яного і 20% бурого вугілля). Найбільший обсяг видобутку вугілля припадає на Квінсленд (вугленосний басейн Боуен), за ним ідуть Новий Південний Уельс (родовище в долині річки Хантер, Західне і Південне прибережжя), Західна Австралія (родовища в околицях Банбері) і Тасманія (родовище Фінгал). Крім того, вугілля добувають у Південній Австралії (Чі-Лемент) і Вікторії (вугленосний басейн Латроб-Веллі).

Родовища горючих сланців поширені на всій території країн СНД. Усього відомо близько 50 родовищ, найбільші – Прибалтійське, Волзьке, Оленське (Арктика), Кендирликське в Казахстані.

Прибалтійське родовище сланцю-кукерситу належить до найбільш давніх гео-

логічних утворень (ордовик – нижній силур) і розробляється на території Естонії.

У Волзькому сланцевому районі розробляється Кашпірське родовище, яке належить до верхньоюрської геологічної системи.

Родовища горючих сланців розвідані в Узбекистані, на Кавказі, у республіці Комі, на Уралі, у Білорусії й в Україні (Бовтиське родовище сапропелітових сланців – на межі Кіровоградської та Черкаської областей).

В складі їх органічної речовини є сапропелітові матеріали. Пористість сланців 40-50%, густина 1,8-2,0 г/см³, зольність 52-65%, теплота згоряння – 8,4 МДж/кг.

Менілітові сланці знаходяться в Українських Карпатах. Вони входять до складу менілітової серії, мають вигляд монолітної шаруватої породи. Під дією вітру і води вони інтенсивно розкладаються на тонкі пластини.

Зольність їх змінюється з 68 до 90%, вологість – 0,4 – 0,7%, вихід летких речовин – 45-50%, густина – 2,14 – 2,84 г/см³, вихід сланцевої смоли 2 – 4, іноді 6%, теплота згоряння – 4 – 8 МДж/кг. Запаси менілітових сланців в Українських Карпатах складають понад 500 млрд. т.

Численні лабораторні досліді, проведені з різними сільськогосподарськими культурами, показали, що менілітові сланці, добавлені у ґрунт стимулюють ріст зерна, прискорюють розвиток рослин, підвищують їх врожай в різних кліматичних зонах. Вони діють як біостимулятори росту тварин.

При нагріванні у печах до температури 1200° С сланці спучуються і перетворюються на пористу легку речовину, яку можна використовувати як заповнювач для легких бетонів густиною 0,2–0,8 г/см³ з підвищеною тепло- та звукоізоляцією.

При комплексному використанні менілітових сланців продукти їх піролізу можуть бути використані як рідке і газоподібне паливо.

Поклади торфу (табл. 1.10) розміщені у західних, південно-західних та північних областях України. Торф низинного типу.

Будова торф'яних родовищ Полісся, особливо Західного, відзначається великою різноманітністю типів, підтипів та видів торфу.

Таблиця 1.10 – Торф'яний фонд України

Області	Запаси, млн. т.	
	усього	відкриті
Вінницька	30	17
Волинська	347	141
Житомирська	103	50
Івано-Франківська	4	3
Київська	25	19
Львівська	206	93
Полтавська	116	11
Сумська	114	61
Тернопільська	74	11
Херсонська	3	3
Хмельницька	52	23
Чернігівська	85	32
Рівненська	299	79
Усього	1458	543

Видобування торфу ведеться на енергетику та в сільське господарство, торф також використовують як добриво. З 23 млн. т. у сільському господарстві використовується 19,5 млн. т, на паливо – 3,5 млн. т.

5.2. Нафта та горючий газ

Україна

Україна займає площу понад 600 тис. км². На її території виявлено три промислових нафтогазоносних регіони: Східний, Західний і Південний.

Східний регіон, чи Дніпровсько-Донецька западина, має перспективну площу 111 тис. км². Пошуки нафти і газу тут були початі в 1931 році, а перші родовища зі значними промисловими запасами (Радченківське і Шебелинське) були відкриті в 1950 р. У складі початкових ресурсів регіону 85,7% газу, 9,5% нафти і 4,8% конденсату (див. табл. 1.11). Густина нафти 0,79–0,91 г/см³, конденсатів 0,75–0,79 г/см³. Нафти переважно малопарафіністі (0,6–4,56%), малосірчисті (0,03–0,25), смолисті. Гази метанові (82–96%) з потенційним вмістом конденсату від 50 до 1000 г/м³. Розвіданий інтервал нафтогазоносності 400–6300 м.

Таблиця 1.11 – Розподіл ресурсів вуглеводнів в Україні на 01.01.1992 р.

Регіони, вид ресурсів	Газ вільний, млрд. м ³ /%	Газ попутний, млрд. м ³ /%	Нафта, млн. т /%	Конденсат, млн. т /%
Східний, початкові	3965/84,3	65/1,4	445/9,5	228/4,8
Східний, поточні	1719/84,6	26/1,3	182/9,0	104/5,1
Західний, початкові	781/60,7	108/8,4	391/32,8	8/0,5
Західний, поточні	437/60,7	42,9/6,0	236/30,4	3/0,4
Південний, початкові	2159/80,6	39/1,5	243/9,1	222/8,3
Південний, поточні	2090/80,6	39/1,5	240/9,3	218/8,4
Україна, початкові	6896/79,8	212/2,4	1079/12,5	457/5,3
Україна, поточні	4244/79,6	108/2,0	658/12,3	324/6,1

Дніпровсько-Донецький нафтогазоносний регіон, який дає понад 80% видобутку нафти та газу України знаходиться на території Дніпропетровської, Полтавської, Сумської, Харківської та Чернігівської областей. На цій території виявлено більше 120 родовищ нафти та газу. Ця велика западина в земній корі має глибину 2,5 – 10 км, ширину 75 – 130 км, простягається на 300 км з північного заходу на південний схід.

В цілому тут видобуто 133 млн. т нафти та 830 млрд. м³ природного газу.

Склад природного газу цієї провінції:

Метан 61,0 – 99%;

Етан 0,10 – 20,0%;

Пропан 0,04 – 11,2%;

Бутан 0,01 – 4,0%;

Пентан 0,01 – 11,1%;

Азот 0,03 – 13,5%.

Крім того, газ вміщує 12,9 – 13,80 г/м³ конденсату.

З родовищ цієї провінції видобувають 71% нафти в Україні.

У **Західному регіоні** площею понад 50 тис. км² виділяють Карпатську область із прилеглими до неї Прикарпатським і Закарпатським прогинами і Волинсько-Подільську область. Провідне місце займає Прикарпатська область, де розташована основна частина родовищ і є перспективи для пошуку нових. Найбільші глибини, на яких отримана нафта, складають 5700–5800 м. Нафти мають густину 0,81–0,86 г/см³, в основному парафіністі (4,2–12,0%), високосмолисті (2,6–21,0%), з невеликою кількістю сірки (0,07–0,29%). Гази переважно метанові (95–99%), з потенційним вмістом конденсату до 263 г/м³. У початкових ресурсах 69,1% газу, 30,4% нафти і 0,5% конденсату.

В Карпатському газоносному регіоні видобувати нафту почали у 1775 році, газ – у 1913 році. Цей регіон простягається з північного заходу на південний схід на відстань 300 км. Ширина – 200 км. Сюди входять Закарпаття, Українські Карпати і Передкарпаття, а також частина Волині та Поділля.

Декілька нафтових і газових родовищ знаходяться в Передкарпатті (Львівська та Івано-Франківська області). Зовнішня зона Передкарпаття газоносна. Глибина залягання промислового газу 177–370 м, пластовий тиск 1,1–51,4 МПа, температура пластів 3–90°C, потужність шарів газовмісних порід – 0,4–94,8 м, пористість пластів – 8,2–26,5%. Видобуток свердловин – 8600 тис. м³/добу. Початкові запаси газу – 872 млн. м³, з яких близько 73% видобуто.

Зовнішня зона Передкарпатського прогину є нафтогазоносною.

Склад природного газу:

Метан 88,3 – 93,5%;

Етан 3,10 – 5,3%;

Пропан 1,0 – 2,4%;

Бутан 0,5 – 0,9%;

C₅ та вищі 0,2 – 0,5%;

Азот 0,2 – 2,4%;

CO₂ 0,2 – 1,0%.

У внутрішній зоні Передкарпаття видобувають газ і нафту. Запаси нафти складають 86,2 млн. т.

Північно-західна частина Прикарпатського прогину виснажена за 120 років розробки.

В Закарпатті розвідані Солотвинське, Свалявське, Залужське, Русько-Комарівське, Станівське, Королівське та Терезьке газові родовища.

У межах **Південного регіону** площею 150 тис. км², з яких близько 100 тис. км² належить до акваторії морів, серед початкових ресурсів газ складає 82,6%, нафта – 9,1, конденсат – 8,3%. Усього тут відкрито 27 родовищ нафти і газу (17 на суші і 10 у морі). Густина нафти 0,78–0,92 г/см³, конденсату 0,73–0,80 г/см³. Нафти переважно малопарафіністі, малосірчисті (0,07–0,75%), світлі фракції складають 55%. Гази метанові (83–97%) з потенційним вмістом конденсату від 20 до 780 г/м³.

На Півдні України, на території республіки Крим, Запорізької, Миколаївської, Одеської та Херсонської областей розташований Кримсько-Причорноморський нафтогазовий регіон. На Керченському півострові знаходиться багато грязевих вулканів (сальз), з яких під час виверження часто виділяються нафта та горючий газ.

Найбільш перспективними для пошуків нафтогазових родовищ є палеозойські породи Дніпровсько-Донецької і Кримсько-Причорноморської провінцій на глибині більше

4500 м. Перспективними для пошуку промислових скупчень нафти та газу є кристалічні фундаменти Дніпровсько-Донецької та Кримсько-Причорноморської провінції.

У нафтогазоносних регіонах України було зосереджено 8,6 млрд. т початкових ресурсів вуглеводнів, з яких 79,8% складає вільний газ, 12,5% – нафта, 5,3% – конденсат і 2,4% – попутний газ. З цих ресурсів на суші знаходилося 72,5%, решта – на морському шельфі. До початку 1992 року з надр України видобуто 22,2% і розвідано 16,1% початкових ресурсів. Таким чином, ступінь реалізації ресурсів України складає 38,3%. Залишкові ресурси складають 5,3 млрд. т у.п., з яких 43,6% припадає на морські акваторії. За розмірами початкових ресурсів, видобутку і темпами реалізації головним в Україні є Східний регіон, у якому видобуто і розвідано 56,8% ресурсів. У старому Західному регіоні реалізація ресурсів складає 44,2%, а в Південному – тільки 2,8%. Причина цього – дуже складні умови геологорозвідки і видобутку в Західному регіоні і зосередження основних ресурсів у Південному регіоні на акваторіях морів.

Усього в Україні розвідано 289 родовищ вуглеводнів, з яких 26 великих, 32 середні і 231 дрібне. Основна кількість (178 родовищ) розташована в Східному регіоні. У Західному і Південному регіонах розвідано відповідно 84 і 27 родовищ.

Таким чином, в Україні розвідано близько 1,4 млрд. т у.п. вуглеводнів, з яких 1,1 млрд. т у.п. складає природний газ і близько 300 млн. т нафта і конденсат.

На початку XXI ст. експлуатуються понад 4300 свердловин.

Країни СНД. До головних нафтових родовищ у країнах СНД належать: Бакинський район, Грозненський район, Кубано-Чорноморський район, Ухто-Печорський район, Татарії і Башкирії, Ембенський район, Мангишлакська область, Туркменський район, Ферганський район, Сахалінський район, Сибірський район, Грузія і Білорусія.

У 1960 році зі свердловини на березі тайгової ріки Конді близько селища Шаїм зафонтанувала передбачена і давно розшукувана перша промислова західносибірська нафта. Були розвідані найбільші родовища Самотлор, Усть-Баликське, Магіонське, Сургутське, Мамонтовське, Федоровське, Хомеогорське. У 1980 р. видобуток нафти в Західному Сибіру перевищив 312 млн. т (включаючи газовий конденсат).

Нафтові і газові родовища є не тільки на заході Сибіру, але й в інших регіонах. На північ від Іркутська між Леною і Єнісеєм у силурійських породах є величезні запаси нафти і газу, розвідка яких тільки починається. Велике залягання нафти передбачається на Мангишлаку, у Каракумах і Прикаспійській низовині. У європейській частині перспективні щодо нових родовищ Білорусія, Оренбурзька і Пермська області Росії, Башкирія, Республіка Комі.

Деякі райони СНД, багаті на нафту, одночасно мають і природний газ (ПГ), однак, є значні запаси ПГ, і не пов'язані безпосередньо з нафтовими родовищами.

Першими великими і перспективними родовищами природного газу в післявоєнні роки стали родовища Ставропольського краю, Саратовської і Волгоградської областей, Дашавське і Шебелинське в Україні. Згодом запаси ПГ були відкриті також в Узбекистані, Туркменії, Північному Заураллі, Усть-Вільюйську в Сибіру, у Куйбишевській, Астраханській і Оренбурзькій областях. На сьогодні у Західному Сибіру розрізняють дві великі області ПГ: Східну і Північну. На півночі Ямальського півострова є Новопортовське, Ведмеже, Заполярне та Уренгойське родовища.

Світ. Нафта і газ зустрічаються в породах різного віку – від кембрійських до пліоце-

нових. Іноді нафта видобувається і з докембрійських порід, однак вважається, що її проникнення в ці породи вторинне. Найбільш давні поклади нафти у палеозойських породах, знайдені головним чином на території Північної Америки. Ймовірно, це можна пояснити тим, що тут найбільш інтенсивні пошуки проводилися в породах саме цього віку.

Більша частина нафтових родовищ розсереджена по семи регіонах світу і приурочена до внутрішньоматерикових депресій та окраїн материків: 1) Перська затока – Північна Африка; 2) Мексиканська затока – Карибське море (включаючи прибережні райони Мексики, США, Колумбії, Венесуели і о. Тринідад); 3) острови Малайського архіпелагу і Нова Гвінея; 4) Західний Сибір; 5) Північна Аляска; 6) Північне море (головним чином норвезький і британський сектори); 7) о. Сахалін з прилеглими ділянками шельфу.

Світові запаси нафти складають понад 137,5 млрд. т (1998). З них 74% припадає на Азію, у тому числі Близький Схід (понад 66%). Найбільшими запасами нафти володіють (у порядку зменшення): Саудівська Аравія, Росія, Ірак, ОАЕ, Кувейт, Іран, Венесуела, Мексика, Лівія, Китай, США, Нігерія, Азербайджан, Казахстан, Туркменістан, Норвегія.

Обсяг світового видобутку нафти складає близько 3,1 млрд. т (1995), тобто майже 8,5 млн. т на добу. Видобуток ведеться 95 країнами, причому більше 77% продукції сирової нафти видобувають 15 з них, включаючи Саудівську Аравію (12,8%), США (10,4%), Росію (9,7%), Іран (5,8%), Мексику (4,8%), Китай (4,7%), Норвегію (4,4%), Венесуелу (4,3%), Великобританію (4,1%), Об'єднані Арабські Емірати (3,4%), Кувейт (3,3%), Нігерію (3,2%), Канаду (2,8%), Індонезію (2,4%), Ірак (1,0%). У США в 1995 р. 88% усього видобутку нафти припадало на Техас (24%), Аляску (23%), Луїзіану (14%), Каліфорнію (13%), Оклахому (4%), Вайомінг (3,5%), Нью-Мексико (3,0%), Канзас (2%) і Північну Дакоту (1,4%).

Найбільшу площу займає нафтогазоносний регіон Скелястих гір (штати Монтана, Вайомінг, Колорадо, північно-західна частина шт. Нью-Мексико, Юта, Арізона і Невада). Продуктивна товща має вік від нижньокам'яновугільного до крейдового. Серед найбільших родовищ виділяються Белл-Крік у південно-східній Монтані, Солт-Крік і западина Елк у Вайомінгу, Рейнджлі в західному Колорадо і нафтогазоносний район Сан Хуан на північному заході Нью-Мексико.

Промисловий видобуток нафти в Тихоокеанській геосинклінальній провінції зосереджений у Каліфорнії і на півночі Аляски, де знаходиться одне з найбільших нафтогазових родовищ у світі – Прадхо-Бей. У майбутньому, по мірі виснаження цього родовища, розробка покладів нафти, можливо, переміститься в межі Арктичного фауністичного резервату, де нафтові ресурси оцінюються майже в 1,5 млрд. т. Основний нафтогазоносний район Каліфорнії – долина Сан-Хоакін – включає такі найбільші родовища, як Сансет-Мадуей, Кеттлмен-Гіллс і Коалінга. Великі родовища розташовані в басейні Лос-Анджелес (Санта-Фе-Спрінгс, Лонг-Біч, Вілмінгтон), менше значення мають родовища Вертура і Санта Марія. Більша частина каліфорнійської нафти пов'язана з міоценовими і пліоценовими відкладами.

Канада видобуває щорічно 89,9 млн. т нафти, головним чином у провінції Альберта. Крім цього, нафтогазові родовища розробляються в Британській Колумбії (переважно газів), Саскачевані і південно-західній Манітобі (північне продовження басейну Віллістон).

У Мексиці основне залягання нафти і газу знаходиться на узбережжі Мексиканської затоки в районах Тампіко, Посаріка-де-Ідальго і Мінатитлан.

Найбільший нафтогазоносний басейн Південної Америки – Маракайбо розташований у межах Венесуели і Колумбії. Венесуела – провідний виробник нафти в Південній Америці. Друге місце належить Бразилії, третє – Аргентині, а четверте Колумбії. Нафта видобувається також в Еквадорі, Перу і Тринідаді і Тобаго.

Європа має порівняно невеликі запаси нафти та газоконденсату – 3,1 млрд. т. Відкриття на початку 1970-х років великих покладів нафти і газу в Північному морі вивело Великобританію на друге місце в Європі за видобутком нафти, а Норвегію – на третє. Румунія належить до числа країн, де видобуток нафти з викопаних вручну колодязів почався ще в 1857 р. (на два роки раніше, ніж у США). Її основні південноприкарпатські нафтові родовища в значній мірі вичерпані, в 1995 р. у країні було видобуто лише 6,6 млн. т. Сумарний видобуток нафти в Данії, Югославії, Нідерландах, Німеччині, Італії, Албанії й Іспанії в тому ж році складав 18,4 млн. т.

Головні виробники нафти на Близькому Сході – Саудівська Аравія, Іран, Ірак, ОАЕ і Кувейт. В Омані, Катарі і Сирії видобувається понад 266 тис. т нафти на добу (1995). Основні родовища нафти в Ірані та Іраку розташовані вздовж східної периферії Месопотамської низовини (найбільші з них – південніше міста Басра), а в Саудівській Аравії – на узбережжі Перської затоки.

В Південній і Східній Азії провідним виробником нафти є Китай, де добовий видобуток складає приблизно 407,6 тис. т (1995). Найбільші родовища – Дацин у провінції Хейлунцзян (приблизно 40% усього видобутку Китаю), Шенлі в провінції Хебей (23%) і Ляохе в провінції Ляохе (приблизно 8%). Нафтогазоносні басейни поширені також у центральних і західних районах Китаю.

Друге місце за видобутком нафти і газу в цьому регіоні займає Індія. Основні запаси зосереджені в седиментаційних басейнах, що обрамляють докембрійський щит.

Видобуток нафти на території Індонезії почався з 1893 р. (о. Суматра) і досяг промислових масштабів у 1901 р. У кінці ХХ ст. Індонезія добувала 207,6 тис. т нафти на добу (1995), а також велику кількість природного газу.

Нафта добувається в Пакистані, М'янмі, Японії, Таїланді та Малайзії.

В Африці найбільшу кількість нафти видобувають Нігерія і Лівія, значні також родовища Алжиру і Єгипту.

Під час енергетичної кризи 1970-х років велися пошуки альтернативних джерел енергії, що могли б замінити нафту.

У Канаді, наприклад, відкритим способом розроблялися бітумінозні піски (нафтоносні піски, у яких після зникнення легких фракцій залишаються важкі нафти, бітум і асфальт).

У Росії міститься аналогічне родовище на Тимані (Ярицьке).

У США зосереджені великі запаси горючих сланців (на заході шт. Колорадо й в інших районах). Найбільше родовище горючих сланців знаходиться в Естонії. У Росії горючі сланці зустрічаються в Ленінградській, Псковській і Костромській областях, Поволжі, Іркутському вугленосному басейні.

Промислові родовища озокериту – Бориславське, Трускавецьке, Дзвининське та Старунське, знаходяться в Передкарпатті на території Львівської та Івано-Франківської областей і є найбільшими родовищами у світі. Озокерит залягає у вигляді жил та пластивих тіл. Озокеритові жили досягають товщини 3,0 м.

Озокерит являє собою природну суміш алканів. В деяких з них є азотні, кисневі, та сірчисті сполуки.

Виділяють наступні основні різновиди озокериту:

1. Бада;
2. Волокнистий;
3. Кемдебанс;
4. Бориславіт;
5. Озокерит;
6. Рудний.

Колір озокериту світло-жовтий, бурий, або чорний, консистенція від твердого до в'язкого, інколи як олія. Найбільш твердий – бориславіт, озокерит має запах гасу, добре розчиняється у бензині, гасі, погано – у спирті. Використовують для виготовлення лаків, кремів, а також у медицині.

ЧАСТИНА II. ТВЕРДІ ГОРЮЧІ КОПАЛИНИ

6. Походження твердих горючих копалин

Вугільні пласти, вугілля взагалі, утворилося зі скупчень рослинного матеріалу завдяки поєднанню первинних необхідних умов і змін в процесі біохімічних і хімічних перетворень до стану органічної породи (власне вугілля).

Походження вугілля і нафти тісно пов'язане з геохімією вуглецю. Утворення вугілля є результатом неповної оборотності життєвого циклу, неповного повернення вуглекислоти в атмосферу, перетворення вуглецю в біогенні мінерали: вугілля, нафти й менш цікаві для нас карбонати, карбосилікати й т.д.

Причини цього видалення вуглецю із циклу можуть бути пояснені особливими умовами розпаду живих організмів і збереження продуктів розпаду, що приводить до нагромадження вуглецевого матеріалу в надрах землі.

6.1. Вихідний матеріал й умови утворення твердих горючих копалин

У рослинах відбувається утворення багатьох природних вищих молекулярних сполук. У них здійснюється безперервний біохімічний синтез вищих полісахаридів (целюлози) і лігніну. Каталізаторами, які збільшують у сотні тисяч і мільйони разів швидкість реакцій синтезу вищих молекулярних сполук у рослинах, служать ферменти (або ензими) – речовини білкової природи. Якщо рослини являють собою складний комплекс органічних сполук, основою якого є високомолекулярні вуглеводи, то в основі тваринного світу також лежать вищі молекулярні сполуки – білки.

Ліпіди (бітумоутворювачі). До ліпідів відносять жири, воски, смоли й бальзами, а також (до деякої міри умовно) – спорополеніни, кутин, суберин і фосфатиди. Більша частина ліпідів перебуває переважно усередині клітин організму.

Жири й жирні мастила – це естери триатомного спирту гліцерину $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$ і різноманітні жирні кислоти. Серед них можуть бути як граничні кислоти, наприклад пальмітинова $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ і стеаринова $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$, так і неграничні кислоти з одним подвійним зв'язком, наприклад олеїнова $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$, а також з потрійним зв'язком, наприклад тариринова кислота $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$.

У рослинному й тваринному світі налічується близько 1300 видів жирів, але елементний склад їх відносно мало коливається й дорівнює в середньому, %:

C – 76-79 ,

H – 11-13 ,

O – 10-12 .

Шляхом гідролізу (омилення) жири легко розщеплюються на гліцерин і жирні кислоти, причому різні кислоти виявляють неоднакову стійкість до дії високих температур і мікроорганізмів. Так, граничні жирні кислоти досить стійкі не тільки при звичайних температурах, але й при нагріванні навіть до 400°C вони важко втрачають свою карбоксильну групу й не розкладаються. Досить стійкими є й неграничні жирні кислоти з одним подвійним зв'язком (типу олеїнової). Неграничні кислоти із двома й більшим числом подвійних зв'язків менш стійкі. Вони легко окиснюються й полімери-

зуються, а при нагріванні до 300 °С розпадаються з розривом вуглецевого ланцюга й утворенням суміші насичених і ненасичених вуглеводнів жирного ряду.

Для хімічної характеристики жирів й інших ліпідів визначаються температура плавлення й числа – йодне, омилення й кислотності.

Віск, кутин, суберин. Воски – складні ефіри (естери) одноосновних жирних кислот і вищих одноатомних спиртів, наприклад, монтановий віск – це ефір монтанової кислоти $C_{27}H_{55}COOH$ і церилового спирту $C_{26}H_{53}COOH$. Сьогодні відомо близько 300 видів твердих і рідких восків. Вони належать до дуже стійких складових частин рослин, хоча, як і жири, здатні піддаватися гідролізу. Біологічне призначення восків – вкривати найтоншим шаром стебла, листя, оболонки плодів наземних рослин, захищаючи їх від зовнішніх впливів. У нижчих рослин воски зосереджені в оболонках клітин. У порівнянні з жирами воски більш багаті вуглецем (80-82%) і воднем (13-14%) і, отже, містять менше кисню (4-7%). Дуже близько до восків стоїть кутин, який просочує зовнішній шар епідермісу листя і молодих бруньок, утворюючи кутикули, а також суберин – речовина коркової тканини в корі деяких рослин. З хімічної точки зору кутин є різновидом восків, але утворений жирними кислотами з більш низькою молекулярною масою. Міститься він у рослинах у невеликій кількості (до 3,5%), головним чином у листі, шкірочці плодів і корових частин. Кутин і суберин дуже стійкі до дії гідролізуючих агентів і мікроорганізмів. Ще більшою стійкістю щодо дії кисню, бактерій, мінеральних кислот, розчинів лугів і нагрівання (до температури близько 200 °С) наділені близькі до восків, кутину й суберину високомолекулярні речовини – споронін і поленін, які утворюють оболонки спор та пилку.

До групи ліпідів входять також жироподібні розчинні в спирті речовини – фосфатиди. Вони, крім вуглецю, водню, кисню, містять також фосфор, азот, іноді сірку. Розглядаються як похідні фосфорної кислоти, пов'язаної з гідроксильними групами багатоатомних спиртів. Зосереджуються фосфатиди переважно в насінні і пилку.

Смоли й бальзами. Смоли мають подібність із восками, оскільки до їх складу входять естери. Але воски належать до числа аліфатичних сполук, а смоли в основному складаються зі сполук циклічних, частина яких має ароматичний характер.

У складі смол розрізняють наступні групи сполук: смоляні кислоти, одно- або багатоатомні спирти (резиноли), ефіри смоляних кислот і резинолів або одноатомних фенолів (таннолів), інертні вуглеводні (резени). Нерідко в рослинних смолах присутні також речовини вуглеводного характеру – камеді. Подібні смоли називаються смолокамедями.

Елементний склад смол (%): С – 79, Н – 10, О – 11.

Рослинні смоли хімічно більш стійкі, ніж жири і воски, але деякі з них здатні гідролізуватися, утворюючи ароматичні кислоти (бензойну, коричну) і спирти, наприклад, бензиловий. Частина смол може окиснюватися, полімеризуватися й здобувати при цьому ще більшу стійкість.

Смоли – це секреторні виділення вищих (головним чином хвойних) рослин. Їх призначення полягає в тому, щоб служити пластиром у випадку поранення рослин, причому смоли виділяються у вигляді бальзамів, тобто в суміші з ефірними маслами. При витіканні бальзаму з пораненого дерева легколеткі ефірні масла випаровуються, а на рослинах накопичуються напливи смол – майбутні конкреції смол у вичопному вугіллі.

Вуглеводи. Поширена в природі група багатоатомних спиртів (цукрів, целюло-

зи, крохмалю тощо). У вищих рослинах вуглеводів міститься більше, ніж інших речовин. Деревина, наприклад, містить понад 50% найбільш складних вуглеводів, до яких належить целюлоза. Водночас у деревині містяться прості вуглеводи, пектинові речовини й геміцелюлози.

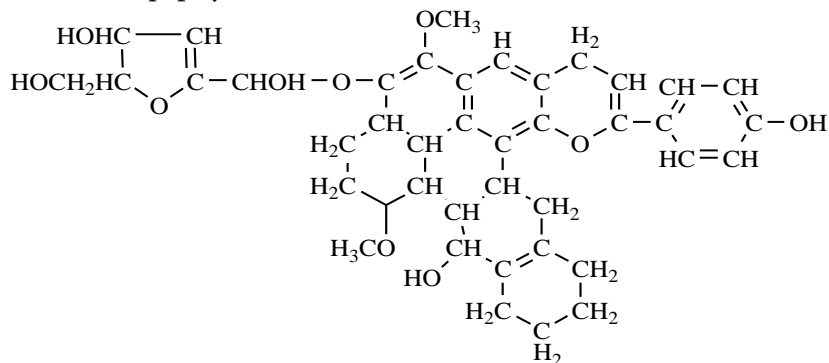
Прості вуглеводи. До цієї групи вуглеводів належать розчинні в холодній воді найпростіші моносахариди – гексози $C_6H_{12}O_6$ і пентози $C_5H_{10}O_5$. Пентози поширені в рослинах, входять до складу речовини клітин.

Пектинові речовини здатні розчинятися в гарячій воді до $100^\circ C$. Вони містяться як у багатоклітинних, так і в нижчих рослинах, а також в альгах (водоростях *Phaeophyta*). У хімічному відношенні пектинові речовини – високомолекулярні ангідриди пентоз і гексоз. Вони досить стійкі до дії бактерій, але піддаються гідролітичному розщепленню в природних умовах під впливом ферментів, у результаті чого утворюються пентозани $(C_5H_8O_4)_n$ і гексозани $(C_6H_{10}O)_n$.

Геміцелюлози є супутниками целюлози в стінках рослинних клітин, в деяких рослинах складають переважну частину вуглеводів. Геміцелюлози зараховують до вищих молекулярних сполук, вони займають проміжне місце між целюлозою й крохмалем. Геміцелюлози здатні гідролізуватися 2–4%-м розчином HCl з утворенням пентозанів, гексозанів і поліуронідів, причому, у свою чергу, пентозани й гексозани при подальшому гідролізі утворюють відповідно пентози й гексози.

Целюлоза, або клітковина $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ належить до полісахаридів, гетерола-нцюгових вищих молекулярних сполук з макромолекулярною будовою. Вона – головна складова частина деревини. Целюлоза являє собою лінійний стереорегулярний (сидіотактичний) природний полісахарид, побудований з ангідридів D-глюкопіранози. Стереорегулярна будова макромолекули й стійкість конфірмаційної форми її елементарної ланки виділяє целюлозу із усього ряду полісахаридів, у тому числі й найбільшою стійкістю до хімічних впливів.

Лігнін. Поряд із целюлозою в стінках клітин більшості вищих рослин перебуває лігнін, будова якого ще не повністю з'ясована. Вважають, що лігнін – нерегулярно побудована вища молекулярна сполука із тривимірною структурою розгалужених макромолекул. Початі спроби представити будову лігніну у вигляді хімічних формул відбивають лише загальні принципи його будови. Не з'ясовано ще, чи складається лігнін із цілком ідентичних макромолекул, а також не встановлена його молекулярна маса; приймають від 682 до 1 000 000. Для лігніну з молекулярною масою 784 (виділеного із сосни) запропонована формула:



Елементний склад лігніну різних рослин приблизно такий, % мас.:

C – 63, H – 6 і O – 31.

Лігнін може бути виділений з деревини двома способами: обробкою гідролізуючими агентами (концентрованими кислотами – HCl і H₂SO₄ для видалення полісахаридів (у залишку виходить лігнін) або розчиненням самого лігніну (обробкою 2,5%-м розчином луку при підвищених тиску й температурі). Виділений лігнін являє собою аморфний порошок або волокна, забарвлені в жовтувато-коричневі кольори, нерозчинні у воді й органічних розчинниках.

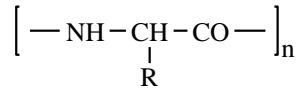
Виділення лігніну з деревини неминуче пов'язане з дією на неї концентрованих розчинів мінеральних кислот або розчину луку при нагріванні. Тому є підстави думати, що отримані цими методами продукти, прийняті за лігнін, фактично відрізняються від природного лігніну. Відповідно до цього розрізняють первинний лігнін (лігнан), що перебуває в природних одеревілих клітинних стінках, і вторинний лігнін – ізольований з рослин і тому видозмінений у процесі його виділення.

У результаті проведених досліджень було встановлено, що й лігнани, і лігніни, як вищі молекулярні сполуки, мають макромолекули, що складаються з елементарних структурних одиниць, які побудовані з ядер циклічної (ароматичної) структури, пов'язаних з різноманітними периферійними функціональними групами – карбонільними, гідроксильними (зокрема й фенольними), а також метоксильними. Склад функціональних груп у лігніні з різних рослин неоднаковий й залежить від способу його виділення з рослинних тканин.

Лігнін – нерегулярний полімер з розгалуженими макромолекулами, побудованими головним чином із залишків заміщених фенолоспиртів. Велике число активних функціональних груп різного типу робить лігнін здатним до численних хімічних перетворень. Він легко нітрується, хлорується й окиснюється. При дії на лігнін пероксиду водню, перманганату калію, хромової кислоти й інших окислювачів утворюються бензолкарбонові кислоти (бензойна, фталева й ін.). Остання обставина – одна з вирішальних для висновку про ароматичну структуру ядерної частини елементарних ланок макромолекул лігніну. Припущення про ароматичну структуру лігніну обґрунтовуються і результатами нагрівання його без доступу повітря (тому що в рідкому дистилаті, що утворюється, виявляються феноли та ароматичні вуглеводні), а також за результатами гідрування лігніну (можна досягти майже повного його перетворення на ароматичні й гідроароматичні вуглеводні). На ароматичну структуру ядерної частини елементарних ланок макромолекул лігніну вказують дані рентгеноструктурного аналізу.

Важливо відзначити, що лігнін легше руйнується мікроорганізмами в живих рослинах, але більш стійкий у відмерлих рослинах. Целюлоза, навпаки, має високу стійкість до дії мікроорганізмів у живих рослинах, але порівняно легко піддається бактеріальному розпаду у відмерлих рослинах.

Білки є складними азотвмісними вищими молекулярними сполуками, широко розповсюдженими в природі, складовими основи всіх процесів життєдіяльності. Вони побудовані з α -амінокислот, сполучених амідними зв'язками, і належать до природних поліамідів. Амідний зв'язок, що з'єднує залишки α -амінокислот у білках, називають пептидним, а полімери α -амінокислот – поліпептидами:



До складу поліпептидних ланцюгів білків можуть входити до 20 α -амінокислот, що розрізняються будовою радикала R, наприклад, аланін, треонін, цистеїн та ін.

Виділити білки з рослин у незміненому вигляді неможливо. Тому про будову білків судять на підставі вивчення амінокислот – продуктів їх гідролітичного розщеплення за допомогою мінеральних кислот і лугів. Гідроліз білків викликають і ферменти. Оскільки білки належать до кополімерів з великою кількістю α -амінокислот з різним набором і чергуванням елементарних ланок, це не дозволяє відносити їх до гомополімерів. Білки є гетерополіконденсатними вищими сполуками з неоднаковими елементарними структурними одиницями в макромолекулах. Молекулярна маса білків коливається від кількох тисяч до кількох мільйонів.

Хімічні властивості білків залежать від природи амідного зв'язку й функціональних груп (карбоксильної, гідроксильної, аміної, дисульфідної), що входять до складу амінокислот. Білки в більшості випадків мають амфотерні властивості.

Білки тваринних організмів розпадаються з утворенням аміаку, а білки рослин, руйнуючись (гідроліз), переходять в основному в амінокислоти, що мають як аліфатичний, так і ароматичний і гетероциклічний характер. При всьому різноманітті будови й розмірів макромолекул різних білків елементний склад їх коливається в порівняно вузьких межах, %:

C	–	50,6–54,5;
H	–	6,5–7,3;
N	–	15,0–17,6;
O	–	21,5–23,5;
S + P	–	0,3–2,5.

У складі білків є не тільки вуглець, водень, кисень, що властиво всім іншим розглянутим вище хімічним складовим частинам рослин, але також сірка, фосфор і, що особливо важливо, азот. Якщо сірка й фосфор можуть бути й серед мінеральних речовин рослин і вугілля, то азот – тільки в органічній масі рослин, у першу чергу, у білках. Про кількісний вміст білків у рослинах (%) можна судити за вмістом у рослинах азоту, помноживши останній на число 6,14.

У клітинах рослин білкові речовини входять у протоплазму, становлячи часто більше половини останньої. Вони здатні накопичуватися особливо в тих частинах рослини, у яких фізіологічні процеси протікають найбільш енергійно, наприклад, у листі. У різних видах рослин білки містяться в неоднакових кількостях: у деревних породах 1–10%, у мікрородостях 20–30%, але особливо багато білків у бактеріях – до 80%.

Нуклеїнові кислоти. У життєдіяльності тваринних організмів і рослин винятково важливу роль відіграють високомолекулярні нуклеїнові кислоти, полієфіри фосфornoї кислоти і N-рибозидів. Вони належать до природних вищих молекулярних сполук і беруть участь безпосередньо у біосинтезі білку. Молекулярна маса їх коливається в дуже широких межах – приблизно від десятків тисяч до кількох мільйонів.

У тваринних організмах і рослинах містяться як рибонуклеїнові кислоти (РНК),

так і дезоксирибонуклеїнові кислоти (ДНК), які розрізняються послідовністю чергування різноманітних комбінацій мономерних одиниць (нуклеотидів).

Сьогодні загальна структура нуклеїнових кислот уже доведена. Так, для ДНК, наприклад, приймається структурна модель, за якою макромолекула має форму спіралі, причому в спіраль закручені одночасно дві макромолекули ДНК на одній загальній осі (дволанцюгова спіральна структура). Менш вивчена молекулярна структура РНК. При гідролізі нуклеїнові кислоти розпадаються на відповідні нуклеотиди.

Змішані високомолекулярні сполуки відкриті порівняно недавно. Вони поширені в рослинному й тваринному світі. До них належать білки, що містять одночасно вуглеводний або ліпідний компонент, або пов'язані з нуклеїновими кислотами, а також полісахариди, що містять білковий, ліпідний, або обидва компоненти. Деякі ферменти належать до змішаних вищих молекулярних сполук.

6.2. Процеси утворення твердих горючих копалин

Для перетворень відмерлих рослинних матеріалів, занурених у воду, певне значення мало хімічне середовище, у якому вони перебували; важливу роль відіграли, можливо, і фізико-хімічні фактори. Однак найважливішими є фактори, пов'язані з бактеріальними процесами – з діяльністю ферментів мікроорганізмів, що викликають і спрямовують хід хімічних перетворень і реакцій (гідроліз, окиснювання, відновлення, полімеризація, поліконденсація й ін.).

Незважаючи на те, що всі «посмертні» перетворення рослин відбувалися під водою або, у всякому разі, у сильно зволоженому середовищі, доступ повітря не міг бути виключений повністю, і тому розрізняють перетворення хімічних складових частин рослин при аеробних (з більшим доступом повітря) або анаеробних умовах (з малим доступом або зовсім без доступу повітря). Існують також аеробні й анаеробні мікроорганізми. Через порівняно малу вивченість впливу аеробних і анаеробних мікроорганізмів на процеси перетворень рослинних залишків, Г. Потоньє розглядав ці перетворення тільки залежно від більшої або меншої участі в них кисню повітря, а також від вологості середовища, де протікали розглянуті процеси. З урахуванням цих факторів, Г. Потоньє розрізняв наступні основні види первинних перетворень рослинних залишків:

1. **Тління** – перетворення залишків вищих рослин при достатньому доступі повітря в присутності води; при цьому всі органічні речовини переходять у кінцеві продукти окиснювання – вуглекислий газ і воду. Цей процес аналогічний повільному горінню, і тверді органічні залишки в результаті його протікання, як правило, не утворюються; тверді залишки можуть давати в цих умовах лише найбільш стійкі хімічні складові частини рослин. Так, наприклад, тлінню піддаються, очевидно, целюлоза, лігнін, білки, але не рослинні смоли, воски, елементи, утворені зі спорополеніну, кутину й суберину (спори, пилок, кутикули). Отже, у результаті тління або зовсім не утворюється вугілля, або ж виходять первинні продукти, з яких утворюються ліптіобіоліти.

2. **Гниття (гуміфікація)** – цей процес відрізняється від тління недостатнім доступом повітря й малою вологістю: його уподібнюють неповному згорянню. У результа-

ті перетворень у таких умовах органічні речовини рослинних залишків лише частково перетворюються в CO і H₂O, причому одночасно утворюється також невеликий твердий залишок, що містить більше вуглецю, ніж вихідний матеріал. Його називають звичайно перегноем або гумусом. Під перегноем (або гумусом) прийнято розуміти взагалі бурі або чорні горючі речовини, що утворюються в результаті неповного розкладу вищих рослин.

Гумус можна спостерігати у вологому ґрунті полів і лісів, де він має бурий або чорний колір (лісовий торф).

Певна частина гумусу легко розчиняється у воді, утворюючи колоїдні розчини, відомі під назвою “чорні води”. Бурі кольори води в деяких річках пояснюють звичайно значною кількістю “чорних вод”, принесених потоками води з лісів.

3. Оторфеніння (торфоутворення) – досить розповсюджений у природі процес. Протікає при великій вологості, спочатку при недостатньому доступі кисню повітря, а потім – при майже повній ізоляції від нього. Отже, лише в початковій стадії процес оторфеніння подібний до гниття, а надалі він має специфічні особливості: внаслідок перекриття рослинних залишків, що нагромадилися, більш-менш товстим шаром води припиняється доступ повітря до них, а на їхній поверхні знову розвивається багата рослинність, яка утворює, у свою чергу шар, що ізолює від повітря. Окисні процеси під цим шаром тривають як з виділенням H₂O і CO, так і з утворенням твердого залишку (болотного торфу), але вони дуже уповільнені, і джерелом необхідного для цього кисню є, очевидно, сам перетворюваний рослинний матеріал.

Процес оторфеніння, як і гниття, зводиться в основному до підвищення відносного вмісту вуглецю в гумусових твердих продуктах, які можуть накопичуватися у великих кількостях.

4. Гнильне шумування, або бродіння – це своєрідний вид перетворень рослинних залишків, при якому процес здійснюється в спокійній воді при повній ізоляції від кисню повітря. Для цього процесу характерна перевага відновних реакцій, причому тверді продукти, що утворюються (гнильний мул, або сапропель) збагачуються не тільки вуглецем, як у раніше описаних процесах, скільки воднем. Гниттю піддаються в основному нижчі рослини – (водорості) і тваринні рештки.

Розглянуті види процесів зміни рослинних матеріалів, що накопичуються в природі, являють собою лише перші стадії вуглеутворення. У природних умовах вони тільки в рідкісних випадках протікають окремо: одні з цих процесів обов'язково супроводжують інші, завдяки чому вони переплітаються й накладаються. Нижче розглядається характер основних змін окремих хімічних складових частин рослини на різних стадіях первинних перетворень.

Білки в аеробних умовах швидко піддаються повному розкладу з утворенням газоподібних продуктів (аміаку), а також, можливо, амінокислот. В анаеробних умовах відбувається гідролітичне розщеплення білків, у результаті чого виходять в основному також амінокислоти, подальше перетворення яких може йти різними шляхами залежно від характеру навколишнього середовища. Частина амінокислот розчинна у воді й, отже, може легко видалятися з перетворених залишків рослин. Завдяки властивій амінокислотам високій реакційній здатності вони через аміногрупу або оксигрупу можуть легко вступати також у реакції конденсації, наприклад, із продуктами гідролізу деяких

вугледів, утворюючи при цьому стійкі азотисті й сірчисті сполуки. Таким чином, не виключена можливість протікання реакцій синтезу між продуктами змін білків й інших складових частин рослинних залишків. Гнильне шумування білків супроводжується виділенням H_2S й NH_3 .

Що стосується жирів, то в умовах природного нагромадження відмерлих рослин вони здатні швидко піддаватися омиленню й перетворюватися на суміші жирних кислот і гліцерину. В аеробних умовах жирні кислоти, як і жири, розкладаються порівняно легко. В анаеробних же умовах жирні кислоти змінюються в значно меншій мірі: винятково стійкими є насичені жирні кислоти й ті з ненасичених, які містять один подвійний зв'язок. У деяких випадках високомолекулярні граничні (насичені) жирні кислоти, їхні ангідриди й солі можуть перебувати серед продуктів перетворень відмерлих рослин навіть у вільному вигляді. Ненасичені жирні кислоти з більшим числом подвійних зв'язків в анаеробних умовах здатні полімеризуватися й утворювати стійкі сполуки, частина яких має гідроароматичний й ароматичний характер.

У порівнянні з жирами воски значно більш стійкі як в аеробних, так і в анаеробних умовах, чим пояснюється те, що вони виявляються в торф'яних покладах і навіть у бурому вугіллі.

Спорополенін, кутин і суберин у природних умовах є також досить стійкими до дії біохімічних агентів. Дуже стійкими щодо дії мікроорганізмів в аеробних й анаеробних умовах є смоли й продукти їх перетворень. Після втрати ефірних масел, у яких звичайно розчинені смоли, в останніх протікали процеси полімеризації, при яких ускладнювалися молекули, смоли перетворювалися на тверді, ще більш стійкі, нерозчинні й тугоплавкі речовини. Значна стійкість смол протягом геологічних періодів зумовлює те, що їх знаходять як у вигляді окремих включень (конкрецій) у викопному вугіллі, так і у формі самостійних скупчень. При підвищенні температури в процесі вуглеутворення смоли здатні розкладатися з виділенням кислоти й різних вуглеводнів; тому в природних умовах у смолах можуть перебувати також вуглеводні.

Усі менш складні вуглеводи в аеробних умовах легко розкладаються; у першу чергу це стосується найпростіших вугледів, причому вони малостійкі й в анаеробних умовах. Відносно більш стійкими в цих умовах виявляються геміцелюлози й пектинові речовини. Ще частіше в скупченнях перетворених рослинних залишків виявляють продукти гідролітичного розщеплення геміцелюлоз і пектинових речовин – пентозани й екзосани.

Найбільшу увагу привертала до себе процеси перетворення целюлози, що порівняно легко руйнується мікроорганізмами з утворенням метану, води, вуглекислого газу і найпростіших розчинних у воді органічних кислот (головним чином оцтової). Характер і швидкість розкладу целюлози залежать від виду присутніх мікроорганізмів й особливостей навколишнього середовища: при впливі аеробних і анаеробних мікроорганізмів, у тому числі грибків, а також термофільних й інших бактерій, целюлоза зазнає повного розпаду (з виділенням CO_2 і H_2O) або піддається шумуванню з утворенням жирних кислот і газоподібних продуктів – CH_4 (метанове шумування) або H_2 (водневе шумування).

У ряді випадків вміст целюлози в перетворених рослинних залишках при гнитті й торфоутворенні зменшується зі збільшенням ступеня розкладу. Цей факт нерідко вважають доказом того, що целюлоза не брала участі в утворенні вугілля. Однак

спостерігаються випадки, коли навіть сильно розкладений торф містить целюлози більше, ніж відносно менш розкладений. Тому поки що не можна вважати доведеним, що в процесі оторфеніння целюлоза не утворювала твердого залишку й служила тільки «їжею» для мікроорганізмів. Можливо, що при біохімічних перетвореннях целюлоза могла давати проміжні продукти, які взаємодіяли з іншими речовинами, утворюючи різні стійкі сполуки, аж до ароматичних. Не менша увага, ніж целюлозі приділялася лігніну, що є досить стійким до дії різних біохімічних агентів в аеробних й анаеробних умовах. Саме внаслідок цього при первинних процесах руйнування рослинних залишків може мати місце нагромадження лігніну, вміст якого, однак, при триваючому процесі торфоутворення зменшується, оскільки утворюються нові речовини, що становлять органічну масу торфу й бурого вугілля.

Трохи відрізняється від розглянутої теорії Потоньє генетична класифікація викопних палив Ю.А. Жемчужникова, базована на їх природі й походженні. Вводячи останнє поняття у свою класифікацію, Жемчужников ніби підкреслює, що характер викопних палив залежить не тільки від вихідного матеріалу, що послужив для утворення вугілля, а й від процесів його первинного перетворення (тобто умов нагромадження й розкладу), саме первинного, тобто незалежного від метаморфізуючих факторів: температури, тиску й часу.

За Жемчужниковим, нагромадження вищих рослин складаються головним чином із двох типів речовин: 1) лігніоцелюлозних тканин; 2) кутинізованих елементів (кутикула, оболонки спор, пилок, коркова тканина). Ці два типи речовин можуть переважати або мати підлегле значення як матеріал, з якого утворилися ті або інші викопні палива, але у всіх випадках таким матеріалом будуть речовини вищих рослин, що дають на певній стадії розкладання гумус. Це вугілля слід називати гумолітами на противагу сапропелітам, що утворилися переважно з нижчих рослин (водоростей). При переважанні в гумолітах похідних лігніоцелюлозних тканин вугілля називають гумітами, у випадку ж переваги кутинізованих елементів або смоляних тілець–ліптобіолітами. Останні можуть накопичуватися як при повному руйнуванні лігніоцелюлозних тканин, так й у результаті місцевого збагачення рослинних залишків кутинізованими елементами (наприклад, спорами) при самому нагромадженні. Групу сапропелітів також поділяють на два класи. У першому класі в паливі збереглися ще залишки водоростей, планктонів. В іншому класі водорості не збереглися, і все вугілля перетворилося в безструктурну масу – сапроколіти.

6.3. Різні теорії походження копалин

Незважаючи на повну очевидність першорядного значення геологічних факторів для процесу метаморфізму вугілля, деякі вчені висували інші теорії, наприклад, теорії базовані на впливі біохімічних факторів і залежності типу викопного палива від властивостей вихідної материнської речовини.

З біохімічних теорій походження вугілля згадаємо теорію М. Тейлора, за якою основним фактором в утворенні різних видів викопного палива є бактеріальна дія, що цілком регулюється властивостями порід, які складають покрівлю пласта. Ці породи можуть мати кислу реакцію, якщо вони складені переважно кальцієво-алюмінієвими силкатами, або лужну, якщо в них переважають натрієво-алюмінієві силкати.

У процесі гідролізу ґрунтовими водами ці два типи покрівлі поведуться по-різному. При кислій покрівлі гідроліз проходить утруднено, при лужній покрівлі – легко. В останньому випадку водний розчин луґу нейтралізує кислі складові частини, що утворюються при розкладанні торфугу, і тим самим сприяє продовженню й розвитку бактеріального впливу. При цьому завдяки непроникності для газів покрівлі бактеріальна діяльність відбувається в анаеробних умовах. Торф'яна маса розкладається у відновній атмосфері, у результаті чого утворюється паливо, збагнене киснем.

При кислій покрівлі лужного середовища не виходить. Кислі продукти від розкладу торфугу й життєдіяльності бактерій, накопичуючись, досягають такої концентрації, при якій подальша діяльність бактерій припиняється. Звичайно, продукт буде багатим на кисень, тим більше, що покрівля в цьому випадку залишається проникною для газів, отже, бактеріальна діяльність протікає в аеробних умовах.

Описаними відмінностями у характері покрівлі Тейлор пояснює походження бурого і кам'яного вугілля й антрацитів. Для утворення бурого вугілля необхідна кисла покрівля, для кам'яного вугілля й антрацитів – лужна покрівля.

Фактичний матеріал про характер покрівлі в різних паливних басейнах не підтверджує теорії Тейлора. Однак думка про значення середовища, у якому відбуваються бактеріальні процеси, на кінцеві результати слухна.

Разом з тим, теорія Тейлора, як така, не може бути прийнята до уваги, оскільки вона повністю відкидає значення геологічних факторів у процесі утворення вугілля, що як було показано вище, є безсумнівним фактом.

На підтвердження тези про вплив умов утворення й середовища на властивості одержуваного викопного палива можна згадати роботу М.Г. Титова зі співробітниками. Ними було встановлено, що в торфовищах, однакових за ботанічними сполуками, може утворюватися торф різного ступеня бітумінізації й що однією із причин цього є неоднакова мінеральна складова торф'яних вод, головним чином, наявність у них більшої або меншої кількості розчиненого гіпсу. Він сприяє утворенню кальцієвих солей гумінових кислот, з яких в основному складається органічна частина торфів.

Процес бітумінізації, за Титовим, не є результатом лише нагромадження залишків рослинних смол і восків. Утворення бітумів (тут під терміном “бітуми” слід розуміти продукти перетворень гумусу, які наділені властивістю розчинятися в органічних рідинах) відбувається також шляхом перетворення гумінових кислот у бітумінозні продукти при взаємодії цих кислот із продуктами неповного розкладу інших частин гумусу (клітковини, білків і жирів). Це перетворення гумінових кислот можливе лише за умови, що вони перебувають у розчиненому стані. При наявності значних кількостей у воді торфовища гіпсу останній перетворює кислоти на нерозчинні у воді кальцієві солі гумінових кислот, тобто перешкоджає протіканню описаної реакції конденсації із продуктами розкладу торфугу. У результаті утворюються менш бітумінізовані палива.

Отже, поряд з розкладом рослинних речовин за звичайною схемою в ряді випадків вплив додаткових факторів може привести до результатів, відмінних від нормальних. Так, у цьому випадку показано, що поряд з розкладом торфугу йде й синтез нових продуктів, причому в процесі синтезу бере участь, очевидно, весь комплекс речовин, з яких складається рослинний матеріал.

Цей приклад зайвий раз підкреслює, що одним фактором, наприклад, бактеріа-

льним впливом, без залучення хімічних, геологічних, інших причин не можна пояснити в цілому процес утворення різноманітних типів викопного палива.

Дослідження В.Є.Раковського в галузі хімії й генезису торфів не підтверджують лігнінну теорію. За його даними, у торфах присутні три складові частини: 1) рослинні залишки, що зберегли клітинну будову; 2) матеріал, що розклався, – детрит або гумус; 3) мінеральні компоненти.

Вуглеводний компонент органічного матеріалу представлений водорозчинними речовинами – моносахаридами й спиртами, речовинами, що легко гідролізуються – сахаридами, пектинами, крохмалем, а також найважливішим представником – целюлозою.

Під дією ферментів і мікроорганізмів у першу чергу розпадаються вуглеводи, але їхній беззалишковий розпад здійснюється тільки ферментами, а мікроорганізми перетворюють їх на гумус і гумусові кислоти, тобто вони зазнають гуміфікації. Значну роль у цьому процесі відіграє конденсація вуглеводів. Участь вуглеводів у процесі гуміфікації підтверджується тим, що кількість гумінових кислот і гумусу росте при зменшенні вуглеводного комплексу, у тому числі целюлози.

Думка, що лігнін є основною вихідною речовиною гумусу й гумінових кислот, не узгоджується також з тим, що нагромадження цих речовин має місце й при розкладанні сфагнових мохів, що не містять лігніну. Тільки в умовах сильного окиснювання встановлене утворення гумінових кислот з лігніну. У дослідях з моделювання процесу вуглефікації в автоклавах у присутності води із целюлози отримано до 20% гумінових кислот, а також відзначене утворення бітумів. У цих же умовах з лігніну утворилося всього кілька відсотків гумінових кислот.

У наш час більшість дослідників дотримуються думки про участь всіх складових частин рослин в утворенні твердих горючих копалин, а ступінь їх участі залежить від умов нагромадження. Напрямок перетворення рослинного матеріалу істотно залежить від умов: рН середовища, наявності кисню, життєдіяльності бактерій, мінералогічної обстановки. У морському середовищі, що містить іони сульфатів, при досить обмеженому доступі кисню утворення кислот незначне. Внаслідок цього рН середовища перебуває в межах 7,0-7,5, що створює сприятливі умови для життєдіяльності анаеробних бактерій, які засвоюють кисень органічних речовин, і присутні гумінові кислоти містять підвищені кількості водню, сірки й азоту. У прісноводних болотах гумінові кислоти, що утворюються при окиснюванні рослинного матеріалу, нейтралізуються кальцієм, що підвищує рН середовища й сприяє життєдіяльності бактерій, у тому числі сірчаних, активному розвитку планктонів і молюсків, багатих білками. Внаслідок цього більшість збагаченого кальцієм вугілля відрізняється високим змістом піриту, органічної сірки й азоту. У маловодних болотах створюються умови для припливу кисню й більш інтенсивного нагромадження продуктів окиснювання, гумінових кислот. Це формує кислотне середовище, яке перешкоджує життєдіяльності бактерій і сприяє консервації гумінових кислот і збереженню їх у більшій кількості.

Утворення бітумів – речовин, розчинних у бензолі й спирто-бензолі, за даними Раковського, відбувається в процесі перетворення смол, восків, спор, кутикул й інших елементів.

У процесі перетворення органічного осаду в торф відбувається зміна елемент-

ного складу, головним чином внаслідок видалення кисню.

У геологічній історії Землі утворення вугільних пластів пов'язане з виникненням і розвитком світу рослин. Найдавніші з твердих горючих копалин – сапропелітове вугілля і горючі сланці, утворилися зі скупчень ще примітивних підводних рослин (водоростей) і планктону на дні водойм. Родовища такого вугілля відомі з початку палеозою, вони утворилися близько 500 млн. років тому.

Серед більш пізніх родовищ сапропелітового вугілля відомі перехідні різновиди, які містять матеріал вищих наземних рослин.

Дрібні родовища гумусового вугілля, утвореного з матеріалу вищих наземних рослин, відомі у відкладах девону. Серед рослин цього періоду описані порівняно високоорганізовані види вищих рослин, розквіт яких відбувся у наступні кам'яновугільний і пермський періоди. До відкладів кам'яновугільного і пермського періодів відносять багато великих родовищ найбільш цінного кам'яного вугілля.

Нагромадження сапропелітів починається з кембрійського періоду, який є першим, найбільш раннім періодом, з якого можна простежити поступову еволюцію фауни і флори. В ордовіку утворилися Прибалтійські сланці, силурійське гумусове зольне вугілля відоме в кількох районах країн СНД і далекому зарубіжжі. У середині девонського періоду виникли перші нечисленні поклади гумусового вугілля промислового значення (барзасити).

Загально визнано, що вугільні пласти утворюються з торфу. При утворенні торф'яних боліт істотну роль відіграють такі основні фактори:

- а) еволюція розвитку флори;
- б) клімат;
- в) палеогеологічні і тектонічні умови.

У ранньому девоні у затоплених водою мілководних лагунах виростили рослини псилофіти, з яких утворилися малопотужні вугільні пласти у вигляді тонких прошарків вітриніту. При подальшому розвитку рослин у середньому і пізньому девоні, коли рослинність дуже швидко поширилася по всіх континентах, почали формуватися власне вугільні пласти. Пізньодевонське вугілля утворилося з рослин, подібних до тих, з яких виникло вугілля в карбоні, однак воно ще не має промислового значення. Тільки в ранньому карбоні сформувалися важливі родовища вугілля (Карагандинський, Підмосковний басейни, Західний Донбас). Найважливіші пермські вугільні басейни в Росії (Кузбас і Тунгуський басейн) виникли головним чином за рахунок голонасінних, які відігравали істотну роль у торфоутворенні й у верхніх частинах пізнього карбону. У мезозої, особливо в юрський і ранній крейдовий періоди, голонасінні є основною вуглеутворюючою рослинністю.

Для утворення торфу необхідно, щоб рівень ґрунтової води протягом року стояв над землею поверхнею чи близько до неї, і рослинний матеріал, що відмирає, не міг розкладатися. Подібні умови найбільш часто зустрічаються на рівних прибережних ділянках, де морська вода підпирає прісну воду, що притікає із суші, у зв'язку з чим більшість боліт зв'язана з морськими узбережжями чи з берегами великих озер.

Протягом усіх геологічних періодів відбувалося постійне підняття й опускання земної кори з різною інтенсивністю. Усі вугленосні формації в цьому відношенні поділяють на дві групи: крайові (геосинкліналі) і платформні. Платформні басейни мають

малу потужність вугленосної товщі, 2-3 пласти вугілля низького ступеня вуглефікації і горизонтальне залягання.

Відклади торфу зберігаються тільки в районах занурення, багаті родовища вугілля приурочені до областей крайових прогинів, причому утворення торфу пов'язане із часом існування континентальних умов.

Для вугільних родовищ, які утворилися в крайових прогинах, характерні потужні осадові товщі, що включають пласти вугілля потужністю до 2 м, розповсюджені на величезних площах і перешаровані численними прошарками морських осадів (Донбас, Рур). У районах великих складчастих гірських поясів, у тилкових ділянках моря, де занурення йде звичайно повільніше, кількість вугільних пластів невелика.

У помірному кліматі середньорічна швидкість росту накопичень торфу на болотах складає 0,55-1,0 мм, а на верхових болотах 1-2 мм. У тропічному кліматі вона значно вища. При переході від стадії утворення торфу через стадію бурого вугілля до кам'яного спостерігається значне ущільнення торфу, ступінь якого залежить від фації. Лісовий торф ущільнюється менше, ніж очеретяний, у якому міститься велика кількість води. Вважають, що ущільнення вихідної рослинної речовини до торфу, а потім до бурого і кам'яного вугілля виражається співвідношенням 6 : 3 : 1, тобто 1 м торфу дає 20 см кам'яного вугілля.

Умови утворення торфу обумовлюють генетичний тип вугілля чи вугільну фацію, яка визначається вмістом мацералів і мінералів у вугіллі, хімічними властивостями, які в основному не залежать від ступеня метаморфізму (вміст сірки й азоту, відношення водню до вуглецю у вітриніті та ін.), а також рядом текстурних особливостей.

Основні властивості вугілля у пластах визначаються способом нагромадження, рослинним матеріалом, який утворює торф, умовами середовища відкладення (надходженням вихідних речовин, рН середовища, життєдіяльністю бактерій, надходженням сірки, температурою торфу й окиснювально-відновним потенціалом).

Торф, що сформувався з різного рослинного матеріалу, є причиною утворення різних літотипів і мікролітотипів вугілля, що мають різні фізичні, хімічні і технологічні властивості.

Утворення (діагенез) торфу відбувається під впливом мікробів і хімічних реакцій. Найбільш істотні зміни відбуваються при обмеженому доступі кисню на поверхні матеріалу, який розкладається, і в безпосередній близькості від неї в так званому торфогенному шарі, приблизно до глибини 0,5 м. Тут активно діють аеробні бактерії, променисті грибки (актиноміцети) і нижчі грибки. Зі збільшенням глибини їх змінюють анаеробні бактерії, діяльність яких згасає на глибині до 10 м. Нижче відбуваються тільки хімічні зміни – головним чином, реакції відновлення, полімеризації і поліконденсації.

У верхньому шарі розрізу торфу вміст вуглецю зростає з 45-50 до 55-60% і потім зі збільшенням глибини майже не змінюється. Вміст з глибиною різко падає, характеризуючи ступінь діагенезу торфу. Кількість вільної (не змішаної з лігнітом) целюлози також є показником ступеня діагенезу торфу.

Оскільки перехід торфу в буре вугілля відбувається поступово, важко встановити чітку межу між ними, хоча рекомендуються показники, що дозволяють відрізнити торф від землистого бурого вугілля (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Відмінності між торфом і бурим вугіллям

Показник	Торф	Буре вугілля
Вміст води, %	> 75	< 75
Вміст вуглецю (C^{daf}), %	в основному < 60	в основному > 60
Наявність вільної целюлози	є	відсутня
Здатність розрізатися	розрізається	не розрізається

Наявність різного вихідного матеріалу в минулі геологічні періоди, варіації умов його розкладу і перетворення на торф є однією з причин утворення вугілля з неоднаковими хімічними, фізичними і технологічними властивостями при однаковому ступені вуглефікації.

Наступною стадією перетворення торфу на вугілля є геохімічна вуглефікація, чи просто вуглефікація. Вона протікає в анаеробних умовах і в ній не беруть участь мікроорганізми. Маса органічної речовини (ОР) за період геохімічної історії від торфоутворення до графітизації постійно зменшується, що супроводжується виділенням легких речовин. Зміни молекулярної структури, які відбуваються при цьому, уявляються лише загальною, а сутність і кількісна сторона відповідних процесів залишаються поки що недостатньо конкретизованими. Зі зростанням ступеня вуглефікації внаслідок втрати води, кисню у формі CO і водню у формі метану в вугіллі збільшується вміст вуглецю і співвідношення його з воднем і киснем.

Як показники ступеня вуглефікації використовуються відбивна здатність вітриніту (R_0), вміст вуглецю, віднесений до сухої знезоленої маси (C^{daf}), вихід легких речовин (V^{daf}), атомні співвідношення H/C і O/C , технологічні властивості вугілля.

Різні компоненти торфу і типи вугілля мають різні властивості і по-різному змінюються при вуглефікації. Збільшення ступеня вуглефікації на стадії бурого вугілля характеризується зменшенням загального вмісту води, що зв'язано зі зменшенням пористості, руйнуванням гідрофільних функціональних груп, особливо гідроксильних, число яких помітно скорочується на ранній стадії бурого вугілля. Крім гідроксильних, відщеплюються карбоксильні, метоксильні і карбонільні групи, у результаті чого росте вміст вуглецю.

На стадії бурого вугілля останні залишки лігніну і целюлози переходять у гумусові речовини, а гумінові кислоти, конденсуючись і втрачаючи кислотні властивості, утворюють нерозчинні в лугах вітриніти. Вихід легких речовин на стадії бурого вугілля змінюється слабо, а легкі продукти на цій стадії в основному представлені вуглекислим газом, водою і деякою кількістю метану. При геліфікації (вітринізації) гумусових речовин відбуваються найбільш істотні зміни, вугілля стає чорним і глясовим, дуже схожим на кам'яне вугілля.

На стадії бурого вугілля у порівнянні з торфом збільшується вміст вуглецю й зменшується – кисню. Ці зміни, а також зменшення кількості гумінових кислот і води поглиблюються при підвищенні стадії метаморфізму, що для бурого вугілля оцінюється за кількістю внутрішньої води, обумовленою для вугілля, що перебуває у повітряно-сухому стані.

Виділяють три стадії вуглефікації бурого вугілля: 1) землясте – вміст води >35%;

2) щільне, матове – вміст вологи 25-35%; 3) щільне, блискуче – вміст вологи 9-25%.

Вітринітове буре вугілля помітно відрізняється за хімічним складом від вугілля із високим вмістом фюзиніту й семівітриніту.

Фюзинітове вугілля має більше вуглецю й реактивного кисню, менше водню й кисню в складі функціональних груп, у нього також мало гумінових кислот (близько 7%, у порівнянні з 30-40% у вітринітового вугілля).

Значну частину органічного матеріалу, що утворюється на стадіях нагромадження й діагенезу в органічній масі торфів і бурого вугілля, становлять гумінові кислоти.

У кам'яному вугіллі гумінові кислоти відсутні. Процес вуглефікації кам'яного вугілля протікає аналогічно процесу вуглефікації бурого вугілля: зменшується вміст вологи і росте теплота згоряння. На більш пізніх стадіях кам'яного вугілля вихід летких речовин, представлених в основному продуктами розкладу неароматичних складових вугілля, швидко зменшується і зростає ступінь ароматизації гумусових комплексів. На цій стадії вуглефікації відбивна здатність росте пропорційно зниженню виходу летких речовин, що пов'язано, мабуть, зі ступенем ароматизації структурних елементів вітриніту.

Антрацитова стадія характеризується різким падінням вмісту водню, атомного співвідношення Н/С, сильним збільшенням відбивної здатності й оптичної анізотропії.

Процес вуглефікації зумовлюється підвищеною температурою, високим тиском гірських порід і тривалістю впливу цих факторів. Нормальне збільшення ступеня вуглефікації з глибиною залягання відоме як *правило Хілта* і спостерігається в розрізах свердловин. З підвищенням температури з глибиною в залежності від геотермічного градієнта і теплопровідності порід росте ступінь вуглефікації. Розрахунок змін кількості і складу летких продуктів у ряді вуглефікації дозволяє одержати криві спаду компонентів у розрахунку на ОР початку ранньобуровугільної стадії ($C^{daf} = 60\%$). Аналіз отриманих даних свідчить про нерівномірність процесу втрати кисню і його форм на різних стадіях вуглефікації і перехід кисню з однієї форми в іншу. Це свідчить про стадійність процесу вуглефікації, яка супроводжується стрибкоподібними переходами у властивостях вугілля.

Аналогічні дані отримані і при розрахунку газовиділення при утворенні гумусового кларенового вугілля у ряді вуглефікації. На кривій, яка описує суму летких продуктів вуглефікації, є чотири максимуми, що відповідають стадіям вуглефікації, на яких спостерігається перехід від бурого до кам'яного вугілля, поява і втрата спікливих властивостей. Це свідчить про те, що процеси газовиділення і структурування вугілля протікали одночасно і вони обумовили основні властивості вугілля.

6.4. Умови утворення твердих горючих копалин

При розгляді умов утворення гумітів найбільший інтерес становлять процеси торфоутворення й вуглеутворення. За даними Ю.А. Жемчужникова, весь процес вуглеутворення варто поділити, у свою чергу, на дві послідовні стадії:

- а) діагенез;
- б) метаморфізм.

Відповідно до цього, найпоширеніший у природі процес утворення гумітів може бути представлений наступною схемою:

1. Торфоутворення – відбувається в основному на базі болотної рослинності.

2. Вуглеутворення: а) діагенез, тобто перетворення торфу на щільне буре вугілля, і б) метаморфізм, тобто еволюція бурого вугілля, перехід його у кам'яне вугілля, еволюція кам'яного вугілля і перетворення його на антрацит.

Про характер і напрямок процесів, які протікають при діагенезі, можна судити на підставі порівняння властивостей типових зразків торфів і бурого вугілля. Найбільш помітно ці розходження виявляються в груповому хімічному складі. Так, у той час, як у торфі містяться складові частини рослин (вуглеводи, лігнін й ін.), у бурому вугіллі вони вже майже відсутні.

Гумінові кислоти виявляються як у торфі, так і в бурому вугіллі, але при торфоутворенні відбувається нагромадження гумінових кислот, а в бурому вугіллі коли його зрілість збільшується, кількість гумінових кислот зменшується. Вміст вуглецю в органічній масі бурого вугілля більший, ніж у торфах, а кисню – відповідно, менший. Буре вугілля завжди більш щільне, ніж торф, і відрізняється помітно меншою вологістю.

Все це дозволяє зрозуміти особливості процесів діагенезу, які повинні бути розглянуті в прямому зв'язку з умовами, що мали місце в торфовищах.

Після того, як набряклу у воді торф'яну масу покривають мінеральні породи, поховане торфовище починає поступово зневоднюватися й ущільнюватися під тиском покрівлі. Поряд із цим, у торф'яній масі протікають хімічні процеси дегідратації й декарбоксілювання за рахунок відщеплення карбоксильних груп з гумінових кислот з утворенням води й вуглекислоти. Це свідчить про те, що при діагенезі переважали хімічні реакції відновного характеру, на відміну від умов при торфоутворенні, коли мали місце головним чином окисні процеси. Одночасно з дегідратацією й декарбоксілюванням, при діагенезі мали місце також процеси дегідрогенізації з утворенням, зокрема, метану й сірководню. Виняткове значення мали також інші фактори, що впливали на процеси торфоутворення й діагенезу. У той час як при процесах торфоутворення головна роль належала дії мікроорганізмів, при діагенезі бактеріальна діяльність поступово припинялася внаслідок настання асептичних умов, і головного значення набували такі фізико-хімічні фактори, як тиск, підвищення температури в результаті дії термофільних бактерій, каталітична дія мінеральних домішок і хімічні особливості навколишнього середовища (сольовий склад вод, наявність газів й ін.). Подальший перебіг процесів вуглеутворення – метаморфізм – зумовлював поступове перетворення бурого вугілля на кам'яне, а кам'яного вугілля – на антрацити, причому проміжними продуктами цих перетворень є різноманітні види бурого і кам'яного вугілля (тобто метаморфічні й генетичні ряди).

Говорячи про суть процесів метаморфізму, не можна не відзначити труднощі їх вивчення – головним чином через неможливість спостереження за ними в природних умовах і моделювання цих процесів у лабораторіях. Тому доводиться обмежуватися порівнянням наявних властивостей бурого і кам'яного вугілля при метаморфічних перетвореннях.

Насамперед, необхідно відзначити, що в кам'яному вугіллі уже не виявляються характерні для бурого вугілля речовини, наділені кислотними функціями (гумінові

кислоти), і воно стає хімічно нейтральним в результаті перетворення гумінових кислот на нейтральні гумінові речовини. Крім цього, бітумні компоненти кам'яного вугілля також втрачають подібність (кількісну і якісну) з бітумами бурого вугілля. Спостерігаються також інші розходження властивостей бурого і кам'яного вугілля, що свідчать про закономірну спрямованість метаморфічних перетворень зі зрілістю, що збільшується: зменшується вологість і підвищується щільність та густина вугілля, бурі кольори переходять у чорний, збільшується також вміст вуглецю й знижується вміст водню й кисню.

Все це дозволяє припускати, що перетворення при метаморфізмі відбуваються в тому ж напрямку, що й при діагенезі, тобто продовжують розвиватися в основному відновні процеси – реакції дегідратації й декарбоксилування.

Щодо причин різного протікання процесів при метаморфізмі й ролі тих або інших факторів, то з цих питань висловлювалися різні припущення. У першу чергу, варто розглянути вплив геологічних факторів на протікання процесів метаморфізму. До таких факторів зазвичай відносять тривалість процесів за часом, температуру, а також тиск гірських порід.

Що стосується тривалості процесів, тобто геологічного віку вугілля, то вже відзначалося, що цей фактор має лише другорядне значення. Тому при розгляді головних причин метаморфізму вугілля геологічний вік порівняно мало береться до уваги, більшого значення надають впливу підвищеного тиску й температури, які найчастіше тісно пов'язані між собою й супроводжують одне одного, у зв'язку з чим виділити роль кожного зокрема виявляється не завжди можливим. Ю.А. Жемчужников розглядає не безпосередньо самі ці фактори (тиск, температуру), а пов'язані з ними окремі види метаморфізму: а) контактовий, або термічний; б) тектонічний, або динамометаморфізм; в) регіональний, або глибинний, метаморфізм.

Підвищення ступеня метаморфізму вугілля могло відбуватися при контакті з виверженими вулканічними масами, що несуть звичайно величезні кількості тепла: так, наприклад, температура лави при виливі досягає 1300°C.

Підводячи загальні підсумки розглянутих вище положень про метаморфізм вугілля зауважимо, що не можна надавати вирішального значення дії тільки одного з факторів вуглеутворення, ігноруючи інші. На напрямок і кінцевий результат процесів торфо- і вуглеутворення впливала сукупність багатьох разом узятих факторів. Залежно від варіювання дії тих або інших факторів й умов, утворилося різне вугілля, що відрізняється за складом і властивостями. Необхідно лише виділити із цих факторів й умов найбільш істотні для утворення кожного класу твердих горючих копалин.

Що стосується гумітів, то цілком обґрунтованими є припущення про стадійність їх утворення. Перша стадія – торфоутворення, при якому головна роль належить біохімічним факторам. До другої стадії можна віднести діагенез, при якому ще продовжують діяти біохімічні фактори, але, поряд з ними, стає усе більш помітним вплив факторів геологічного характеру (відносно невисокі температури й тиск). Нарешті, третьою стадією є метаморфізм, при якому хімічні перетворення вугілля зумовлені впливом переважно фізико-хімічних або геологічних факторів, що діють на глибині, тобто високих тисків і підвищених температур.

7. Систематизація і класифікація твердих горючих копалин

Класифікація твердих горючих копалин (ТГК), як систематика всіх їх видів, що зустрічаються, за найважливішими характерними ознаками і властивостями, є однією з найскладніших проблем науки про ТГК. Над вирішенням цієї проблеми багато років працювали дослідники в різних країнах світу, у тому числі і в нашій країні, оскільки побудова науково обґрунтованої класифікації ТГК мислима лише як результат узагальнення всіх досягнутих знань про їх природу і склад, а також про структуру і властивості речовин, які є складовими ТГК.

Існуючі класифікації ТГК можна поділити на три основні типи:

1) загальні класифікації включають основні параметри (істотні властивості), що відображають внутрішню спільність кожного класу і класів серед всіх ТГК, охоплюваних класифікацією. Такі класифікації мають головним чином пізнавальне теоретичне значення;

2) технологічні (промислові) класифікації розподіляють ТГК за показниками властивостей. Технологічні класифікації виражають головним чином такі співвідношення властивостей ТГК, знання яких необхідне для використання їх в тій або іншій конкретній галузі промисловості, і тому вони називаються також окремими або частковими;

3) комбіновані класифікації (наприклад, промислово-генетична) ґрунтуються на показниках, що використовуються і в загальних, і в технологічних класифікаціях. Ці класифікації (їх більшість) мають як теоретичне, так і практичне значення. Вони дозволяють розширити число ТГК, включених у класифікацію, а також сприяють розкриттю взаємозв'язку складу, будови і практично важливих властивостей ТГК.

Різноманіття в природі видів ТГК зумовило необхідність систематизації їх за найбільш загальними, характерними ознаками. У зв'язку з цим велику увагу надавали розробці так званих загальних наукових класифікацій ТГК (табл. 2.2).

Відповідно до загальної систематики ТГК, перше ознайомлення проводиться спочатку за найпростішими і найбільш характерними особливостями.

Торф. Торф тільки з певною мірою умовності можна віднести до твердих горючих копалин. У більшості випадків торфи – матеріали накопичення, процеси перетворення яких продовжуються на поверхні землі в торф'яних болотах донині. В природі зустрічаються іноді торфи, які за рядом властивостей займають проміжне місце між більш зрілими торфами і менш зрілим бурим вугіллям.

На вигляд торф – це неоднорідна суміш продуктів різного ступеня перетворення із залишків окремих частин наземних і болотяних рослин: стебел, коріння, гілок, кори, листя, хвої, трав, моху тощо.

При розгляданні шматків торфу неозброєним оком в них виразно спостерігаються прошарки, що складаються як із не повністю перетворених морфологічних частин рослин, так і з продуктів більш глибоких їх перетворень, що мають вид однорідної аморфної (безструктурної) маси. Таким чином, і в шматках торфу може бути знайдена смужкуватість, характерна почасти для шматків бурого вугілля і для більшої частини кам'яного вугілля.

Мала величина уявної густини шматків торфу пов'язана з їх високою пористістю (до 70%). Грудковий торф має характерну властивість – при висиханні значно зме-

ншується в об'ємі (дає усадку), причому усадка може складати до 40% первинного об'єму грудок.

Таблиця 2.2 – Загальна наукова класифікація ТГК

Стадії хімічної зрілості Класи ТГК	Торф'яна	Буровугільна	Кам'яновугільна	Антрацитна
I. Гуміти (переважно з вищих рослин)	Торфи: а) верхових боліт б) низинних боліт в) захоронені	Буре вугілля: а) землисте б) щільне (блискуче, матове смугасте) в) лігніти	Кам'яне вугілля: а) зовні однорідне (блискуче, сажа) б) зовні неоднорідне (смугасте, матове напівблискуче)	Антрацити
II. Ліптобіоліти (із стійких формівних елементів вищих рослин)	а) фіхтеліт – з воску б) копали – із смол в) фіменіт – з пилку	а) піропісит – з воску б) янтар – зі смол в) спорове вугілля (підмосковне) г) кутикулове вугілля (підмосковне “паперове” вугілля) д) барзаське вугілля	а) рабдопісит – із смол б) ткібульське смоляне вугілля в) концентрації смол г) спорове (кізеловське) д) кутикуліт (Іркутське) е) “листувате” вугілля (барзаське) ж) “кеннелі” з) лопініт – з кори	-
III. Сапропеліти (з нижчих рослин, водоростей (альг), залишків живих організмів – планктону) 1. Власне сапропеліти (стійкі елементи рослин містяться) 2. Сапроколіти (стійкі елементи рослин відсутні)	а) сапропелі (прісноводні) б) куронгіт в) балхашит г) сапроколи	а) богхеда б) торбаніт в) марагуніт г) сапропеліти серед бурого вугілля (кеннелі-богхеда, напівбогхеда) Сапроколіти серед бурого вугілля	а) вугілля з Люгау (богхед) б) сапропеліти серед кам'яного вугілля (кеннелі-богхеда) Сапроколіти серед Іркутського кам'яного вугілля (хахарейські, матаганські)	Сапропеліти серед донецьких антрацитів
IV. Група особливих видів ТГК	–	а) змішані сапропеліто-гуміти і гуміто-сапропеліти серед підмосковного бурого вугілля б) змішане гуміто-ліптобіолітове вугілля серед бурого вугілля Дніпровського басейну в) кенелі	а) змішані гуміто-сапропеліти серед Іркутського кам'яного вугілля б) змішані гуміто-ліптобіоліти серед кам'яного вугілля Західного Донбасу і Кізеловського басейну в) кеннелі	Антрацити змішаного походження і складу серед донецьких гумусних антрацитів

Буре вугілля – це вугілля, що отримало свою назву від звичайного бурого кольору (хоча є буре вугілля і чорного кольору). Воно характеризується частіше за все зовні повною відсутністю залишків рослин, що не розклалися, і не має того аморфного вигляду, який властивий свіжовидобутому торфу. Відома велика кількість типів бурого вугілля з різними специфічними зовнішніми ознаками.

Землисте буре вугілля. В природному стані землисте буре вугілля сильно обводнене (вологість 35–65%) і при зберіганні в природних умовах поволі втрачає вологу до її вмісту 15–25%. Свіжовидобуте землисте буре вугілля є зовні однорідною зернистою

грудкуватою бурою масою. Грудки підсушеного вугілля легко роздавлюються і розтираються рукою на дрібні крихти. Дійсна густина землистого бурого вугілля коливається від 1,2 до $1,35 \cdot 10^3$ кг/м³.

Щільне буре вугілля зустрічається у вигляді блискучих, матових і смужкуватих різновидів. Блискуче щільне буре вугілля містить, в порівнянні із землистим, менше вологи (7–12%) і зовні має велику схожість з кам'яним вугіллям, унаслідок чорного кольору, характерного блиску і значної механічної міцності і твердості. Дійсна густина цього вугілля коливається в межах $(1,25-1,30) \cdot 10^3$ кг/м³.

Кам'яне вугілля відрізняється від торфу і бурого вугілля більшою твердістю, завжди чорним кольором, меншою вологістю і більш високою дійсною густиною ($d_f = (1,25-1,45) \cdot 10^3$ кг/м³). Звичайно для кам'яного вугілля характерний більший або менший ступінь блиску. Відповідно до цього розрізняють блискуче, напівблискуче, матове і сажу (або волоконне, що нагадує деревне вугілля).

Найчастіше в природі зустрічається напівблискуче (наприклад, середньо-карбонове вугілля Донбасу) і зовні неоднорідне, щільне, чорного або чорно-сірого кольору матове вугілля (наприклад, кам'яне вугілля Західного Донбасу). Рідше зустрічаються однорідне блискуче кам'яне вугілля і сажу.

Для шматків і пластів кам'яного вугілля характерна смужкуватість, що виражається чергуванням блискучих, напівблискучих, матових смуг і сажі. Кам'яне вугілля вельми різноманітне за хімічною зрілістю. Навіть в межах одного і того ж басейну (наприклад, у Донбасі і Кузбасі) з типів кам'яного вугілля можна скласти безперервний ряд (або гамму) вугілля в послідовності, відповідній зростанню хімічної зрілості. Так, окремі представники такого ряду кам'яного вугілля в Донбасі – від менш зрілих до більш зрілих – при використанні їх для промислових цілей отримали наступні найменування: довгополуменеве (марка Д), газове (марка Г), жирне (марка Ж), коксове (марка К), піснувато-спікливе (марка ПС) і пісне (марка П).

Безперервний ряд кам'яного вугілля (надалі такий ряд вугілля називатиметься метаморфічним від грецьк. *метаморфоза* – перетворення) закінчується пісним вугіллям. Далі – антрацит. Якщо за зовнішніми ознаками неважко відрізнити кам'яне вугілля від антрациту, то не завжди вдається відрізнити менш зріле кам'яне вугілля від більш зрілого, а особливо близьких між собою (сусідніх в ряді) стадій вуглефікації. Проте це можливо, оскільки встановлені закономірності зміни властивостей кам'яного вугілля у міру збільшення ступеня зрілості. Наприклад, у метаморфічному ряді вугілля зменшується (стає менш явною) смужкуватість, зростає ступінь блиску і збільшується дійсна густина.

Антрацити належать до найбільш зрілих гумітів. В порівнянні з кам'яним вугіллям, антрацити є найблискучішими і найбільш твердими утвореннями з дійсною густиною – $(1,4-1,7) \cdot 10^3$ кг/м³. Колір антрацитів сірувато-чорний, блиск металічний, з жовтим відтінком. Антрацити розрізняються за характером будови: масивні, грубо-, середньо- і дрібнозерністі. Типові антрацити виявляють деякі властивості, не характерні для кам'яного вугілля, наприклад, підвищену електропровідність. Антрацити – це не остання стадія перетворення гумітів. Вважається, що у відповідних умовах антрацит може через проміжні стадії перетворитися на графіт. У такому разі безперервний ряд гумітів (торф – буре вугілля – кам'яне вугілля – антрацит) закінчується графітом.

Між всіма типовими представниками в цьому ряді гумітів, на стиках, є перехідні утворення з проміжними властивостями: між торфом і бурим вугіллям – поховані торфи, між бурим вугіллям і довгополуменевим кам'яним вугіллям – вугілля марки БД, між пісним кам'яним вугіллям і антрацитами – напівантрацит. Є перехідні утворення також між антрацитом і графітом ($d_r = 2,2 - 2,23 \cdot 10 \text{ кг/м}^3$). До них належать суперантрацити, або графітисті антрацити ($d_r = 1,75 - 1,9 \cdot 10 \text{ кг/м}^3$), які зустрічаються на Уралі. До перехідних утворень між суперантрацитом і графітом зараховують так звані антраксоліти, одним з представників яких є шунгіт. Малозольний різновид шунгіту ($d_r = 1,84 - 1,98 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$) є матеріалом чорного кольору, дуже твердим, з сильним блиском і синюватим відливом, на вигляд схожим на антрацит.

Горючі і вуглисті сланці. Під сланцями взагалі (як горючими, так і вуглистими) розуміють такі викопні матеріали, в яких разом з органічними речовинами міститься велика кількість мінеральних речовин (умовно понад 40%). Термін «горючі сланці» прийнято поширювати на сланці з органічною масою (тобто з керогеном) лише сапропелевої природи. Високозольні ТГК з органічною масою гумусної природи називають звичайно «вуглистими сланцями». Слід враховувати, що за характером органічної маси в природі зустрічаються сланці як гумусного і сапропелевого, так і ліптобіолітового, а також змішаного походження.

Відмітною ознакою всіх горючих (і вуглистих) сланців у зв'язку з великою їх зольністю є висока дійсна густина ($d > 2,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$). Залежно від переважання в них мінеральних речовин, сланці забарвлені в різний колір – темно-сірий, жовтий, коричневий і чорний. В грудках всі сланці є досить твердими і щільними утвореннями, що іноді розшаровуються на плитки. Горючі сланці, крім того, легко спалахують і горять полум'ям, що коптить.

Численними дослідженнями уточнена природа керогену різних родовищ горючих сланців, причому було встановлено, що ленинградські і естонські сланці належать в основному до сапропелевих; волзькі горючі сланці за походженням виявилися змішаними з переважанням сапропелітових речовин над гумусними.

Вище були розглянуті найважливіші зовнішні ознаки, за допомогою яких можна відрізнити один тип ТГК від іншого і з більшою або меншою вірогідністю встановити його природу і стадію зрілості. Проте заснований тільки на зовнішніх особливостях висновок про природу і зрілість вугілля, тобто про його місце в загальній систематичі ТГК, може бути помилковим або не зовсім відповідати дійсності. Тому для виявлення природи і зрілості ТГК і визначення шляхів найраціональнішого їх використання необхідно застосовувати дані, одержані за допомогою інших методів дослідження (фізичних, хімічних), у тому числі і методів вугільної петрографії.

8. Торф і вугілля

Торф – молода горюча корисна копалина, що пройшла початкову стадію перетворення в умовах надлишкового зволоження боліт при обмеженні доступу повітря.

Вихідним матеріалом при утворенні торфу є мохи, чагарники, трав'янисті і деревні рослини, розвиток яких визначається переважно умовами живлення – атмосферного чи ґрунтового.

Сутність біохімічних перетворень полягає в руйнуванні нестійких фрагментів рослин і синтезі нових, більш стійких у цих умовах.

У торфоутворенні беруть участь найпростіші водорості, дріжджі й цвілі. Ефективність процесу торфоутворення низька. Акумуляється менше 20% маси відмерлої рослинності у вигляді торфу.

Середня швидкість нагромадження торфу складає близько 1 мм на рік. Головний пояс торфонакопичення на Земній кулі відповідає зоні хвойних і частково зоні змішаних лісів.

Торф'яні родовища по Земній кулі розподілені нерівномірно, відповідно до кліматичних і ґрунтово-ботанічних зон. Світові запаси торфу за різними оцінками складають від 250 до 500 млрд. т. (у перерахунку на 40% вологість).

В Азії їх зосереджено близько 50%, у Європі – 31%, у Північній Америці – 11%, 8% в інших частинах світу.

Розподіл торф'яних родовищ пов'язаний з географічною широтою, рельєфом і геоморфологічною будовою місцевості. В Україні виявлено понад 2500 родовищ торфу із середньою глибиною залягання 1,4 м і запасами понад 2260 млн. т. На сьогодні в Україні вироблено більше 45% розвіданих запасів.

Унаслідок різноманіття рослин-торфоутворювачів і широкого діапазону умов торфонакопичування склад і властивості торфу змінюються у широких межах.

Речовина торфу містить частково розкладені рослинні залишки, продукти їх розпаду у вигляді темної аморфної гумусової речовини і мінеральну частину. У природному стані торф містить 85-95% води, а у твердій частині – до 50% мінеральних сполук. Органічна речовина торфу містить 48-65% вуглецю, 4,7-7,3% водню, 24,7-45,2% кисню, 0,2-1,2% сірки і 0,5-4,0% азоту.

Елементний склад відбиває природу вихідного рослинного матеріалу і характер його зміни при торфоутворенні, а також визначає ботанічний склад торфу, а умови живлення і вид рослин-торфоутворювачів визначають вид торфу.

Торф, що утворився з рослин переважно атмосферного (оліготрофного) живлення із вмістом рослинних залишків не менше 95%, називається верховим, а з рослин багатого (евтрофного) живлення, із вмістом таких рослинних залишків не менше 95%, – низинним.

Торф, у якому 10-90% залишків рослин одного типу, а решта – іншого, а також є залишки сфагнових мохів мезотрофного типу, називається перехідним.

Кожен тип складається з підтипів: лісового, лісо-болотного і болотного, а підтипи поділяються на групи: деревну, деревно-трав'яну, деревно-мохову, трав'яну, трав'яно-мохову і мохову. Виділяють 20 видів низинного, 8 перехідного і 12 верхового торфу.

Рівень біохімічного розпаду рослин-торфоутворювачів характеризується ступенем розкладу, який показує частку безструктурного торфу, що втратила клітинну будову речовини. Ступінь розкладу змінюється від 1 до 75% (табл. 2.3).

У залежності від геоботанічної характеристики, істотно змінюється склад торфів (табл. 2.4). При переході від верхового торфу до низинного підвищується вміст азоту, гумінових кислот і фульвокислот, у той час як кількість компонентів, характерних для рослин (бітулів, водорозчинних, гідролізованих речовин і целюлози) знижується в 1,5-3,0 рази.

Таблиця 2.3 – Ознаки торфу за ступенем розкладу

Ступінь розкладу		Головні ознаки стану торфу
у, %	Назва ступеня	
менше 15	Нерозкладений	Торф'яна маса не проходить крізь пальці. Поверхня торфу шорстка від залишків рослин, які добре розрізняються. Вода витискається струменем, як з губки, прозора, світла
15 – 20	Дуже слабо розкладений	Вода витискається частими краплями, струменем, слабо жовтувата
20 – 25	Слабо розкладений	Вода витискається у великій кількості, жовтого кольору, рослинні залишки майже відсутні
25 – 35	Середньорозкладений	Маса торфу майже не проходить крізь пальці. У структурі торфу розрізняються залишки рослинності. Вода витискається частими світло-коричнюватими краплями, торф починає забруднювати руку
35 – 45	Добре розкладений	Маса торфу слабо продавлюється. Вода виділяється рідкими краплями, коричнюватого кольору
45 – 55	Сильно розкладений	Маса торфу проходить крізь пальці, забруднює пальці. У торфі помітні лише деякі рослинні залишки. Вода витискається у малій кількості, темно-коричневого кольору
55 і більше	Дуже сильно розкладений	Торф проходить крізь пальці у вигляді грязеподібної чорної маси. Вода не витискається. Рослинні залишки зовсім не розрізняються

Таблиця 2.4 – Груповий хімічний склад органічної частини різних типів торфу (% на органічну масу, у чисельнику – середнє значення, у знаменнику – min, max)

Компоненти	Тип торфу		
	Низинний	Перехідний	Верховий
Бітум	4,2	6,6	7,0
	1,2 – 12,5	2,2 – 13,7	1,2 – 17,7
Водорозчинні і легкогідролізовані	25,2	23,9	35,8
	9,2 – 45,8	6,9 – 51,5	9,0 – 63,1
Гумінові кислоти	40,2	37,8	24,7
	18,6 – 55,5	11,7 – 52,5	4,6 – 49,9
Фульвокислоти	15,5	15,7	16,6
	5,0 – 27,9	8,6 – 33,2	10,0 – 30,4
Целюлоза (важкогідролізовані)	2,4	3,6	7,3
	0,0 – 9,0	0,0 – 15,8	0,7 – 20,7
Лігнін (негідролізований залишок)	12,3	11,4	7,4
	3,3 – 26,3	1,9 – 23,9	0,0 – 21,1

Відомий похований, або міжльодовий, торф, який відклався у періоди між заледеніннями. Цей торф похований під мінеральними відкладами різної товщини. Вік похованого торфу обчислюється десятками тисячоліть. Похований торф, на відміну від сучасного, має порівняно невисоку вологість, близько 30-60%. У деяких випадках похований торф утворився в післяльодовий період.

Густина сухої речовини торфу залежить від зольності, ступеня розкладу і хімічного складу, зростаючи із зростанням зольності з 1570 до 1710 кг/м³ і падаючи із зростанням ступеня розкладу з 1570 до 1400 кг/м³ при зольності 2%.

Водопоглинання торфу залежить в основному від анатомічної будови залишків рослин торфоутворення, структури торфу, колоїдних властивостей гумусу і визначається ботанічним складом і дисперсністю, знижуючись із зростанням ступеня розкладу. Водопоглинання коливається від 75 до 2000%, зменшуючись від торфу верхового типу до перехідного і особливо низинного типу.

Дисперсність в межах одного типу знижується при переході від торфу деревної групи до мохової, а при одній і тій же мірі розкладу низинний торф має більш однорідну дисперсність і відрізняється від верхового меншим вмістом дрібних частинок.

Кислотність торфу є одним з факторів, що зумовлюють інтенсивність мікробіологічної діяльності. Обмінна кислотність, що використовується як додатковий показник якості торфу, перебуває у прямому зв'язку із вмістом кальцію, який, очевидно, є головним регулятором кислотності торфу; рН сольової витяжки торфу коливається в межах 2,6-7,4.

Бітуми верхових торфів містять в основному стійкі сполуки (віск, насичені вуглеводні), низинних – біохімічно нестійкі речовини (хлорофіл, ненасичені і кисневі сполуки). З часом кількість бітумів в торфовому покладі майже не змінюється, однак збільшується вміст воску і зменшується вміст смол, що пов'язано з вторинними процесами, які відбуваються в торфі.

Екстракт, що витягується з бітумоносних торфів бензином, називають сирим торфовим воском. Він має темно-коричневий колір, містить не більше 40% смолистих речовин, 10% механічних домішок і 0,5% вологи, кислотне число – 30-60, число омилення – 100-160, водне число – 15-30, температура краплепадіння – 70-80°C.

Сировиною для отримання сирого торфового воску служить торф із вмістом бітуму не менше 5%, зольністю не більше 8% і робочою вологістю до 50%.

Знесмолений торфовий віск отримують екстракцією охолодженим до 0-5°C бензином з подальшою промивкою воску чистим розчинником і продуванням гострою парою для видалення бензину. Рафінований торфовий віск виробляють з торфу знесмоленого методом вакуумної дистиляції, очищення селективними розчинниками, а також окисненням перманганатом калію, азотною кислотою, сумішшю азотної і сірчаної кислот, хромовою кислотою і двохромовокислим калієм. Він має світло-жовтий або жовтий колір, температуру плавлення не нижче 79°C, кислотне число 120-260, число омилення 180-220, водне число не більше 8. Етерифікацією рафінованого воску спиртами отримують етерифікований рафінований віск.

Торфовий віск широко використовується в точному литті, для отримання полірувальних мастил, полірування хромованих і нікельованих виробів, для просочення паперу, шкіри, дерева, у виробництві олівців і косметики. У емульгованому вигляді віск входить до антиадгезійних сумішей, що використовуються при отриманні виробів з пінополіуретану, спиртові екстракти воску і смола використовуються при виробництві медичних препаратів, інгібіторів корозії металів, для одержання промивних і консерваційних речовин.

Вміст і склад вуглеводів торфу залежить від типу, виду, ступеня розкладу і умов торфоутворення. Їх кількість коливається від 50% на органічну речовину у верхового торфу низького ступеня розкладу до 7% у торфу зі ступенем розкладу понад 55%. Вуглеводи торфу представлені у вигляді полісахаридів, моносахаридів і їх пектинових речовин.

Вуглеводи торфу зосереджені у водорозчинних, легкогідролізованих та важкогідролізованих фракціях органічної речовини. Загальну кількість цукру в продуктах гідролізу торфу характеризують за показниками “редуючі речовини”, вміст яких у водорозчинній і легкогідролізованій фракції до 50% і у важкогідролізованій – понад 90%. Найбільш багаті вуглеводами торфи верхового типу з низьким ступенем розкладу.

За вмістом і якістю вуглеводів торф є сировиною, придатною для хімічної і біохімічної переробки. Гідролізати торфу практично не відрізняються від гідролізатів деревини і можуть використовуватися для виробництва спиртів, фенолів, кормів. Гектозні цукри добре засвоюються тваринами, можуть перероблятися мікроорганізмами в різні продукти, здатні зброджуватися. Пентози не зброджуються і придатні для вирощування кормових дріжджів. Продукти гідролізу пентозанів використовуються в медичній і фармацевтичній промисловості. З торфових гідролізатів можна отримувати білкові продукти, жири, вітаміни і т.д.

До гумінових кислот відносять речовини, що витягуються з торфу 1-2% розчинами лугів у воді і осаджуються при підкисленні розчину у вигляді аморфної речовини темного кольору. Решту органічних речовин, які містяться у воді після підкислення, називають фульвокислотами. У залишку, крім власне фульвокислот, є полісахариди, пептиди, амінокислоти, феноли.

Вміст гумінових кислот у торфі коливається від 5 до 55%, причому мінімальна їх кількість знаходиться в торфі мохової групи верхового типу. У торфі низинного типу кількість гумінових кислот завжди перевищує 20%. Вміст вуглецю в гумінових кислотах торфу змінюється від 46 до 61%, водню – від 2,8 до 6,6, азоту – від 2 до 6%.

Гумінові кислоти при нагріванні не плавляться, а розкладаються. При висушуванні вони набувають нових властивостей. Сухі гумінові кислоти торфу являють собою блискучу чорну масу з густиною 1,14-1,63 г/см³. Висушені фульвокислоти утворюють тонкі блискучі червонувато-бежеві плівки, що розтріскуються у вигляді тонких волокон. Фульвокислоти містять 40-52% C^{daf}, 4 – 6% H^{daf}, 2 – 4% N^{daf}, 40 – 48% O^{daf}. Електронно-мікроскопічні дослідження показали, що гумінові кислоти представлені сферичними частинками розміром від 3 до 10 нм, схильними утворювати ланцюжки і пухкі сітчасті агрегати. При сушці можливе утворення глобул з розмірами 80-2000 нм.

Великий набір і вміст функціональних груп визначають високу обмінну місткість, яка росте із збільшенням рН. Загальна кількість кислих груп в гумінових кислотах і фульвокислотах залежить від типу торфу і змінюється відповідно від 5,8 до 7,7 мг-екв/г і від 8,0 до 13,3 мг-екв/г.

Гумінові кислоти використовуються для регулювання структури утворення бідних гумусом ґрунтів і підвищення їх родючості, для виробництва високоефективних біологічно активних препаратів, барвників для деревини, інгібіторів корозії різного призначення, стабілізації промивних розчинів при бурінні, для підвищення рухливості бетонних сумішей, розрідження цементних шлаків, очищення стічних вод.

Торф'яні родовища – ділянки земної поверхні, для яких характерне надлишкове зволоження, наявність торф'яного покладу й рослинного покриву, що складається з вологолюбних рослин-торфоутворювачів і, відмираючи, вони не піддаються повному розпаду й у напіврозкладеному стані утворюють торф. У процесі торфоутворення інтенсивність розкладу рослин неоднакова. Частина рослин добре зберігається в торфі – це

головним чином сфагнові й гіпнові мохи. У більшості трав'янистих рослин (осока, очерет, пухівка, шейхцерія та ін.) зберігаються лише залишки підземних частин – корінь, корневище (або навіть тільки епідерміс корневищ), наземні їх частини піддаються розпаду; у деревних порід добре зберігається лише кора, деревина ж – тільки у хвойних. За умовами водно-мінерального живлення розрізняють торфовища низинні, перехідні й верхові. Низинні торфовища утворюються в умовах обводнювання сильно мінералізованими (твердими) водами: ґрунтовими, поверхнево-стічними, річковими або озерними. Ці торфовища вкриті вимогливими до мінерального режиму рослинами (вільха чорна, береза пухнаста, очерет, хвощ, деякі види осоки, зелені мохи). По відмиранні з них утворюється порівняно високозольний низинний торф. Торф'яні родовища цього типу розвиваються в зниженнях рельєфу (у заплавах рік або в улоговинах на вододілах) і мають найчастіше плоску поверхню.

Торфовища перехідного типу виникають в умовах обводнювання поверхнево-стічними й ґрунтовими водами, але слабо мінералізованими.

Торфовища верхового типу утворюються в умовах обводнювання слабо мінералізованими (м'якими) водами, у загальній сумі яких переважають атмосферні опади. Рослинний покрив їх складається з маловимогливих до мінерального живлення рослин (сосна, деякі види сфагнових). Торфовища верхового типу утворюються на піднятих елементах рельєфу (на вододілах, на терасах рік), поверхня їх звичайно опукла.

Крім того, торфовища розрізняють за походженням: озерного походження, які виникли на місці водоймищ у зв'язку з їх заторфовуванням, і суходільного походження, які виникли на мінеральних ґрунтах у зв'язку із заболочуванням лісів, лук. При сталості водно-мінерального режиму протягом існування торфовищ створюються торф'яні поклади, однорідні за своєю будовою на всю глибину. При зміні водно-мінерального режиму у зв'язку з ростом торфовища угору, зі змінами загальнокліматичних або місцевих умов (підняття або опускання рівня ґрунтових вод, підпруження струмків і рік або їх обміління, заторфовування) виникають поклади з торфом різних видів, а іноді й торфом різних типів. Перші називають простими покладами, другі – складними.

Всі види торф'яних покладів об'єднані в 4 типи: низинний, перехідний, змішаний, верховий.

До низинного типу відносять поклади: а) складені низинним торфом; б) прикриті перехідним торфом, але не більш ніж на половину загальної глибини торфу; в) прикриті верхівковим торфом на глибину до 0,5 м.

До перехідного типу відносять поклади, складені більш ніж наполовину перехідним торфом, якщо шар верхівкового торфу, що їх прикриває, не перевищує 0,5 м.

До змішаного типу відносять поклади, нашаровані в основному низинним або перехідним торфом, прикритим зверху торфом верхівковим, потужність якого перевищує 0,5 м, але становить менше половини загальної глибини покладу.

Верхівковими (верховими) називаються поклади, складені верхівковим торфом.

Торфовища розташовуються на різних елементах рельєфу. Основні категорії родовищ відрізняються за геоморфологічними ознаками і утворюють наступний класифікаційний ряд від заплави до вододілу: родовища заплавної, родовища надзаплавної терас, родовища вододілів.

Заплавні родовища завжди низинні й звичайно багатозольні. Родовища перших надзаплавних терас розташовуються близько до підшви схилу другої надзаплавної тераси й приймають в себе ґрунтові води, які тут виникають. Поклади цих родовищ звичайно повністю складені торфом лісової групи (частіше – вільховим), відрізняються високою зольністю. Джерелом водного живлення родовищ других надзаплавних терас, розташованих на схилах від другої тераси до першої, є атмосферні опади, поверхневі води. Ці родовища складені шейхцерієвим і сфанговим низинним торфом невисокої зольності (5 – 7%). Родовища центральних частин других надзаплавних терас, залягаючи в неглибоких зниженнях на потужних відкладеннях, майже позбавлені доступу ґрунтових вод і розвиваються як верхові. Характерною рисою цих родовищ є опукла поверхня з перевищенням центральних ділянок над окраїнами на 2-3 м. Притерасні родовища других надзаплавних терас розташовуються поблизу підшви схилу третьої тераси або вододілу. Низинний торф складає більшу частину покладу, верхня ж представлена верхівковим торфом. У покладі переважає змішаний тип будови. Торфовища схилів вододілів і рівнин займають звичайно великі площі, досягаючи кількох тисяч гектарів, при значній глибині покладу. Будова їх досить різноманітна. Більша їхня частина звичайно складена верхівковим торфом, менша – переважно болотним. Частіше в основі покладу спостерігаються відклади сапропелю. При збагаченому, досить постійному мінеральному режимі, ці торфовища розвиваються як низинні. Торфовища в проточних улоговинах мають видовжену форму, їх оточують береги, сильно підняті над поверхнею торфовища. Низинний поклад болотного підтипу торфовища локалізується у вододільних безстічних улоговинах, приурочений до районів корінних відкладень. Від родовищ стічних западин ці торфовища відрізняються тим, що оточені досить високими мінеральними берегами, які виключають можливість стоку вод.

У ярах торфовища найбільш поширені в лісостеповій зоні. При живленні ґрунтовими водами вони завжди представлені низинними, сильно озоленими покладами.

Основними видами використання торфу є отримання з нього торф'яного палива й хімічних продуктів, а також застосування в сільському господарстві. Торф використовується, крім того, для виготовлення деяких будівельних матеріалів та у медицині. Форми використання торфу й масштаби його видобутку визначаються техніко-економічними умовами в країні й районі, кількістю і якістю торфу в родовищі.

Торф'яне паливо є паливом переважно місцевим і на далекі відстані звичайно не перевозиться через об'ємну вагу, наявність у торфі значної кількості баласту (води й золи), а також тому, що під час перевезення та перевантаження якість торфу звичайно знижується (він кришиться).

Як промислове паливо, застосовується переважно торф, видобутий фрезерним, екскаваторним або гідравлічним способом. Торф'яне паливо у процесі видобутку доходить до повітряно-сухого стану (вологість 30 – 40%) і використовується на великих електростанціях. Для торф'яного палива вітчизняними інженерами й вченими сконструйовані спеціальні топки, у яких спалюється як грудковий, так і фрезерний торф. Середня теплота згоряння грудкового торфу з вологістю 30% дорівнює 13,1 МДж/кг, фрезерного торфу вологістю 40% – 11,1 МДж/кг. Трохи вища (на 10 – 15%) теплота згоряння торфу, який отримано за технологією мокрого обвуглювання, тобто термомеханічного зневоднювання під тиском в автоклавах, з подальшим відтискуванням у пресах. Іс-

точно вища теплота згоряння (15,9 – 18,0 МДж/кг) торф'яних брикетів, які готують із фрезерного торфу. Як паливо застосовується також торф'яний напівкокс і торф'яний генераторний газ. З торф'яного дьогтю, продукту сухої перегонки торфу, одержують штучне рідке паливо.

Фрезерний торф, що перебуває у великих штабелях, може за певних умов само-нагріватися й займатися. При самонагріванні під дією актиноміцетів і інших грибів спочатку розкладаються вихідні складові частини торфу: геміцелюлози, пектини, клітковина, лігнін і інші, а потім під дією грибків і бактерій відбувається блокування продуктів первинного розпаду. У сильно нагрітому торфі з грибків присутні пеніцили, які в процесі росту виділяють багато тепла. Підвищення температури викликає хімічні процеси, у результаті яких торф у зоні найвищої температури перетворюється на напівкокс, зі вмістом летких більшим, ніж у штучно одержуваному торф'яному напівкоксі. У порівнянні з вихідним, торф'яний напівкокс характеризується меншою вологістю й підвищеним приблизно на 10% вмістом вуглецю. Вища теплота згоряння горючої частини такого напівкоксу досягає 26,4 МДж/кг. При потраплянні в зону напівкоксу з високою температурою (65 – 80°C) повітря (наприклад, сильний вітер, через тріщини в штабелях) відбувається самозаймання торфу. Для його запобігання спостерігають за температурою торфу й застосовують перевалку шарів перпендикулярно поздовжньої осі за допомогою машин, що сприяє охолодженню торфу, а також обкладку шарів лежального торфу (караванів) шаром сирого торфу для ізоляції напівкоксу, що утворився, від атмосферного повітря.

Хімічні продукти з торфу одержують напівкоксуванням, газифікацією, мокрим обвуглюванням, екстракцією.

При напівкоксуванні й газифікації з торфу, крім напівкоксу й горючого газу, одержують аміак, оцтову кислоту й дьоготь. При переробці первинних торф'яних дьогтів одержують воски, парафіни, феноли, креалін та ін.

Мокре обвуглювання виконують шляхом нагрівання вологого торфу під тиском в автоклавах приблизно при 180°. Процес супроводжується утворенням оцтової кислоти, що викликає оцукрювання легкогідролізованих полісахаридів. Цукри, які з'являються, частково руйнуються, частково перетворюються на фурфурол і оксиметил-фурфурол. При мокрому обвуглюванні виділяється 5 – 7% CO₂. Торф, який пройшов мокре обвуглювання, легко зневоднюється відтискуванням. Водний розчин, який при цьому одержують, містить цукор, частина якого може бути зброджена у спирт. Фурфурол, що утворюється під час зневоднювання, виділяють із парової фази. Для одночасного виробництва торф'яного палива, спирту й фурфуролу найбільш придатний верховий сфагновий торф невисокого ступеня розкладу.

Екстракція бітумів з торфу може проводитися різними розчинниками. Найбільш бітумінозний, сильно розкладений, пухівковий торф містить розчинних у бензині бітумів 5 – 8%, у бензолі 10 – 14% і в спирто-бензолі 25%. Торф'яні бітуми, які вилучають бензином, містять до 50% восків, що складаються із суміші високомолекулярних жирних кислот, високомолекулярних спиртів і їх етерів.

Будівельні матеріали для теплоізоляції одержують із малорозкладеного торфу шляхом обробки водою, перемішуванням отриманої торфомаси, її відтискуванням, фонуванням і сушінням.

У сільському господарстві торф використовується як добриво, для виготовлення торфоперегнійних горщиків, для мульчування ґрунту, як біопаливо й парникова земля, на підстилку худобі і птиці, для пакування й зберігання фруктів і овочів, а також як паливо. Добриво заготовляють у вигляді дрібної крихти вологістю не більше 60 – 65%, застосовують головним чином на підзолистих ґрунтах. Способи використання торфу як добрива встановлюють залежно від його агро-хімічної характеристики.

Найбільш багатий на азот, кальцій і фосфор низинний торф, особливо із зольністю вище 12%. Він відрізняється меншою кислотністю (рН у межах від 4 до 7). У верховому торфі азоту майже вдвічі менше, ніж у низинному, кальцію й фосфору у кілька разів менше. Характерна дуже велика кислотність верхового торфу (рН в межах від 2,8 до 3,6). Торф всіх типів бідний калієм.

Органічна речовина торфу, внесеного в ґрунт, бере участь у формуванні гумусу, сприяє поліпшенню його структури й фізико-хімічних властивостей і є сприятливим середовищем для розвитку ґрунтових мікроорганізмів. Із внесенням у ґрунт торфу поліпшуються його водні властивості: зростає вологоємність, уповільнюється вилугування, зменшується випар. Живильні речовини, які містяться в торфі, перебувають у важкозасвоюваному рослинами стані, тому для активації біологічних і хімічних процесів, що протікають у торфі, збагачення його живильними елементами, а також для зменшення кислотності торф звичайно піддають спеціальній обробці – компостуванню.

З низинного торфу, що добре розклався, у суміші із гнойовою пульпою й мінеральними добривами готують органомінеральні добрива. На добриво в чистому вигляді, без попередньої підготовки, використовують лише низинний торф високого ступеня розкладу, із зольністю понад 12%, збагачений фосфором і кальцієм. Низинний торф із середнім і високим ступенем розкладу застосовується як складова частина парникового й тепличного ґрунту. Торф, після збирання культури, заорюють, він служить органічним добривом для росту наступних культур. Як „біологічне паливо” для обігріву ґрунту в парниках використовується низинний і верховий торф у вигляді підсушеної крихти в суміші із гноєм (у пропорції 1:2). Можливість такого застосування торфу заснована на його самонагріванні.

Торф, що слабо розклався, є високоякісним підстилковим матеріалом для худоби і птиці – він має велику вбирну здатність і малу теплопровідність.

Висока вологоємність торфу пояснюється наявністю в болотних рослин, головним чином у мохів, особливих клітин коркового шару з великою всмоктувальною здатністю. Вологоємність і газопоглинальна здатність торфу тим більші, чим менший ступінь його розкладу. Вологоємність (в % до абсолютно сухої речовини) сфагнового торфу приблизно 870 – 1150, осокового 800 – 970. Газопоглинальна здатність (поглинання аміачного азоту з атмосфери, насиченої газоподібним аміаком, в % до абсолютно сухої речовини) для сфагнкової підстилки становить від 1,4 до 2,1, осокової близько 1 (газопоглинальна здатність соломи близько 0,6).

Торф'яна крихта із частинками розміром до 5 мм і з вологістю 30 – 40% з верхового торфу зі ступенем розкладу не вище 15% застосовується для пакування й зберігання винограду, груш, яблук, томатів та ін. Торф захищає фрукти й овочі від перегрівання й замерзання, від механічних ушкоджень, також перешкоджає розвитку грибків і бактерій.

У медицині торф застосовується для грязелікування. Для загальних і місцевих аплікацій використовують низинний і верховий торф підвищеного ступеня розкладу, у вигляді сирцю або у вигляді фрезерного торфу без будь-якої спеціальної тривалої обробки. Простота методики торфолікування при його високій ефективності зробила цей метод досить цінним лікувальним засобом у практичній медицині.

Енергетичне і сільськогосподарське використання торфу не вичерпує потенційні можливості торфу. Він становить велику цінність для хімічної і біохімічної промисловості, медицини, машинобудування, будівництва і ряду інших галузей. Тому актуальною є комплексна переробка торфу за безвідходною технологією з отриманням нових продуктів і матеріалів різного призначення. З 1 т сухого торфу можна отримати (кг): гумінових препаратів – 450-700, барвників – 350-450, целюлози – 150-200, бітумів – 50-100, воску – 40-50, парафіну – 20-30, етилового спирту до 45, оцтової кислоти до 15, щавелевої кислоти до 200, кормових дріжджів – 200– 220, дьогтю – 80-100, дубильних речовин – до 50 і ряд інших хімічних речовин, на основі розробленої в Білорусії промислово-хімічної класифікації торфу і схеми комплексного його використання.

Вугілля – наступна після торфу тверда горюча копалина, утворена шляхом вуглефікації рослинних залишків.

В основу генетичних класифікацій викопного вугілля покладені знання про його хімічну природу і походження. Вони повинні служити надійною основою для створення промислових класифікацій і давати рекомендації для раціонального використання кожного виду горючих копалин.

Перша генетична класифікація вугілля була запропонована німецьким палеоботаніком Потоньє. Він виділив у викопному вугіллі три основні класи: 1) гуміти, 2) сапропеліти, 3) біоліти.

Пізніше Ю.А. Жемчужников запропонував свою генетичну класифікацію, у якій виділив дві групи (гумоліти і сапропеліти), а кожну групу розділив на два класи (1 – гуміти, 2 – ліптобіоліти, 3 – сапропеліти і 4 – сапроколіти).

Гуміти утворилися з вищих рослин, а сапропеліти – з нижчих рослин і планктону. Пізніше був виділений проміжний клас гуміто-сапропелітового вугілля.

С.Г. Аронов і Л.Л. Нестеренко розділили вугілля на чотири генетичні класи: гуміти, ліптобіоліти, сапропеліти й особливо тверді горючі копалини. Перераховані класифікації не мають принципових відмінностей і використовуються для дослідження впливу генезису вугілля на його властивості.

З усіх класів вугілля найбільш поширені і найповніше вивчені гуміти. Сапропеліти істотно відрізняються від гумітів відсутністю шаруватості, однорідним складом і високою густиною.

При аналізі ізометаморфного вугілля було встановлено, що воно відрізняється за своїми фізичними і хімічними властивостями. Вивчення якісних показників вугілля у залежності від виходу летких речовин показало, що все донецьке вугілля в ряді метаморфізму за відповідними характеристиками розташовується смугою, обмеженою лініями максимальних і мінімальних значень виходу летких речовин.

В.В.Видавський встановив, що при одному й тому ж ступені вуглефікації вугілля має різний елементний склад і властивості, і пояснив це різною окисною здатністю, а надалі, розглядаючи умови утворення, увів поняття “відновленість”, більш відповідне

хімічному перетворенню органічних речовин у процесі утворення геліфікованої речовини, яка представляє основний петрографічний компонент донецького вугілля.

Відновленість вугілля – один з головних генетичних факторів, що обумовлюють розмаїтість його властивостей. Утворення вугілля різних типів за відновленістю обумовлене палеогеотектонічною обстановкою, геохімічним складом води і мінерального середовища, у якому відбувалося вуглеутворення.

Поняття про ступінь відновленості вугілля виникло на базі виявлених розходжень хіміко-технологічних властивостей ізометаморфного вугілля Донбасу. Вугілля, яке містить велику кількість кисню і має меншу теплоту згоряння, гіршу спікливу здатність і меншу розчинність в органічних розчинниках, було названо “менш відновленим”, а вугілля з протилежними властивостями – “більш відновленим”. Це явище пояснюється різними первинними умовами утворення вугілля. Пізніше були виявлені особливості петрографічних характеристик і хімічного складу різновідновленого вугілля усього ряду вуглефікації для різних родовищ і басейнів.

Встановлено, що вплив відновленості позначається, насамперед і найбільш яскраво, на властивостях вітринітів. Тому розподілу на типи за відновленістю піддається тільки вугілля, складене переважно вітринітом (вітренове, кларенове, кларено-дюренове). Всі інші типи гумітового вугілля є маловідновленими.

Кожний з типів вітриніту характеризується комплексом ознак, визначеним діапазоном зміни кожної ознаки, що виявляються у вугіллі будь-якої стадії вуглефікації.

За петрографічними особливостями типи вітриніту відрізняються за кольором, структурою, формою залягання, розміром частинок і за оптичними показниками: відбивною здатністю, показником заломлення і коефіцієнтом пропускання. Вихідним матеріалом кожного з типів вітриніту можуть бути будь-які тканини лігніно-целюлозного складу вищих рослин і вуглеводний матеріал нижчих.

У хіміко-технологічному аспекті типи вугілля за відновленістю для усього вуглефікаційного ряду розрізняються за вмістом водню, виходом летких речовин, теплою згоряння і густиною органічної речовини. Найбільш чітко ці відмінності простежуються на буровугільній і кам'яновугільній стадіях і менше – в антрацитах, у яких генетичні типи зближуються за хімічними властивостями і розрізняються за фізичними показниками (анізотропія відбивної здатності вітриніту).

Для кам'яного вугілля яскравою характеристикою ступеня відновленості є показники спікливості, а для бурого – вміст гумінових кислот і кисневих функційних груп. У Донецькому басейні як один з показників ступеня відновленості використовують вміст загальної і піритної сірки, однак аналіз даних по інших басейнах показав, що в цілому такої закономірності не існує.

Для Донецького басейну доведено, що відновлене вугілля утворилося в сильно обводнених, більш анаеробних умовах під вапняковою покрівлею, в основному в лужному і нейтральному водному середовищі. Для утворення відновленого вугілля необхідне швидке занурення неокисненого рослинного матеріалу під водний покрив і лужний потенціал вод, які вміщують рослинний матеріал, що розкладається.

Перебування поруч відновленого і маловідновленого вітринітів може свідчити про наявність процесів, у яких одна частина органічного матеріалу окиснюється за рахунок відновлення іншої.

При укладанні геолого-вуглехімічної карти Донбасу було введено чотири генетичні типи вугілля у порядку зростання ступеня відновленості, а потім був доданий п'ятий:

оа – особливо маловідновлений;

а – маловідновлений;

б – проміжний;

в – відновлений;

вв – сильно відновлений.

Генетичний тип за відновленістю визначається за діаграмою ДонВУГІ – Артем-геологія.

Згідно геологічних, даних максимальна відновленість залишків рослин спостерігається в анаеробних лужних морських чи мінералізованих умовах. Якщо вуглефікація є результатом впливу факторів на всю вугленосну товщу і їй підлеглі всі пласти, то зміна генетичного типу за відновленістю явище фаціальне і характерне для кожного пласта окремо. Встановлено, що для пластів маловідновленого вугілля характерна проста будова, груба площинність, слабка мінералізація переважно піщано-глинистим матеріалом, сильна розкладеність гелефікованої речовини.

Пласти з відновленим вугіллям мають складну будову, тонку чи навіть мікросмужкуватість, включення тонкодисперсного піриту і меншу розкладеність гелефікованої речовини зі збереженою морфологічною структурою рослинних залишків.

Ознаки генетичного типу зберігають своє значення у всьому ряді вуглефікації. У вугілля низького і середнього ступенів вуглефікації характерними показниками є товщина пластичного шару, вміст вуглецю, водню, кисню і сірки. У вугілля високого ступеня вуглефікації – геологічна будова пласта, петрографічний склад, присутність тонкодисперсного піриту, вміст сірки, склад золи, механічна міцність і анізотропія відбивної здатності вітриніту.

Діагностичне значення при визначенні відновленості вітринітового вугілля має вихід летких речовин і смоли напівкоксування, вміст водню, вуглецю і сірки, густина і показники спікливості. Всі ці показники, крім густини, мають більші значення у відновленого вугілля.

У Радянському Союзі були розроблені басейнові промислові класифікації, основані для кам'яного вугілля в основному на двох параметрах: виході летких речовин на суху беззольну масу і товщині пластичного шару. Граничні значення цих і інших параметрів для вугілля аналогічних марок у різних басейнах різні, у результаті чого вугілля з тими самими параметрами потрапляє у різні технологічні групи. Однак для вугілля з великим вмістом ліптиніту через сильну текучість пластичної маси немає можливості визначити товщину пластичного шару, як це має місце при дослідженні вугілля Кізеловського басейну.

На сьогодні, коли все частіше доводиться одержувати кокс із вугілля різних басейнів, потреба в створенні єдиної класифікації вугілля безсумнівна, причому вона повинна базуватися на науково-обґрунтованих параметрах, що відбивають склад і властивості вугілля.

У ХХ ст. були проведені численні наукові дослідження, спрямовані на розробку єдиної класифікації викопного вугілля як основи його раціонального використання в

енергетиці, хімічній промисловості та в інших напрямках переробки. Вони покладені в основу введеного з 1990 році ДСТ (ГОСТ) СРСР 25543-88 «Вугілля буре, кам'яне й антрацити. Класифікація за генетичними і технологічними параметрами».

У залежності від розміру середнього показника відбиття вітриніту (R_0), теплоти згоряння на вологий беззольний стан (Q_s^{ds}) і виходу летких речовин на сухий беззольний стан (V^{daf}), вугілля поділяють на буре, кам'яне й антрацити (табл. 2.5).

Все викопне вугілля поділене в залежності від величини середнього показника відбиття вітриніту на 17 класів, а за вмістом фюзенизованих компонентів – на 5 категорій. Введено розподіл вугілля на типи. Тип бурого вугілля визначається за максимальною вологоємністю на беззольний стан ($W^{daf_{max}}$). Введено також 6 типів бурого вугілля. Типи кам'яного вугілля (9) визначаються за виходом летких речовин на сухий беззольний стан (V^{daf}), а в антрацитів – за об'ємним виходом летких речовин на сухий беззольний стан ($V^{daf_{об}}$). Виділено 3 типи.

Підтипи вугілля визначаються:

– у бурого вугілля (5 підтипів) – за виходом смоли напівкоксування на сухий беззольний стан (T_{sk}^{daf});

– у кам'яного вугілля (8 підтипів) – за товщиною пластичного шару (Y) і індексом Рога (RI);

– для антрацитів (6 підтипів) – за анізотропією відбиття вітриніту ($A_R, \%$).

Усе вугілля позначають семизначним кодовим числом, у якому:

– перші дві цифри показують клас і характеризують середнє значення величини показника відбиття вітриніту для даного класу, помножене на 10;

– третя цифра вказує категорію і характеризує середнє значення суми фюзенизованих компонентів, поділене на 10;

– четверта і п'ята цифри вказують тип і характеризують: для бурого вугілля – середнє значення величини максимальної вологоємності на беззольний стан; для кам'яного вугілля – середнє значення величини виходу летких речовин на сухий беззольний стан; для антрацитів – середнє значення величини об'ємного виходу летких речовин на сухий беззольний стан для певного типу;

– шоста і сьома цифри вказують підтип і характеризують: для бурого вугілля середнє значення величини виходу смоли напівкоксування на сухий беззольний стані, для кам'яного вугілля – середнє значення товщини пластичного шару і для антрацитів – середнє значення величини анізотропії відбиття вітриніту для даного підтипу.

Таблиця 2.5 – Види викопного вугілля

Вид вугілля	Середній показник відбиття вітриніту $R_0, \%$	Теплота згоряння на вологий беззольний стан Q_s^{ds} , МДж/кг	Вихід летких речовин на сухий беззольний стан V^{daf} , %
Буре вугілля	Менше 0,60	Менше 24	-
Кам'яне вугілля	Від 0,40 до 2,59	24 і більше	9 і більше
Антрацит	2,40 і більше	-	менше 9

Буре, кам'яне вугілля й антрацити поділені на 14 технологічних марок, 24 групи і 40 підгруп у залежності від технологічних властивостей. Генетичні і технологічні

показники встановлюють для кожного шахтопласта за пластовою пробою з неокисненої зони. Відповідно до технологічних властивостей, у ДСТ зазначені напрямки використання вугілля.

Для суміші вугілля пластів і ділянок (однієї шахтовидачі) визначають для кожного пласта чи ділянки показники, передбачені ДСТ, і на підставі отриманих даних, з урахуванням запланованої участі в суміші кожного пласта чи ділянки, обчислюють середньозважені показники і за таблицями визначають кодовий номер, марку, групу і підгрупу вугілля.

Приклади:

1) 1113219 ($R_0 = 1,10 - 1,19\%$, клас 11), категорія 1 (ΣOK не більше 20%), тип 32 ($V^{daf} = 32-33\%$), підтип 19 ($y = 19$ мм). Марка Ж, група 1Ж;

2) 1431811 $R_0 = 1,48$, $\Sigma OK = 38\%$, $V^{daf} = 18,2\%$, $y = 11$ мм,
де ΣOK – сума опіснюваних компонентів.

Міжнародна система кодифікації кам'яного вугілля (табл. 2.6.) була прийнята комітетом Європейської Економічної Комісії ООН (ЄЕК ООН) у вересні 1987 року на його 83 сесії і затверджена в 1988 році.

Система кодифікації дозволяє виробникам, продавцям і покупцям уникати неоднозначності якісних характеристик вугілля, що відповідають вимогам конкретних галузей його застосування. Важливо забезпечити застосування цієї системи для кам'яного вугілля різного походження, різного геологічного віку і різних басейнів, як рядового, так і збагаченого, що залягає в пласті чи світі пластів.

Система кодифікації 1988 року заміняє кодифікаційну систему 1956 року, яка стала непридатною в умовах зростаючого інтересу до вугілля і швидкого розширення торгівлі вугіллям, яке використовується для вироблення теплової енергії і виробництва металургійного коксу.

Для характеристики вугілля середнього і високого рангів були обрані основні параметри, до яких належать:

- відбивна здатність вітриніту;
- рефлектограма вітриніту;
- мацеральний склад;
- індекс вільного спучування;
- вихід летких речовин;
- зольність;
- загальний вміст сірки;
- вища теплота згорання.

Для цієї системи кодифікації межа між вугіллям низького і більш високого рангу встановлюється відповідно до загальної класифікації. Вугіллям низького рангу вважається вугілля з вищою теплотою згорання менше 24 МДж/кг і середнім показником відбиття вітриніту (R_0) менше 0,6%. Вугіллям більш високого рангу, до якого відносять вугілля середнього і високого рангів, вважається:

- вугілля з вищою теплотою згорання понад 24 МДж/кг;
- вугілля з $Q_b < 24$ МДж/кг, за умови, що середній показник відбиття вітриніту $R_0 \geq 0,6\%$.

Система кодифікації вугілля середнього і високого рангу призначена для рядового і збагаченого вугілля окремих пластів чи світи пластів (табл.2.6).

Таблиця 2.6 - Міжнародна система кодифікації вугілля середнього і високого ступеня вуглефікації

Середня відбивна здатність вітриліту R_0 , % (1,2)		Характеристика рефлектограми (3)		Мацеральний склад (mmf)		Індекс вільного сплучування SI (6)		Вихід легких речовин V^{daf} , % (7,8)		Зольність A^{daf} , % (9,10)		Загальний вміст сірки S^d , % (11,12)		Теплота згоряння Q_s^{daf} , МДж/кг (13,14)		
										Код	Значення	Код	Значення	Код	Значення	Код	Значення	Код	Значення
1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
02	0,20-0,29	0	<=0,1	Без розриву	0	Не кодується	0	0,1/2	48	>=48	00	0-1	00	0,0-0,1	21	,22
03	0,30-0,39	1	>0,1<=0,2	"-	1	0-<5	1	1,1 1/2	46	46-<48	01	1-2	01	0,1-0,2	22	22-23
04	0,40-0,49	2	>0,2	"-	2	5-<10	2	2,2 1/2	44	44-<46	02	2-3	02	0,2-0,3	23	23-24
...	...	3	>0,2	1 розрив	3	10-<15	3	3,3 1/2	...	...	...	...	...	...	24	24-25
10	1,00-1,09	4	>0,2	2 розриви	4	15-<20	4	4,4 1/2	...	...	10	10-11	10	1,0-1,1	...	...
...	...	5	>0,2	Більше 2 розривів	5	20-<25	5	5,5 1/2	10	10-<12	11	11-12	11	1,1-1,2	...	...
48	4,80-4,89				6	25-<30	6	6,6 1/2	09	9-<10	12	12-13	...	...	36	36-37
49	4,90-4,99				7	30-<35	7	7,7 1/2	08	8-<9	...	...	20	2,0-2,2	37	37-38
50	>5,00				8	35-<40	8	8,8 1/2	...	...	20	20-21	21	2,1-2,2	38	38-39
					9	>=40	9	9,9 1/2	01	1-<2	...	...	...	...	39	>=39

Параметри коду (послідовність цифр у кожному вугіллі)

Для характеристики вугілля середнього і високого рангів використовується 14-значна кодифікація, основана на наступних восьми параметрах вугілля, що дозволяють одержати інформацію про ранг, тип і марку вугілля:

	кількість цифр:
1) середній показник відбиття вітриніту R_0 , (%)	2
2) характеристика рефлектограми	1
3) характеристика мацерального складу	2
4) індекс вільного спучування	1
5) вихід летких речовин на сухий беззольний стан, (%)	2
6) зольність на сухий стан, (%)	2
7) загальний вміст сірки на сухий стан, (%)	2
8) Q_v на сухий знезолений стан, (МДж/кг)	2

Тепер розглянемо все це докладніше (табл. 2.6). Перші дві цифри коду позначають відбивну здатність вітриніту, що відповідає нижній межі 0,1%-го діапазону значень середнього показника відбиття вітриніту, помноженій на 10.

Третя цифра дає характеристику рефлектограми. Наприклад, якщо в кодї стоїть 0, то рефлектограма без розривів вугілля в пласті.

Четверта і п'ята цифра позначають індекс складу мацеральної групи, а саме: четверта цифра відповідає нижній межі 10%-го діапазону значень вмісту інертиніту (без мінеральних речовин), поділеному на 10, а п'ята цифра позначає верхню межу 5%-го діапазону значень вмісту лейптиніту.

Одинадцята і дванадцята цифри відповідають нижній межі 0,1%-го діапазону значень загального вмісту сірки на сухий стан, помноженому на 10.

Тринадцята і чотирнадцята цифри відповідають нижній межі діапазону з інтервалом 1 МДж/кг значень Q_v на сухий беззольний стан.

В Україні діє система класифікації вугілля відповідно до ДСТУ-3472-96 (табл. 2.7.), у якому передбачено поділ на 9 марок (Б, Д, ДГ, Г, Ж, К, ПС, П, А).

Таблиця 2.7 – Класифікація вугілля України (ДСТУ 3472-96)

Марка вугілля	Позначення марки	Класифікаційні показники				
		Середній показник відбиття вітриніту, R_0 , %	Вихід летких речовин V^{daf} , %	Товщина пластичного шару Y , мм	Індекс Ro_{ga} RI, відн. од	Теплота згоряння Q_s^{daf} , МДж/кг*
Буре	Б	<0,4	Від 50 до 70	-	-	<24*
Довгополуменеве	Д	Від 0,4 до 0,6 (включно)	35-50	<6	-	-
Довгополуменеве газове	ДГ	0,50-0,80	35-48	Від 6 до 9 (включно)	-	-
Газове	Г	0,50-1,0	33-46	10-16**	-	-
Жирне	Ж	0,85-1,20	28-36	17-38	-	-
Коксівне	К	1,21-1,60	18-28	13-28	-	-
Піснувато-спікливе	ПС	1,30-1,90	14-22	6-12	Від 13 до 50 (включно)	-
Пісне	П	1,60-2,59	8-18***	<6	>13	Від 35,2 до 36,5 (включно)
Антрацит	А	2,60-5,60	<8	-	-	<35,2

Серед класифікаційних показників:

- середній показник відбиття вітриніту $R_o, \%$;
- вихід летких речовин $V_{daf}, \%$;
- товщина пластичного шару, $Y, \text{мм}$;
- індекс Рога $RI, \text{відн.од}$;
- теплота згоряння $Q_s^{daf}, \text{МДж/кг}$.

*Теплота згоряння наведена для вологого стану Q_s^{daf} .

**При значенні показника відбиття вітриніту $< 0,85\%$ і товщині пластичного шару $> 16 \text{ мм}$ вугілля належить до марки Г.

*** При виході летких речовин $< 8\%$ і теплоті згоряння $> 35,2 \text{ МДж/кг}$ вугілля належить до марки П.

9. Петрографія вугілля

Петрографія – в широкому розумінні, вчення про гірські породи. Сьогодні простежується тенденція під терміном *петрографія* розуміти тільки опис гірських порід, їх складу і структури, а всі питання, пов'язані з генезисом гірських порід, іменувати **петрологією**. Вчення про осадові породи виділяється в особливу науку – **літологію**. Існують ще інші галузі петрографії – експериментальна петрографія, технічна петрографія, петрохімія.

Експериментальна петрографія вивчає процеси утворення гірських порід в лабораторних умовах шляхом експерименту. У ряді випадків лабораторний експеримент є одним із засобів при розв'язанні спірних питань. Зокрема, наприклад, експериментальним шляхом було доведено, що плагіоклази представляють безперервний ряд твердих розчинів альбіту і анортиту, а не певні поєднання цих двох компонентів, що утворюють самостійні мінерали.

Технічна петрографія, створена останнім часом працями акад. Д.С. Белянкіна, його співробітників і послідовників, ставить своєю задачею вивчення і надання допомоги у виготовленні штучного каменю (бетон, цемент, будівельна цегла, кераміка, ситал і скло), шлаки, вогнетриви, абразиви тощо), одержуваного в ході металургійного, керамічного й інших технічних процесів.

Петрохімія, родоначальником якої був акад. О.М. Заварицький, допомагає розкрити основні закономірності хімічного складу різних груп вивержених гірських порід і його зміни в процесі метаморфізму.

Петрографія як вчення про гірські породи та про асоціації мінералів, що є геологічно самостійними тілами, природно, веде свій початок від мінералогії та від геології. Перші уявлення про гірські породи, як і питання, пов'язані з їх вивченням, викладені в давніх трактатах з геології і мінералогії, а до їх виокремлення – у роботах про гірничу справу, металургію, науки про землю (наприклад, знаменита "De Re Metallia" Георгія Агріколи, 1556 р., менш відомі лекції ректора Києво-Могилянської академії Феофана Прокоповича «Про досконалі змішані неживі тіла – метали, камені та інші», 1706 р.).

Абсолютно самостійною наукою, з особливими завданнями і власними методами дослідження, петрографія стає з початку другої половини XIX ст., після введення в неї мікроскопічного методу вивчення гірських порід, а ще пізніше – методів фізичної хімії. Тільки з того часу петрографія по-справжньому підходить до рішення свого ос-

новного завдання – вивчення питань виникнення і постійних змін гірських порід, їх еволюції, перейшовши від якісних визначень до кількісних, тобто оперуючи мірою і числом і стаючи, таким чином, точною наукою.

З введенням цих методів петрографія починає суттєво впливати не тільки на розвиток інших геологічних дисциплін, особливо вчення про корисні копалини, але і на металургію, кераміку і виробництво скла.

У більшості випадків вугілля макроскопічно не цілком однорідне, а складається зі складових частин (інгредієнтів, літотипів), які в площинах, перпендикулярних на шаруванню, помітні неозброєним оком.

Пласти гумусного вугілля звичайно складаються з вітрону (блискучі шари), кларену (напівблискучі шари), дюрону (матові шари) і фюзену (мінеральне деревне вугілля). Чергування різних шарів літотипів в пласті утворює так зване смужкувате вугілля.

Вітрен (блискуче вугілля). Вітрен утворює чорні шари з дуже сильним блиском. Часто він крихкий і розітнутий безліччю тонких тріщин, внаслідок чого розколюється на кубики і при розробці вугільного пласта нагромаджується в дрібній фракції. Товщі шари вітрону мають раковистий злам. При макроскопічному описі пластів за вітрен приймають тільки дуже блискучі шари потужністю принаймні кілька міліметрів (від 3 до 10), а більш тонкі шари вважаються клареном. В гумусному вугіллі вітрен зустрічається досить часто і складається з вітриту і клариту.

Кларен. Термін “кларен” вказує на дуже тонко розшаровані вугільні шари, потужність яких складає кілька міліметрів, і блиск яких займає проміжне місце між блиском вітрону і дюрону. Кларен складається з тонких шарів вітрону, дюрону, а іноді також фюзену. При розгляді під мікроскопом виявлено, що кларен може включати вірит, кларит, дурит, тримацерит і фузит.

Дюрен (матове вугілля). Дюрен може бути чорного або сірого кольору, але завжди матовий. Чорний дюрен часто має слабкий жирний блиск. Дюрен дуже твердий і тому розколюється на великі шматки. Поверхня зламу шорстка. В складі дюрону фіксуються тільки матові шари, що мають потужність 3-10 мм і більше, а більш тонкі матові шари визначаються як кларен. Шари дюрону зустрічаються рідше, ніж шари вітрону і кларену, але іноді вони мають відносно велику потужність і дуже витримані за простяганням. Були знайдені шари дюрону потужністю до 10 см. Дюрен можна сплутати з шарами вуглистих сланців, які теж матові і дуже тверді. Під мікроскопом видно, що дюрен складається з дуриту і тримацериту, а іноді також із збагаченого екзінитом клариту.

Фюзен. Фюзен має велику схожість з деревним вугіллям. Він наділений шовковистим блиском, чорним кольором, часто дещо волокнистий і звичайно настільки м'який і пухкий, що при дотику забруднює руки. Рідше зустрічається різновид твердого фюзену, який складається з твердого фузиту, містить мінеральні домішки, що можна побачити під мікроскопом. М'який фюзен складається з м'якого фузиту з незаповненими порожнинами клітин. Звичайно фюзен зустрічається в пласті у формі лінз завтовшки декілька міліметрів і завдовжки кілька сантиметрів. Лінзи фюзену локалізуються в певних горизонтах пласта («вогненні горизонти»). В пластах, які особливо багаті на фюзен, зустрічаються шари потужністю до 20 см і завдовжки декілька метрів. В

більшості різновидів вугілля фюзен відіграє лише другорядну роль.

Макроскопічно **сапропелеве вугілля** істотно відрізняється від гумусного відсутністю шаруватості. Іншими характерними особливостями сапропелевого вугілля є однорідний склад і дуже висока міцність. Це вугілля настільки міцне і тверде, що вже за доісторичних часів його використовували для виготовлення браслетів. Сапропелеве вугілля низького ступеня метаморфізму в хімічному відношенні відрізняється високим вмістом водню і високим виходом летких речовин з відповідно високим виходом газу і смоли. Сапропелеве вугілля поділяють на кеннелі і богхеда з перехідними типами між ними.

Кеннель – вугілля чорного кольору, матове, однорідне і компактне, розколюється з раковистим зломом, під мікроскопом має правильну мікрошаруватість. Найбільш характерна особливість кеннелів – майже однаковий розмір складових частинок. Кеннелі зустрічаються у більшості вугільних басейнів світу. У вигляді прошарків від кількох міліметрів до десятків сантиметрів знайдені в гумусовому вугіллі Донбасу.

Богхеда візуально дуже схожі на кеннелі, але відрізняються від них буруватим кольором і коричневою рисою. Їх характерною складовою частиною є альгінит, якого майже немає в справжніх кеннелях.

Існує багато перехідних форм від кеннелів до богхедів. Якщо в кеннелях міститься велика кількість водоростей, але не більше, ніж спор, то це вказує на перехідний тип. Справжній богхед майже не містить спор.

Ліптобіоліти, що утворилися з найбільш стійких частин рослин (воску, смол), складають невеликі за потужністю шари у вугіллі нижнього карбону Західного Донбасу, окремі пласти Ткібульського родовища в Грузії, є в ряді басейнів на півдні Китаю. Ткібульські ліптобіоліти легко запалюються від сірника, що пов'язано з особливостями їх складу. Основним матеріалом для їх утворення були смола хвойних рослин, кутикули листя і пагінці вищих наземних рослин. Смолисті ліптобіоліти характеризуються підвищеною пористістю, вони містять вуглецю на 3-6% менше, а водню на 0,5-3,0% більше, ніж сусідні шари гумітів. При високих температурах ліптобіоліти розкладаються з виділенням великої кількості газоподібних органічних речовин, у зв'язку з чим легко запалюються. При низьких температурах вони хімічно більш інертні, ніж гуміти.

Початковий матеріал, його біохімічні і геохімічні перетворення в різних умовах обумовили формування численних однорідних за своїми оптичними і фізико-хімічними властивостями мікрокомпонентів вугілля, виділенням і описом яких займається вугільна петрографія. Мікрокомпоненти вугілля, на відміну від мінералів, широко варіюють за хімічними складом і фізичними властивостями.

Вугілля не є гомогенною речовиною – це суміш різних компонентів. Подібно до того, як неорганічні породи складаються з мінералів (наприклад, граніт – з польового шпату, кварцу і слюди), вугілля складається з *мацералів*. Але існує і відмінність. Якщо мінерали порід характеризуються певним хімічним складом, однорідністю речовинного складу, а також переважно кристалічною будовою, то мацерали вугілля широко варіюють за своїм хімічним складом, фізичними властивостями і не мають кристалічної будови.

Неоднорідну структуру вугілля видно неозброєним оком при вивченні вугільного вибою або зразка вугілля, але деталі його будови виявляються тільки під мікрос-

копом. Головними складовими частинами бітумінозного вугілля низького ступеня метаморфізму є блискучі компоненти, екзиніти або ліптинітові (первинні бітуми, переважно спори) і фюзинітові компоненти. При мацерації, що означає розклад блискучих компонентів, фюзинітові і екзинітові складові частини вугілля можуть відділятися і відновлюватися.

В сучасному значенні термін «мацерал» використовується одночасно для характеристики форми і походження мікроскопічних компонентів вугілля. Для виділення окремих мацералів під мікроскопом вибирають параметри, які можна визначити при мікроскопічному дослідженні, такі, як відбивна здатність, колір, рельєф.

Всі мацерали (назви мають суфікс *-иніт* або *-ініт*) класифікуються на три групи: **вітриніт**, **екзиніт** (або **ліптиніт**) та **інертиніт**. Кожна група включає ряд мацералів, які об'єднуються або за походженням (наприклад, екзиніт), або за характером консервації (вітриніт і інертиніт). В Україні існує своя класифікація мікрокомпонентів (мацералів) кам'яного вугілля (табл. 2.8), але все ширше використовується міжнародна класифікація (табл. 2.9).

Таблиця 2.8 – Класифікація мікрокомпонентів (мацералів) кам'яного вугілля України

Групи мікрокомпонентів		Мікрокомпоненти	
Назва	Позначення	Назва	Позначення
Вітриніт	Vt	Колініт	Vt ₁
		Телініт	Vt ₂
Семивітриніт	Sv	Семиколініт	Sv ₁
		Семителініт	Sv ₂
Фюзиніт	F	Семифюзиніт	F ₁
		Мікриніт	F ₂
		Фюзиніт	F ₃
		Склеротиніт	F ₄
Ліптиніт (екзиніт)	L	Спориніт	L ₁
		Кутиніт	L ₂
		Резиніт	L ₃
Альгініт	Alg	Кальгініт	Alg ₁
		Тельгініт	Alg ₂
Мікстиніт	M	Мікстиніт	M
Мінеральні домішки	MI	Глиниста речовина	MI ₁
		Сульфід заліза	MI ₂
		Карбонати	MI ₃
		Кварц	MI ₄
		Інші мінеральні домішки	MI ₅

Кожна з трьох груп мацералів характеризується до деякої міри хімічним складом. Якщо порівняти ізометаморфні групи мацералів, то вітриніт буде містити відносно більше кисню, екзиніт – водню, а інертиніт – вуглецю. В ізометаморфних групах мацералів, де вітриніт містить, наприклад, 84% вуглецю, вміст водню розподіляється таким чином: в екзиніті 7%, у вітриніті – 5,5% і в інертиніті – 3,9%. Вихід летких речовин також найбільший в екзиніті і доходить в цьому типі вугілля до 66,7%, в порівнянні з 35,2% у вітриніті і 22,9% – в інертиніті. Із збільшенням ступеня метаморфізму мацералів змінюються їхні хімічні, фізичні і технологічні властивості.

Таблиця 2.9 – Зведені дані про мацерали кам'яного вугілля

Група мацералів	Мацерал	Субмацерал	Різновид мацералу
Вітриніт	Телініт Колініт Вітродетриніт	Телініт 1 Телініт 2 Телоколініт Гелоколініт Десмоколініт Корпоколініт	Кордаїтотелініт Фунготелініт Ксилотелініт Лепідофітотелініт Сігляріотелініт
Екзиніт (ліптиніт)	Спориніт Кутиніт Резиніт Альгініт Ліптодетриніт Субериніт		Теньюспориніт Крассиспориніт Мікроспориніт Макроспориніт (мегаспориніт) Pita-альгініт Reinschia- альгініт
Інертиніт	Фюзиніт Семифюзиніт Макриніт Інертодетриніт Мікриніт Склеротиніт	Пірофюзиніт Деградофюзиніт Фунгосклеротиніт	Плектенхімініт Корпосклеротиніт Псевдокорпосклеротиніт

Вуглепетрографи і вуглехіміки виявили існування виразного взаємозв'язку між відбивною здатністю мацералу і виходом з нього вуглецю або легкої речовини. Це означає, що можна точно визначити ступінь метаморфізму вугілля, визначивши в аншліфі його відбивну здатність. При збільшенні ступеня метаморфізму окремі мацерали все менше і менше розрізняються за відбивною здатністю, внаслідок чого стає все важче диференціювати їх під мікроскопом. При вивченні аншліфа антрациту застосовуються спеціальні методи для диференціювання окремих мацералів.

Мацерали однієї і тієї ж групи розрізняються швидше за морфологією і структурою, ніж за відбивною здатністю. Іншими словами, між мацералами, які належать до однієї групи, існує лише незначна різниця у виході легких речовин, елементарному складі і технологічних властивостях. Якщо деякі форми або структури мацералів можна впевнено віднести до певного рослинного органу або рослинної тканини, наприклад, до деревної або паренхімної тканини, як у випадку з телінітом, то використовують термін «різновид мацералу» (наприклад, ксилотелініт або паренхімотелініт). І навпаки, якщо відмінності в походженні мацералів визначаються їх формою або структурою (наприклад, у фюзиніту комірчаста структура, що добре збереглася, перейшла від

деревного вугілля, а комірчаста структура, що погано збереглася, утворилася з деревини, що розклаталася), вони класифікуються як «типи мацералів» (пірофюзиніт, оксифюзиніт тощо).

Додаткові методи дослідження, такі, як люмінесцентна мікроскопія або травлення (кислотою) полірованих поверхонь, допомагають виявити невиразну при звичайних методах внутрішню будову мацералів та їх хімічні й фізичні властивості. Форми і структури, невиразні при звичайних мікроскопічних дослідженнях аншліфів, стають видимими при використанні методу масляної імерсії.

Група вітриніту

Характеристика мацералів. Вітриніт є найбільш поширеною і тому найважливішою групою мацералів в кам'яному гумітовому вугіллі.

Як показано в табл. 2.9, у групі вітриніту виділяють три мацерали: **телініт, колініт і вітродетриніт**. Вітриніт можна класифікувати також на підставі відбивної здатності. Вітриніт, що зустрічається у вигляді товстих шарів і має нормальну відбивну здатність, яка характеризує ступінь метаморфізму вугілля, названий "вітриніт А" або "телоколініт". Вітриніт, що зустрічається в тому ж пласті в шарах клариту, дуноклариту і клародуриту, характеризується слабшою відбивною здатністю і дещо вищим вмістом водню, ніж нормальний вітриніт. Він називається «вітриніт В» і відповідає десмоколініту. Існує і третій тип вітриніту, який називається «вітриніт С». Він має дещо вищу відбивну здатність і менший вміст водню, ніж вітриніт А. Вказані три ступені відбивної здатності вітриніту можна знайти в кам'яному вугіллі низького ступеня метаморфізму, використовуючи масляну, а ще краще йодисто-метиленову імерсію. Відмінності у відбивній здатності вітриніту зумовлені різним вихідним рослинним матеріалом, а також різним ступенем збереження рослинної речовини.

Телініт. Іноді у вітриніті, особливо у вугіллі низького ступеня метаморфізму, під мікроскопом можна спостерігати комірчасту або стільникову структуру, успадковану від вихідного рослинного матеріалу. Стінки комірок називаються «телінітом» (від слова «*tela*» – тканина). Часто порожні комірки наповнені колінітом, рідше резинітом, мікринітом або глиною. У більшості випадків важко розрізнити телініт і колініт, і тому при аналізах мацералу обидва вони реєструються як вітриніт. Чистий телініт зустрічається рідко.

Вітриніт і, зокрема, телініт звичайно утворюються із стовбурів, гілок, пеньків, коріння і листя дерев. У вугіллі кам'яновугільного періоду вихідним матеріалом служили плаунові (лепідофіти), папоротевидні насінні (птеридосперми) і папороті (фєрни). Таким чином, якщо тип тканини легко розпізнається, можна використати додаткові розрізнявальні терміни, наприклад, лепідофітовітриніт, кордаїтовітриніт. Якщо хочуть підкреслити характер мацералу, використовують такі терміни, як лепідофітотелініт, сігіляріотелініт, кордаїтотелініт, фунготелініт. Такі телініти називаються «різновидами мацералу». Структурний вітриніт утворюється з частини кори, а не з деревини лепідофітів.

Колініт. Термін «колініт» походить від грецького слова «*kolla*», що значить «клей». Колініт є безструктурним компонентом вітриніту. В структурному вітриніті комірки (чарунки) часто заповнені колінітом, а стінки їх складаються з телініту. У вугіллі

не зустрічаються вітренові шари, що складаються з чистого, справжнього колініту. Якщо в шарах вітриніту структура не виявляється ні в збуджено-відображеному, ні в прохідному світлі, то у багатьох випадках це пояснюється не відсутністю комірчастої структури, а тим, що вона замаскована в результаті заповнення комірок колоїдним гумусним гелем, відкладеним з гумусних розчинів. В такому разі немає щонайменшої відмінності ні в кольорі, ні в показнику заломлення між вітринізованими стінками комірок і колінітом, який заповнює комірки, тому первинна комірчаста структура не простежується. Проте в більшості випадків цю структуру можна спостерігати, застосовуючи йодисто-метиленову імерсію, травлення (наприклад, хромовою кислотою або перманганатом калію, розчиненим в сірчаній кислоті) або ж радіоактивне опромінення.

Насправді колініт не зовсім безструктурний. Іноді в ньому виявляється зерниста будова, яку можна розрізнити під електронним мікроскопом, а іноді в колініті спостерігаються «плаваючі» фрагменти – тканини, волокна і лусочки.

Корпоколініт. Корпоколінітом називають масивні гомогенні тіла в основному округлої або овальної форми, які зустрічаються в кам'яному вугіллі ізольовано, або у вигляді заповнювача клітин. Їхній розмір відповідає розмірам рослинних клітин. В карбоновому вугіллі зустрічаються дуже великі утворення корпоколініту (до 300 мкм в поперечнику).

Вітродетриніт. Як і інші мацерали, вітриніт може зустрічатися у вигляді детри-ту. Ці утворення представлені в основному фрагментами рослин або частинками гумусного торфу, які руйнувалися на дуже ранній стадії. Зрідка – це уламки вітриніту, роздробленого в результаті тиску, які мають такий же вигляд, що і включення в колініті.

Роздроблені уламки вітринітового характеру дуже часто зустрічаються в кам'яному вугіллі. Вони утворюють десмоколінітову основну масу клариту і тримацелариту. Як правило, при дослідженні в нормальному відображеному світлі з використанням масляної імерсії ці уламки не можна відрізнити один від одного. В цьому випадку їх об'єднують під назвою «десмоколініт». Тільки йодисто-метиленова імерсія дозволяє чітко розрізнити їх у вугіллі з високим виходом летких речовин. У відображеному світлі з використанням масляної імерсії частинки вітродетриніту можна побачити лише тоді, коли вони оточені компонентами, що мають іншу відбивну здатність (наприклад, глинистими мінералами у вуглистому сланці або інертинітом в дуриті). Вітродетриніт – рідкісний мацерал.

Фізичні властивості вітриніту

У формі вітренових шарів вітриніт має східчастий раковистий злам; іноді зустрічається борозенчастий раковистий злам. Поверхня на зламі склуквата або із смолянистим блиском. В антрациті може виявлятися металічний блиск.

Під мікроскопом у вітриніті спостерігаються тріщини відокремлення, зумовлені почасти зменшенням об'єму, почасти порушеннями тектонічного характеру. В першому випадку говорять про тріщини стиснення. В дуже вологому щільному лігніті мікроскопічні тріщини стиснення, що виникають при втраті води, можуть досягати значних розмірів. Під впливом тектонічного тиску вітриніт також може стати дуже тріщинуватим.

Густина вітриніту. Залежно від ступеня метаморфізму, густина вітриніту змінюється приблизно від 1,3 до 2,0 г/см³ (рис. 2.1).

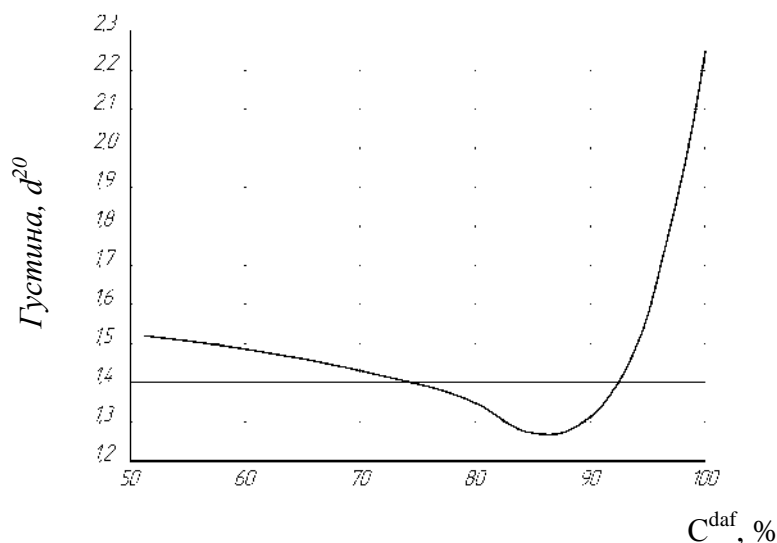


Рис. 2.1. – Густина вітриніту (d) як функція ступеня метаморфізму

Відбивна здатність вітриніту. В порівнянні з іншими групами мацералів, вітриніт наділений середньою відбивною здатністю. Найнижчі значення відбивної здатності спостерігаються у вугіллі з високим виходом летких речовин; вона збільшується у міру збільшення ступеня метаморфізму. В більшості випадків відбивна здатність телініту вища, ніж у колініту, але може бути і навпаки – в тому випадку, якщо оболонки клітин спочатку містили велику кількість целюлози. Коли відбивна здатність вітриніту визначається в поляризованому світлі і поляризатор встановлений під кутом 45° до відбитого променя, в шарах вітриніту, при обертанні оглядового столика мікроскопа на 360° , фіксується чотири характерні положення. Ці чотири положення через кожні 90° по черзі фіксують максимум і мінімум відбивної здатності. При схрещенні з'являється чотири фази затемнення і прояснення. Вітриніт наділений подвійним віддзеркаленням. Цю анізотропію відбивної здатності до певної міри можна спостерігати навіть у вітриніту вугілля з високим виходом летких речовин; але із збільшенням ступеня метаморфізму і особливо у вітриніті вугілля з виходом летких речовин менше 20% (середнє значення відбивної здатності 1,64%) подвійне відбиття виявляється особливо виразно. Це явище пояснюється типом подвійного променезаломлення, який можна назвати «анізотропією, спричиненою тиском», і який принципово відрізняється від типу подвійного променезаломлення в целюлозі. Описуване явище викликано тиском перекриваючих порід, що приводить до орієнтування гумусних комплексів, і, як правило, набагато помітніше виявляється у вітриніті більш високого ступеня метаморфізму. Навіть вітриніт в твердому бурому вугіллі має подібну анізотропію, викликану тиском, хоча її можна спостерігати тільки в прохідному світлі. Проте ступінь анізотропії не є мірою ступеня метаморфізму, оскільки вона не завжди збільшується при хімічній вуглефікації.

Мікротвердість вітриніту. Дані про різницю в абразивній твердості мацералів вуглепетрограф звичайно одержує при вивченні аншліфів. Чим твердіші або міцніші мацерали, тим важче вони поліруються; при цьому виявляються відмінності в рельєфі, які при бажанні можна помітно інтенсифікувати методом полірування. Найбільш сут-

теві відмінності в рельєфі спостерігаються у вугіллі низького ступеня метаморфізму, а у міру збільшення ступеня метаморфізму вони стираються. Іноді колініт виявляє більш низьку абразивну твердість, ніж телініт.

У порівнянні з екзінитом вітриніт характеризується високим ступенем крихкості. При тиску він легко тріскається і розколюється з утворенням прямокутних призм або кубиків великого розміру, а також дуже дрібних уламків, що накопичуються у вигляді тонкої фракції пилу. Опір стисненню вітриніту також залежить від ступеня метаморфізму. Цей опір зменшується від стадії кам'яного вугілля з високим виходом летких речовин до стадії кам'яного вугілля з середнім виходом летких речовин, але при ще більшому підвищенні ступеня метаморфізму опір знову зростає.

Пористість, мікроструктура і рентгеноструктура вітриніту. Пористість вітриніту визначається за допомогою ізотерм адсорбції. Вона змінюється залежно від ступеня метаморфізму від 0,05 см³/г для вітриніту із вмістом вуглецю 71% до 0,03 см³/г для вітриніту із вмістом вуглецю 94%, при цьому мінімальне значення пористості, рівне 0,025 см³/г, спостерігається у вітриніту із вмістом вуглецю близько 89%.

Неодноразово робилися спроби встановити структуру вугілля за допомогою рентгеноскопічних методів. Широкі дифракційні кільця вказують на те, що впорядкованість розташування атомів надзвичайно низька. Проте на дуже обмежених ділянках, які, образно кажучи, приурочені до «пластинок ароматизму», впорядкованість атомів вища, ніж у рідин або склоподібної маси. Внаслідок цього при рентгеноскопічних дослідженнях можна отримати лише грубу характеристику мікроструктури вітриніту.

На підставі зменшення ширини дифракційних кілець можна зробити висновок, що із збільшенням ступеня метаморфізму зростає орієнтованість пластинок ароматизму вітриніту. Внутрішню будову вітриніту можна встановити при пологому розсіюванні рентгенівського проміння. Цим методом фіксуються навіть найдрібніші пори, що недоступні адсорбційному аналізу.

Хімічні властивості вітриніту

Вітриніт складається з різних гуматів, утворених ядрами ароматизму, що по периферії оточені аліфатичними групами.

Із збільшенням ступеня метаморфізму периферійні групи (ОН, СООН, СН₃) втрачаються, а ядра ароматизму стають крупнішими. Властивості гумінів вітриніту залежать, окрім інших чинників, від вихідного матеріалу – тобто від того, утворені вони переважно з лігніну чи (і) целюлози. Елементний склад вітриніту різного ступеня метаморфізму наведений в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Хімічний склад вітринітів з вугілля різного ступеня метаморфізму – від кам'яного до антрациту (%)

№	С	Н	О	N	S	Н/С	О/С	Вихід летких речовин
1	81,5	5,15	11,7	1,25	0,4	0,753	0,108	39
2	85,0	5,4	8,0	1,2	0,4	0,757	0,071	34
3	87,0	5,35	5,9	1,25	0,5	0,732	0,051	30
4	89,0	5,1	4,0	1,3	0,6	0,683	0,034	26
5	90,0	4,94	3,2	1,35	0,5	0,655	0,027	23
6	91,2	4,55	2,6	1,15	0,5	0,594	0,021	8

Номери від 1 до 6 в цій таблиці показують ступінь збільшення метаморфізму вітриніту, про що свідчать збільшення вмісту вуглецю і зменшення виходу летких речовин. Вміст кисню поступово зменшується із збільшенням ступеня метаморфізму, а вміст водню залишається приблизно одним і тим же, і лише починаючи з кам'яновугільної стадії метаморфізму вугілля з середнім виходом летких речовин він дещо зменшується. Зменшуються також і атомні співвідношення Н/С і О/С.

Група екзиніту (ліптиніту) включає наступні мацерали: спориніт, кутиніт, субериніт, резиніт, альгініт і ліптодетриніт. Ці мацерали складаються із спорину, кутину, суберину, резиніту, воску, жирів і масел рослинного походження. Раніше мацерали групи екзиніту об'єднувалися терміном «первинні бітуми», яке є петрографічним поняттям, на відміну від хімічного терміну «бітум».

У вугіллі низького ступеня метаморфізму екзиніт відрізняється від вітриніту більш високим вмістом водню; при карбонізації таке вугілля дає великий вихід смоли і газу. В цьому вугіллі (як правило, з виходом летких речовин у вітриніті понад 30%) екзиніт в основному зберігає свій склад. Але при переході від стадії вугілля з високим виходом летких речовин до стадії вугілля з середнім виходом летких речовин (наприклад, 28%) воно зазнає відносно швидкої зміни, відомої як «стрибок вуглефікації».

Спориніт. Термін «спориніт» використовується на позначення оболонки спор і пилку в лігніті і кам'яному вугіллі. В палеозойському вугіллі спориніт іноді зустрічається у великій кількості і складає тоді основний компонент екзиніту. Таким чином, спориніт, безперечно, є найбільш важливим мацералом групи екзиніту, принаймні в кам'яному вугіллі північної півкулі.

В аншлифах вугілля низького ступеня метаморфізму спориніт виглядає темнішим, а в прозорих шліфах світлішим, ніж вітриніт. У вугіллі особливо низького ступеню метаморфізму колір спориніту від золотисто-жовтого до золотисто-коричневого. Зі збільшенням ступеня метаморфізму він стає темнішим і змінюється до темно-сірого. Після стрибка вуглефікації (при виході летких речовин у вітриніті близько 28%) сіре забарвлення поступово блідне, і при виході летких речовин близько 22% вже не існує ніякої різниці між сірим споринітом і сірим вітринітом. В масляній імерсії спориніт торфу і м'якого бурого вугілля забарвлені в темний голубувато-сірий колір. В антрациті спориніт можна побачити при схрещених ніколях, при травленні, а також при α -опроміненні.

У відбитому світлі, при використуванні йодисто-метиленової імерсії, спориніт торфу, лігніту і кам'яного вугілля низького ступеня метаморфізму має буро-сірий колір. Із збільшенням ступеня метаморфізму бурий колір змінюється до темно-сірого, а ближче до стрибка вуглефікації він відповідає кольору вітриніту.

При дослідженні бурого вугілля у відбитому світлі з нормальною освітленістю поля часто буває неможливо ясно відрізнити спориніт від гумодетриніту. Для визначення мацералів екзиніту в бурому вугіллі можна застосовувати флуоресцентне освітлення (голубе або ультрафіолетове опромінювання). Флуоресцентне освітлення успішно використовується також при визначенні екзиніту в кам'яному вугіллі низького ступеня метаморфізму.

В прозорих шліфах спориніт бітумінозного вугілля низького ступеня метамор-

фізму має золотисто-жовтий колір. Із збільшенням ступеня метаморфізму вугілля він стає червонуватим і на стадії кам'яного вугілля з середнім виходом летких речовин має такий же червоний колір, як і вітриніт.

У вугіллі низького ступеня метаморфізму відбивна здатність спориніту набагато менша, ніж вітриніту.

Спориніт є найлегшим компонентом вугілля. Його густина збільшується із збільшенням ступеня метаморфізму, і в кам'яному вугіллі вона коливається в межах від 1,18 до 1,28 г/см³.

Важливою фізичною властивістю спориніту є його міцність, що контрастує з крихкістю вітриніту. Міцність виразно виявляється на мікрофотографіях. Такі фотодокументи доводять, що екзина міоспор міцніша, ніж вмісний вітриніт. Її зв'язувальну дію в багатому на спори шарі дуриту можна порівняти із залізною арматурою, що зміцнює залізобетон.

Кутиніт. Кутин є речовиною, схожою на спорин, але не ідентичний йому, і утворює зовнішній шар листя, або кутикулу. Кутикула зустрічається не тільки на листі і хвої, але також на стеблах і тонких стовбурах, і відсутня на деяких рослинах, що ростуть під водою. Кутин може, крім того, міститися в насінні рослин. Міцні шари кутину називаються «кутиніт». В палеозойському кам'яному вугіллі кутиніт присутній в менших кількостях, ніж спориніт. Кращим способом дослідження викопної кутикули при вивченні викопних спор є вивчення існуючих сучасних її форм.

На рис. 2.2 показаний схематичний розріз листка. Середня частина називається «мезофіл». Він складається із стовбчастої і губчастої паренхіми.

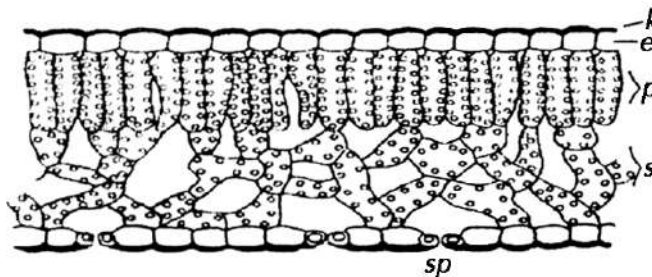


Рис. 2.2. – Схематичний поперечний розріз листка:

p – стовбчаста паренхіма; *s* – губчаста паренхіма; *e* – епідерміс; *k* – кутикула; *sp* – устя

З обох боків тканина листка вкрита шкіркою, що складається з клітинного шару (епідермісу). Проте тканина не була б достатньо міцною щодо механічної і фізичної дії і втрачала б дуже багато води при випаровуванні, якби вона не була захищена дуже міцним шаром, яким і є кутикула. В порівнянні з шарами з целюлозних клітин, кутиніт до руйнування витримує в 8-10 разів більше навантаження; стійкість кутину до хімічних реакцій вища, ніж у суберину; до того ж він теплостійкий. Бактерії і нижчі гриби не живляться кутином і суберином. Кутикула відокремлена від оболонок клітин епідермісу. Вона є прозорою, як скло. Шкірка кутину не наділена клітинною будовою, але прилягає настільки щільно зовні до клітин епідермісу, що на ній відбитий його структурний візерунок. Кутикула на верхній поверхні листка звичайно товща, ніж на нижній. Таке ж явище спостерігається і у викопної кутикули. Під кутикулою часто розта-

шовуються кутинізовані шари, що складаються з клітин з оболонками. Вони утворені кутином, затиснутим між целюлозою і іншими вуглеводами, з яких складаються оболонки клітин. Такі проміжні шари називаються «кутикулярними шарами».

Фізичні властивості кутиніту майже аналогічні фізичним властивостям спориніту. Те, що можна сказати про колір і відбивну здатність спориніту, справедливо також і для кутиніту; є лише невеликі відмінності. Кутиніт звичайно дещо блідіший, ніж пов'язаний з ним спориніт. В ході процесу вуглефікації кутикула зникає раніше, ніж зникають спори (на стадії кам'яного вугілля з середнім виходом летких речовин). В антрациті кутикула світліша, ніж вітриніт. Міцність кутиніту майже така ж, як міцність спориніту.

Товста кутикула, яка створює рельєф на полірованих поверхнях, особливо міцна.

В прохідному світлі кутиніт бурого вугілля виявляє слабке двозаломлення. Колір інтерференції – першого порядку, блідо-сірий. На обмежених ділянках спостерігається пряме згасання. При похилому положенні на кутикулі спостерігається хвильове згасання. Кутиніт наділений плеохроїзмом.

Основною речовиною в кутиніті є кутин, тісно пов'язаний з суберином. Обидві речовини – це складні гліцеринові етери жирних кислот.

Суберин містить фелонову кислоту, а для кутину, як вважають, характерна її відсутність. Хімічний склад кутину майже аналогічний складу спорину. Характерною його особливістю є високий вміст водню, який перевищує 50 ат.% аж до стрибка вуглефікації. Вихід летких речовин рівний приблизно 80% (V^{daf}), вміст вуглецю складає 70,6-76,4%, водню – 7,6-11,8% і кисню – 11,8-21,7%.

Розчинність кутиніту в суміші бензолу із спиртом дуже невелика або нульова. Використовуючи хлороформ і спирт, з кутиніту можна вилучати невелику кількість воску.

Викопна кутикула і кутинізовані стінки клітин реагують на церотинову кислоту майже так само, як сучасна кутикула. Це доводить, що речовина дуже добре збереглася в м'якому бурому вугіллі, твердому бурому вугіллі і кам'яному вугіллі низького ступеня метаморфізму, що підтверджується також мікроскопічними дослідженнями.

Кутинові і хітинові речовини практично можуть зберігатися протягом необмеженого періоду часу. В окремих кутинових шарах деякі хімічні реакції йдуть так само, як в сучасному кутині. Наприклад, концентрований гідроксид калію забарвлює кутикулу в інтенсивно-жовтий колір. Під впливом концентрованої сірчаної кислоти колір кутину змінюється до червоно-коричневого. Інші барвники, такі, як судан III, сафранін, еритрозин, ціанін, викликають той же ефект при дії на викопну кутикулу, що й на сучасну. Це говорить про те, що хімічні властивості кутину у вугіллі з низьким ступенем метаморфізму практично залишаються такими, якими вони були за життя первинних рослин.

Резиніт. Всі натуральні смоли є продуктами обміну речовин, що відбувається в рослинах. Їхні хімічні і фізичні властивості дуже різні. Добре відомі смоли хвойних дерев. Резиніт вугілля утворюється не тільки із смоли рослин, але включає також деякі інші виділення, такі, як ефірні масла, що утворюються в листі, які перетворилися на смолу і мають форму невеликих округлих тіл. Їх можна назвати «масляним резинітом». Відомо, що хвоя ялицевих повністю пронизана каналцями, заповненими смолою, тоді як в багатьох листках знайдені крапельки масла.

Морфологія резиніту в аншліфах і прозорих шліфах. У вугіллі резиніт в основному відіграє роль заповнювача клітин, але може також зустрічатися у вигляді шарів або в тонкодисперсному стані. У вертикальному перетині тіла резиніту звичайно являють собою невеликі сферичні, овальні або конусоподібні утворення або стрижні. В палеозойському кам'яному вугіллі конусоподібні форми перетинів смоляних тіл зустрічаються відносно часто. В аншліфах вони виглядають темнішими, ніж спориніт і кутиніт.

Відбивна здатність резиніту у вугіллі низького ступеня метаморфізму змінюється в широких межах, але вона завжди нижче відбивної здатності відповідного вітриніту. Відбивна здатність резиніту в масляній імерсії в бурому вугіллі коливається від 0,13 до 0,20 (при 547 нм).

У прохідному світлі він виглядає гумою біло-жовтого, лимонно-жовтого, жовтуватого-червоного кольору. В аншліфах при використанні масляної імерсії він має колір темно-сірий до сірого, а в бурому вугіллі резиніт іноді дуже темний. Зрідка він виявляє рубіново-червоне внутрішнє віддзеркалення. Резиніт у вугіллі низького ступеня метаморфізму сильно флуоресціює від синьо-зеленого до блідо-оранжевого кольору. Із збільшенням ступеня метаморфізму зелений колір переходить в жовтий і, нарешті в оранжевий. В бурому вугіллі нижнього карбону підмосковного басейну зустрічається резиніт, який флуоресціює блідо-оранжевим кольором. Окиснені червоні частини флуоресціюють дещо слабше. Коефіцієнт заломлення резиніту в бурому вугіллі коливається в межах від 1,53 до 1,60.

Як і у інших мацералів групи екзиніту, коефіцієнт заломлення і відбивна здатність резиніту збільшуються із збільшенням ступеня метаморфізму. Густина його при 20°C змінюється від 1,0 до 1,2 г/см³, але останнє значення досягається лише у виняткових випадках. Звичайно резиніт не виявляє рельєфу на полірованих поверхнях, що свідчить про те, що його абразивна твердість майже така ж, як і у вітриніту. Мікроскопічно резиніти, що утворилися із смоли і воску, можна розрізнити за формою, та і то лише у виняткових випадках.

Вміст вуглецю в резиніті коливається від 77 до 85%, водню – від 8,8 до 11,0%, кисню – від 2,7 до 13,0%. Ці дані свідчать про те, що практично резиніт збагатився воднем – в резиніті міститься більше водню, ніж в спориніті, при одному і тому ж вмісті вуглецю. Більша частина резиніту бурого вугілля може розчинятися при екстракції в суміші бензолу із спиртом, тоді як екстракція із спориніту, кутиніту і субериніту дуже незначна або нульова. Кількість і характер витяжки залежить від ступеня метаморфізму, характеру розчинника і умов витягання. Екстрагування зростає із збільшенням температури. Резиніт, що утворився з викопної смоли, дає у витяжці смолу, тоді як витяжка зі всього бурого вугілля, «сирого бітуму», складається з воску і смоли. Віск (цериніт) утворюється в основному з кутиніту і воску покритонасінних рослин.

Теплота згоряння резиніту бурого вугілля 39,0 МДж/кг.

Смола і віск витягуються з бурого вугілля в промислових масштабах за технологією, відомою під назвою "Монтанвоск" ("Montan Wax").

Будучи ненасиченою сполукою, резиніт здатний поглинати кисень, і при збільшенні ступеня окиснення він стає менш плавким при нагріванні, менш розчинним і важче піддається дії барвників.

Відбивна здатність резиніту збільшується із збільшенням ступеня метаморфізму. Хімічні зміни, викликані прогресуючою вуглефікацією, майже аналогічні змінам, що зустрічаються в інших мацералах групи екзиніту.

Альгінит. Альгінит є мацералом, який зустрічається тільки в специфічному вугіллі. Він не знайдений в нормальному гумусовому вугіллі.

Від інших мацералів групи екзиніту його можна легко відрізнити за високим вмістом водню і темним забарвленням в аншліфах у масляній імерсії. Таким чином, неможливо сплутати альгінит і спориніт, який виглядає безумовно блідішим. Альгінит утворюється з певних типів водоростей, які вперше були ідентифіковані і детально описані при вивченні прозорих шліфів. Фактично досить легко приготувати прозорі шліфи із зразків вугілля, що містять водорості (богхедів). В тонких шліфах водорості прозорі і виглядають яскравими.

У вугіллі низького ступеня метаморфізму альгінит виявляє мінімальну відбивну здатність і максимальну флуоресценцію в порівнянні зі всіма іншими мацералами. В аншліфах він чорний до темно-сірого, а в прозорих шліфах – білий до жовтого. Значна абразивна твердість альгініту обумовлює наявність в нього в аншліфах позитивного рельєфу. Альгінит має низьку густину. В хімічному відношенні він характеризується високим вмістом водню.

Ліптодетриніт – це збірний термін, що характеризує ліптиніт (аналогічний екзиніту), представлений різними формами. Він має низьку відбивну здатність. Флуоресценція, тонкий детритовий склад не дозволяють з певністю віднести цей інгредієнт до якого-небудь іншого мацералу групи екзиніту. Ліптодетриніт може складатися з фрагментів або зруйнованих залишків спор, кутикул, смоляних тіл або водоростей. Ніяких детальних досліджень щодо розповсюдження, а також фізичних і хімічних властивостей ліптодетриніту в кам'яному вугіллі не проводилося. Третинне м'яке буре вугілля, особливо "блискучі" літотиби, містить велику кількість ліптодетриніту. Кеннель карбону також багатий на ліптодетриніт. Можливо, ліптодетриніт є характерним для вугілля, утворення якого пов'язане з підводними умовами.

При дослідженні вугілля низького ступеня метаморфізму, особливо бурого вугілля, у відбитому світлі з використанням масляної імерсії часто важко відрізнити ліптодетриніт від глинистих частинок. Ще важче відрізнити його від крупних пор в м'якому бурому вугіллі, але при опромінюванні голубим світлом ліптиніт стає ясно видимим завдяки флуоресценції. Найкращим методом для його вивчення є флуоресцентний мікроскоп з великим збільшенням (приблизно $\times 500$).

Оптичні і хімічні властивості ліптодетриніту істотно змінюються залежно від його походження. Характерними особливостями є низька відбивна здатність, сильна флуоресценція і висока абразивна твердість, яка звичайно вища, ніж у вітриніту. Подібно до всіх мацералів групи екзиніту, ліптодетриніт відрізняється відносно високим вмістом водню і високим виходом летких речовин.

Поведінка мацералів групи екзиніту в ході процесу вуглефікації показана на прикладі спориніту. Серед інших мацералів мацерали групи екзиніту піддаються найбільш істотним змінам, тоді як мацерали групи інертиніту змінюються несуттєво (в них збільшується відбивна здатність). У вугіллі з виходом летких речовин більше 35% чітко розрізняються спори і кутикули темного кольору. В той же час мегаспори все ще

зберігають золотисто-жовте або червонувато-коричневе забарвлення завдяки внутрішньому віддзеркаленню. В газовому вугіллі, яке має вихід летких речовин від 28 до 35%, темне забарвлення стає вже дещо блідішим. На межі між газовим і жирним вугіллям (з виходом летких речовин близько 28%) відбувається різка зміна. Тут спориніт стає помітно блідішим у відносно вузькому діапазоні ступеня метаморфізму (стрибок вуглефікації), що добре видно на прикладі блідого кольору міоспор з пласта жирного вугілля Рурського вугільного басейну. Спориніт, очевидно, змінився в результаті значної втрати летких речовин, особливо водню, що підтверджується збільшенням його відбитної здатності. У вугіллі ще більш високого ступеня метаморфізму і напівантрациті спори і кутикули вже не розрізняються, тому за ними не можна виділити вітриніт. Навпаки, в антрациті ще можна визначити сліди спориніту, використовуючи схрещені ніколи. Навіть в антрациті високого ступеня метаморфізму екзиніт повністю ще не зникає і його можна знайти при протравленні. Все це свідчить про те, що мацерали з хімічної точки зору ще не стали повністю ідентичними.

Група інертиніту

В петрографії вугілля слово "*інерт*" застосовується як префікс до назви компонентів вугілля з порівняно низькою реакційною здатністю. Наприклад, мацерали групи вітриніту і екзиніту вугілля, що коксуються, розм'якшуються в процесі карбонізування, тоді як розм'якшеність мацералів групи інертиніту дуже слабка або нульова. Тільки мікриніт не інертний. Від інших інертинітів він відрізняється своїм походженням. Проте він традиційно зараховується до мацералів групи інертиніту і тому буде розглянутий разом з ними. Зупинимося докладніше на мацералах групи інертиніту і їх мацеральних типах.

Характерною оптичною властивістю мацералів групи інертиніту є висока відбивна здатність.

Фюзиніт. З усіх компонентів вугілля мацерал фюзиніт має найвищий вміст вуглецю. Він часто утворюється з деревного вугілля. Фюзиніт є компонентом вугілля, який першим був визначений під мікроскопом у вигляді шарів фюзену. На підставі генезису були виявлені відмінності між двома типами фюзиніту, а саме *пірофюзинітом* і *деградофюзинітом*. Обидва типи знайдені як у торфі, так і в бурому вугіллі. Фюзиніт найбільш часто зустрічається в кам'яному вугіллі. Комірчаста структура і жовтуватий колір пірофюзиніту дозволяють відрізнити його від білого, з комірчастою структурою деградофюзиніту, в якому ця структура гірше збереглася. Слабкий жовтавий відтінок пірофюзинітів зумовлений дуже високим вмістом вуглецю.

В аншліфах *пірофюзиніт* виявляє високий рельєф, на відміну від низького, а іноді дуже низького рельєфу деградофюзиніту. Структури рослинної тканини в пірофюзиніті належать до числа найкраще збережених клітинних структур, знайдених у вугіллі. Іноді навіть можна виразно бачити внутрішньоклітинний простір і зрідка – східчасті трахеї. Клітини як правило порожні, але в деяких випадках заповнені мінералами, зокрема піритом. Якщо клітини порожні, то структура іноді схожа на перфоровану тканину, і деякі автори називають її «*ситовою*» структурою.

У багатьох випадках стінки порожніх клітин руйнувалися і вдавлювалися одна в одну, утворюючи в результаті «*дугову*» або «*зірчасту*» структуру. Дрібнозернисті зір-

часті структури і велика різноманітність інших структур фюзиніту зустрічаються в пласті вугілля родовища сажі Цвіккау в Саксонії. Якщо стінки клітин були пластично zdeформовані перед фюзенізацією, то в результаті утворювалися скручені структури фюзиніту. Окремі фрагменти стінок клітин мають форму загострених, гострокутних, голкоподібних уламків, які можуть бути названі «фюзинітові голки». Нині вони класифікуються як інертодетриніт.

Твердість фюзиніту іноді підтверджується спостереженнями під мікроскопом, де видно, як жорсткі і загострені уламки фюзиніту настільки вдавлюються в пластичний семифюзиніт, що деформують його. Комірчаста структура пірофюзиніту зумовлена переважно деревною тканиною. У фюзиніті третинного і мезозойського вугілля можна також розрізнити річні кільця за чергуванням раніше утворених деревних клітин з широкими порожнинами і пізніше утворених клітин з вузькими порожнинами. У фюзиніті можна ще побачити склеренхіму з деревини папоротей і щільні фюзенізовані клітини з вузькими порожнинами, а також східчасті трахеї. На площинах напластовано зустрічаються дрібнокомірчасті фюзенізовані залишки листя папороті.

В торфі, бурому і кам'яному вугіллі містяться різні кількості фюзиніту. В цілому його частка незначна і не перевищує кількох відсотків. Як правило, в торфі і бурому вугіллі фюзиніту міститься набагато менше, ніж в кам'яному. Особливо багатий фюзинітом карбоновий пласт вугілля-сажі на родовищі Цвіккау в Саксонії. Пожежі на болотах можуть привести до утворення обширних шарів деревного вугілля (фузиту). В центральній частині Німеччини в бурому вугіллі були знайдені потужні шари фузиту в асоціації з дуже тонким шаром природного коксу.

Деградофюзиніт особливо поширений в кам'яному вугіллі карбону і пермі (гондванське вугілля) і рідше зустрічається в третинному вугіллі. Причому у вугіллі карбону його набагато більше, ніж пірофюзиніту. В більшості випадків деградофюзиніт зустрічається (або приурочений) в дуриті і клародуриті.

У відбитому світлі колір фюзиніту жовтувато-білий до білого, а в прохідному світлі він виглядає чорним. Фюзиніт має високу відбивну здатність. До недавнього часу вважали, що серед всіх мацералів в нього найвища відбивна здатність, проте дослідження показали, що це не зовсім так. Насправді вітриніт в перантрациті має найвищу відбивну здатність, а також найнижчий ступінь анізотропії. В перантрациті, який містить 97% вуглецю і 1,15% водню, максимальна відбивна здатність в масляній імерсії – 7,30%, тоді як відповідний фюзиніт має відбивну здатність тільки 5,20%. Фюзиніт наділений високою абразивною твердістю і високою мікротвердістю. Таким чином, в аншліфах фюзиніт виявляє високий рельєф. Густина фюзиніту приблизно 1,5 г/см³, що перевищує густину вітриніту і екзиніту. З хімічної точки зору для фюзиніту характерний високий вміст вуглецю і низький – водню. Із збільшенням ступеня метаморфізму вихід летких речовин в ньому зменшується. Під час карбонізування фюзиніт не плавиться. В цілому фізичні і хімічні властивості фюзиніту свідчать лише про незначні зміни у міру збільшення ступеня метаморфізму.

Семифюзиніт. При дослідженні під мікроскопом у відбитому світлі великої частинки фюзиніту часто виявляється його високий рельєф, що зменшується в одному напрямі, і, нарешті, повністю зникає. В той же час колір частинки змінюється від білого до сірого. Ці явища свідчать про перехід від фюзиніту через семифюзиніт до теліні-

ту. Як правило, частинки, що розглядаються, зобов'язані своїм походженням лише частково обвугленим тканинам рослин. Ці проміжні стадії між фюзинітом і телінітом і називаються семифюзинітом. В семифюзиніті відбивна здатність завжди нижче, ніж у фюзиніті, а колір білий або світло-сірий. Абразивна твердість в нього нижча, ніж у фюзиніту, але вища, ніж у вітриніту. Комірчаста структура в семифюзиніту в основному гірше збереглася, ніж у фюзиніту.

На підставі морфології семифюзиніту можна зробити висновок, що він є перехідною стадією між фюзинітом і телінітом. Основна кількість семифюзиніту, приурочена до бітумінозного вугілля карбону, генетично належить до різновиду деградосемифюзиніту, який звичайно характеризується високим ступенем руйнування первинної комірчастої структури.

Фізичні і хімічні властивості семифюзиніту змінюються в широких межах і залежно від ступеня вуглефікації коливаються від характерних, з одного боку, для вітриніту, а з іншою – для фюзиніту. Це справедливо також і щодо відбивної здатності. У відбитому світлі семифюзиніт світло-сірий до білого, а в прохідному – коричневий до чорного. Багато семифюзинітів є анізотропними. Абразивна твердість вища, ніж у вітриніту. Густина семифюзинітів в бітумінозному вугіллі змінюється приблизно від 1,35 до 1,45 г/см³. Семифюзиніт багатший на вуглець і бідніший на водень, ніж вітриніт, але містить менше вуглецю і більше водню, ніж фюзиніт.

Макриніт – порівняно аморфна, незерниста основна маса з високою відбивною здатністю, яка не виявляє або практично не має структури. Окрім макриніту, який зустрічається у вигляді основної маси, знайдені також ізольовані частинки макриніту різного розміру, витягнуті або округлої форми.

Макриніт є досить рідкісним мацералом групи інертиніту. Термін "основна маса" застосований тому, що інші мацерали, такі, як спориніт, кутиніт і резиніт, містяться в ній і в певному значенні цементуються нею. Подібно колінітовій основній масі клариту, макринітова основна маса дуриту не має характерних форм. В дуриті спориніт, кутиніт і резиніт звичайно асоціюються з інертним детритом (інертодетринітом) або з семифюзинітом, але іноді зустрічаються дурит і клародурит, в аморфну основну масу яких, а саме в макриніт, включені мацерали групи екзиніту.

Макриніт має варіативну (змінну) відбивну здатність, яка відповідає відбивній здатності фюзиніту або семифюзиніту. У відбитому світлі макриніт має колір білий до блідо-сірого, в прохідному світлі – чорний до коричневого. Його абразивна твердість майже така ж, як у вітриніту.

Інертодетриніт складається з тонких частинок, з порівняно сильною відбивною здатністю, розміром звичайно менше 30 мкм. Загалом ці частинки є уламками або залишками фюзиніту, семифюзиніту, макриніту і склеротиніту. Внаслідок невеликого розміру, у більшості випадків їх неможливо з певністю віднести до якого-небудь мацералу групи інертиніту, тому вони об'єднані під загальним збірним терміном "інертодетриніт".

При описі фюзиніту вказувалося, що деякі фюзенізовані тканини руйнувалися під тиском перекриваючих порід або навіть ще до того, як попадали в пласт, внаслідок чого вони перетворювалися на масу окремих уламків. Це справедливо і для семифюзиніту зі змінною відбивною здатністю, а також для склеротиніту. Уламки фюзенізованої

клітинної тканини звичайно мають гострокутні форми. Для ідентифікації інертодетриніту необхідне принаймні 200-кратне збільшення.

При дослідженнях фюзенизованих частинок вони фіксуються як інертодетриніт тільки в тому випадку, якщо не мають комірчастої структури. Збереження навіть однієї клітини служить достатнім критерієм комірчастої структури. В інертодетриніт іноді включені фюзенизовані міоспори або уламки.

Інертотетриніт третинного м'якого або твердого бурого вугілля представлений уламками фюзиніту.

Частинки інертотетриніту мають надзвичайно різноманітне походження. Це можуть бути залишки стінок клітин фюзиніту або семифюзиніту, залишки речовин, що наповнюють клітини, залишки грибниці і частинки спор грибів, або склероцій, а також фюзенизовані мікроспори. В переважній більшості випадків неможливо точно визначити походження частинок через їх надзвичайно малий розмір.

Відбивна здатність частинок інертотетриніту може змінюватися в широких межах, але вона завжди вища, ніж відбивна здатність вітриніту. У відбитому світлі колір інертотетриніту білий до блідо-сірого, а в прохідному – чорний до темно-коричневого. Абразивна твердість в нього вища, ніж у вітриніту, але вона змінюється залежно від походження. Хімічні властивості інертотетриніту такі ж, як і інших мацералів групи інертиніту. Для них характерний високий вміст вуглецю і низький – водню.

Мікриніт. Серед мацералів групи інертиніту мікриніт займає особливе положення. Він характеризується округлою формою зерен і їх малим розміром, який звичайно не перевищує 1 мкм. Форми виділення: від грубозернистого з мінливою формою частинок інертотетриніту до аморфного макриніту, в якого відсутня зернистість. Мікриніт відрізняється, ймовірно, також хімічними властивостями, які детально ще не вивчені. В аншліфах сферичні блідо-сірі до білих зерна мікриніту не виявляють рельєфу, що свідчить про те, що вони не твердіші вітриніту або колініту, в яких вони звичайно знаходяться у вигляді включень. Мікриніт іноді зустрічається у вітриніті у вигляді речовини, що наповнює порожнини клітин, як це було неодноразово показано на фотографіях, але, крім того, він може складати і стінки клітин. Скупчення зерен мікриніту можуть утворювати мікроскопічно помітні шари мікриніту. Зрідка вони включають темні мінеральні зерна. Мікриніт часто зустрічається в тонкодисперсному вигляді в колініті.

Колір мікриніту у відбитому світлі блідо-сірий до білого, а в прохідному – чорний або темно-коричневий. Його відбивна здатність помітно вища, ніж у вітриніту. Абразивна твердість у мікриніту така ж, як і у вітриніту. Повні дослідження хімічних властивостей мікриніту ще не проведені, але він, безумовно, відрізняється від інших мацералів інертиніту. Мікриніт дає великий вихід летких речовин і реагує на збільшення температури і окиснення.

Склеротиніт – мікрокомпонент групи фюзиніту, який характеризується округлою і овальною формою з високим рельєфом. У відбитому світлі білий або жовтуватий. Включає скупчення грибів (плектенхіма).

Склеротиніт у третинному вугіллі. На противагу склеротиніту палеозойського кам'яного вугілля, склеротиніт третинного твердого бурого вугілля складається виключно із залишків грибів. Залишки грибів в третинному вугіллі майже завжди можуть

розпізнаватися за їх морфологією. Вони зустрічаються у формі трубчастих, комірчастих або некоірчастих ниток грибниці, які зрослися у вигляді утворень неправильної форми. Нитки грибниці можна розрізати як в поперечних, так і в подовжніх зрізах.

Вражаючою особливістю третинного вугілля є округлі, трикутні або прямокутні одноклітинні білі спори грибів, які мають "прикраси" у вигляді протуберанців або колоска. Іноді всередині сферичних спор грибів все ще можна розрізати нізку бліду тканину. Частина спор здавлені в еліптичні форми. Оболонки спор щільні і звичайно виявляють рельєф. Двоклітинні телейтоспори або "зимові" спори (зимує гриб на опалому листі у вигляді телейтоспор) можуть мати різні форми. Вимірювання показують, що спочатку ці спори були пластичними, потім вони сильно деформувалися під дією тиску. Часто також зустрічаються багатоклітинні телейтоспори. Відбивна здатність оболонок спор змінюється в широкому діапазоні, але звичайно має високі значення.

Склеротиніт у вугіллі карбону. Склеротиніт, який зустрічається у вигляді залишків грибів в третинному бурому вугіллі, легко розпізнається, тоді як утворені з грибів палеозойські склероції визначити значно важче. Немає сумніву, що гриби існували ще в карбоні і пермі. Залишки грибів відомі з стародавніх періодів. В пермському і карбоновому вугіллі вони зустрічаються набагато рідше і мають гірше збереження, ніж у третинному вугіллі.

В кам'яному вугіллі знахідки склеротиніту не обмежуються залишками грибів. Термін «склеротиніт» підкреслює тільки той факт, що знайдені утворення є особливо щільними, подібно до склероцій, і мають високу відбивну здатність. Раніше термін «склеротиніт» використовувався на позначення тіл, знайдених в палеозойському кам'яному вугіллі, і клітин, що утворилися в результаті виділення, які були дещо схожі на склероції. Пізніше встановили, що вони являють собою фіузенізовані резиніти або корпоколініти. Нині їх називають «секреторним склеротинітом».

Склеротиніт має звичайно високу відбивну здатність, що змінюється. У склеротиніту з м'якого бурого вугілля відбивна здатність складає близько 0,4%, а в склеротиніту з кам'яного вугілля вона може перевищувати 6%. Склеротиніт переважно ізотропний, але в кам'яному вугіллі в нього іноді виявляється дуже низька анізотропія. В аншліфах колір склеротиніту білий до блідо-сірого, в прозорих шліфах чорний до коричневого. В м'якому бурому вугіллі досить часто зустрічається склеротиніт, який виглядає коричневим в прохідному світлі і блідо-сірим у відображеному світлі. Густина склеротиніту з м'якого бурого вугілля змінюється від 1,6 до 2,0 г/см³. Густина склеротиніту з кам'яного вугілля ще не визначена. Секреторний склеротиніт в основному характеризується високою абразивною твердістю. Даних щодо його хімічних властивостей дуже мало. Вважають, що він містить багато вуглецю і мало водню. При карбонізуванні склеротиніт не розм'якшується.

Мікролітотиби вугілля і їхня міцність. Визначення мікролітотипів.

Мацерали вугілля, особливо мацерали групи екзиніту (ліптиніту), а також мікриніт і макриніт рідко зустрічаються в чистому вигляді. Частіше вони асоціюють з мацералами тієї ж групи або з мацералами двох інших груп. Такі асоціації називаються «мікролітотипами». Мікролітотиби поділяються на три групи: мономацеральні, бімацеральні і тримацеральні мікролітотиби, залежно від вмісту в мікролітотипі мацералів однієї, двох або трьох груп. Всі мікролітотиби мають у назві суфікс *-іт*. Для більш чіткого розмежування між різними мікролітотипами Міжнародний комітет із петрології

вугілля прийняв дві умови: а саме про мінімальну ширину смуги в мікронах і так зване "правило 5%". Перша умова означає, що при аналізах мікролітотип як такий може виділятися тільки в тому випадку, якщо на полірованій поверхні, утвореній перпендикулярно площині нашарування, він має ширину принаймні 50 мкм або його мінімальна поверхня складає 50x50 мкм. Правило 5% зумовлено тим фактом, що ні мономацеральні, ні бімацеральні мікролітотипи не складаються цілком з мацералів однієї або двох мацеральних груп. За умовою, мономацеральний або бімацеральний мікролітотип може містити до 5% акцесорних мацералів, або, інакше кажучи, мацералів, які нетипові для нього. Мономацеральний мікролітотип "вітрит", наприклад, повинен містити не менше 95% вітриніту і не більше 5% екзиніту і (або) інертиніту. В табл. 2.11 подано класифікацію мікролітотипів твердого вугілля і їх склад за мацеральними групами і окремими мацералами (без урахування мінеральних складових).

Таблиця 2.11 – Зведені дані про мікролітотипи

Мацеральний склад чистого вугілля, %	Мікролітотип	Склад за мацеральною групою чистого вугілля, %	Група мікролітотипу
Мономацерал Co>95 T>95 VD>95	(Коліт) (Теліт)	V>95	Вітрит
S>95 Cu>95 R>95 A>95 LD>95	Спорит (Куїт) (Резит) Альгіт	E(L)>95	Ліптит
Sf>95 F>95 Sc>95 ID>95 M>95	Семифюзит Фюзит (Склеротит) Інертодетрит (Макроїт)	I>95	Інертит
Бімацерал V+S>95 V+Cu>95 V+R>95 V+LD>95	Спорокларит Куїноокларит (Резиноокларит)	V+E(L)>95	Кларит V, E(L)
V+M>95 V+Sf>95 V+F>95 V+S>95 V+ID>95		V+I>95	Вітринертит V, I
I+S>95 I+Cu>95 I+R>95 I+LD>95	Спородурит (Куїнодурит) (Резинодурит)	I+E(L)>95	Дурит I, E(L)
Тримацерал V,I,E>95	Дурокларит Вітринітоліптит Клародурит	V>I, E(L) E>I, VI>V, E(L)	Тримацерит V, I, E(L)

¹Терміни в дужках нині не використовуються. Co – колініт; T – телініт; VD – вітродетриніт; S – спориніт; Cu – куїніт; R – резиніт; A – альгініт; LD – ліпідодетриніт; M – макриніт; Sf – семифюзиніт; F – фюзиніт; Sc – склеротиніт; ID – інертодетриніт; V – вітриніт; E – екзиніт; L – ліптиніт; I – інертиніт.

Фізичні і хімічні властивості мономацеральних мікролітотипів визначаються властивостями мацералів, з яких вони складаються. На їхню поведінку і особливо на їх технологічні властивості сильно впливає вміст інших акцесорних мацералів в кількості навіть менше 5%. Хімічний склад бі- і тримацеральних мікролітотипів, особливо у вугіллі низького ступеня метаморфізму, суттєво залежить від складу мацеральних груп. Якщо вихід летких речовин менше 20%, то відмінності в хімічних властивостях і відбивній здатності в трьох мацеральних групах настільки незначні, що практично немає сенсу встановлювати їх.

Навпаки, фізичні властивості залежать не тільки від мацерального складу. Мікротвердість бі- і тримацеральних мікролітотипів завжди вища, ніж в мономацеральних різновидах. Ліптити відрізняються дуже високою мікротвердістю, яка зумовлена великою міцністю екзиніту, особливо спориніту і кутиніту.

Густина дуриту середнього складу підвищується із збільшенням ступеня метаморфізму від $d=1,3$ до $d=1,7$ г/см³. Густина обернено пропорційна вмісту екзиніту. Мікротвердість у дуриту, як правило, вища, ніж у вітриту і клариту. Завдяки міцності спориніту дурит, збагачений екзинітом, характеризується більшою міцністю і меншою здатністю розколюватися, ніж вітрит і кларит. Дурит може зустрічатися у вигляді потужних дюренових пластів. При розколюванні він має тенденцію накопичуватися в більш грубозернистій фракції.

У спікливому вугіллі, що коксується, властивості в дуриту гірші, ніж у вітриту, клариту і дуроклариту. Багатий екзинітом дурит вугілля з високим виходом летких речовин легко піддається гідрогенізації. В цілому дурит важко окиснюється і не утворює вугільного пилу.

Збагачені екзинітом мікролітотипи мають найвищу міцність, особливо якщо містять відносно велику кількість спориніту і кутиніту. Вона визначається передусім високою міцністю цих двох мацералів, які в той же час обмежують тріщинуватість.

Міцність мікролітотипу, безумовно, зменшується за наявності тріщин, незалежно від того, чи викликано їхню появу втратою вологи в кінці першої стадії вуглефікації, чи тектонічною дією. Іншим чинником, від якого залежить міцність, є потужність пластів або лінз мікролітотипів у вугільних пластах. Шари дуриту потужністю в кілька сантиметрів або дециметрів завжди матимуть більшу механічну міцність, ніж шари потужністю 0,5–1 мм. Те саме можна сказати і про шари клариту і тримацериту. Що ж до вітриту, то донині для нього не вдалося встановити чітку кореляцію між інтенсивністю тріщинуватості і потужністю шарів.

На противагу тріщинуватості, присутність сингенетичних мінеральних включень збільшує міцність мікролітотипів. Їх вплив на міцність посилюється із збільшенням дрібнозернистості і рівномірності розподілу мінеральної речовини. Тонкодисперсні глинисті мінерали в мікролітотипах, особливо у вітриті, дають помітне збільшення міцності. Те ж саме можна сказати і про мінеральні просочення фузиту, про які говорилося вище (щільний фузит). Дрібні включення піриту, дрібнозернистого кварцу і сидериту також сприяють підвищенню міцності.

Резюмуючи зауважимо, що міцність мікролітотипів залежить від їх мацерального складу, вмісту мінералів і тектонічних впливів на вугільні пласти. Густина бі- і тримацеральних мікролітотипів також є функцією мацерального складу і, крім того, хара-

ктеру і кількості асоційованих мінералів. Проте у разі мономацеральних мікролітотипів на густину впливає тільки вміст мінералів. При однаковому вмісті мінералів густина всіх мікролітотипів збільшується із збільшенням ступеня метаморфізму вугілля. У високометаморфізованому антрациті вона досягає значення приблизно $1,7 \text{ г/см}^3$. При однаковому ступені метаморфізму і однаковому вмісті мінеральних домішок мікролітотипи, що містять велику кількість екзіниту, завжди мають нижчу густину, ніж мікролітотипи, які містять велику частку інертиніту.

Карбомінерити. Як згадувалося вище, мікролітотипи можуть містити різні мінеральні домішки. Класифікація асоціацій мінералів з вугіллям ґрунтується на відмінностях речовин за густиною, яка звичайно має місце при збагаченні вугілля; по-перше, виділяється фракція між вугіллям і проміжними продуктами ($d = 1,5 \text{ г/см}^3$) і по-друге, фракція між проміжними продуктами і глинистим сланцем ($d = 2,0 \text{ г/см}^3$). Вугілля, що має значення густини менше $1,5 \text{ г/см}^3$, визначається назвою мікролітотипу з додаванням, якщо це потрібно, назви контамінованого мінералу або мінералів, наприклад, "аргілітовий вітрит". Вугільно-мінеральні асоціації, що мають густину від $1,5$ до $2,0 \text{ г/см}^3$, називаються "карбомінеритами".

Карбомінерити відрізняються від мікролітотипів тільки більш високим вмістом мінеральних домішок. Вугільна речовина в них може бути представлена будь-яким мікролітотипом. Таким чином, для характеристики карбомінеритів різного складу можна використати такі терміни, як «вітритовий», «кларитовий», «дуритовий» і т.д.

Залежно від типу мінеральних зростків з вугіллям, карбомінерити можна поділити на п'ять підгруп. Оскільки густина глинистих мінералів, кварцу і найбільш поширених карбонатів майже однакова, то при середньому вмісті близько 20% (за об'ємом або масою) густина асоціації дорівнює $1,5 \text{ г/см}^3$, тоді як збільшення їх частки до 60% підвищує густину до $2,0 \text{ г/см}^3$. Якщо густина вугільно-мінеральної асоціації перевищує $2,0 \text{ г/см}^3$, вона класифікується як відходи або порожня порода. Вживані для опису терміни повинні давати визначення мінеральної речовини, наприклад, «вугільно-глинистий сланець» або «сланець з прошарками вугілля».

Якщо вугілля контаміноване сульфідними мінералами (особливо піритом, який часто зустрічається у вугільних пластах), то достатньо 5 або 20% такого мінералу, щоб густина зрощеного матеріалу підвищилася до $1,5$ і $2,0 \text{ г/см}^3$ відповідно завдяки великій густині сульфідних мінералів. Якщо різні мінерали зростаються з мікролітотипом на ділянці площею $50 \times 50 \text{ мкм}$, то така порода називається «карбополімінеритом».

Карбаргіліт. Серед мікроскопічно помітних карбомінеритів найбільш поширеним є *карбаргіліт*. Він являє собою тісну асоціацію вугілля з тонкозернистою глиною, часто з ілітом. При збільшенні кількості глинистих включень вугілля може перейти в карбаргіліт, тому необхідно їх розмежовувати. Вміст глинистих мінералів до 20% фіксується як домішка. Якщо ж кількість глинистих мінералів перевищує 20% об'єму, що відповідає зольності близько 20% і густині $1,5 \text{ г/см}^3$, то така асоціація називається «карбаргілітом». Межа між карбаргілітом і глинистим сланцем проводиться при вмісті глини більше 60% від об'єму і густині $2,0 \text{ г/см}^3$. Об'єм глини, рівний 60%, відповідає виходу золи приблизно від 50 до 60%. Значення густини, рівне $1,7 \text{ г/см}^3$, вважається середньою густиною карбаргіліту. Карбаргіліт часто залягає між вугільним пластом і покривлею, але іноді також і в середині пласта. Розрізняють карбаргіліт з безладною будовою

і тонкосмугастих. Перший містить багато блідозабарвлених залишків стінок клітин, безладно розсіяних у глині. Можна виділити, крім того, білі міоспори і білі мегаспори. Вапняні компоненти цієї суміші також мають білий колір. Тонкосмугастий карбаргіліт зустрічається дуже часто. В поперечних перетинах вуглисті включення звичайно мають витягнуту форму; деякі з них колись були кутикулою, яка стала блідою в результаті високого ступеня метаморфізму. Розрізняють два фаціальних типи карбаргіліту: гумолітовий і сапролітовий, причому перший з них зустрічається частіше. До сапролітових карбаргілітів належать кеннельські і богхедові глинисті сланці. Як правило, латеральний карбаргіліт розповсюджується на значно більші відстані, ніж чисто вуглисті мікролітоти. В одному вугільному пласті Рурського вугільного басейну шар карбаргіліту, що має витриману потужність 30 см, прослідковано на відстані більше 800 м. Різні мікролітоти, особливо бі- і тримацеральних типів, можуть поступово переходити в карбаргіліт як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямках.

Наступною за карбаргілітом асоціацією мінералів з вігільям, що найбільш часто зустрічається, є *карбопірит*, особливо у вугільних пластах з покрівлею, складеною морськими осадами. *Карбанкерит* зустрічається часто, а *карбосіліцит* – дуже рідко. Відносно рідко зустрічається і *карбополінертит*, якщо враховувати умову, що шар повинен мати ширину принаймні 50 мкм.

Методи виділення петрографічних складових вугілля

Для поглибленого хімічного і технологічного дослідження мікрокомпонентів чи макроінгредієнтів вугілля часто необхідно одержати їх у чистому вигляді концентратів, по можливості – у незміненому стані.

Для цього насамперед із пластів вугілля відбирають ті чи інші макроінгредієнти чи такі прошарки чи пачки їх, у яких сконцентрована одна група (один вид) мікрокомпонентів (вітренові, фюзенові і спорові речовини, кутикули, смоляні тільця та ін.). Після перевірки і підрахунку під мікроскопом вони піддаються дослідженню. Такий шлях, однак, не є універсальним, тому що далеко не у всіх вугільних басейнах і не у всіх пластах є сприятливі умови для диференційованої вибірки природних концентратів петрографічних складових.

Для виділення макроінгредієнтів з кам'яного вугілля можуть застосовуватися такі основні методи:

1. *Вибірка під мікроскопом.* Вітрен, кларен, дюрєн і фюзєн у невеликих кількостях можуть бути виділені за макроскопічними ознаками зі грудок вугілля за допомогою ланцета. Легше виділяються цим способом вітрен і фюзєн, виділення ж кларєну утруднене. Однак, такий спосіб одержання макроінгредієнтів успішно застосовується тільки у випадку наявності великих прошарків макроінгредієнтів у вугіллі. Необхідно мати на увазі, що в більш зрілому вугіллі кларєн і дюрєн макроскопічно не розрізняються, і тому тільки вітрен і фюзєн можуть бути виділені механічним шляхом із усіх видів вугілля.

2. *Дроблення і розсів на класи крупності.* Можна скористатися й іншим методом: якщо подрібнене вугілля піддати розсіву на класи вугілля різної крупності, то в дрібних класах, як правило, концентрується фюзєн.

3. *Еластичне дроблення і розсів.* Одержати концентрати тих чи інших макроінгредієнтів можна, піддаючи грудкове вугілля так званому еластичному дробленню і

наступному розсіюванню. Для цього сконструйовані спеціальні дробарки (одна з них – дробарка І. Е. Коробчанського), що працюють за принципом пружного удару. Завдяки пружному удару відбувається розколювання шматків вугілля у місці поєднання петрографічних макроінгредієнтів, і через різну твердість останніх – вибіркоче дроблення. У результаті еластичного дроблення і наступної сепарації одержують фракції, що являють собою концентрати вітрено-кларену, дюрену та фюзену. Цей метод використовується у промисловості.

4. Фракційний аналіз. Розповсюджений метод розділення вугілля на макроінгредієнти у так званих важких рідинах (водні розчини хлористого кальцію, хлористого цинку, суміші бензолу і чотирьохлористого вуглецю та ін.), оснований на відмінності у густині різних макроінгредієнтів. Практична перевірка цього методу показала, що таким шляхом можна одержати тільки концентрати різних макроінгредієнтів, але чіткого розділення останніх досягти практично неможливо. Головною перешкодою цьому є дюрен, що внаслідок неоднакового і непостійного співвідношення мікрокомпонентів, а також через більший чи менший вміст мінеральних речовин має різну густину і, отже, виділяється у різні фракції розшарування. Фюзен також не завжди є чистим матеріалом, тому що його клітини можуть бути заповнені мінеральними речовинами (що збільшує загальну густину речовини) чи смоляними тільцями (густина зменшується).

Були запропоновані й інші методи, і все ж чітке виділення різних макроінгредієнтів до сьогодні є проблемою.

5. Розділення вугілля на групи мікрокомпонентів ще складніше. До числа придатних для цього методів варто віднести мацерацію, розраховану на повне розкладання і окиснювання вітренованих речовин з метою одержати фюзеновані речовини у суміші з жовтими – форменими елементами. Однак при обробці сумішшю Шульца попередньо вилученого з вугілля марки Г фюзену і екзину виявилось, що попри збереження ними після мацерації мікроскопічно відмінних ознак, первісні хімічні властивості спорових речовин і навіть фюзену помітно змінилися.

Були спроби розробити і застосувати метод обробки кам'яного вугілля розчинниками (хлороформом, піридином, хіноліном, антраценовою маслом й ін.) для «розчинення» вітренованих речовин з наступним розшаруванням залишків, що не розчинилися, у важких рідинах різної густини з метою одержання в ізолюваному стані фюзенових і спорових речовин. Ці дослідження не привели до позитивного рішення завдання головним чином тому, що не вдалося знайти органічного розчинника, який селективно діє на вітренові речовини при помірних температурах.

Застосовується також метод розшарування вугілля на групи мікрокомпонентів у рідинах різної густини. При цьому (на відміну від випадку, коли той же метод застосовується для розділення вугілля на макроінгредієнти) необхідно перед розшаруванням тонко подрібнювати вугілля для механічного розщеплення всіх агрегатів (кларену і дюрену) на складові мікрокомпоненти. Звичайно, і в цьому випадку важко розраховувати на виділення мікрокомпонентів у зовсім чистому вигляді, але одержані при розшаруванні фракції можуть являти собою концентрати з досить великим вмістом якогонебудь одного з компонентів кам'яного вугілля.

Дуже важливо встановити оптимальний ступінь подрібнення вугілля перед розшаруванням. Найчастіше вугілля подрібнюють до розміру зерен менше 0,2 мм, але

Т. Ланге і Дж. Мекре подрібнювали дюрен до розміру зерен навіть менше 0,045 мм і при цьому їм вдалося одержати концентрати з вмістом 90-98% екзин-спор.

Велике значення має також правильний вибір рідин для розшарування. Від водних розчинів CaCl_2 і ZnCl_2 , які погано змочують вугілля і важко видаляються після розшарування, вигідно відрізняються органічні рідини, наприклад, суміші бензолу і чотирихлористого вуглецю. Останні добре змочують вугілля, змішуються один з одним у будь-яких співвідношеннях і порівняно легко видаляються при висушуванні шляхом нагрівання отриманих фракцій до 60-80°C чи в струмені холодного повітря. І. І. Амосов встановив, що витримування вугілля в бензолі, в чотирихлористому вуглеці й у їхніх сумішах навіть протягом 13 діб не приводить до зміни його властивостей.

У ряді науково-дослідних інститутів нашої країни протягом багатьох років проводяться роботи з розділення кам'яного вугілля на фракції різної густини методом розшарування у важких рідинах. При всіх недоліках цього методу йому поки що слід надавати перевагу перед іншими методами, оскільки розділення на групи мікрокомпонентів методом розшарування за густиною не вимагає ні нагрівання, ні застосування хімічно активних рідин і дозволяє обмежуватися тільки механічним впливом (подрібнюванням).

10. Технічний аналіз вугілля

Для характеристики технологічних властивостей викопного твердого палива розроблено комплекс методів дослідження, об'єднаний терміном технічний аналіз.

Оскільки викопне вугілля застосовувалося спочатку тільки як паливо, технічний аналіз обмежувався визначенням горючої і негорючої складової. До негорючої частини вугілля відносять вологу (позначається W , від німецького *Wasser* і англійського *Water*) і неорганічні або мінеральні речовини (M).

Для характеристики вугілля за кількістю мінеральних речовин у вугіллі частіше за все користуються показником зольності (A , від німецького *Ash* і англійського *Ash*), що визначається за залишком, який утворюється після повного згоряння наважки вугілля.

Пізніше – в основному для потреб коксохімічної промисловості – введені ще три показники:

а) вихід летких речовин (V), які утворюються при нагріванні вугілля до 850 – 1000 °C без доступу повітря;

б) вихід і кількісна характеристика твердого нелеткого залишку (K або NV), який утворюється при визначенні виходу летких речовин;

в) загальний вміст сірчистих сполук (S) (умовно перерахованих на елементну сірку), які входять до складу органічних і мінеральних речовин вугілля.

Оскільки ці показники тією чи іншою мірою пов'язані з природою, ступенем вуглефікації і складом різних видів ТГК, то вони мають не лише теоретичне, але й практичне значення.

На значення показників, які характеризують властивості вугілля, найбільше впливають умови відбору, підготовки та зберігання вугілля. Значення одних і тих же показників можуть змінюватися в широкому діапазоні в залежності від того, в якому

стані знаходиться вугілля – робочому, аналітичному чи сухому. В зв'язку з цим ці показники можна визначати лише при виконанні наступних умов:

- а) незмінність умов відбору, зберігання і підготування проби;
- б) жорстко визначені умови, за якими проводять випробування;
- в) визначеність вихідного стану проби, яка досліджується.

Таким чином, вологість, зольність, спікльованість і інші показники є конкретними тільки в тих випадках, коли однакові метод їх визначення та умови, в яких проводилися дослідження. Для одержання порівнюваних показників, отримані значення перераховують на певний стан палива (робочий, сухий і сухий знезолений), а також проводять стандартизацію методів відбору, підготовки і дослідження проби.

10.1. Відбір і приготування проб для аналізу

10.1.1. Випробування палива

Випробування палива проводять для контролю його якості при видобуванні, збагаченні, переробці. Воно включає операції відбору, обробки і аналізу проби.

Проба – невелика, взята із загальної маси частка речовини, середній склад якої ідентичний середньому складу палива, що випробовується. Основна вимога до проби – її репрезентативність (представницькість, показність). Це поняття означає, що властивості проби повинні правильно відображати властивості всього палива, від якого проба відібрана. Це особливо важливо, оскільки випробовують багато тисяч тонн вугілля, а наважки, наприклад, для визначення зольності, вмісту сірки, вуглецю і інших компонентів складають до 1 г. За результатами, отриманими при аналізі цих наважок, судять про склад і властивості всієї маси палива, що випробовується. Можна бездоганно виконати аналіз проби, але результати створять хибне уявлення про склад і властивості палива, якщо проба була неправильно відібрана.

Неправильно відібрана проба знецінює результати аналізу – це положення необхідно завжди мати на увазі при проведенні випробування вугілля.

Основний чинник, що ускладнює відбір показної проби, – неоднорідність твердого палива. Неоднорідність виявляється перш за все в тому, що до складу вугілля входять органічні і мінеральні складові. Органічна маса, в свою чергу, неоднорідна за складом, оскільки в її утворенні брали участь різноманітні вищі і нижчі рослини, а умови їх перетворення були різні в різні часові періоди. Шар органічного матеріалу періодично перекривався наносами речовин неорганічного походження (породні прошарки), що збільшувало неоднорідність маси палива. Умови видобутку і ступінь подрібнення також істотно впливають на неоднорідність палива.

Пробу, безпосередньо відібрану від маси палива, називають **первинною**. Така проба зазвичай складається з різних за розмірами шматків вугілля і має масу від кількох десятків до сотень кілограмів, тому непридатна для проведення аналізу. Для того, щоб оцінити середню якість первинної проби вугілля і провести лабораторні випробування, необхідно значно зменшити її масу, тобто скоротити первинну пробу. Для збереження показності проби процесу скорочення мають передувати подрібнення проби і ретельне перемішування.

Сукупність операцій з подрібнення, перемішування і скорочення первинної проби з метою приготування проб, придатних для проведення аналізу, називається **обробкою або обробленням**.

Оброблення – другий ступінь випробування. Основна вимога до обробки первинних проб – збереження показності на всіх стадіях оброблення.

Для того, щоб правильно організувати випробування палива на вугільних підприємствах, слід проводити його в строгій відповідності до Правил і норм відбору і обробки проб, встановлених ГОСТ 10742-71 (ISO 1938:1975, ISO 5069.1:1989 і ISO 5069.2:1989). Особлива увага повинна бути приділена відбору проб, оскільки практика і теорія контролю якості показують, що найбільша похибка виникає при відборі (до чотирьох п'ятих від загальної похибки), а найменша – при аналізі проби.

10.1.2. Види проб

Залежно від цілей і призначення випробування розрізняють експлуатаційні, товарні, контрольні, збірні і технологічні проби.

Проби пластів і експлуатаційні проби характеризують паливо в процесі його видобування; товарні і контрольні – оцінюють паливо як товарну продукцію вугільних підприємств і збагачувальних фабрик; збірні проби використовують для визначення середніх показників якості вугілля, що відвантажується споживачам протягом місяця, і, нарешті, технологічні проби відбирають на різних стадіях збагачення для контролю за роботою устаткування.

Проба пласта характеризує будову і якість пласта в точці відбору проби (ГОСТ 9815-75). Пробу пласта відбирають безпосередньо у вибоях гірничих виробок або на розрізах висіканням поперечної борозни у вугільному пласті.

При простій будові пласта пробу виймають по всьому розрізу борозни, включаючи всі пачки вугілля і породні прошарки, що підлягають сумісному видобуванню (загальна проба). При складній будові пласта від кожної пачки вугілля і породного прошарку потужністю більше 10 мм відбирають проби окремо, не допускаючи змішування. Після подрібнення кожну з проб ділять на дві частини, для одної з котрих визначають зольність і дійсну густину. Другу частину цих проб змішують і складають таким чином загальну пробу, яка характеризує пласт в цілому. В загальній пробі пласта визначають вміст волого і сірки, зольність, вихід летких речовин, теплоту згорання і показники спікливості.

При необхідності визначення фракційного складу з уже відібраної проби пласта відбирають спеціальну пластово-фракційну пробу.

Експлуатаційну пробу відбирають від видобутого палива для характеристики якості товарної продукції, яка видобувається з окремої лави або ділянки з врахуванням засмічення вугілля породою (ГОСТ 16094-78). Експлуатаційні проби призначені для визначення гранулометричного складу, зольності і вмісту мінеральних домішок (породи) з розмірами грудок 25 мм і більше. Експлуатаційна проба відбирається на кожній дільниці при нормальному технологічному процесі видобутку вугілля не рідше одного разу на півріччя.

Товарна проба характеризує якість палива, відвантаженого споживачам. Це мо-

же бути вугілля, видобуте в шахті, на розрізі, або концентрат і промпродукт, отримані при збагаченні. Одну товарну пробу відбирають від кожної партії палива. Поняття «партія» означає: маса палива, яка вироблена і відвантажена споживачам за певний проміжок часу (добу, зміну і т. д.) (ГОСТ 10742-71). За наслідками аналізу товарної проби (зольність, вихід летких речовин, вміст вологи, сірки, показники спікливості) проводять взаємні розрахунки між постачальником і споживачем, тому ці проби називають також товарно-розрахунковими.

Контрольну товарну пробу відбирають у разі потреби для уточнення і перевірки показників, за якими проводять розрахунки при постачанні. Контрольне випробування товарної продукції проводиться постачальником або споживачем, якщо виникають розбіжності або сумніви в правильності результатів аналізу вугілля.

Збірні проби призначені для визначення середньої якості палива, відвантаженого з підприємства протягом місяця (ГОСТ 1817-64). Збірні проби готують окремо за марками, технологічними групами вугілля і продуктами збагачення палива відповідно до видів продукції, які виробляє підприємство. Збірну пробу складають протягом місяця шляхом набирання до неї по одній порції від кожної аналітичної товарної проби. Маса цих порцій пропорційна масі палива (величині партії), від якої була відібрана первинна товарна проба. В збірній пробі після її скорочення визначають вологість, зольність і інші параметри, передбачені в стандартах на паливо залежно від подальшого його використання, наприклад, вміст сірки, теплоту згоряння, показники спікливості.

Технологічні проби відбирають на збагачувальних фабриках для контролю за технологічним процесом і роботою основного устаткування, тобто для проведення технічного контролю виробництва.

10.1.3. Відбір проб

При товарному випробуванні, як правило, застосовують точковий спосіб відбору проб (ГОСТ 10742-71). Це означає, що первинна проба, яку називають в цьому випадку об'єднаною, складається з окремих порцій палива – точкових проб.

Об'єднана проба – це проба, що складається з необхідного числа точкових проб, відібраних безпосередньо з партії палива, яка характеризує його середню якість.

Точкова проба – це маса палива, відібрана з одного місця одноразовим рухом пристрою для відбору проб.

Вельми істотним при випробуванні є встановлення норм відбору, тобто маси палива, яка повинна бути відібрана в об'єднану пробу. Оскільки об'єднана проба визначається числом і масою точкових проб, необхідно встановити, скільки і якої маси узяти точкових проб, щоб отримана об'єднана проба задовільно представляла середню якість партії палива. Раніше при ручному способі відбору проб норми відбору були встановлені на підставі багаторічної практики випробування. Такий чисто емпіричний підхід виявився недостатнім при переході до механізованих і автоматизованих методів випробування. Була розроблена теорія випробування, в основі якої лежать закономірності теорії ймовірності і методи математичної статистики.

Серед показників якості вугілля є один, який розподіляється масою палива найбільш нерівномірно і, отже, може бути характеристикою неоднорідності палива.

Норми відбору повинні розраховуватися за цим найбільш мінливим показником якості. Теоретично і практично було доведено, що випробування, проведене за цим параметром, гарантує збереження показності проби за будь-яким іншим показником якості. При вивченні вугілля визначили, що показник якості, який змінюється найбільше, – зольність, тому всі розрахунки норм відбору проб ведуться за зольністю, перерахованою на сухе вугілля.

Похибка визначення зольності використовується для оцінки похибки випробування в цілому (відбір, обробка і аналіз проби). Це значення похибки встановлюється наперед в стандарті або в договорі про постачання палива і є підставою для розрахунку норм відбору проб. Так, в ГОСТ 10742-71 похибка випробування з вірогідністю 95% прийнята для палива із зольністю менше 20% – $\pm 1,0\%$ (відносна похибка визначення), а із зольністю більше 20% – $\pm 2\%$ (абсолютна похибка визначення). Це означає, що якщо при аналізі проби зольність складає 35%, то дійсна зольність палива з вірогідністю 95% знаходиться в межах від 33 до 37% і така розбіжність в результатах визначення зольності допускається при випробуванні партії палива, проведеному постачальником і споживачем.

Число точкових проб, які відбираються в об'єднану пробу, залежить від ступеня неоднорідності палива, а маса кожної точкової проби – від розміру шматків вугілля. Чим вища неоднорідність палива, тим більше точкових проб треба відібрати для отримання представницької проби, причому точкові проби повинні відбиратися рівномірно від всієї маси, що випробовується. Відповідно до цього, від 1000 т рядового вугілля відбирають 32 точкові проби, а від збагаченого і сортованого – 16. Норми відбору точкових проб розраховують у кожному конкретному випадку за стандартом.

Залежність маси точкової проби від розміру шматків вугілля виражається рівнянням:

$$m = 0,06 D,$$

де m – мінімальна маса точкової проби, кг; D – розмір максимальних шматків вугілля, мм.

За розмір максимальних шматків рядового палива приймають розмір отворів сита, на якому при просіюванні залишається не більше 5% продукту. За розмір максимальних шматків сортового палива приймають верхню межу крупності сорту.

Товарні проби відбирають від кожної партії палива. Проте при регулярних постачаннях допускається за домовленістю із споживачем проводити періодичне випробування, розрахунок норм якого наведений в ГОСТ 10742-71.

Існують два основні способи відбору проб палива: з потоку і з нерухомого шару.

Відбір проб з потоку легше піддається механізації та автоматизації, ніж випробування нерухомої маси палива. Відбір проб з потоку здійснюється при транспортуванні палива за допомогою конвеєра або з падаючого потоку при пересипці вугілля з одного конвеєра на інший. Точкові проби з рухомого потоку відбирають через рівні інтервали часу. При контрольних випробуваннях проби відбирають з поверхні конвеєра, який спеціально зупиняють перед кожним відбором.

Випробування нерухомої маси палива допускається тільки в тому випадку, якщо неможливо здійснити відбір з потоку.

Точкові проби відбирають в місцях, рівномірно розташованих на поверхні вагонеток, вагонів, штабелів, при зануренні пристрою для відбору проб не менш ніж на 0,4 м.

Державним стандартом встановлено, що відбір проб палива треба проводити

механізованим способом і лише при неможливості застосування пробовідбірників допускається ручне випробування. Сьогодні на вугільних підприємствах для відбору проб з потоку застосовують ковшові (ПК) і скреперні (ПС) пробовідбірники.

Ковшові пробовідбірники призначені для відбору проб з потоків в місцях пересипу вугілля: через певний проміжок часу ківш перетинає падаючий потік, захоплює точкову пробу і розвантажує її в спеціальний бункер, звідки вугілля надходить в машину для обробки проб.

Скреперний пробовідбірник призначений для відбору проб з рухомого стрічкового конвеєра. Скрепер (найчастіше у вигляді напівкруглого ковша), ковзаючи стрічкою конвеєра, зміщує певну масу вугілля в приймальний жолоб.

Для відбору проб з нерухомих мас вугілля розроблені пробовідбірники кількох типів. Найбільшого поширення набули шнекобурові, а також з ковшовим або грейферним захватом точкової проби. Зазвичай ці пробовідбірники виконані у вигляді механізованих комплексів, що дозволяють не тільки відбирати, але і обробляти проби.

Застосування пробовідбірників, особливо типу ПК і ПС, дозволяє не тільки механізувати, але й автоматизувати відбір проб палива.

10.1.4. Обробка проб

Другий ступінь випробування – обробка або оброблення – проводиться з метою приготування лабораторних і аналітичних проб, придатних для проведення аналізу вугілля (див. 10.1.1).

Лабораторна проба – проба, отримана в результаті обробки об'єднаної проби до розмірів 0-3 (0-10) мм і призначена для лабораторних випробувань і підготовки аналітичних проб.

Аналітична проба – проба, отримана в результаті обробки об'єднаної або лабораторної проби і призначена для проведення аналізів. Аналітична проба характеризується розміром 0-0,2 мм.

Отже, в результаті обробки повинна бути отримана невелика за масою тонко-мелена проба, що повністю зберігає показність. Це означає, що в основі оброблення первинної проби по суті лежить принцип відбору проб. Відповідно до закономірностей процесу відбору (див. 10.1.3), маса проби прямо пропорційна розміру шматків вугілля, тому невелику за масою пробу можна отримати при скороченні тільки після попереднього подрібнення всього палива.

Обробка проб складається з послідовних операцій подрібнення (дроблення), перемішування і скорочення (ділення), причому число таких циклів залежить від розміру шматків вугілля в об'єднаній пробі.

При розмірі шматків менше 150 мм обробку проби проводять в два етапи: готують лабораторну, а потім аналітичну проби. При розмірі шматків більше 150 мм оброблення проби складається з трьох циклів: на першому проміжному етапі вугілля дроблять до розмірів 0-25 або 0-13 мм і зі скороченої маси готують лабораторну, а потім аналітичну проби.

Щоб зберегти показність проби в процесі оброблення, необхідно дотримуватися певного співвідношення між ступенем подрібнення і мінімальною масою скороче-

ної проби. Це співвідношення зафіксоване в стандарті і є строго обов'язковим при проведенні обробки проб (ГОСТ 10742-71).

З даних табл. 2.12 можна зробити два основних висновки. По-перше, не можна скорочувати пробу з розмірами шматків більше 20 мм, тобто якщо в пробі є шматки розміром більше 20 мм, то таку пробу необхідно спочатку додробити, а тільки після цього розпочинати скорочення. По-друге, в лабораторію на аналіз повинні направлятися аналітичні проби масою не менше ніж 85 г (як правило, 100-150 г). Що стосується лабораторної проби, то дозволяється ділити її на необхідне число екземплярів за умови, що маса кожного екземпляра лабораторної проби буде не меншою від 0,5 кг.

Таблиця 2.12 – Допустимі співвідношення між масою проби і ступенем подрібнення

Розмір максимальних шматків після дроблення проби, мм	Мінімальна маса проби після скорочення, кг	
	для збагаченого вугілля	для незбагаченого вугілля
20	5,0	30,0
10	1,5	12,0
3	0,6	2,0
1,6	0,2	1,0
1,0	0,15	0,6
від 0,2 до 0	0,085	0,085

Всі операції з обробки первинних проб проводять механізованим способом із застосуванням комплексних пробообробних машин, що виконують послідовно весь цикл приготування лабораторних і аналітичних проб, або за допомогою механізмів, призначених для проведення окремих операцій (дробарки, скорочувачі, дільники).

На підприємствах вугільної промисловості використовуються пробообробні машини типу МПЛ-150 і МПЛ-300 для приготування лабораторних проб з первинних і МЛА-3 – аналітичних проб з лабораторних. Ці пробообробні машини складаються з дробарок молоткового типу і ковшових скорочувачів. Ковшові скорочувачі встановлюють в потоці подрібненого палива під дробарками. Ківш відбирає порцію проби і скидає її в ємкість для зберігання лабораторних або аналітичних проб.

При триступеневій обробці проб дроблення вугілля до -20 (або -10) мм проводиться в щоккових або валкових дробарках, при двоступеневій – об'єднана проба подрібнюється до лабораторної в молоткових або конічних дробарках різних конструкцій. Подрібнення до аналітичного розміру (0,2 мм) може проводитися в кульових, стрижневих, вібраційних, барабанно-валкових млинах і дискових стирачах.

Механічні скорочувачі працюють за принципом відбору від подрібненої проби невеликих порцій. Основні типи механічних скорочувачів – ковшові і секторні. У секторному скорочувачі відбувається безперервний відбір за допомогою «ділильного сектора», який є диском, що обертається в потоці вугілля, з отвором у вигляді сектора.

Механічні дільники призначені для ділення вже скороченої проби на необхідне число екземплярів, однакових за масою і за показниками якості вугілля.

10.1.5. Приготування аналітичних проб

Залежно від місця і часу приготування аналітичних проб, всі існуючі схеми механізованого випробування можна поділити на дві групи. В одних схемах обробку

об'єднаних проб до аналітичних виконують безпосередньо на підприємстві (у місці відбору проби або у вуглероздільному відділенні), в інших – обробку здійснюють тільки до стадії отримання лабораторних проб, а оброблення проб до аналітичних проводять в лабораторіях.

У першому випадку в лабораторію направляють аналітичну пробу для проведення загального аналізу і бюкси з лабораторною пробою для визначення вологи¹. В другому – в лабораторію надається один екземпляр лабораторної проби, з якої спочатку відбирають наважку для визначення вологи, а потім проводять оброблення проби, що залишилася, до аналітичної.

Під час надання до лабораторії пробу перш за все реєструють, звіряють дані, вказані на етикетці і в супровідному документі, уважно перевіряють герметичність тари і зважують пробу в упаковці.

При реєстрації проби записують порядковий номер за реєстраційним журналом і дату надходження, а також наступні відомості: місце і дату відбору проби, назву підприємства, що проводило випробування, найменування проби (товарна, контрольна, експлуатаційна і т. д.), марку і сорт палива, масу партії, масу тари і бруто проби. Якщо при огляді банки з пробою виявиться, що герметичність порушена (погано закрита кришка, поламана банка) або відсутня етикетка, то пробу бракують.

Після відкриття банки з лабораторною пробою відбирають наважку для визначення вологи і приступають до приготування аналітичної проби.

В процесі оброблення лабораторної проби до аналітичної, а також при зберіганні і аналізі вологість вугілля змінюється. Визначення показників якості вологого вугілля може призвести до значних похибок у результатах за рахунок поступової підсушки вугілля в ході аналізу. Для усунення цих похибок рекомендується проводити аналіз проби, підсушеної (доведеної) до повітряно-сухого стану, який характеризується встановленням рівноваги між вологістю вугілля і навколишньої атмосфери².

Повітряно-сухий стан досягається висушуванням вугілля на повітрі до постійної маси, тобто доти, доки поки маса проби практично перестане змінюватися. Вологість повітряно-сухого вугілля при певному подрібненні – величина відносно постійна. Зміна вологості і температури повітря зміщує сталу рівновагу, але значення вмісту вологи у вугіллі, як правило, залишається в межах похибки визначення.

Оброблення лабораторної проби до аналітичної складається з операцій підсушування, подрібнення і скорочення.

Підсушування вугілля проводять до стану, близького до повітряно-сухого. Для цього лабораторну пробу висипають на деку шаром не більше 10 мм, встановлюють пробу в заздалегідь нагріту сушильну шафу і підсушують при температурі від 30 до 55°C, час від часу перемішуючи вугілля. Пробу охолоджують на повітрі і подрібнюють в один прийом у дробарці або млині лабораторного типу до розміру -0,2 мм. Періодично перевіряють розмір аналітичної проби, проводячи контрольне просіювання через стандартне сито з сіткою №020.

¹ Це можливо, оскільки при сучасних механізованих способах випробування застосовують машини і механізми, які відбирають, подрібнюють і скорочують проби без втрати вологи у вугіллі.

² Це динамічна рівновага, при якій пружність пари води у вугіллі рівна парціальному тиску водяної пари в повітрі.

Основна вимога до процесу **подрібнення** – проба повинна бути подрібнена повністю, тобто не допускається відкидання важкоподрібнюваних включень, наприклад, породи, колчедану і т.д. Це положення стосується ручного і механічного подрібнення проб, а також подрібнення залишку, що не пройшов через сито при контрольному просіюванні вугілля.

При подрібненні повітряно-сухої лабораторної проби до аналітичного порошку умови рівноваги з вологістю навколишньої атмосфери будуть порушені, і для доведення аналітичної проби до повітряно-сухого стану необхідне додаткове підсушування на повітрі.

Подрібнену пробу скорочують до маси 100-150 г за допомогою лабораторного дільника або вручну.

Скорочення проби проводять у лабораторії методами квартування або вибірки. Ручному скороченню за допомогою квартування передують перемішування, зазвичай здійснюване прийомом «на конус». Цей прийом полягає в тому, що з проби вугілля совком набирають порції і насипають їх у вигляді конічної купи, тобто з проби вугілля формують конус. Для того, щоб вугілля потрапляло на поверхню конуса рівномірно, порції насипають обов'язково на вершину, перемішуючись навколо конуса за годинниковою стрілкою. Перемішування проби «на конус» проводять 2-3 рази; при створенні нового конуса порції вугілля набирають совком близько основи попереднього, поступово перемішуючись також за годинниковою стрілкою, і зсипають його на вершину наступного. При такому способі перемішування створюється рівномірний розподіл палива по відношенню до геометричної осі конуса, але зберігається неоднорідність (сегрегація) частинок по висоті конуса: дрібні легкі частинки вугілля залишаються на вершині, а більші і важчі – скочуються до основи конуса. Проте ця наперед відома систематична погрішність (похибка), пов'язана з сегрегацією палива в конусі, може бути подолана при скороченні методом квартування.

Метод квартування полягає в тому, що перемішану «на конус» пробу сплющують в усічений конус і ділять (квартують) за двома взаємно перпендикулярними діаметрами на чотири рівні сектори.

Для створення рівномірного розподілу вугілля в усіченому конусі сплющення конуса повинне бути проведене точно вертикальним натисканням на вершину конуса металевою пластиною. При цьому не допускається розрівнювати верхній круг перенесенням або зсувом вугілля вбік. Для правильного ділення круга квартування зазвичай проводять за допомогою хрестовини, виготовленої з металу або дерева. Хрестовину вдавлюють у вугілля конуса до зіткнення з обробною плитою, при цьому центр хрестовини повинен співпадати з віссю конуса. Не знімаючи хрестовини, видаляють вугілля з двох протилежних секторів повністю на всю глибину шару. Паливо, що залишилося в двох секторах, знову перемішують способом «на конус» і квартують. Скорочення квартуванням повторюють до тих пір, поки маса проби в двох секторах не досягне потрібного значення.

Другий ручний спосіб скорочення проби – метод вибірки. Метод вибірки полягає в тому, що з проби, розташованої тонким шаром у вигляді прямокутника, набирають певне число порцій, рівномірно розподілених по всій пробі. Для цього пробу ділять взаємно перпендикулярними лініями на однакові за площею квадрати. З сере-

дини квадратів рівномірно, наприклад, в шаховому порядку набирають порції, дотримуючись такого правила: в пробу повинна потрапити однакова маса вугілля з верхнього і нижнього шарів, тобто необхідно провести відбір на всю глибину шару вугілля. Похибка вибірки за рахунок неповноти взяття в пробу всього шару тим менша, чим тонший шар і чим дрібніше подрібнено вугілля, тому метод вибірки застосовують найчастіше для скорочення лабораторних проб до аналітичних. У разі скорочення методом вибірки попереднє перемішування вугілля може бути довільним, оскільки частий набір порцій, рівномірно розмішених по всій масі вугілля, робить неможливим переважне потрапляння в скорочену пробу частинок, що якісно відрізняються від загальної маси, наприклад, за зольністю.

До цього часу ми розглядали найбільш поширену схему випробування, мета якої – приготування аналітичної проби із зернами розміром $-0,2$ мм. Проте на практиці доводиться змінювати схеми обробки проб в лабораторіях, пристосовуючи їх до конкретних завдань вивчення вугілля. Це пов'язано з тим, що до ряду аналізів існують особливі вимоги щодо ступеня подрібнення вугілля.

Приклад. Якщо в лабораторії окрім загальних вуглекімічних аналізів необхідно провести петрографічний аналіз, визначити вихід смоли напівкоксування і вивчити спікливість вугілля, то для цих аналізів потрібно приготувати проби із зернами розміром $-1,0$ і $-1,6$ мм. В цьому випадку лабораторну пробу (-3 мм, 2 кг) підсушують і ділять на чотири екземпляри (частини): для вуглекімічних досліджень, петрографічного аналізу, визначення виходу смоли напівкоксування і вивчення спікливості. Першу частину подрібнюють до $-0,2$ мм, другу до $-1,6$ мм, третю – до $-1,0$ мм і четверту – до $-1,6$ мм або до $-0,2$ мм залежно від того, які методи визначення спікливості застосовують в даній лабораторії.

Схему обробки проб доводиться змінювати також в тому випадку, якщо в лабораторію надходить не лабораторна проба (-3 мм), а більш грубо подрібнена і зволожена проба невеликої маси, і потрібно визначити в ній вміст вологи і приготувати з неї аналітичну пробу.

При розмірі зерен більше 3 мм не можна відібрати наважку для визначення вологи вугілля, а при подрібненні вологого палива можна втратити частину вологи. Схема оброблення такої проби залежить від того, чи є в лабораторії устаткування (дробарки, млини), в якому можна подрібнити вугілля без втрати вологи.

Якщо є, то застосовують звичайну схему обробки проби: вугілля подрібнюють до -3 мм, відбирають наважки для визначення вологи, вугілля, що залишилося, підсушують, подрібнюють до $-0,2$ мм і скорочують до аналітичної проби.

Якщо ж при подрібненні вугілля може змінитися вологість проби, то застосовують спеціальну схему оброблення, суть якого полягає в тому, що підсушують всю пробу з одночасним обліком зміни маси, тобто з урахуванням втрати вологи в паливі.

Банку з пробою, що надійшла в лабораторію, зважують, рееструють, потім всю пробу повністю висипають на задалегідь зважену деку, знову зважують і поміщують для вільного сушіння в лабораторії або ставлять в сушильну шафу. Оскільки підсушування проби суміщають в цьому випадку з визначенням зовнішньої вологи, вугілля доводять до повітряно-сухого стану. Повітряно-сухе вугілля подрібнюють до розміру -3 мм, визначають в ньому вміст вологи і далі готують аналітичну пробу за звичайною схемою.

Як видно з наведених прикладів, в спеціальних схемах повністю зберігаються основні принципи відбору і обробки проб, викладені в цьому розділі.

10.1.6. Підготовка проби до проведення аналізу. Загальні прийоми роботи при аналізі вугілля

При виборі тари для лабораторних і аналітичних проб слід дотримуватись наступних вимог:

а) тара повинна бути міцною, щоб забезпечити збереження проб при зберіганні і транспортуванні;

б) тара повинна бути герметично закритою, особливо ретельно, якщо проба призначається для визначення вологи вугілля;

в) об'єм тари повинен відповідати масі проби, тобто тара повинна бути заповнена не більш ніж на $\frac{3}{4}$ свого об'єму, щоб була можливість ретельно перемішувати пробу; не допускається зберігати один екземпляр проби в кількох ємкостях.

Для зберігання лабораторних і аналітичних проб зазвичай використовують металеві, скляні або пластмасові банки з пришліфованими або гумовими пробками (бюкси). Банки забезпечують етикетками, причому одну етикетку прикріплюють на зовнішній поверхні банки, а іншу вкладають всередину. На етикетці вказують дані, які потім вносять до реєстраційного журналу (див. 10.1.5).

Приготовані для аналізу банки з аналітичними або лабораторними пробами струшують (механічно або вручну) для ретельного перемішування, повертаючи банку вгору, вниз і навколо своєї осі не менш ніж протягом 10 хв.

Незважаючи на таке перемішування проби, при її зберіганні відбувається сегрегація частинок і у верхній частині банки опиняються дрібні і легкі частинки, а в нижній – важкі і великі. Тому перш ніж відібрати наважку для аналізу, необхідно кожного разу ретельно на всю глибину перемішувати пробу.

Якщо необхідно пересипати частину вугілля в іншу банку, то простого перемішування вугілля виявляється недостатньо. Для збереження показності проби це можна зробити тільки шляхом квартування або вибірки.

При виконанні технічного аналізу різними методами користуються деякими загальними прийомами роботи, пов'язаними з узяттям наважок, точністю зважування і оцінкою результатів аналізу.

1. Вміст вологи в аналітичній пробі, доведеної до повітряно-сухого стану, є величиною постійною, тому визначення показників якості вугілля необхідно проводити саме з такої проби, тобто з аналітичної проби в повітряно-сухому стані.

Якщо аналітична проба не доведена до повітряно-сухого стану, то при зберіганні, а головне, в ході аналізу вологість такої проби змінюється, що вносить похибку до результату визначення. Подібні проби дозволяється аналізувати тільки за умови, що наважки для всіх визначень беруться в один день, по можливості швидко, причому при повторному визначенні тих же показників необхідно знову визначати вологу аналітичної проби.

Такий же нестійкий за вологою стан виникає, якщо аналітичну пробу висушити при 105–110°C до постійної маси і проводити аналіз із сухої проби. Безперервне зво-

ження сухої аналітичної проби вологою повітря приводить до ще більших похибок при аналізі.

2. Перед кожним взяттям наважки пробу ретельно перемішують на всю глибину протягом кількох хвилин. По можливості наважку відбирають з різних місць проби.

3. Наважки зважують при розмірі зерен вугілля менше 3 мм з похибкою не більше 0,001 г, при розмірі менше 0,2 мм – з похибкою не більше 0,0002 г.

4. Результати, що отримують при технічному аналізі вугілля, повинні бути відтворюваними і правильними. Під відтворюваністю розуміють, що результати, які отримують при повторному (паралельному) визначенні, повинні бути близькі до перших. Відтворюваність характеризує метод аналізу і техніку його виконання.

Під правильністю аналітичного визначення розуміють, що різниця між отриманим результатом і дійсним вмістом визначуваної величини повинна бути мінімальною.

Поняття про «відтворюваність» стосується всіх без винятку методів технічного аналізу, незалежно від того, є визначувані величини відносними або абсолютними.

Поняття про правильність результатів стосується тільки тих методів аналізу, де величиною, яка визначається, є абсолютний вміст якого-небудь компоненту, наприклад, вміст сірки, вуглецю, водню, хімічний склад золи, теплоти згоряння. В цьому випадку для оцінки правильності отримуваних результатів використовуються стандартні зразки³.

5. Всі визначення при вуглехімічних аналізах, окрім зовнішньої вологи, проводять паралельно не менш ніж із двох наважок, щоб виключити грубі похибки, оскільки друга наважка є контрольною щодо першої.

6. За результат аналізу приймають середнє арифметичне значення з результатів двох паралельних визначень, якщо розбіжність між ними не перевищує допустимої межі, наведеної при викладі методики.

7. Якщо розбіжність між результатами двох паралельних визначень перевищує наведену в стандарті допустиму межу, то проводять третє визначення і за остаточний результат приймають середнє арифметичне з результатів двох найбільш близьких визначень в межах розбіжностей, що допускаються. Якщо ж результат третього визначення знаходиться в межах розбіжностей, що допускаються, по відношенню до результатів кожного з двох попередніх визначень, то за остаточний результат приймають середнє арифметичне з результатів всіх трьох визначень.

8. Допустимі межі розбіжностей аналітичних даних при паралельних визначеннях обов'язково наводяться в тексті стандарту або при будь-якому іншому викладі методики.

При цьому розрізняють допустимі розбіжності між результатами двох паралельних визначень, проведених в одній і різних лабораторіях. Перша величина відноситься до результатів, отриманих в одній і тій же лабораторії на наважках, узятих з однієї і тієї ж аналітичної проби. Друга величина відноситься до результатів, отриманих в різних лабораторіях на наважках, узятих з різних екземплярів аналітичної проби, приготовлених з однієї і тієї ж лабораторної проби або з різних екземплярів лабораторної проби.

³ Стандартний зразок – еталон для хімічного аналізу, склад якого точно встановлено за рядом елементів; використовується для контролю хімічного елементного складу сировини та промислової продукції.

9. При визначенні зольності, виходу летких речовин, вмісту води і сірки допустима розбіжність встановлюється залежно від абсолютних значень показників, наприклад, чим вище зольність і вологість вугілля, тим більші розбіжності допускаються між паралельними визначеннями.

10. При визначенні показників технічного аналізу встановлена допустима розбіжність при визначенні в різних лабораторіях в 1,5-2 рази вища, ніж при роботі в одній лабораторії.

11. В основі техніки виконання вуглекислотних аналізів лежать загальні прийоми роботи, які застосовуються в кількісному аналізі.

10.2. Вода

Вміст води в ТГК пов'язаний як з генетичними чинниками торфо- і вуглеутворення і умовами залягання вкопного вугілля в надрах, так і зі способами їх видобутку, зберігання і переробки.

Вся вода, яка міститься в ТГК, що знаходяться в природних умовах залягання, називається природною ($W_{пр}$). Воду, яка міститься у видобутому вугіллі, названо загальною водою (W_t) або загальною робочою водою (W^r_t).

При зберіганні вугілля на відкритому повітрі частина води втрачається за рахунок випаровування. Вода, що виділилася при цьому, називається зовнішньою (W_{ex}), а та, що залишилася у вугіллі, – гігроскопічною (W_h).

Внутрішня або гігроскопічна вода, називається також водою адсорбційною, лабораторною або водою аналітичної проби (W^a).

Вкопне вугілля, з якого видалена зовнішня вода, називають повітряно-сухим, а якщо видалена і внутрішня вода, то вугілля називають абсолютно сухим.

Вміст зовнішньої води визначається за втратою маси наважки при сушінні вугілля при кімнатній температурі і нагріві в сушильній шафі до температури не більше 40 °C для бурого і не більше 50 °C для кам'яного вугілля. Крупність зерен не повинна перевищувати 20 мм, а маса проби не повинна бути меншою 500 г. Дека для сушки ставиться у витяжну шафу, в приміщення з вентиляцією, або сушильну шафу. Час від часу пробу перемішують і зважують доти, доки розходження між двома зважуваннями протягом двох годин буде не більше 0,3% первинної наважки для бурого вугілля і 0,1% для кам'яного. Тривалість сушки не повинна перевищувати 8 годин і тільки для бурого вугілля із загальною вологістю понад 30% вона може бути продовжена.

Для прискореного визначення зовнішньої води можна сушити пробу в сушильній шафі в атмосфері азоту при температурі 80 °C.

Вміст зовнішньої води (%):

$$W_{ex} = \frac{G_1}{G} \cdot 100,$$

де G_1 – втрата маси при сушці проби, г;

G – маса початкової проби, г.

Вміст гігроскопічної води (вода повітряно-сухого вугілля) визначається в

лабораторній пробі масою не менше 500 г, крупністю до 3 мм шляхом її сушки при 105-110 °С. Кам'яне вугілля сушать 60, буре 60 і антрацит 120 хв. Контрольна сушка триває 30 хв. до розходження не більше 0,1%.

Аналітичну пробу перемішують і з різної глибини з двох-трьох місць відбирають в заздалегідь зважені склянки наважки вугілля $1 \pm 0,1$ г з точністю до 0,0002 г. Наважки вміщують в заздалегідь нагріту до 105-110 °С сушильну шафу і сушать буре вугілля протягом 60 хв., кам'яне вугілля і антрацит 30 хв. Контрольні просушення, тривалістю по 10 хв., проводять доти, доки різниця в двох подальших зважуваннях буде менше за 0,001 г.

Прискорений метод визначення масової частки вологи заснований на висушуванні вугілля при температурі 140 ± 5 °С. Для визначення вологи аналітичної проби тривалість сушки для кам'яного вугілля, антрацитів і продуктів мокрого збагачення становить 5 хв., бурого вугілля 20 хв.

Взаємозв'язок між природою, стадією метаморфізму, складом вугілля і вмістом вологи спостерігається тільки в аналітичній пробі.

Вміст вологи в ТГК (W^a) в залежності від походження і стадії вуглефікації складає:

в торфах до	30 – 45%;
у бурому вугіллі:	
гуміти	– від 5 до 25%,
ліптовіоліти	– 5-8%,
сапропеліти	– 4-8%;
у кам'яному вугіллі (Донецьке вугілля марок):	
Д	– до 9%,
Г	– до 5%,
Ж	– до 3,5%,
К	– до 2,5%,
ПС	– до 1,5%,
П	– до 1,0%,
А	– до 4,0%;
ліптовіолітах	– 1,5 – 3%,
сапропелітах	– до 2,5%,
горючих сланцях	– 4 – 5%.

У одному і тому ж вугіллі найбільшу вологість має вітриніт, найменшу – інтертиніт, екзиніт займає проміжне, близьке до інтертиніту, положення.

Кількість вологи у вугіллі (загальної, робочої, зовнішньої і аналітичної) має велике практичне значення, сприяючи або перешкоджаючи окисненню і самонагріванню, погіршуючи сипкість і викликаючи змерзання вугілля, знижуючи енергетичний ККД використання вугілля.

Вміст гігроскопічної вологи у вугіллі дозволяє судити про кількість полярних фрагментів. При перетворенні торфу на буре і кам'яне вугілля вміст карбоксильних і гідроксильних груп меншає, що веде до зменшення спорідненості вугілля до води (змочуваності вугілля).

10.3. Мінеральні компоненти і зольність вугілля

Різноманітність мінеральної частини ТГК і форм їх зв'язку з органічною масою викликає великі труднощі аналітичного визначення мінеральних компонентів в незмінному стані, в зв'язку з чим про вміст мінеральних речовин у вугіллі (М) доводиться судити не прямо, а за кількістю золи, що залишається після спалення наважки вугілля при вільному доступі кисню повітря. Золю, отже, називають твердий продукт повного окиснення і термохімічних перетворень мінеральної і органо- мінеральної частини ТГК.

Зольність вугілля визначається спаленням в стандартних умовах наважки в муфельній печі при температурі 800-830°C. Наважка $1 \pm 0,1$ г вугілля відбирається з аналітичної проби у човник з попередньо зафіксованою вагою і зважується з точністю до 0,2 мг. При необхідності наважка вугілля може бути менша 1 г. У аналітичній пробі не повинно бути частинок, більших 0,2 мм.

Розрізняють повільне і прискорене озолення.

При повільному озоленні човник з пробкою вміщують в холодну або нагріту до 300°C піч, а потім підіймають температуру у муфелі до 800-830°C і прожарюють при кінцевій температурі 1,0-1,5 години. Після прожарювання човники із золою виймають з муфеля, охолоджують до кімнатної температури і зважують. Контрольне зважування здійснюється після додаткового прокалювання протягом 30 хв. Різниця між двома зважуваннями не повинна перевищувати 1 мг.

Прискорене озолення з природною вентиляцією здійснюють в муфельній печі, нагрітій до 850-875°C. Човники з наважками встановлюють на пластинці близько до краю печі і витримують в цьому положенні 3 хв., а потім просувають в муфельну піч зі швидкістю 2 см на хв. і закривають дверцята.

Тривалість прокалювання при 800-830°C для кам'яного вугілля і антрацитів 35 хв. у човнику №2 і 25 хв. у човнику №3, для бурого вугілля відповідно 25 і 20 хв. Човник №2 має розміри: довжина – 85 мм, ширина – 14 мм, висота – 10 мм, човник №3 відповідно 105, 18 і 14 мм.

Прискорене озолення з подачею в муфельну піч кисню проводять аналогічно попередньому, тільки після закриття муфеля в нього подають кисень зі швидкістю 3 л/хв. Тривалість озолення при температурі 800-830°C для кам'яного вугілля і антрацитів 25 хв. (човник №2) і 20 хв. (човник №3), для бурого вугілля відповідно 15 і 10 хв.

Зольність аналітичної проби випробуваного вугілля (в %) обчислюють за формулою:

$$A^a = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100,$$

де m_1 – маса прожареного човника, г; m_2 – маса човника з паливом, г; m_3 – маса човника із золою, г.

Зольність кожної проби визначають паралельно в двох наважках. Розходження, що допускаються, залежать від зольності.

Якщо вона нижча за 10%, то допускаються розходження між паралельними визначеннями в одній лабораторії 0,2%, в різних лабораторіях 0,3%, при зольності 10-20% –

0,3 і 0,4%; при зольності 20-25% – 0,4 і 0,5%; при зольності понад 25% – 0,5 і 0,7%.

Зольність аналітичної проби на суху (A^d) і робочу масу в % перераховують за формулами:

$$A^d = \frac{100A^a}{100 - W^a}, \quad A^r = \frac{A^a(100 - W^r)}{100 - W^a},$$

де W^a і W^r – відповідно масова частка води в аналітичній пробі і робочій вологі в пробі, що випробовується, %.

У ряді робіт показано, що при визначенні зольності "солоного" вугілля з підвищеним вмістом лужних металів можуть виникати істотні помилки, за рахунок випаровування при температурах до 800-830°C основної кількості лужних металів і хлору. Рекомендується для визначення зольності такого вугілля проводити їх озолення при температурі 600°C протягом 3 годин.

Оскільки при озоленні твердих горючих копалин відбувається зміна хімічного складу мінеральної частини, внаслідок її розкладання і окиснення, то зольність вугілля відрізняється від вмісту мінеральної частини вугілля. Тому часто необхідно визначати, крім зольності, безпосередній вміст мінеральних компонентів. Для цього проби вугілля обробляються розбавленою соляною, а потім плавиковою кислотою, в яких розчиняється значна частина мінеральних компонентів, що містяться в ТГК. Випробування проводять за міжнародним стандартом ISO 602-74. З прикладу, наведеного в цьому стандарті, видно, що різниця між зольністю вугілля і масовою часткою мінеральних речовин (M^d) у високозольному вугіллі може досягати 5%.

При визначенні зольності і масової частки вуглецю в органічній масі палива значний вміст карбонатів в мінеральній речовині може бути причиною похибок, оскільки при спаленні палива карбонати розкладаються і виділяють вуглекислоту. Масову частку CO_2 в мінеральній речовині визначають ваговим і об'ємним методами за міжнародним стандартом ISO 925-75 або за ГОСТ 13455-76 шляхом розкладання карбонатів соляною кислотою і вловлювання CO_2 в поглиначах або в газовимірвальній бюретці.

Для виділення мінеральної частини вугілля останнім часом використовується спосіб окиснення органічних речовин вугілля в низькотемпературній (до 150°C) кисневій плазмі. В твердому залишку добре діагностуються практично всі основні мінерали, що містяться у вугіллі і бокових породах. Метод дослідження складу мінеральних домішок із застосуванням низькотемпературної плазми використовується тільки в науково-дослідних роботах.

Розробка і використання фізичних методів визначення вмісту мінеральних речовин у вугіллі пов'язані з вдосконаленням технології гірничого виробництва, методів збагачення і переробки палив. Сучасні методи контролю повинні забезпечувати експресність, показність об'єкта, що аналізується, можливість використання в різних технологічних процесах і передачі інформації в автоматичну систему управління підприємством. Фізичні критерії повинні бути ґрунтовані на відмінності властивостей органічної складової і мінеральних домішок. Такими критеріями можуть бути: густина, динамічний модуль пружності, міцність, природна радіоактивність вугілля і мінеральних домішок. На практиці найбільше поширення отримали фізичні методи, ґрунтовані на взаємодії вугілля і мінеральних домішок з потоками іонізуючих випромінювань різних

енергій. Як критерій оцінки в них звичайно використовують густину вугільної маси, вміст органічних речовин або різних мінеральних компонентів, а також поєднання вищезгаданих показників. Кількісно вони оцінюються шляхом реалізації різних схем взаємного розташування джерела випромінювання, детектора і проби.

Для аналізу аналітичних проб вугілля призначені прилади основані на зворотному відбитті рентгенівського випромінювання (наприклад, ЗАР-2-1).

Для аналізу проб вугілля лабораторної крупності (до 3 мм) може використовуватися прилад РКТ-1, що реєструє ослаблення гамма-випромінювання ізотопу ^{241}Am .

Прилад БРА-9 призначений для одночасного визначення в аналітичній пробі мінеральних речовин і сірки при використанні відбитого розсіювання м'якого гамма-випромінювання від джерела ^{55}Fe в поєднанні з реєстрацією флуоресцентного випромінювання заліза, що збуджується випромінюваннями ізотопу ^{238}Pu .

Проби вугілля крупністю до 25 мм можна аналізувати приладом ЕАЗ. Вміст мінеральних речовин оцінюється за густиною потоку прямого гамма-випромінювання ізотопу ^{241}Am . Прилад РАМ-1М призначений для аналізу вологості і вмісту мінеральних речовин в рухомому потоці вугілля крупністю до 13 мм шляхом реєстрації зворотного відбиття рентгенівського випромінювання.

Для безперервного контролю рядового вугілля в потоці розроблені установка ВСКЗ-1 і прилади 7 серій РКТП, в яких використані принципи ослаблення жорсткого гамма-випромінювання.

За походженням мінеральні компоненти прийнято поділяти на внутрішні, що утворилися з мінеральної частини первинних рослинних матеріалів, і зовнішні, що складаються з мінеральних частинок, принесених у торф або вугілля ззовні.

Відсутня виражена залежність між загальною зольністю і природою та ступенем вуглефікації ТГК. Зольність A^d практично для всіх видів ТГК коливається від 0,5 до 40%, для горючих сланців від 40 до 70-80%. У одному і тому ж пласті найбільшу зольність має інертніт, найменшу – вітриніт, а екзиніт займає проміжне положення.

10.4. Вихід летких речовин

Найважливішою особливістю ТГК є здатність до термохімічних перетворень при нагріванні без доступу повітря, ступінь і глибина яких залежать при рівних умовах від природи, складу, структури і властивостей різновиду ТГК.

Вихід летких речовин є показником структурних особливостей складових частин викопного вугілля, оскільки характеризує кількість термічно нестабільних атомних угруповань, які відщеплюються при даній температурі. Визначення виходу летких речовин ($V, \%$) необхідне для оцінки практичної цінності різних видів вугілля.

Цей показник важливий для оцінки властивостей енергетичного вугілля, як характеристика реакційної здатності і займистості палива, а також для коксівного вугілля оскільки він визначає вихід коксу і хімічних продуктів коксування.

Під час визначення виходу летких речовин необхідно суворо дотримуватись всіх умов методик, відображених в ГОСТ 6382-80 і міжнародному стандарті ISO 562-74, оскільки цей показник може помітно змінюватися при зміні умов дослідження.

Під леткими речовинами ТГК розуміють складну суміш всіх газів і пароподіб-

них продуктів, що утворюються і виділяються при нагріванні ТГК без доступу повітря до певної температури. Стандартом передбачений нагрів наважки вугілля (1 г) в фарфоровому тиглі з кришкою протягом 7 хв. в задалегідь розігрітій до $850 \pm 25^\circ\text{C}$ муфельній або тигельній печі. Вихід летких речовин з аналітичної проби ($V^a, \%$) визначається за різницею між масою початкової наважки вугілля і масою твердого нелеткого залишку з урахуванням вмісту в ньому води:

$$V^d = \frac{100 \cdot G_1}{G - W^a},$$

де G – маса палива, г; G_1 – втрата маси палива при нагріванні, г; W^a – масова частка води в аналітичній пробі, %.

Вихід летких речовин на сухе та сухе беззолне паливо ($V^d, V^{daf} \%$) обчислюють за формулами:

$$V^d = \frac{100 \cdot V^a}{100 - W^a}, \quad V^{daf} = \frac{100 \cdot V^a}{100 - W^a - A^a}.$$

Вихід летких речовин кожної проби визначають у двох наважках. Розходження між результатами не повинне перевищувати 0,5%, а при $V^{daf} > 45\%$ допускається розходження до 1%.

Якщо масова частка діоксиду вуглецю карбонатів мінеральної речовини більша 2%, то розрахунок проводять за формулою:

$$V^a = \frac{100 - G_1}{G - W^a - (CO_2)_M^a}, \%$$

Відмінність у визначенні виходу летких речовин за ISO 562-74 в тому, що вихід летких речовин визначається при $900 \pm 10^\circ\text{C}$ в циліндричних тиглях з добре підігнаними кришками з тугоплавкого кварцу, платини або інших тугоплавких матеріалів.

Тверді нелеткі залишки, що утворюються з різних ТГК, характеризуються за зовнішнім виглядом. Розрізняють такі нелеткі залишки: порошкоподібний, неспечений, злиплий, слабкоспечений, спечений, сплавлений, неспучений, спучений, дуже спучений.

Властивості твердих нелетких залишків (NV), що утворюються при визначенні виходу летких речовин з ТГК тигельним методом, залежать від природи і стадії метаморфізму. З торфу, бурого вугілля і антрацитів утворюються неспечені, порошкоподібні тверді нелеткі залишки. З кам'яного вугілля неспечені тверді залишки дає пісне, часом – довгополуменеве вугілля. Кам'яне вугілля інших марок (Г, Ж, К, ПС і деякі Д) утворює корольки, які мають різні властивості за спеченістю, сплавленістю і спученістю. Сапропелітове і ліптобіолітове вугілля, особливо на кам'яновугільній стадії, як і малозольні горючі сланці (ГС), утворює неспучений, спечений тигельний кокс.

Абсолютно не спікаються інертиніти. Вітриніти утворюють тверді нелеткі залишки, у яких спеченість, сплавленість і спученість змінюються по кривій з максимумом для вугілля марок Ж і К. У пісному і довгополуменевому вугіллі, а також в антрацитах вітриніти не спікаються. Екзиніт у вугіллі марок Д, Г і Ж завжди утворює спечені тверді нелеткі залишки, часто сплавлені, але не спучені.

Таким чином, чим більше у вугіллі вміст вітриніту і екзиніту і менше інертиніту, тим спеченість краща.

Вихід летких речовин залежить від виду горючого первинного матеріалу і ступеня вуглефікації. Вихід летких речовин з торфу становить 65-75% на суху беззольну масу, з бурого гумусового вугілля 45-65%, сапропелітового 65-85%, ліптобіолітового 65-80% незалежно від ступеня вуглефікації.

Кам'яне вугілля Донбасу має вихід летких речовин від 45% у довгополуменевого до 9% у пісного вугілля, антрацитів – від 2 до 9%.

Для більш точного розділення антрацитів за виходом летких речовин визначають об'ємний вихід летких речовин за ГОСТ 7303-77. Визначення ведеться при $900 \pm 10^\circ\text{C}$ протягом 15 хв. шляхом визначення кількості газу, що виділився під час випробування.

10.5. Сірка у вугіллі

Сірка у вигляді різних сполук у більших або менших кількостях міститься у всіх ТГК незалежно від їх природи і ступеня метаморфізму.

При спаленні вугілля виділяються сірчисті сполуки, які кородують обладнання, а також шкідливо діють на навколишнє середовище. Сірка коксу погіршує його якість як металургійної сировини. В домені вона переходить у чавун, надаючи йому крихкості і знижуючи якість сталі, що одержують з нього, оскільки зумовлює її червоноламкість.

У торфах вміст загальної сірки коливається від 0,5 до 2,5%, буре українське вугілля містить від 3 до 7% сірки, підмосковне буре гумусове вугілля – 1,5 – 7,9%. У вугіллі Донбасу вміст сірки змінюється від 0,5 до 9,3%, а в антрацитах від 0,6 до 6,3%. З урахуванням технологічної переробки кам'яне вугілля Донбасу за сірчистістю поділяють на 4 групи (табл. 2.13).

Таблиця 2.13 – Сірчистість кам'яного вугілля Донбасу

Номер групи	Назва груп	$S_t^d, \%$
I	Малосірчисте	Від 0,5 до 1,5
II	Средньосірчисте	Від 1,6 до 2,5
III	Сірчисте	Від 2,6 до 4,0
IV	Високосірчисте	Понад 4,0

Для розробки методів знесірчення вугілля важливо знати не тільки загальний вміст сірки в ньому, але і вміст різних сірчистих сполук. У твердому паливі розрізняють сірку органічну S_o , що входить до складу органічної маси палива, сірку сульфідну S_s і піритну S_p , в яку входять сульфіді і бісульфіді металів, сульфатну, яка знаходиться у вигляді сульфатів металів, і елементну сірку, яка присутня у вугіллі у вільному стані. Сума вказаних різновидів сірки складає загальну сірку S_t . Показник технічного аналізу – загальна сірка вугілля ($S_t, \%$) – вказує на сумарний вміст сірки у всіх сполуках, перерахований умовно на елементну сірку (%) по відношенню до вугілля, що аналізується.

Згідно ГОСТ 8606-72 і ГОСТ 2050-75, прийнято три методи визначення масової частки загальної сірки у вугіллі: гравіметричний, алкаліметричне титрування і йодометричне титрування.

Гравіметричний метод оснований на поглинанні оксидів сірки, що утворюються при спаленні наважки палива, сумішшю Ешка, яка складається з магnezії і безводної соди, з утворенням сірчаноокислих солей магнію і натрію. Солі, що утворилися, розчиняють в гарячій воді і осаджують хлоридом барію в підкисленому соляною кислотою розчині. За кількістю сульфату барію обчислюють масову частку сірки. Міжнародний стандарт ISO 334-74 не має істотних відмінностей від описаного вище.

Прискорений метод визначення загальної сірки передбачає спалення палива при високій температурі (1250-1350°C) в струмені повітря або кисню. Сірчисті сполуки, що утворюються при цьому, окислюються перекисом водню до сірчаної кислоти, яка титрується розчином лугу (перший спосіб) або розчином йоду (другий спосіб). Аналогічна методика наводиться в стандарті ISO 351-75.

За міжнародним стандартом ISO 157-75, сульфатна сірка визначається ваговим і об'ємним методами. Ваговий метод зводиться до розчинення сульфатів вугілля в соляній кислоті і осадження сульфат-іонів хлористим барієм.

При об'ємному методі визначення сульфатної сірки також розчиняють сульфати вугілля в соляній кислоті, однак кількість сірки знаходять шляхом титрування.

У міжнародному стандарті ISO 157-75 наведені два методи визначення масової частки піритної сірки у вугіллі.

Метод окислення оснований на визначенні вмісту заліза, пов'язаного з сіркою у вигляді FeS_2 , виходячи з того, що при окисленні піриту азотною кислотою утворюються розчинні сульфати, за кількістю яких можна визначити вміст піритної сірки.

Метод відновлення заснований на відновленні піриту воднем до H_2S , поглинанні останнього ацетокидним калієм і йодометричному визначенні.

Масову частку органічної сірки визначають за різницею шляхом віднімання з S масової частки сульфатної, піритної і елементної сірки.

Науковий і технічний прогрес істотним чином відбився на методах аналізу. У приладах фірми *Leco* автоматично визначається вміст сірки у вугіллі, коксі і інших матеріалах за допомогою детектора інфрачервоного випромінювання і електронного мікропроцесора для обробки сигналу детектора. Разовий аналіз вугілля на сірку за допомогою приладів фірми *Leco* триває до 1-2 хв.

Інститут УкрНДІвуглезбагачення розробив золомір типу ЗАР, який рекомендований для визначення сірчистості вугілля рентгенометричним методом з необхідною для промисловості точністю.

10.6. Загальне поняття про груповий аналіз вугілля

Груповим аналізом називають розділення складних сумішей на групи речовин, що мають однакові або близькі властивості по відношенню до дії хімічних реагентів.

Розділення вугілля на складові частини за допомогою **групового** аналізу застосовують для того, щоб перевести частину органічної маси в розчинний стан, оскільки розчини навіть складних сумішей легше піддаються комплексному дослідженню. Крім чисто наукових цілей, груповий аналіз використовується при технічному аналізі для характеристики хімічного складу вугілля і оцінки його придатності для виробництва. Це пов'язано з тим, що принцип розділення за розчинністю лежить в основі промисло-

вої переробки вугілля для отримання гірського воску, вуглелужних реагентів і гуматів.

Суть групового аналізу полягає в тому, що вугілля послідовно обробляють розчинниками або хімічними реагентами і визначають масу речовини, що перейшла в розчин (вихід). Як розчинники і хімічні реагенти в груповому аналізі вугілля застосовують: воду, різноманітні органічні речовини (толуол, бензол, етиловий спирт, піридин тощо), розчини кислот і лугів. Обробку твердих палив розчинниками і хімічними реагентами називають загальним терміном – розчиненням або екстракцією. Механізм дії цих речовин на вугілля різний. Хімічно нейтральні органічні розчинники (наприклад, толуол, бензол) можуть витягувати і розчиняти частину з складної суміші органічних речовин, якою є вугілля. Хімічно активні розчинники (піридин, кислоти і луги) вступають в хімічну взаємодію з органічною масою вугілля, яка супроводжується розривом найбільш доступних і слабких зв'язків в молекулах, і в розчин частково переходять продукти розкладання органічної маси.

Відома велика кількість схем групового аналізу для різних видів палива відповідно до особливостей їх складу і властивостей. Найбільше значення має груповий аналіз бурого вугілля, оскільки значна частина органічної маси бурого вугілля може бути переведена в розчинений стан, а екстракти, які при цьому одержують, знаходять практичне застосування.

Найбільш поширена схема групового аналізу бурого вугілля складається з двох етапів. Перший – обробка бурого вугілля органічними розчинниками. Суміш речовин, витягваних з вугілля органічними розчинниками, називають бітумами. Другий – обробка залишку після витягання бітумів (дебітумінованого вугілля) водними розчинами лугів. Суміш кислих речовин біохімічного перетворення вищих рослин, які витягують з палив водними розчинами лугів, називають гуміновими кислотами. Залишок після витягання бітумів і гумінових кислот називають залишковим вугіллям.

11. Елементний склад ТГК

При елементному аналізі ТГК визначають С, Н, О, N і S_{орг.}, а також іноді фосфор і деякі інші елементи, які входять до структури складних органічних речовин, а не знаходяться в ТГК у вільному стані.

За вмістом вуглецю судять про енергетичну цінність вугілля. Водень є другим за важливістю після вуглецю елементом органічної маси. Він входить до складу різних органічних сполук. Його можна знайти і в кристалічній воді деяких мінералів неорганічної частини вугілля. Азот і кисень є баластними складовими вугілля, яке використовується як для енергетичних цілей, так і для термічної переробки.

У відповідності зі стандартом ISO 625-75, для одночасного визначення вмісту вуглецю і водню використовується метод Лібіха, в якому наважка ТГК спалюється в струмені кисню. Продукти неповного згоряння, котрі утворюються, доокиснюють розжареним оксидом міді до CO₂ і H₂O, за масою яких шляхом перерахунку визначають вміст вуглецю і водню.

Прискорений метод визначення масової частки вуглецю і водню здійснюють за ГОСТ 6389-71. Як каталізатор використовують оксид міді або хрому. Порошкоподібний каталізатор розміщують в човнику з наважкою, де спалюють вугілля. За масою

вловлених продуктів окислювання (CO_2 і H_2O) розраховують вміст вуглецю і водню. Розходження, які допускаються між двома паралельними визначеннями, не повинні перевищувати 0,3% при визначенні вуглецю і 0,15% при визначенні масової частки водню.

Поправку на вміст вуглецю в мінеральних речовинах роблять при аналізі золи вугілля і горючих сланців.

Визначення вмісту азоту проводять методом Кьельдаля, за яким наважка вугілля, що досліджується, обробляється в колбі з тугоплавкого скла протягом 4-5 годин киплячою концентрованою сірчаною кислотою в присутності каталізатора (оксиду ртуті, йодиду калію, сульфату міді або ін.). Внаслідок цього весь вуглець і водень окислюються до CO_2 і H_2O , а азот переходить в NH_3 , який з надлишком кислоти утворює сульфат амонію. Останній розкладається потім в іншій колбі концентрованим лугом, а аміак, який утворюється, вловлюється титруванням сірчаною кислотою.

Визначення вмісту азоту можливе за стандартом ISO-333-75, згідно з яким наважка вугілля нагрівається з сірчаною кислотою в присутності каталізатора. Сірчано-кислий амоній, який утворюється, розкладається лугом, розчин переганяється з водяною парою, а аміак, що виділяється, поглинається борною кислотою, надлишок якої титрується сірчаною кислотою.

Визначення масової частки кисню за ГОСТ 2408.3-75 ґрунтоване на відновленні продуктів піролізу вуглецю палива в потоці аргону, окисненні отриманого при цьому оксиду вуглецю до CO_2 , вловлюванні останнього і визначенні його кількості. Вміст кисню обчислюють за кількістю CO_2 .

Частіше застосовують розрахунковий метод визначення кисню у вугіллі (ГОСТ 2408.3-75). Масова частка кисню визначається за різницею:

$$O_d^a = 100 - (W^a + A^a + S_t^a + C^a + H^a + N^a), \%$$

При масовій частці CO_2 мінеральних речовин понад 2%:

$$O_d^a = 100 - [W^a + A^a + (\text{CO}_2)_M^a + S_t^a + C^a + H^a + N^a], \%$$

Органічна сірка у вугіллі визначається за різницею розрахунковим методом:

$$S_o^a = S_t^a - (S_{so}^a + S_p^a) - S_{el}^a$$

ТГК різної природи і ступеня вуглефікації значно відрізняються між собою за елементним складом (табл. 2.14). В ряду гумітів з підвищенням ступеня вуглефікації найбільш різко змінюється вміст кисню: від 30-40% в торфах до 1% в антрацитах, тобто в 30-40 разів; в 2-5 рази меншає вміст водню (6,5-1,3%), а вміст вуглецю збільшується майже в 2 рази – від 53-62 до 98%. Отже, процес вуглефікації (метаморфізму) гумітів виявляється в таких перетвореннях їх органічної маси, внаслідок яких відбувається переважно видалення кисень- і воденьвмісних фрагментів і відносно підвищення за рахунок цього вуглецьвмісних структурних фрагментів.

В ряду сапропелітів від торфової стадії до більш зрілих спостерігається збільшення вмісту вуглецю (50-82%) і зменшення – кисню (25-7%). Закономірної зміни вмісту водню для сапропелітів різного ступеня вуглефікації не спостерігається (6-10%). Вміст водню в сапропелітах завжди в 1,5-2 рази більший, ніж у гумітах, що є характерною ознакою сапропелітового походження вугілля.

Таблиця 2.14 – Елементний склад ТГК різної природи і зрілості

Назва	Вміст %, на суху і беззолну масу				
	С	Н	О	S _o	N
Деревина	49,7	6,1	44,0	0,1	0,1
I. Гуміти					
торфи	53-62	5,7-6,5	29-40	0,1-0,4	0,6-4,0
<i>буре вугілля:</i>					
землисте	63-72	5,5-6,5	18-30	1,2-1,5	0,6-0,8
щільне матове	67-75	5,0-6,5	15-27	1,0-2,0	0,5-1,2
<i>кам'яне вугілля Донбасу, марка:</i>					
Д	76-86	5,0-6,0	10-17	2,0-2,5	1,8
Г	78-89	4,5-5,5	7-16	1,0-1,5	1,7
Ж	84-90	4,0-5,4	5-10	1,5-2,0	1,6
К	87-92	4,0-5,2	3-8	1,5-2,0	1,5
ПС	89-94	3,8-4,9	2-5	1,5-2,0	1,4
П	90-95	3,4-4,4	1,6-4,5	1,5-2,0	1,2
антрацит (Донбас)	91-96	1,3-3,0	1-2	1,0-1,5	0,1-1,3
графіт	~100	Соті частки відсотка	-	-	-
II. Екзиніти					
піропісит	74-77	9-12	9-16	1,5	-
ліптовіоліти (для підмосковного бурого вугілля) спорові	73	6,0-7,0	16	3-4	0,54
кутикулові	72	6,0-7,0	18	2-3	0,67
рабдопісит	80	7,5	11,5	0,4	0,6
ліповецький і ткібульський ліптовіоліти	79	9,9	10,1	0,4	0,6
III. Сапропеліти					
сапропелі	49-60	6-9	24-41	0,3-0,31	2,0-5,7
балхашит	69-76	10-11	12-21	0,6-1,1	0,6-1,0
богхеда	72-78	9-10	9-16	2,0-3,0	0,7-1,0
сапропеліт Будаговський (басейн Іркутська)	70-77	8-10	10-20	0,7-0,9	1,0-1,6
сапропеліти (Іркутськ)	70-82	7-10	7-18	0,2-1,2	0,7-2,6
IV. Група особливих видів ТГК					
барзаські сапроміксити	78-86	7-10	3-12	0,1-2,3	0,1-0,8
гагат (кримський)	82,43	6,31	8,89	1,34	1,03
кероген горючих сланців волзький (кашпирський)	64-70	7-8	19-25	3,0-7,0	0,6-1,3
ленінградські	69-78	7-10	12-16	2,0-3,0	0,3-0,9
естонські(кукерсити)	77-79	9-10	11-13	1,0-2,0	0,2-0,6

Екзиніти містять більше водню, ніж гуміти, і за цим показником мало відрізняються від сапропелітів.

Вміст азоту зі зростанням ступеня вуглефікації гумітів знижується з 1,8 до 0,1% у вугіллі Донбасу, однак це правило не поширюється на кам'яне вугілля Кузбасу, вміст азоту в якому коливається від 1,34 до 3,02%. У сапропелітах вміст азоту знаходиться в межах від 0,5 до 6%.

Петрографічні інгредієнти також відрізняються за елементним складом. У одному і тому ж вугіллі найбільша кількість вуглецю міститься в інертиніті, а у вітриніті і екзиніті його вміст практично однаковий. З підвищенням ступеня вуглефікації вміст

вуглецю більш різко підвищується у вітриніті, а менше – в інертиніті. Зі збільшенням ступеня вуглефікації вміст вуглецю у вітриніті і інертиніті зближується, але навіть в антрацитах не співпадає.

Найбільша кількість водню в одному і тому ж вугіллі міститься в екзиніті, а найменша – інертиніті, найбільшу кількість кисню містить вітриніт, а найменшу – інертиніт.

Загальний вміст фосфору у вугіллі невеликий: в Донбасі від 0,007 до 0,062%, в Кузбасі – до 0,12-0,17%. Фосфор додає металу холодноламкість – підвищену крихкість при кімнатній і більш низьких температурах.

Фосфор присутній в невеликій кількості в кам'яному вугіллі. Він майже повністю переходить в кокс під час процесу коксування, що є дуже небажаним явищем. Враховуючи те, що головним джерелом фосфору є кокс, з якого фосфор майже повністю переходить у метал під час процесу доменної плавки, а також ту обставину, що фосфор є шкідливою домішкою в металі, його вміст у коксі нормується ($\leq 0,015\%$). Саме тому велике значення має підбір шихти з врахуванням вмісту фосфору у вугіллі.

Це примушує шукати можливості зниження вмісту фосфору у вугіллі за рахунок його збагачення, вибирання породи та вуглистого сланцю, видалення пилу. При цьому в кожному окремому випадку необхідне детальне дослідження для вирішення питання про можливість зниження вмісту фосфору у вугіллі, оскільки до теперішнього часу не встановлені закономірності його розподілу.

Германій є одним із найважливіших матеріалів, які забезпечують розвиток сучасної техніки напівпровідникових приладів.

Спочатку германій, який є розсіяним елементом, отримували в основному з відходів інших виробництв (наприклад, із побічних продуктів при виплавці цинку) та із власне рудних (дуже рідкісних і мало потужних) родовищ мінералів, які містять цей елемент. В зв'язку з бурхливим розвитком напівпровідникової техніки попит на германій різко підвищився, почалися інтенсивні пошуки джерел його отримання. Виявилось, що головним сировинним джерелом германію може бути викопне вугілля.

Германій у вугіллі поширений дуже нерівномірно. Значно відрізняються за середнім вмістом германію окремі пласти і ділянки родовищ, родовища в цілому, басейни і крупніші регіони. Серед вугілля різних стадій метаморфізму найбільш багатим на германій, як правило, є вугілля найменш метаморфізоване. Дуже нерівномірно поширений германій в речовині вугілля. Більшість дослідників вважає, що він пов'язаний із органічною частиною вугілля. Головними носіями германію є первинні неокиснені компоненти органічної частини вугілля – вітрен, основна геліфікована маса. Найчастіше германій пов'язаний з компонентами групи вітрени. В пробах бурого й кам'яного вугілля всіх досліджених родовищ максимальний вміст германію спостерігається у фракціях, найбільш багатих на вітрен. Вміст германію в них є максимальним як в перерахунку на золу, так і на вугільну речовину.

12. Фізичні властивості вугілля

Під фізичними властивостями твердих тіл розуміють їх специфічну поведінку при впливі певних сил і полів. Існує три основних способи впливу на тверді тіла, від-

повідні трьом основним видам енергії: механічний, термічний і електромагнітний. Відповідно виділяють три основних групи фізичних властивостей.

Механічні властивості пов'язують механічні напруження і деформації тіла, які відповідно до результатів широких досліджень механічних і реологічних властивостей твердих тіл, виконаних школою академіка П.О. Ребіндера, можна поділити на пружні, міцнісні, реологічні і технологічні. Крім того, при впливі на тверді тіла рідин або газів виявляються їх гідравлічні і газодинамічні властивості.

До термічних відносять властивості, які виявляються у вугіллі під впливом теплових полів, а до електромагнітних – властивості, які виявляються при впливі на вугілля електричних, магнітних полів і електромагнітних коливань. До електромагнітних властивостей умовно можна віднести радіаційні, котрі виявляються при впливі на вугілля потоків мікрочастинок або електромагнітних хвиль значної жорсткості (рентгенівські, гамма-промені).

Фізичні властивості вугілля зумовлені їх хімічним складом, структурою і надмолекулярною організацією.

12.1. Густина ТГК

Густина – одна з основних характеристик речовини. Чисельно дорівнює масі одиниці об'єму речовини.

Уявною густиною називається густина шматка ТГК з властивою йому вологістю, мінеральними домішками і повітрям, яке знаходиться в його порах.

Дійсною густиною називається густина твердої речовини ТГК, без повітря і нез'язаної води, тобто густина власне органічної речовини з мінеральними домішками.

Густиною органічної маси ТГК називають густину речовини ТГК з поправками на вміст у ній води, повітря і мінеральних домішок.

Густина органічної маси ТГК ρ^0 (кг/м³) може бути розрахована за формулою:

$$\rho^0 = \frac{(100 - M)\rho \cdot \rho_M}{100 \cdot \rho_M - M \cdot \rho},$$

де M – вміст мінеральних домішок, %; ρ – дійсна густина ТГК з мінеральними домішками, кг/м³; ρ_M – густина мінеральних домішок, кг/м³.

Густина вугілля закономірно змінюється з метаморфізмом. Густина сухого беззольного вугілля залежить від елементного складу і структури органічної речовини. Встановлена наявність мінімуму на кривій залежності густини вугілля від виходу летких речовин (або вмісту вуглецю) для зразків, які містять 85 – 86% вуглецю.

У залежності від вмісту вуглецю і водню густину органічної маси вугілля можна визначити за наступним рівнянням:

$$\rho^0 = 0,234 + 0,00291 \cdot C + 0,0533 \cdot H, \text{ кг/м}^3,$$

де C і H – вміст вуглецю і водню в сухому беззольному вугіллі, %.

Серед мацералів мінімальну густину має екзиніт, однак вона різко збільшується зі зростанням метаморфізму. Густина вітриніту змінюється у ряду метаморфізму за кривою з мінімумом при вмісті вуглецю 85-87%. Густина мікриніту вища, ніж у вітриніту і

змінюється у ряду метаморфізму так само, як у вітриніту. Інертиніт характеризується максимальною густиною, практично постійною в ряду метаморфізму. Дійсна густина кам'яного вугілля і антрацитів наведена в табл. 2.15 та на рис. 2.3.

Таблиця 2.15 – Дійсна густина вугілля і антрацитів

Марка вугілля		Густина ρ , г/см ³	Вихід летких речовин, мас. %
Довгополумене	Д	1,253 – 1,478	39 – 46
Газове	Г	1,264 – 1,483	33 – 39
Жирне	Ж	1,244 – 1,417	28 – 33
Коксівне	К	1,254 – 1,590	18 – 28
Піснувато-спікливе	ПС	1,242 – 1,532	9 – 18
Пісне	П	1,336 – 1,505	9 – 15
Антрацит	А	1,307 – 1,766	1,5 – 9

Зміна дійсної густини при нагріванні вугілля характеризується параболічною кривою, тобто дійсна густина більш активно росте на початковій стадії нагрівання. Уявна густина змінюється за кривою з мінімумом при температурах 500-525°C, що відповідає діапазону температур застигання пластичної маси.

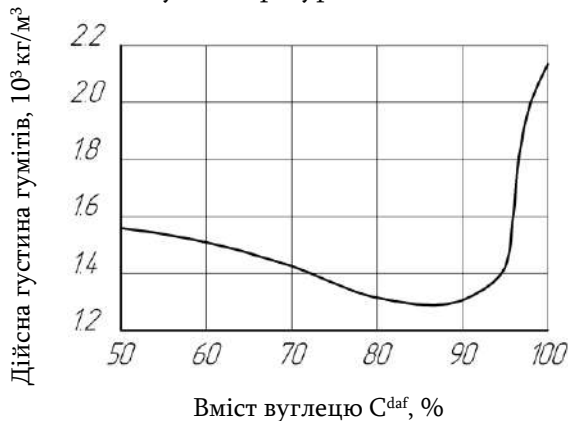


Рис. 2.3. – Залежність дійсної густини гумітів від вмісту вуглецю

Насипна густина ρ_n вугілля – це відношення маси частинок до одиниці зайнятого ними об'єму з урахуванням об'єму пор і проміжків між частинками. Вона залежить від гранулометричного складу, форми шматків або частинок, способу їх укладки, вологості і є змінною величиною. Найбільш істотно на густина впливає вологість. Зі збільшенням вологості вугілля до гігроскопічної його насипна густина росте неактивно, оскільки одночасно зі змочуванням відбувається набухання частинок, а коефіцієнт внутрішнього тертя частинок вугілля майже не змінюється. При подальшому підвищенні вологості вугілля насипна густина меншає внаслідок появи на поверхні частинок вологи, яка ніби розсуває частинки вугілля, і насипна густина досягає мінімуму, при якому спостерігається найменша рухливість (сипучість) частинок і пов'язане з цим зависання вугілля в бункерах, течках, на похилах. Подальше збільшення вологості викликає швидке зростання ρ_n , в основному внаслідок зменшення коефіцієнта внутрішнього тертя частинок, зумовленого появою значних прошарків вологи на їхній поверхні. Найбільше значення ρ_n характерне для вугілля з вологістю 0,5 – 2%, а мінімальне – вологістю 6 – 10%.

12.2. Фізико-механічні властивості

Основні фізико-механічні властивості вугілля:

а) пружність – здатність відновлювати свої первинні розміри після зняття навантаження;

- б) пластичність – здатність зберігати деформацію аж до межі текучості після зняття навантаження;
- в) твердість – здатність чинити опір пружним і пластичним деформаціям при місцевій силовій дії на поверхню тіла;
- г) міцність – здатність чинити опір руйнуванню під дією напружень;
- г) крихкість – здатність руйнуватися без помітного поглинання енергії;
- д) дробимість – властивість, що визначається сукупністю твердості, в'язкості і тріщинуватості;
- е) тривкість – умовне поняття, яке символізує сукупність механічних властивостей і виявляється в різних технологічних процесах при видобутку і переробці вугілля.

Є невелика кількість робіт по визначенню пружних властивостей вугілля, однак результати, отримані різними дослідниками при застосуванні статичних і динамічних методів, суттєво відрізняються. Наприклад, значення модуля Юнга, отримані статичним методом, менші на порядок, ніж значення, отримані динамічним методом.

Відношення констант пружності для гомогенної пружної речовини, визначених статичним і динамічним методами, за законами термодинаміки повинне дорівнювати відношенню теплоємності при постійних тиску і об'ємі, а оскільки для твердих тіл воно приблизно дорівнює одиниці, то обидва методи мають давати ідентичні результати. Різниця в значеннях констант пружності в цьому випадку може бути пояснена наявністю капілярних тріщин, які є в зразку вугілля, і завдяки яким вугілля має більшу деформаційну здатність, ніж слід би чекати за його істинною константою пружності, так що статична константа буде занижена. Для виключення помилок при вимірюваннях рекомендується провести їх при великих частотах і отриману при цьому динамічну константу приймати за істинну або визначати модуль пружності одних і тих же зразків різними методами.

Потрібно зазначити, що у всіх випадках спостерігається єдина закономірність зміни пружних властивостей в ряду вуглефікації. У молодого вугілля вона росте, досягаючи максимуму у неспікливого кам'яного вугілля, потім різко падає на стадії коксівного вугілля, і знов різко зростає у вугілля із вмістом вуглецю понад 90%. Такий характер зміни пружних властивостей в ряді вуглефікації свідчить про наявність кількох етапів в зміні структури і надмолекулярної організації вугілля. Детально взаємозв'язок між пружністю, структурою і надмолекулярною організацією вугілля буде розглянуто нижче.

Зміна пластичності вугілля в ряді вуглефікації зворотно пропорціональна зміні пружності. Крихкі речовини, до яких можна віднести вугілля, схильні до пластичної деформації без руйнування при великому ізотропному тиску і анізотропних напруженнях.

Існує велика кількість методів і показників, що характеризують твердість вугілля, його опір деформаціям. Найбільший інтерес становить вимірювання мікротвердості визначенням твердості малих поверхонь, що дуже важливо при дослідженні неоднорідного вугілля. Визначаючи мікротвердість методом вдавлення, можна також отримати пластичні відбитки, уникаючи їх розтріскування. Для вимірювання мікротвердості рекомендований метод за ГОСТ 21206-75.

Результати досліджень за цим методом показали, що крихка речовина вітрену більш тверда, ніж крихкий і більш неоднорідний дюрен. Буре вугілля має найменшу мікротвердість, яка росте по мірі вуглефікації від 60 МПа у підмосковного вугілля до 166 МПа у блискучого челябінського вугілля. Серед кам'яного вугілля найменшу мікротвердість має довгополуменеве вугілля (140-180 МПа), у газового вугілля вона помітно росте. Мікротвердість вугілля марок Ж, К, ПС приблизно однакова, а при переході до пісного вугілля і антрацитів вона різко підвищується, складаючи в середньому у перевірених зразків антрацитів 900 МПа.

Мікротвердість вітриніту в ряду від бурого вугілля до антрацитів зростає в 5 разів, причому найбільше вона росте на стадії пісне вугілля – антрацит.

У мікрокомпонентів групи інертиніту мікротвердість в ряду вуглефікації змінюється менше, але на одній стадії вуглефікації може змінюватися в межах від 300 до 800 МПа. Компоненти групи екзиніту мають невелику мікротвердість, яка коливається від 130 до 240 МПа.

На кривій зміни мікротвердості в ряду вуглефікації є максимум при вмісті вуглецю 84% і мінімум при вмісті вуглецю 90%, тобто вони відповідають аналогічним перегинам на кривій зміни констант пружності. Антрацити із вмістом вуглецю близько 93% наділені властивостями ідеальних пластиків.

Для підвищення точності і надійності при визначенні мікротвердості застосовується метод склерометрії – вивчення ширини смуги деформації при дряпанні поверхні індентором, що переміщується. Переваги цього методу полягають у підвищенні точності і надійності при вимірюванні лінійних розмірів деформованої зони, а також можливості використання індентора з ромбічною основою як для вивчення мікротвердості, так і її анізотропії.

Міцність з практичної точки зору є найбільш важливою фізико-механічною властивістю вугілля, бо вона характеризує руйнування при видобуванні, транспортуванні, дробимість при технологічному подрібненні і пилоутворювальну здатність. Міцність визначається різними методами за результатами випробування вугілля в різних пристроях для дроблення (подрібнення). За рубежом найбільш відомі «випробування на здатність до подрібнення кульовим млином» і метод Хардгроуе, які прийняті як стандартні. У цих методах застосовується млин для тонкого подрібнення з регульованою швидкістю обертання. Міцність мінімальна при вмісті вуглецю 89-90%. Як вказувалося вище, в цьому ж діапазоні вугілля має мінімальне значення мікротвердості.

При вивченні вугілля Донбасу встановлено, що міцність, визначена за методом копра, змінюється з мінімумом в зоні коксівного вугілля. При переході від вугілля, що спікається, до пісного і антрацитів міцність зростає майже в 13 разів. Коливання міцності ізометаморфного вугілля значні, що пояснюється впливом генетичних чинників. Так, у пісного вугілля і антрацитів велика механічна міцність відповідає маловідновленому вугіллю.

Дослідження міцності окремих петрографічних інгредієнтів показало, що найміцнішим є напівматове щільне вугілля дюренового типу. Менша міцність напівматового зернистого вугілля пов'язана з менш однорідною будовою. Значно менш міцним виявилось блискуче вугілля, складене вітреном і клареном, що пояснюється крихкістю його блискучих інгредієнтів.

При визначенні опору розтисканню встановлено, що більш міцним є матове дюренове вугілля. Фюзен має найбільшу крихкість, кларен і вітрен займають проміжне положення.

Крихкість визначається здатністю твердих тіл руйнуватися при статичному навантаженні без помітної залишкової деформації (не більше 5%). Мікрокрихкість вугілля визначається за величиною глибини занурення індикатора в зразок вугілля, при якій не настає крихке руйнування. Для антрацитів показник мікрокрихкості змінюється від 0,5 до 1,05 мкм⁻¹.

Таким чином, зміна механічних властивостей вугілля в ряді вуглефікації пов'язана з його структурними особливостями, молекулярною і надмолекулярною організацією.

12.3. Теплофізичні властивості

До показників, що характеризують теплофізичні властивості твердих тіл, належать теплопровідність, теплоємність, термічне розширення. Ці властивості вугілля досить детально вивчені.

Основні термічні коефіцієнти – теплопровідності, температуропровідності і теплоємності – пов'язані між собою рівнянням:

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho},$$

де a – коефіцієнт температуропровідності, м²/с; λ – коефіцієнт теплопровідності, Дж/(с·К·м); c – питома теплоємність матеріалу, Дж/(кг·К); ρ – густина матеріалу, кг/м³.

Вугілля і гірські породи за своїми тепловими властивостями наближаються до теплоізоляторів і являють собою неоднорідні тіла, що складаються з твердих інгредієнтів, рідинних прошарків і повітряних комірок. Коефіцієнт теплопровідності таких матеріалів є умовною величиною й іноді називається видимим коефіцієнтом теплопровідності.

Величина коефіцієнта теплопровідності вугілля визначається теплопровідністю власне вугільної речовини (λ), її пористістю (P), зольністю (A), вологістю (W) і температурою системи (T).

Температурний коефіцієнт для вугілля позитивний, а зростання λ із збільшенням температури відбувається або за лінійним, або, при підвищених температурах, за квадратичним законом. Збільшення коефіцієнта теплопровідності вугілля і горючих сланців із зростанням температури пояснюється значною мірою сильним впливом променевого теплообміну і конвекції між поверхнями пор палива через газові комірки, що їх розділяють.

Приймаючи, що в певних інтервалах температур існує лінійна залежність коефіцієнта теплопровідності, можна записати

$$\lambda_t = \lambda_0 [1 + \beta(t - t_0)],$$

де

$$\beta = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{\Delta\lambda}{\Delta t}, \text{ 1/град.}$$

Встановлено, що для вугілля різного ступеня метаморфізму в інтервалі температур від 20 до 100°C існує лінійна залежність λ від температури і $\beta = 0,002$ 1/град.

Можна прийняти наступне середнє значення температурного коефіцієнта теплопровідності для різних інтервалів температур:

Інтервал температур, °C		0 -100	100 -300	300 -1000	0 -1000
Температурний коефіцієнт β , 1/град.	Для засипок	0,002	0,0003	0,0010	0,0009
	Для ціликів	0,002	0,0003	0,0016	0,0014

Зростання коефіцієнта температуропровідності вугілля в інтервалі температур 0-200°C незначне, оскільки одночасно із збільшенням теплопровідності зростає і теплоємність вугілля. Збільшення коефіцієнта температуропровідності після 250-300°C пояснюється одночасним впливом збільшення коефіцієнта теплопровідності, зменшенням теплоємності і густини внаслідок збільшення пористості в процесі виділення летких.

Найменші значення теплопровідності і температуропровідності в ряді метаморфізму мають жирне і коксівне вугілля. Значення λ і α збільшуються при переході до газового вугілля, з одного боку, до пісного вугілля і антрацитів – з іншого. Температуропровідність вугілля змінюється в ряді метаморфізму в значно меншій мірі, ніж теплопровідність.

При нормальних температурах теплопровідність вугілля змінюється від 0,10 до 0,13 Дж/(м·с·град.), а температуропровідність від $1,0 \cdot 10^{-4}$ до $1,8 \cdot 10^{-4}$ м²/с.

Теплопровідність вугілля підвищується із збільшенням виходу летких речовин V^{daf} і густини. Коефіцієнт теплопровідності вугілля різко збільшується з підвищенням вологості вугілля. У кам'яного вугілля при вологості 10% він зростає в 2,0-2,5 рази, у бурого вугілля таке зростання λ досягається при $W_p=20-25\%$.

Залежність теплопровідності від пористості дуже складна. Нижньою межею теплопровідності пористого матеріалу є 0,02 Дж/(м·с·град.), що дорівнює теплопровідності повітря.

Чим більший загальний об'єм пор і чим менші їх розміри, тобто чим дрібніші пори, тим нижчий повинен бути коефіцієнт теплопровідності при тій же насипній густині. Температуропровідність вугілля зменшується із зростанням насипної ваги.

Теплопровідність вугільних ціликів набагато вища, ніж теплопровідність дробленого вугілля. Гранулометричний склад дробленого вугілля впливає на його теплопровідність переважно тому, що при зміні його міри дроблення одночасно змінюється насипна густина.

Оскільки теплопровідність мінеральних компонентів вугілля значно вища за теплопровідність органічної маси, можна передбачити, що коефіцієнт теплопровідності вугілля повинен збільшуватися із зростанням його зольності.

Встановлено, що теплопровідність вугілля вздовж нашарування на 3-7% вища, ніж перпендикулярно нашаруванню. Теплоємність матеріалу визначається кількістю

тепла, необхідного для підняття температури 1 г даного тіла з t_1 до t_2 . Вона характеризується питомою теплоємністю тіла:

$$\bar{c}_m = \frac{q}{t_2 - t_1},$$

де \bar{c}_m – середня питома теплоємність Дж/(кг·К); q – кількість тепла, необхідна для підвищення температури тіла від t_1 до t_2 , Дж/кг.

Якщо кількість тепла q , необхідна для нагрівання тіла від t_1 до t_2 не залежить від температури, то величина \bar{c}_m постійна. Однак у більшості випадків q залежить від температури, і ця залежність може бути представлена наступною емпіричною формулою:

$$q = at + bt^2 + ct^3,$$

звідси
$$c_u = \frac{dq}{dt} = a + 2bt + 3ct^2,$$

де c_u – дійсна питома теплоємність тіла.

Для визначення теплоємності твердих тіл застосовується ряд способів, які можна поділити на три групи:

- а) метод змішування;
- б) методи, основані на вимірюванні швидкості нагрівання або охолодження;
- в) методи прямого визначення істинної теплоємності.

Згідно з теоретичними передумовами, питома теплоємність вугілля повинна меншати в ряді вуглефікації, якщо врахувати, що водень і вуглеводні мають більшу теплоємність, ніж графіт, до структури якого наближується вугілля при підвищенні ступеня метаморфізму.

Наприклад, теплоємність водню – 2,30, метану – 2,30, ацетилену – 1,63 і графіту – 0,84 кДж/(кг·град.). Залежність середньої питомої теплоємності вугілля при однаковій температурі від виходу летких речовин можна прийняти лінійною і виразити рівнянням:

$$c_t = A + BV^{daf}, \text{ кДж/кг·град,}$$

де: c_t – питома теплоємність вугілля при температурі t , °С; A і B – емпіричні коефіцієнти. В інтервалі температур 0 -100°С $A = 0,900 - 1,025$; $B = 0,034 - 0,050$.

Істинною питомою теплоємністю (далі просто теплоємністю) називається кількість теплоти, яку необхідно дати одиниці маси речовини, щоб підвищити її температуру на 1°С в певному температурному інтервалі; вимірюється вона в Дж/(кг·К). Для вимірювання теплоємності вугілля застосовуються спеціальні калориметри, що дозволяють проводити визначення при різних температурах.

Істинна питома теплоємність абсолютно сухого торфу складає 1,96 – 2 кДж/(кг·К). Вона залежить від типу торфу і ступеня його розкладу, проте залежить від його вологості, збільшуючись з її зростанням. В метаморфічному ряді гумітів теплоємність вугілля закономірно зменшується.

Петрографічні мікрокомпоненти гумітів володіють різною теплоємністю. Теплоємність вугілля лінійно зростає із збільшенням його вологості, оскільки як вільна, так і зв'язана волога мають значно більшу теплоємність, ніж органічна маса вугілля. Мі-

неральні компоненти, що містяться в ТГК, знижують теплоємність. Слід відрізнити істинну (рівноважну) і ефективну (уявну) теплоємність.

Теоретичний аналіз і обробка експериментальних даних дозволили встановити закономірність зміни теплоємності вугілля залежно від температури. В інтервалі температур від 0 до 250-300°C питома теплоємність вугілля зростає і, досягнувши максимуму при 270-350°C, вона меншає при подальшому підвищенні температури, наближаючись при 1000°C до теплоємності графіту.

Величини теплоємності вугілля Донбасу, отримані В. В. Померанцевим розрахунковим шляхом, наведені в табл. 2.16. Автор не проводив досліджень в діапазоні температур 0-300°C, тому з отриманих результатів випало збільшення теплоємності з температурою в цьому інтервалі (табл. 2.17).

Мінеральні домішки дещо знижують питому теплоємність вугілля, оскільки вони мають питому теплоємність $c_{24-100}=0,80-0,84$ кДж/(кг·К), однак при зольності вугілля до 12% це зниження невелике (1-2%). Потрібно відмітити значне зростання (майже в 2 рази) теплоємності мінеральних включень в інтервалі температур 20-1000°C.

Таблиця 2.16 – Істинна питома теплоємність вугілля, кДж/(кг·К)

Досліджувані матеріали	Теплоємність, кДж/(кг·К)
Буре вугілля	1,12-1,19
Кам'яне вугілля Донбасу	
Довгополуменеве	1,15
Газове	1,13
Жирне	1,09
Коксівне	1,07
Піснувато-спікливе	1,05
Антрацит	0,93

Таблиця 2.17 – Теплоємність вугілля Донбасу, кДж/(кг·К)

Температура, °C	Марка вугілля			
	Д	Ж	П	А
20	1,38	1,38	1,26	1,05
300	1,34	1,38	1,22	1,05
500	1,12	1,26	-	1,05
700	1,05	1,17	1,01	0,97
900	0,97	0,92	-	0,92
1000	0,86	0,86	0,92	0,86

Теплоємність коксу, отриманого з різного вугілля, мало коливається і становить $c_{25-100}=0,837-0,840$ кДж/(кг·К). Зі зростанням температури теплоємність коксу росте, причому темп приросту рівний 0,0021 кДж/(кг·К) в інтервалі температур 50-475°C.

Коефіцієнт термічного розширення характеризує деформацію матеріалу під дією температури, яка пов'язана із зміною середніх відстаней між молекулами. У зв'язку з цим потрібно чекати, що він буде змінюватися в широких межах в ряді вуглефікації приблизно таким же чином, як і константи пружності.

Встановлено зниження коефіцієнта термічного розширення в ряді вуглефікації і анізотропний ефект при дослідженні теплового розширення вздовж і перпендикулярно нашарування, що з'являється у вугіллі із вмістом вуглецю 85% і зростає у антраци-

тів. Цей ефект виникає під впливом мікропористої системи у вугіллі, яка стає все більш анізотропною завдяки зростанню і орієнтації ароматичних ламелів.

12.4. Електромагнітні властивості

У літературі широко розглянуті закономірності зміни електроопору, електризації, діелектричної проникності вугілля, а також результати дослідження вугілля методами електронного парамагнітного резонансу (ЕПР) і ядерного магнітного резонансу (ЯМР).

Електризація твердих матеріалів може бути зумовлена електричними полями, механічними, фізичними і хімічними процесами. Аналізуючи дані природної електрозарядженості подрібненого вугілля, потрібно зазначити, що вугілля при подрібненні заряджається біполярно і асиметрично.

Вивчення електризації вугілля при його дробленні і розпилюванні на 170 основних шахтопластах Донецького, Кузнецького і Карагандинського басейнів, представлених всіма марками кам'яного вугілля від Д до А, з природною вологістю 0,2-9,9%, зольністю 1,1-55,5% і виходом летких речовин 2,5-41,9%, дозволило всебічно вивчити залежність електрофізичних властивостей від фізико-хімічних параметрів вугілля. Електрозарядженість зростає із збільшенням дисперсності вугільних зерен, що пояснюється підвищенням питомої поверхні електрично заряджених частинок. Збільшення вмісту мінеральних домішок у вугіллі приводить до зменшення зарядженості потоку аерозолу. Зростання числа парамагнітних центрів пропорційне підвищенню заряду на поверхні вугілля, що добре показано на прикладі жирного вугілля Донбасу. Вплив окисненості вугілля неоднозначний і залежить від ступеня вуглефікації.

Залежність питомої напруженості електричного поля вугільного пилу від ступеня вуглефікації носить параболічний характер з максимумом для вугілля середнього ступеня вуглефікації, який відповідає вмісту вуглецю 90%. Як вказувалося вище, таке вугілля має мінімальний показник мікротвердості за Віккергом і максимальний показник здатності до подрібнення за Хардгроуе. Це свідчить про те, що електризація поверхні частинок вугілля при руйнуванні є функцією їх структури. Диспергування вугілля приводить до виникнення потоку емісії електронів високої енергії (ЕЕВЕ), параметри якої залежать від структурних особливостей вугілля, що руйнується. Максимальні значення потоку ЕЕВЕ відповідають також вугіллю середнього ступеня вуглефікації, причому для вугілля марок Ж і К характерна також "післяемісія" (емісія після припинення механічного впливу), тривалість якої становить 1-4 хв. Зміна потоку ЕЕВЕ в ряді вуглефікації корелює з електризацією частинок для вугілля Донецького басейну. Оскільки електрони мають негативний заряд, то їх інтенсивна емісія з поверхні вугілля при диспергуванні пояснює позитивну електрозарядженість вугільних частинок.

Останнім часом робляться спроби використати електрофізичні властивості вугілля для їх генетичної промислової класифікації.

Як вказувалося вище, відновленість вугілля визначають непрямими хімічними, фізичними і петрографічними методами. Запропоновано прямий електрохімічний метод, основу якого складають вимірювання масштабів реакцій окиснення і відновлення органічної маси вугілля реагентами, що утворюються при пропусканні постійного еле-

ктричного струму через електрохімічний осередок, заповнений пробою, що досліджується, змочений електролітом, а також реакцій окиснення і відновлення, що протікають за рахунок електронного обміну на електродах у разі молодого кам'яного вугілля.

Методичною основою для такого підходу є те, що (починаючи з газового вугілля, яке добре спікається, кінчаючи пісним) відновлене вугілля має більшу реакційну здатність по відношенню до окиснюючих агентів, ніж маловідновлене, а довгополуменеве і молоде газове відновлене вугілля мають знижену окиснюваність молекулярним киснем внаслідок меншого вмісту в них кисеньвмісних функціональних груп в порівнянні з маловідновленим.

Для розподілення антрацитів на групи рекомендований показник критичної напруженості електричного поля E_k , який визначається зняттям вольт-амперної характеристики антрацитів на зразках-монолітах. У поєднанні з показниками ступеня вуглефікації антрацитів, він дозволяє виділяти антрацити, придатні для виробництва термографіту з унікальними електричними і антифрикційними властивостями.

Між металами (провідниками) з провідністю 10^4 - 10^5 Ом⁻¹·см⁻¹ і діелектриками з провідністю 10^{-10} - 10^{-15} Ом⁻¹·см⁻¹ знаходиться великий клас напівпровідників з провідністю 10^{-2} - 10^{10} Ом⁻¹·см⁻¹. До останніх належить оксиди, сульфіді, селеніди, до них же можна віднести антрацит, буре і кам'яне вугілля, горючі сланці.

На зміну електричного опору найбільше впливає температура. При зміні температури від 0 до 900°C питомий опір вугілля звичайно змінюється від 10^9 - 10^{12} Ом·см до 10 Ом·см.

При температурі від 0 до 200°C опір кам'яного вугілля знижується поступово, опір бурого вугілля і горючих сланців від 0 до 50-100°C різко знижується, а потім до 200°C збільшується. Цей перегин кривої зумовлений наявністю в останніх великої кількості вологи, яка до 50-100°C сприяє збільшенню електропровідності. При більш високих температурах по мірі видалення вологи опір зростає, досягаючи найбільшого значення при температурі близько 200°C. друга ділянка від 200 до 800°C характеризується найбільш різким зниженням опору, що змінюється у прямолінійній залежності.

У інтервалі температур 200-800°C залежність питомого опору різного вугілля від температури описується рівнянням:

$$\lg \rho = a - bt,$$

де ρ – питомий електричний опір при температурі t °C, Ом·см; t – температура, °C; a і b – постійні величини, що залежать від матеріалу, що досліджується: $a=11,2 \div 12,4$; $b = 1,29 \cdot 10^{-2} \div 1,24 \cdot 10^{-2}$.

Нарешті, на третій ділянці, при температурі понад 800°C, опір дещо падає.

Волога, що міститься у вугіллі, знижує його опір різною мірою в залежності від її кількості, наявності в ній мінеральних домішок і їх хімічного складу. Опір чистої води рівний приблизно 10^7 Ом·см, тобто значно нижчий за опір сухого вугілля і горючих сланців (10^9 - 10^{10} Ом·см), тому присутність навіть чистої води впливає відчутним чином, а наявність у воді мінеральних домішок ще суттєвіше впливає на зниження електроопору.

Електроопір вологого бурого вугілля при кімнатній температурі становить 10^4 - 10^6 Ом·см, а сухого від 10^9 до 10^{11} Ом·см, вологість кам'яного вугілля дуже мало впливає

на величину питомого опору.

Питомий електроопір підвищується з переходом від бурого до кам'яного вугілля і досягає максимуму на середній стадії вуглефікації ($C^{daf} = 87\%$), а потім меншає із зростанням ступеня метаморфізму, складаючи у антрацитів 10^2 - 10^3 Ом·см.

Серед мацєралів максимальний опір має вітриніт, мінімальний – фюзиніт. Окиснення вугілля приводить до значного зниження його опору при температурах до 100°C , коефіцієнт анізотропії кам'яного вугілля становить 1,73-2,55, антрациту 2,00-2,55. Нечисленні досліди показали, що опір цілика і порошку вугілля практично співпадають. Питомий електричний опір зростає із збільшенням зольності.

13. Хімічна будова твердих горючих копалин

Складністю хімічного складу і будови вугілля, що є природною високомолекулярною сполукою, зумовлюється необхідність застосування для визначення його молекулярної структури і надмолекулярної організації комплексу фізичних, фізико-хімічних і хімічних методів дослідження. Найбільш повну характеристику будови вугілля дає комплексне використання рентгеноструктурного аналізу, електронної мікроскопії, інфрачервоної спектроскопії, електронного парамагнітного резонансу, порометрії, диелькометрії і класичних хімічних методів.

Розрізняють рентгенівський і оптичний рівень молекулярної структури і надмолекулярної організації (НМО). Цей розподіл пов'язаний з послідовністю рівнів, як конструкцій з структурних елементів наростаючої складності, і методами спостережень.

Метод рентгеноструктурного аналізу належить до прямих методів визначення структури речовини. Величина періоду повторюваності структурних одиниць визначає кутову область і інтенсивність розсіювання рентгенівських променів. Рентгенівська дифрактометрія проводиться під великими, під середніми і під малими ($<6^\circ$) кутами.

Параметри молекулярної структури вугілля визначаються за результатами зйомки під великим і середніми кутами. Розраховується між'ядерна відстань (d_{002}), розміри ароматичного ядра (L_a), товщина пакету (L_c) і текстура (орієнтація) T . Зйомки під малими кутами дозволяють розраховувати подовжні (L_{\parallel}) і поперечні (L_{\perp}) розміри надмолекулярних утворень, розміри і форму молекулярних пор і об'єм середньої мікропори. Крім того, за даними рентгенівських зйомок можна визначити склад і кількість мінеральних складових.

За допомогою електронної мікроскопії (просвічування і сканування) можна визначити кристалографічну орієнтацію, топографію поверхні і склад зразка. Аналіз інфрачервоних спектрів вугілля дозволяє визначити вид і кількість функціональних груп і структурних фрагментів, що складають вугілля. За спектрами електронного парамагнітного резонансу визначають природу парамагнітних центрів і кількість неспарених електронів, які утворюють ці центри. Метод ядерного магнітного резонансу дозволяє визначити функціонально-груповий склад вугілля. За результатами елементного аналізу визначається показник ароматизації і число ароматичних кілець в статистичному вуглецевому ядрі.

У процесі розвитку хімії і фізики уявлення про будову вугілля зазнавали знач-

них змін. Одні уявлення, в світлі нових отриманих даних, втрачали своє значення, інші ж продовжували розвиватися, перетворившись на основні напрями у вченні з каустобіології.

Останнім часом вугілля розглядається як високомолекулярна сполука. Були запропоновані моделі макромолекулярної будови вугілля. Допускалося, що макромолекули у вугільній речовині здатні створювати більші утворення за рахунок сил фізичного притягання. Основою запропонованих моделей макромолекулярної будови вихопного вугілля послужили дані його дослідження методом рентгеноструктурного аналізу.

Високомолекулярна структура вугілля, що включає ароматичні, гідроароматичні, гетероциклічні і аліфатичні фрагменти, а також функціональні групи, є загально-визнаною. На те, як пов'язані між собою ці фрагменти, як побудовані структурні одиниці, як відбувається їх зв'язування в просторову систему, немає єдиної точки зору. Центральним місцем в розшифровці структури вугілля є розвиток уявлень про структурні одиниці, встановлення їх будови для різного вугілля, міри однорідності, характеру взаємозв'язку як всередині макромолекул, так і між структурними елементами.

У вугіллі міститься вуглець у вигляді ароматичного вуглецю sp^2 -гібридної форми і вуглецю з sp^3 -гібридизацією. Загалом органічна маса вугілля може бути представлена у вигляді конденсованих ядер, в яких подвійні зв'язки C=C – ароматичні, а частина вуглецю, водню, кисню, азоту, сірки, інших гетероатомів утворюють бічні аліфатичні угруповання поблизу конденсованих ароматичних ядер. Наявність кисеньвмісних груп в аліфатичній частині органічної маси вугілля сприяє утворенню зв'язків органічної речовини вугілля з неорганічною частиною. Типи взаємодії можуть бути такі: по-перше, всі види адсорбційної взаємодії: електростатичні, – Ван-дер-Ваальсові, – сили міжмолекулярної взаємодії, водневий зв'язок, хемосорбція; по-друге, комплексоутворення (координаційний зв'язок); по-третє, утворення металоорганічних (елементноорганічних) сполук з включенням гетероатомів в гетероцикли або аліфатичні ланцюги (гомеополярний зв'язок). Крім того, утворюються поліестери, що підтверджується даними інфрачервоної спектроскопії.

Загалом, відносний вміст вуглецю в ряді метаморфізму збільшується за схемою:
 $C-OH \rightarrow CH_3 \rightarrow CH_2 \rightarrow CH_{ap}$ -групи.

Відносний вміст вуглецю (%) в структурних групах для вугілля з $V^{daf}=28\%$ такий: C-OH – 1,8; CH_3 – 7,6; CH_2 – 12,0; CH_{ap} – 20,8; C_{ap} - C_{ap} – 57,8.

Уточнена структурна інтерпретація ІЧ-спектрів вугілля показує, що у вугіллі низького ступеня вуглефікації у внутрішніх фрагментах структури значний внесок кисеньвмісних груп, включаючи етерні і водневі зв'язки. Зі збільшенням ступеня метаморфізму меншає вміст кисеньвмісних груп, фрагменти структури стають більш однорідними і впорядкованими. Для вугілля середньої стадії метаморфізму характерні відносно короткі системи зв'язаних сполук.

У процесі метаморфізму йде перетворення різнохарактерних складових в структурі вугілля від компонентів, що мають нерозвинену систему сполучення і, містять багато кисню та аліфатичних фрагментів різних водневих зв'язків, до тривимірної однорідної структури з полісполученою системою великого розміру з мінімальним вмістом водню і гетероатомів. Виділяють три основних періоди структурування в процесі

метаморфізму:

I період: до $R_o=0,8\%$. У цьому періоді каркас формують фрагменти з невисокою мірою сполучення і великим вмістом карбонільних груп. Вони пов'язані етерними містками і водневими зв'язками. Перетворення структури відбувається переважно за рахунок видалення кисеньвмісних фрагментів з каркасу і аліфатичної частини структури, що веде до накопичення ненасичених фрагментів, збільшення кількості і розмірів полісполучених систем.

II період: $R_o=0,8-1,7\%$. У цьому періоді утворюються більш однорідні каркасні структури за рахунок видалення кисню і руйнування водневих зв'язків.

Збільшення кількості СН-зв'язків в ненасичених фрагментах зв'язків і збільшення кількості полісполучених систем відбувається за рахунок видалення кисеньвмісних фрагментів, деалкілювання і дегідрування фрагментів аліфатичної частини структури.

III період: R_o понад $1,7\%$. У цьому періоді завершується видалення і дегідрування аліфатичних фрагментів структури, досягає максимального значення вміст СН-зв'язків в ненасичених фрагментах. Кількість СН-зв'язків меншає, відбувається зшивка структурних фрагментів і утворюються С-С зв'язки.

У роботах В.І.Касаточкіна, Ван-Кревелена органічна вугільна речовина представляється у вигляді сукупності пачок конденсованих ароматичних ядер, бічні неароматичні групи яких, що включають кисень, азот, сірку і інші гетероатоми, хімічно зв'язують сусідні пачки в просторовий полімер. При вуглефікації відбувається заміна в бічних радикалах вуглецю кисневих місточкових зв'язків вуглець – вуглецевими зв'язками.

Однією з найбільш вірогідних можливостей утворення просторових шарів є асоціація молекул міжмолекулярними водневими зв'язками фенольних груп. Кисень гідроксильних груп, розташовуючись компланарно ароматичному ядру, забезпечує їх асоціацію в плоскі і досить жорсткі групи у вигляді єдиного плоского шару. Взаємодія між шарами приводить до утворення пачок паралельних шарів з міжшаровою відстанню, що визначається розмірами контактуючих між собою вуглецевих радикалів молекулярних ядер сусідніх шарів асоціатів. Частина ж ядер, що не містять фенольні гідроксили, утворює пачки, до складу яких входять індивідуальні ароматичні ядра, що взаємно орієнтуються.

Молекулярні фрагменти вугілля у вигляді ароматичних ядер зі зв'язками sp^2 -гібридної форми і аліфатичних фрагментів структури з sp^3 -гібридною формою зв'язку утворюють в комплексі пакетні сполуки, що характеризуються параметрами L_a і L_c і є первинними елементами збирання надмолекулярної організації викопного вугілля.

На сьогодні сформовані уявлення про органічну масу вугілля (ОМВ), як про самоасоційований мультимер з тривимірною організацією, в якому внутрішньо-молекулярні зв'язки валентного типу, а макромолекули (і олігомери) сполучені між собою зв'язками невалентного характеру, причому основну роль грають електронодно-норно-акцепторні (ЕДА) взаємодії різних типів: σ - π -комплексів, N - π -комплексів, π - π -комплексів, наприклад, амінів, етеру, сульфатів з ароматичними і неграничними угрупованнями або металоорганічними сполуками.

Міцність ЕДА-взаємодій коливається в межах 2-14 кДж/моль. ЕДА-взаємодії

особливо сильні у вугіллі, що містить різні функціональні групи (кислотні А-фрагменти: С-ОН, СООН, SH, NH; основні В-фрагменти: N, C=O, -S-, -O-, (NH), (SH), а також вуглець з різною мірою гібридизації валентних орбіталей. Тому чим більше число гетероатомів в ОМВ, тим ймовірніше утворення ЕДА-взаємодій. Істотну роль в міжмакромолекулярних зв'язках відіграють водневі зв'язки.

Зі зростанням ступеня вуглефікації протікають реакції, що приводять до евакуації кисню і водню з ОМВ у вигляді СО, СО₂, СН₄ і Н₂О. Макромолекули укрупнюються, росте ароматичність, а ЕДА-взаємодія між паралельними вуглецевими ядрами забезпечується за рахунок обміну π -електронами і ван-дер-Ваальсових зв'язків.

Як гіпотеза про структуру вугілля сформульована концепція самоасоційованого мультимеру, якому властивий просторовий і енергетичний розподіл донорних і акцепторних ділянок структури. Згідно з цією концепцією, органічна маса вугілля складається з набору олігомерів, сполучених між собою численними зв'язками невалентного характеру. Основну роль серед них грають ЕДА-взаємодії і водневі зв'язки. Окремі структурні блоки можуть мати різний набір ділянок, що виявляють ЕД-властивості (В-центри, що містять основні групи) і ЕА властивості (А – центри, що містять кислотні групи).

Представлення структури вугілля як самоасоційованого мультимера не виключає наявності в органічній масі відносно неміцних валентних зв'язків в етерних і метиленових місточках. Такого роду зв'язки знаходяться всередині структурних одиниць, об'єднаних в мультимер ЕДА-взаємодіями.

14. Гумінові кислоти, бітуми, гірський віск

Слабкі водні розчини лугу витягують з торфу і бурого гумусового вугілля групу речовин, що носять загальну назву гуматів солей гумінових кислот (ГК). На свіже кам'яне вугілля і антрацити луги практично не діють, що свідчить про відсутність в них фрагментів з кислотними функціями. Реакція з лугами часто застосовується для визначення до якого – бурого чи кам'яного – належить досліджуване вугілля (реакція Е.Донаба), а також для визначення ступеня окиснення кам'яного вугілля.

Гумінові кислоти – неплавкі аморфні темнозбарвлені речовини, що входять до складу органічної маси торфу, бурого вугілля, ґрунту. Їх властивості змінюються в широких межах. Молекулярна маса у водних розчинах коливається від 1000 до 1400, а кількість функціональних груп перебуває в таких межах: карбоксильні – до 4, гідроксильні – до 4, карбоніли – 1, етерні групи – до 2, подвійні зв'язки -1.

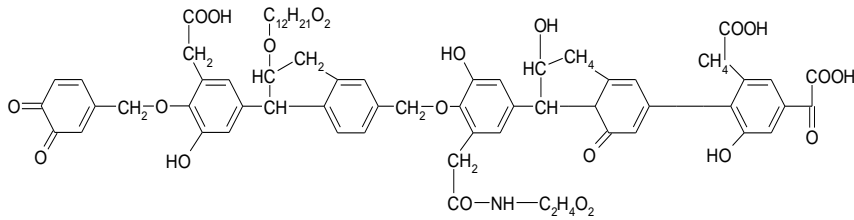
Характеристики гумінових кислот істотно залежать від стадії метаморфізму горючої копалини, з якої вони виділені.

У порівнянні з торф'яними, в гумінових кислотах бурого вугілля і виділених з кам'яного вугілля, що окиснилося внаслідок тривалого контакту з повітрям (вивітреного), більше вуглецю й менше водню, менше співвідношення Н/С, немає або мало метоксильних груп, менше гідроксилів, але більше хіноїдних груп і парамагнітних центрів (ПМЦ). Серед кисеньвмісних функціональних груп переважають гідроксили, а на другому місці – карбоксильні групи.

Гумінові кислоти – це група природних темнозбарвлених кислот, що мають спільний тип будови, але є певні розходження, залежно від стадії вуглефікації, петро-

графічного складу й ступеня окиснення. За хімічною будовою це високомолекулярні, в основному ароматичні, оксикарбонові кислоти. На ранніх стадіях метаморфізму вони містять метоксильні групи. Основою їх структури є конденсовані системи, що включають аліциклічні й ароматичні кільця, бічні ланцюги і функціональні групи при ядрі й у бічних ланцюгах. Фрагменти структури з'єднані між собою кисневими й метиленовими містками, а парамагнетизм зумовлений наявністю радикалів арильного або семихінонного типу, стабільність яких забезпечена присутністю полісполучених систем.

Найбільш обґрунтована модель будови гумінових кислот торфу:



Ця модель пояснює наявність значної кількості аліфатичних кислот у продуктах окиснювання гумінових кислот торфу. Припускається, що в гумінових кислотах бурого вугілля основою структури є система із двох-трьох ароматичних ядер, що включає гетероцикли, які містять кисень, азот і сірку, а гумусові кислоти вивітреного кам'яного вугілля мають більш конденсовану структуру й менше бічних ланцюгів.

Для вилучення гумінових кислот з торфу і бурого вугілля найбільше поширення отримав метод Е.Ердманна, за яким заздалегідь екстраговане сумішшю спирту з бензолом (1:1) буре вугілля в кількості 2-5 г обробляється в конічній колбі (800 мл) 1%-ним розчином NaOH при нагріванні протягом години на водяній бані і частому струшуванні. У випадку торфу проводиться також попередня обробка його водою і 2-5% HCl. Через добу з колби зверху відбирається піпеткою 200 мл прозорого розчину, який підкислюється надлишком соляної кислоти. В осад випадають гумінові кислоти. Їх відфільтровують через беззольний фільтр з фіксованою вагою, який промивається потім водою, висушується у вакуумі при температурі до 80°C і зважується. Вага гумінових кислот, за вирахуванням ваги золи, множиться на 4 і визначається вміст гумінових речовин в ТГК.

Визначення **загального виходу гумінових кислот за ГОСТ 9517-76** полягає в обробці вугілля лужним розчином пірофосфорнокислого натрію з подальшою екстракцією гумінових кислот розчином їдкого натру при нагріванні, осадженні їх надлишком соляної кислоти і визначенні маси отриманого осаду.

Визначення виходу вільних гумінових кислот полягає в екстракції ГК з проби вугілля 4% розчином NaOH при нагріванні, подальшому осадженні їх надлишком соляної кислоти і визначенні маси отриманого осаду.

Вміст гумінових кислот в торфах і вугіллі коливається від 10 до 88%, причому з підвищенням ступеня вуглефікації бурого вугілля і з наближенням його до стадії кам'яного вміст ГК меншає.

Гумінові кислоти, що виділяються з різних торфів і вугілля, помітно відрізняються не тільки за виходом, але також за властивостями і складом, оскільки вони є сумішшю трьох груп речовин, схожих за їх реакцією зі слабкими лугами, але відмінних

за розчинністю у воді і спирті. Частину ГК, розчинну у воді, називають **фульвокислотами**, нерозчинні у воді, але розчинні в спирті **гематомелановими**, а нерозчинні у воді і спирті **гумусовими кислотами**. У ГК торфу фульвокислоти складають від 5 до 18%, а в ГК бурого вугілля 1-3%. Найбільш вивченими є гумусові кислоти, що кількісно переважають в суміші, а найменш – фульвокислоти.

Фульвокислоти виділяють разом з іншими ГК 1-2% розчинами лугів, але з лужних розчинів соляна кислота їх не осаджує і вони залишаються в кислому фільтраті. Водні розчини фульвокислот мають золотисто-жовтий або оранжево-жовтий колір, вміст вуглецю в них 44-50%, водню 5-6%.

Гематомеланові кислоти мають в розчиненому вигляді червонувато-коричневий колір, а в твердому вигляді це коричневі аморфні порошки, що містять близько 62% вуглецю, 3-6% водню і азот, молекулярна маса – 700-900.

Гумусові кислоти являють собою коричневі аморфні порошки, що розкладаються при нагріванні. Їх густина змінюється від 1,33 до 1,45 г/см³ і закономірно збільшується з підвищенням зрілості торфу і бурого вугілля.

Розроблена принципова схема отримання безбаластних гуматів, яка включає стадії подрібнення до 3-6 мм, приготування 2% розчину луку, змішування лужного розчину з вугіллям, екстракцію гуматів, розділення суміші на тверду і рідку фази і упарювання розчину гуматів до отримання сухого гумату натрію.

У промисловому масштабі з бурого вугілля добувають гумат натрію, товарна назва – вуглелужний реагент ВЛР, який ефективно знижує в'язкість і стабілізує глинисті розчини при бурінні свердловин і особливо в складних геологічних умовах.

Розроблено два способи отримання ВЛР – мокрий і сухий. Промислове виробництво здійснюють за сухим способом, що вигідно відрізняється простотою апаратурного оформлення, невеликими капітальними вкладеннями і експлуатаційними витратами.

Давно помічено, що органічні розчинники і їх суміші здатні екстрагувати з твердих горючих копалин різні кількості речовин. Обробка здійснюється наступними методами:

- Обробка розчинниками при кімнатній температурі.
- Обробка розчинниками при температурах нижче за точку їх кипіння (за принципом екстрактора типу Сокслета).
- Обробка киплячими розчинниками або в їх парах (за принципом екстрактора Грефе або Грефе-Зайченка).
- Обробка розчинниками при температурі вище за точку їх кипіння під тиском (в автоклаві).
- Обробка при кімнатній температурі здійснюється шляхом безпосереднього контакту вугілля з розчинником в колбі або іншій посудині протягом певного часу.
- Обробка ТГК розчинниками в екстракторі Сокслета основана на тому, що сконденсовані пари киплячого розчинника подають в гільзу з пробкою ТГК, що досліджується, де холодний або теплий розчинник взаємодіє з нею, утворюючи розчин, який періодично або постійно перетікає по сифонній трубці в колбу екстрактора.

Екстрактор Грефе відрізняється тим, що ТГК в гільзі з фільтрувального паперу вміщується всередині колби, в парах киплячого розчинника.

Під дією органічних розчинників з різних видів ТГК в розчин переходять ті або

інші кількості екстрактів, які називають бітумами. Кількість, склад і властивості речовин, що виділяються навіть з одного і того ж зразка різними розчинниками і в різних умовах, неоднакові, в зв'язку з чим потрібна стандартизація умов обробки.

За ГОСТ 10969-74 екстрагування бітумів з бурого вугілля проводять бензолом. Бензол переганяють з розчину, отриманий екстракт висушують до постійної маси. Для досліджень застосовується екстракційний прилад типу Грефе.

Частіше за все при аналізі бітумів визначають лише дві групи речовин – віск і смоли, оскільки розділення бітумів на ці групи має важливе практичне значення.

Вміст смол у бітумі визначають шляхом розчинення його в ацетоні. Віск в ацетоні не розчиняється, а смоли переходять з бітумів в ацетон, а потім визначаються після випаровування ацетону. Визначення масової частки смол в бітумі може бути виконане шляхом розчинення смолистих речовин в сірчаному етері при кімнатній температурі.

Вміст воску в бітумах торфів коливається від 16,6-55,7% у верхових торфах до 42,4-80,9% в низинних торфах.

Вихід і склад бітумів з бурого вугілля різних родовищ і типів, так як і для торфу, коливається у широких межах. У вугіллі Дніпровського буровугільного басейну вихід бітумів становить 2,3-20,9%, у вугіллі Підмосковного басейну 1,3-4,8%, а в землистому бурому вугіллі Німеччини 6,3-36,6%, в американському бурому вугіллі 1,6-14,2%.

Найбільш цінними бітумами вважаються ті, що містять більше воску. Бітуми бурого вугілля багаті воском. Віск, очищений від смол та інших домішок, є важливим продуктом хімічної переробки бурого вугілля та торфів і носить назву гірського воску (монтан-воску).

Одним зі способів хімічної переробки торфу і бурого вугілля, що отримав промисловий розвиток, є екстракція їх органічними розчинниками з метою одержання бітуму або сирого гірського воску.

У 1959 році був введений в експлуатацію перший в Україні Семенівський завод гірського воску в м. Олександрія на бурому вугіллі Дніпровського буровугільного басейну, а в 1961 р. почав працювати дослідно-промисловий завод на торфі в Білорусії.

Широке застосування гірського воску (ГВ) зумовлене унікальністю його фізико-хімічних властивостей: висока вологостійкість, хімічна стійкість до кислот і різних окиснювачів, механічна міцність і здатність давати тверді блискучі покриття, висока температура плавлення (до 90°C), хороша розчинність в органічних розчинниках, низька електропровідність, здатність давати водостійкі композиції з парафіном, стеарином і озокеритом, підвищувати температуру плавлення суміші.

На склад гірського воску впливають генезис вугілля і технологія виробництва.

Гірський віск застосовується більш ніж в 20 основних галузях, він входить до складу більш ніж 400 рецептур побутової хімії (пасти, креми, лаки, фарби). Найбільшим споживачем ГВ є взуттєва промисловість, побутова хімія, виробництво копіювального паперу, грамплатівок, мастил, точне лиття за моделями, що виплавляються, і в промисловості пластичної маси.

У світі випускається понад 40 марок знесмолених восків. Екстракція бурого вугілля з метою вилучення ГВ являє собою складний фізико-хімічний процес, на який впливають фізичні (крупність і вологість зерен), хімічні (склад вугілля, природа розчинників) і технологічні (апаратурне оформлення і параметри процесу) чинники.

Органічні розчинники, що використовуються в промисловості у відношенні до

бітумів за зростанням екстракційної здатності розташовуються в такий ряд: бензин, бензин-бензол, бензол, спирт-бензол. У відношенні до воску екстракційна здатність збільшується в ряді: бензин, бензин-бензол, спирт-бензол, бензол.

Як сировина для отримання гірського воску використовуються торф і буре вугілля Дніпровського басейну. У Дніпровському буровугільному басейні виділено гумусове і гуміто-ліптобіолітове вугілля. Гуміто-ліптобіолітове вугілля має більший вихід бітумів (8-20% на суху масу) і летких речовин ($V^{daf}=62-68$). Вихід бітумів з гумусового вугілля становить 3-8%.

15. Збагачення твердих горючих копалин

Видобута з надр Землі гірнична маса являє собою суміш грудок окремих мінералів, мінеральних комплексів, зростків різноманітних розмірів і форми зерен, які мають різні фізичні, фізико-хімічні і хімічні властивості. Ефективність використання корисної копалини залежить головним чином від вмісту в ній корисного компонента і наявності шкідливих домішок. Корисні копалини, що видобуваються, тільки в тих випадках піддаються безпосередній переробці металургійними, хімічними та іншими методами, коли їх якість відповідає вимогам, які висуваються до даної сировини. Але такі корисні копалини в природі зустрічаються рідко. Вміст корисних компонентів у сировині, що видобувається, може складати від часток відсотка (мідь, нікель, кобальт і ін.) до декількох відсотків (свинець, цинк та ін.) і декількох десятків відсотків (залізо, марганець, вугілля і ін.). Безпосередня переробка бідних за вмістом корисних копалин технічно і економічно недоцільна. Тому в більшості випадків корисні копалини піддають спеціальній попередній переробці з метою їхнього збагачення.

Збагачення корисних копалин – це сукупність процесів первинної переробки мінеральної сировини з метою *підвищення концентрації корисних компонентів* шляхом їх відокремлення від порожньої породи і шкідливих домішок, що не являють собою практичної цінності в даних техніко-економічних умовах.

Збагачення корисних копалин дозволяє:

- збільшити промислові запаси сировини за рахунок використання родовищ бідних корисних копалин з низьким вмістом цінних компонентів;
- підвищити продуктивність праці на гірничих підприємствах і знизити вартість руди (вугілля), що видобувається, за рахунок механізації гірничих робіт і суцільної виїмки корисної копалини замість вибіркової;
- підвищити техніко-економічні показники металургійних і хімічних підприємств при переробці збагаченої сировини за рахунок зниження витрати палива, електроенергії, флюсів, хімічних реактивів, поліпшення якості готових продуктів і зниження втрат корисних компонентів з відходами;
- здійснити комплексне використання корисних копалин, тому що попереднє збагачення дозволяє вилучити не тільки основні корисні компоненти, але й супутні, що містяться в малих кількостях;
- знизити витрати на транспортування до споживачів більш багатих продуктів, а не всього об'єму видобутої гірничої маси;
- виділити з мінеральної сировини шкідливі домішки, що при подальшій його

переробці можуть погіршувати якість кінцевої продукції, забруднювати навколишнє середовище і загрожувати здоров'ю людей.

Якість корисних копалин і продуктів збагачення визначається вмістом цінного компонента, домішок, супутніх елементів, а також вологістю і крупністю.

Цінним (корисним) компонентом називають хімічний елемент або природну сполуку, для одержання яких видобувається корисна копалина (наприклад, Fe – у залізних рудах, Cu – у мідних рудах).

Домішками називають хімічні елементи або природні сполуки, що містяться в корисній копалині у невеликих кількостях. Домішки можуть бути корисними і шкідливими; корисні поліпшують якість цінного компонента, а шкідливі – погіршують (наприклад, V, W, Mn, Cr – корисні домішки в залізних рудах, а S, P – шкідливі).

Супутніми називають цінні елементи, що містяться в корисній копалині у невеликих кількостях, і їх вилучення економічно доцільне тільки тому, що вони видобуваються з надр разом з основним компонентом (наприклад, благородні метали в поліметалічних рудах). Супутні елементи при збагаченні виділяють або в самостійний продукт, або в колективний продукт з основним цінним компонентом. З колективного продукту супутні елементи вилучають у процесі металургійної або хімічної переробки. Мінерали, що не містять цінних компонентів, називають **порожньою породою**. При збагаченні вони разом зі шкідливими домішками направляються у відходи і видаляються у відвал. У результаті збагачення корисна копалина розділяється на кілька продуктів: концентрат (один або кілька) і відходи. Крім того, у процесі збагачення можуть бути отримані проміжні продукти.

Концентрати – продукти збагачення корисних копалин, у яких зосереджена основна кількість цінного компоненту. Концентрати в порівнянні зі збагачуваним матеріалом характеризуються значно вищим вмістом корисних компонентів і нижчим вмістом порожньої породи і шкідливих домішок.

Відходи (хвости) – продукти збагачення корисних копалин, у яких зосереджена основна кількість порожньої породи, шкідливих домішок і невелика (залишкова) кількість корисних компонентів.

Проміжні продукти (промпродукти) – це механічна суміш зростків з розкритими зернами корисних компонентів і порожньої породи. Промпродукти характеризуються більш низьким у порівнянні з концентратами і більш високим у порівнянні з відходами вмістом корисних компонентів.

Переробка корисних копалин здійснюється на збагачувальних фабриках, що являють собою потужні високомеханізовані підприємства зі складними технологічними процесами.

Збагачення корисних копалин уможливорює подальшу ефективну металургійну, хімічну та іншу їх переробку, використання в енергетиці тощо.

Результати збагачення корисної копалини характеризуються якісно-кількісними показниками, основні з них такі: вихід продукту, вміст компонента, вилучення, ступінь скорочення, ступінь концентрації.

Вихід продукту – показник, що характеризує, яку частину маси корисної копалини, що переробляється, складає той чи інший продукт збагачення. Вихід продукту зба-

гачення виражають у відсотках, рідше в частках одиниці:

$$\gamma = \frac{100Q_{np}}{Q_{вих}}, \% \quad (15.1)$$

де Q_{np} і $Q_{вих}$ – маси продукту і вихідного матеріалу.

Сумарний вихід усіх продуктів збагачення повинний відповідати виходу вихідної збагачуваної корисної копалини, що приймається за 100%. Якщо при збагаченні одержують два кінцевих продукти – концентрат з виходом γ_k відходи з виходом $\gamma_{відх}$, то ця умова записується таким рівнянням, що виражає баланс виходів продуктів збагачення:

$$\gamma_k + \gamma_{відх} = 100\% \quad (15.2),$$

або у випадку виділення промпродукту:

$$\gamma_k + \gamma_{np} + \gamma_{відх} = 100\% \quad (15.2a)$$

Вміст компонента – показник, що характеризує його частку в корисній копалині або продукті збагачення. Вміст компонентів у корисній копалині α і у продуктах збагачення β виражають у відсотках, іноді в частках одиниці. Вміст дорогоцінних металів у рудах і продуктах збагачення виражають звичайно в г/т.

Сумарна кількість будь-якого компонента, що міститься в кінцевих продуктах збагачення, повинна відповідати кількості цього компонента у вихідній корисній копалині. Якщо при збагаченні отримані два кінцевих продукти – концентрат і відходи, то ця умова запишеться так:

$$\gamma_k \beta_k + \gamma_{відх} \beta_{відх} = 100\alpha \quad (15.3)$$

При виділенні промпродукту:

$$\gamma_k \beta_k + \gamma_{np} \beta_{np} + \gamma_{відх} \beta_{відх} = 100\alpha \quad (15.3a)$$

Рівняння (15.2), (15.2a) і (15.3), (15.3a) називаються рівняннями балансу продуктів збагачення.

Вилучення – показник, що оцінює частину корисного компонента, що міститься в збагачуваній корисній копалині, яка перейшла в продукт збагачення. Вилучення виражається у відсотках, рідше в частках одиниці, і обчислюється як відношення маси компонента в i -тому продукті до його маси в збагачуваній корисній копалині:

$$\varepsilon_i = \frac{\gamma_i \beta_i}{\alpha} \quad (15.4)$$

Сумарне вилучення даного компонента в усі кінцеві продукти збагачення складає 100%.

Ступінь скорочення k_c – величина, що показує, у скільки разів вихід отриманого концентрату γ_k менше кількості переробленої корисної копалини:

$$k_c = \frac{100}{\gamma_k} \quad (15.5)$$

Ступінь скорочення показує, яку кількість тонн корисної копалини необхідно переробити для одержання 1 т концентрату.

Ступінь концентрації (ступінь збагачення) k_k – величина, що показує, у скільки разів збільшився вміст компонента в концентраті в порівнянні з його вмістом у збагачу-

ваній корисній копалині:

$$k_k = \frac{\beta_k}{\alpha}. \quad (15.6)$$

Якісно-кількісні показники збагачення характеризують технічну досконалість технологічного процесу фабрики. Чим вищі вміст цінного компонента в концентраті і його вилучення, чим більші показники ступеня збагачення і ступеня скорочення, тим вища ефективність збагачення корисної копалини.

Якість продуктів збагачення в окремих випадках характеризують не тільки вмістом цінних компонентів і наявністю шкідливих домішок, але і вмістом зерен різного розміру – **гранулометричним складом**. Якість кінцевих продуктів збагачення, одержуваних на збагачувальних фабриках, повинна відповідати вимогам, пропонованим до них споживачами продукції. Вимоги до якості концентратів називаються **кондиціями** і регламентуються державними стандартами (ДСТУ) або технічними умовами (ТУ), вони розробляються з урахуванням технології і економіки переробки даної сировини і її властивостей, а також з урахуванням реальних можливостей технології збагачення. Кондиціями встановлюються середній і мінімально або максимально припустимий вміст різних компонентів корисної копалини в кінцевих продуктах збагачення. Якщо якість продуктів відповідає кондиціям, продукти називаються кондиційними.

Переробка корисних копалин на збагачувальних фабриках включає ряд послідовних операцій, у результаті яких досягається відокремлення корисних компонентів від домішок. За призначенням процеси переробки корисних копалин поділяють на підготовчі, основні (збагачувальні) і заключні (допоміжні).

Підготовчі процеси призначені для розкриття або відкриття мінералів, що входять до складу корисної копалини, і розділення на класи крупності, що відповідають наступним процесам збагачення.

До підготовчих відносять процеси дроблення, подрібнення, грохочення і класифікації, а також знешламлення.

Дроблення і подрібнення – процеси зменшення розмірів грудок корисних копалин під дією зовнішніх сил, що переборюють внутрішні сили зчеплення між частинками твердої речовини.

Дроблення і подрібнення не мають між собою принципових відмінностей. Умовно прийнято вважати, що при дробленні одержують продукти, крупніші 5 мм, а при подрібненні – дрібніші 5 мм. Розмір максимальних зерен, до якого необхідно розробити або подрібнити корисну копалину при її підготовці до збагачення, залежить від розміру включень основних компонентів, що входять до складу корисної копалини, і від технічних можливостей обладнання, на якому передбачена наступна переробка дробленого (подрібненого) продукту.

Грохочення і класифікація застосовуються з метою розділення корисної копалини на продукти різної крупності – так звані *класи крупності*.

Грохочення здійснюється розсівом корисної копалини на решетах і ситах з каліброваними отворами на дрібний (**підрешітний**) продукт і крупний (**надрешітний**). Грохочення застосовується для розділення корисних копалин за крупністю на просіювальних поверхнях з розмірами отворів від часток міліметра до кількох сотень міліметрів.

Класифікація здійснюється у водному або повітряному середовищі і базується на використанні відмінності у швидкостях осадження частинок різної крупності. Великі частинки осаджуються швидше і концентруються у нижній частині класифікатора, дрібні частинки осаджуються повільніше і виносяться з апарата водним або повітряним потоком. Одержувані при класифікації крупні продукти називаються **пісками**, а дрібні – **зливом** (при гідравлічній класифікації) або **тонким продуктом** (при пневмокласифікації). Класифікація застосовується для розділення дрібних і тонких продуктів по зерну розміром не більше 1 мм.

Основні (збагачувальні) процеси призначені для розділення вільних (розкритих) мінеральних зерен (при хімічному збагаченні – відкритих) на відповідні продукти. У результаті основних процесів корисні компоненти виділяють у вигляді концентратів, а породні мінерали видаляють у відвал у вигляді відходів. У процесах збагачення використовують відмінності мінералів за густиною, магнітною сприйнятливістю, змочуваністю, електропровідністю, крупністю, формою зерен тощо.

Відмінності в густині мінеральних зерен використовуються при збагаченні корисних копалин **гравітаційним методом**, який застосовують при збагаченні вугілля, руд і нерудної сировини.

На розходженнях магнітної сприйнятливості компонентів заснований **магнітний метод** збагачення, застосовуваний для збагачення руд чорних металів, титанових, вольфрамітових руд, для виділення залізистих домішок із графітових, талькових і інших корисних копалин, для регенерації магнетитових суспензій.

Відмінності в змочуваності компонентів водою використовуються при збагаченні корисних копалин **флотаційним методом**. Особливістю флотаційного методу є можливість штучного регулювання змочуваності і розділення дуже тонких мінеральних зерен. Завдяки цим особливостям флотаційний метод є одним з найбільш універсальних, він застосовується для збагачення різноманітних тонковкраплених корисних копалин.

Корисні копалини, компоненти яких мають відмінності за електропровідністю або здатні під дією тих чи інших факторів здобувати різні за величиною і знаком електричні заряди, можуть збагачуватися **методом електричної сепарації**. До таких корисних копалин належать апатитові, вольфрамкові, олов'яні та інші руди.

Збагачення за крупністю використовується в тих випадках, коли корисні компоненти представлені більш крупними або, навпаки, більш дрібними зернами в порівнянні з зернами порожньої породи. У розсипах корисні компоненти знаходяться у вигляді дрібних частинок, тому виділення крупних класів дозволяє позбутися значної частини породних домішок.

Відмінності у формі зерен і коефіцієнті тертя дозволяють відокремити плоскі лускаті частинки слюди або волокнисті агрегати азбесту від частинок породи, що мають округлу форму. При русі по похилій площині плоскі і волокнисті частинки ковзають, а округлі зерна скочуються вниз. Коефіцієнт тертя кочення завжди менше коефіцієнта тертя ковзання, тому плоскі і округлі частинки сходять з похилої площини з різною швидкістю і за різними траєкторіями, що створює умови для їх розділення.

Відмінності в оптичних властивостях компонентів використовуються при збагаченні корисних копалин **методом фотометричної сепарації**. Цим методом здійснюють

ся механічна рудорозбірка зерен, які мають різний колір і блиск (наприклад, зерен алмазів від зерен порожньої породи).

Застосування того чи іншого методу збагачення залежить від мінерального складу корисних копалин і фізичних властивостей розділюваних компонентів.

Заклучні операції в схемах переробки корисних копалин призначені для зневоднення продуктів збагачення з метою зниження їхньої вологості до кондиційної, а також для регенерації оборотних вод збагачувальної фабрики.

Вибір методу зневоднення залежить від характеристики матеріалу, що зневоднюється (початкової вологості, гранулометричного і мінералогічного складів) і вимог до кінцевої вологості. Часто необхідної кінцевої вологості важко досягти в одну стадію, тому на практиці для деяких продуктів збагачення використовують операції зневоднення різними методами в кілька стадій.

Для зневоднення продуктів збагачення використовують **методи дренажування** (бункери, елеватори), **грохочення** (грохоти), **центрифугування** (фільтруючі і відсаджувальні центрифуги), **згущення** (згущувачі, гідроциклони), **фільтрування** (вакуум-фільтри, фільтрпреси) і **термічної сушки**.

Крім технологічних процесів, для нормального функціонування збагачувальної фабрики повинні бути передбачені **процеси виробничого обслуговування**: внутрішньоцеховий транспорт корисної копалини і продуктів її переробки, постачання фабрики водою і електроенергією, технологічний контроль якості сировини і продуктів переробки.

Механізований видобуток вугілля, залучення тонких пластів і пластів з порушеннями веде до підвищення вмісту в гірничій масі мінеральних домішок і дрібних фракцій. Підвищена зольність енергетичного вугілля знижує ККД паросилових агрегатів, викликає передчасний знос деяких вузлів обладнання, сприяє забрудненню золю навколишнього середовища. Збільшення зольності коксівного вугілля приводить до підвищення витрат при їх підготовці до коксування, витрат коксу і флюсів при виробництві чавуну і зниження продуктивності доменних печей.

Для видалення з ТГК мінеральних компонентів широко використовуються різні способи збагачення, основані на використанні різниці фізичних, фізико-хімічних, а іноді і хімічних властивостей горючої маси і мінеральних включень.

Мінеральні речовини, що містяться у видобутому вугіллі, поділяються на дві основні групи. До першої групи відносять мінерали, привнесені в торф'яник на ранніх стадіях вуглеутворення, а також привнесені у сформовані вугільні пласти з розчинів. Складність збагачення такого вугілля залежить від складу, частоти і потужностей породних прошарків та дисперсності мінеральних включень.

До другої групи відносять мінеральні включення у вигляді уламків вмісних порід, що потрапили у вугілля з ґрунту і покрівлі при видобутку. Збагачення ТГК, замічених мінеральними домішками, що потрапили під час видобутку, здійснюється порівняно легко.

Основні методи мокрого і сухого збагачення твердих горючих копалин: гравітаційний, флотаційний і магнітний. Кожний з цих методів включає ряд процесів, основаних на загальних фізичних або фізико-хімічних властивостях, за якими проводиться розділення матеріалу і які відрізняються один від одного використанням додаткових розді-

ляючих сил і відповідними конструкціями машин і апаратів.

Гравітаційний метод збагачення заснований на використанні відмінностей в густині гірських порід. До цього методу відносять процеси збагачення у важких середовищах (рідинах і суспензіях), відсадку, збагачення в струмені води, яка тече по похилій площині (концентраційні столи, гвинтові сепаратори, жолоби і ін.), збагачення у відцентровому полі, протитечійну сепарацію і ін.

У **флотаційному** методі збагачення використовується відмінність в природній та додатково підсиленій реагентами гідрофільно-гідрофобній контрастності гірських порід. Розрізняють власне пінну флотацію, пінну сепарацію, масляну флотацію (агломерацію), каскадно-адгезійне збагачення.

У основу **магнітного** методу збагачення покладена відмінність в магнітній сприйнятливості гірських порід. Він включає процеси магнітної сепарації і магнітну флокуляцію.

Застосування тих або інших процесів обумовлюється якісною характеристикою початкової сировини і техніко-економічними міркуваннями. Сукупність процесів, що застосовуються, і операцій обробки вугілля komponується в схему збагачення.

Основними процесами збагачення вугілля в Україні, як і у всьому світі, є збагачення у важких середовищах, у відсаджувальних і флотаційних машинах. У 1992 р. в Україні було збагачено 112,2 млн. т вугілля, в тому числі 23,6% у важких середовищах, 63,1% у відсадочних машинах і 13,3% у флотаційних машинах. У 1993 р. ці цифри відповідно становили 93,1 млн. т, 23,4%, 64,4% і 12,2%.

На збагачувальних фабриках української національної науково-промислової асоціації "Укркокс" збагачено в 1992 р. 11,5 млн. т вугілля, з них 73,7% у відсадочних машинах і 26,3% у флотаційних машинах. У 1993 році ці показники склали відповідно 9,0 млн. т, і 75,7% і 24,3%.

У 2008 році в Україні діє понад 50 вуглезбагачувальних фабрик. У 2007 році з 75,5 млн. т видобутої гірничої маси на збагачувальні фабрики було направлено близько 70 млн.т, з них 25-30 млн.т – коксівного вугілля.

Збагачення вугілля у **важких середовищах** застосовували в основному для вугілля крупних класів, однак зараз цей процес знаходить все більше застосування для збагачення у важкосередовищних гідроциклонах вугілля дрібних класів і дробленого промпродукту відсадки. Збагачення у важких середовищах здійснюється в рідкому (водно-обваженому) середовищі або в повітряних аеросупензіях.

Як важке середовище для лабораторних потреб, застосовують однорідні органічні рідини і їх розчини, водні розчини солей, у промисловості – суспензії. Як органічні важкі рідини випробувані трихлоретан ($\rho=1460$ кг/м³), чотирихлористий вуглець ($\rho=1600$ кг/м³), пенталоретан ($\rho=1680$ кг/м³), диброметан ($\rho=2170$ кг/м³), бромформ ($\rho=2810$ кг/м³), ацетилентетрабромід ($\rho=2930$ кг/м³) та ін. Однак застосування органічних рідин для збагачення вугілля в промислових масштабах стримується їх високою вартістю, токсичністю, технічною складністю регенерації і, як наслідок, великими капітальними і експлуатаційними витратами.

Водні розчини неорганічних солей хлористого кальцію ($\rho=1654$ кг/м³), хлористого цинку ($\rho=2070$ кг/м³) і ін. застосовуються для дослідження збагачуваності вугілля і контролю роботи збагачувальних машин.

Найбільш широке застосування, як важке середовище для розділення вугілля у важкосередовищних апаратах, знайшли суспензії мінеральних порошоків високої густини, подрібнені до крупності менше 0,1 мм.

Найважливішими властивостями мінеральних суспензій, що визначають можливість і ефективність розділення вугілля, є їх густина, в'язкість і стійкість.

Густина суспензії повинна відповідати граничній густині розділення. Зі збільшенням густини обважнювача і його вмісту густина суспензії збільшується. Оскільки з підвищенням вмісту обважнювача збільшується в'язкість суспензії, перевагу віддають обважнювачам з більш високою густиною. Визначення необхідної густини суспензії диктується збагачуваністю вугілля і необхідністю отримання продуктів збагачення кондиційної якості. Найбільш широке промислове застосування для збагачення вугілля знайшли магнетитові суспензії густиною від 1300 до 2100 кг/м³.

В'язкість суспензії і граничне напруження зсуву характеризують реологічні властивості суспензії. При високому вмісті обважнювача і наявності шламу та глини магнетитові суспензії стають структурно-в'язкими, внаслідок чого гіршає розділення вугілля, особливо дрібних зерен, які не спливають і не тонуть, оскільки не можуть подолати опір середовища.

Стійкість суспензії характеризує її здатність зберігати однакову густину в різних шарах технологічного збагачувального апарата і залежить від гранулометричного складу обважнювача, його концентрації і ступеня засмічення суспензії шламами та глиною. Зі зменшенням розміру частинок обважнювача і збільшенням вмісту шламу та глини стійкість суспензії зростає, однак при цьому збільшується в'язкість суспензії.

Поліпшення реологічних властивостей суспензій проводиться шляхом підбору обважнювачів, які мають високу агрегатну стійкість і не підвищують в'язкість суспензії гідродинамічними впливами в робочому просторі важкосередовищного апарата, а також шляхом добавок реагентів-пептизаторів, що знижують в'язкість і граничне напруження зсуву на 15-35%, внаслідок чого поліпшується процес збагачення, виділення обважнювача при споліскуванні продуктів і підвищується ефективність регенерації суспензії.

Гідравлічна відсадка – це процес розділення суміші зерен на окремі близькі за густиною матеріалу шари у вертикальному пульсуючому потоці води знакозмінної швидкості. Широке застосування відсадки при збагаченні крупного (понад 13 мм), дрібного (0,5-13 мм) і некласифікованого вугілля пояснюється рядом істотних переваг відсадки, що полягають в універсальній виробничій простоті, технологічній ефективності і економічності.

Універсальність процесу характеризується широким діапазоном (від 0,5 до 250 мм) крупності вугілля, що збагачується.

Виробнича простота технології відсадки полягає в застосуванні незначного числа основного і допоміжного обладнання.

Технологічна ефективність відсадки характеризується порівняно високою питомою продуктивністю, а економічність процесу зумовлена перерахованими вище перевагами. Відсадка є найбільш економічним процесом збагачення, як за капітальними вкладеннями, так і за експлуатаційними витратами на 1 т вугілля, що збагачується.

Фізична модель процесу відсадки, що розробляється на основі швидкісної, суспензійної, потенціально-енергетичної і масово-статистичних гіпотез, а також гіпотези

прискорень, розглядає процес розшарування гірничої маси як горизонтальне під дією транспортної води і вертикальне під дією пульсуючого потоку переміщення постелі з утворенням шарів збагачувального матеріалу різної густини з деякою середньою швидкістю. Під постіллю розуміють суміш вугільних, промпродуктових і породних фракцій, що знаходяться безпосередньо на решеті машини (природна постіль). При достатній тривалості переміщення постелі вздовж відсадочного відділення розшарування гірничої маси приводить до того, що легкі фракції концентруються у верхньому, а важкі – в нижньому шарах.

Процес відсадки в машині відбувається таким чином. Вихідне вугілля разом з транспортною водою через завантажувальний пристрій надходить в машину на решето завантажувального відділення. Внаслідок невеликого нахилу ($2-3^\circ$) і пульсації води (наприклад, стисненим повітрям, що періодично подається через пульсатори у водно-повітряні камери машини), вихідне вугілля по мірі переміщення розшаровується на відходи збагачення, промпродукт і концентрат. Відходи збагачення (порода) і промпродукт послідовно вивантажуються розвантажувальними пристроями у відповідні воронки корпусів і потім в башмаки елеваторів, а концентрат разом з транспортною водою через зливний поріг подається в приймальний жолоб. Під час роботи машини висота постелі важких фракцій (відходів збагачення і промпродукту) підтримується на заданому рівні за допомогою системи автоматичного регулювання.

На сучасних збагачувальних фабриках у відсаджувальних машинах збагачується дрібне вугілля, а крупні класи збагачуються тільки у важкосередовищних сепараторах. Іноді разом з дрібним вугіллям на відсаджувальні машини надходить дроблений промпродукт важкосередовищних сепараторів.

Розділення гірських порід за густиною на концентраційному столі і в мийному жолобі ґрунтоване на закономірностях руху зерен в струмені води, що тече по похилій площині. Збагачення вугілля в **мийних жолобах** відбувається в порівняно глибокому потоці води, що тече по похилому жолобу. Внаслідок складної взаємодії суміші частинок різної крупності, густини і форм з вихровими потоками води відбувається розшарування матеріалу: у верхніх шарах потоку концентруються переважно легкі, а в нижніх важкі фракції. Важка фракція розвантажується через донні отвори жолоба, а легка виноситься з жолоба з потоком води.

Концентраційний стіл являє собою слабконахилу в поперечному напрямі поверхню, що виконує коливальні рухи із заданими амплітудою і частотою. Завдяки встановленим на поверхні нарифленням і течії води створюються специфічні умови для стратифікації матеріалу – середовище розділення. Розділення гірських порід на концентраційному столі відбувається під дією комплексу механічних і гідродинамічних сил внаслідок чого на бічній і торцевій розвантажувальних сторонах деки утворюється так зване віяло продуктів різної густини, які спеціально встановленими відсікачами спрямовуються у збірники концентрату, промпродукту і відходів. Основною перевагою концентраційного столу перед апаратами інших типів є можливість його використання для досить ефективного виділення піриту з високосірчастого вугілля.

Протигечійна водна сепарація в шнекових і крутонахилених сепараторах здійснюється в закритих каналах, оснащених системою однотипних елементів, обтічних потоків, що утворюють систему повторних течій і вихорів, завдяки чому початковий

(вихідний) матеріал розділяється за густиною, що перевищує густину розділювального середовища.

Протитечійні сепаратори мають невисоку ефективність розділення, але завдяки простоті, надійності роботи, низьким капітальним і експлуатаційним витратам знаходять застосування для збагачення низькосортного палива, перезбагачування старих відвалів тощо.

Традиційні мокрі процеси збагачення зі складним водношламовим господарством, пов'язані зі споживанням і втратами води, незважаючи на високу ефективність розділення, залишаються складними і дорогими. Сухе збагачення вугілля в деяких випадках може значно спростити технологію переробки, знизити собівартість продуктів і вирішити ряд питань складування і утилізації відходів.

Пневматичне збагачення здійснюється на перфорованій робочій поверхні машин під дією постійного або пульсуючого повітряного потоку, іноді в комбінації з механічним струшуванням робочої поверхні. При цьому матеріал розпушується і розшарується за густиною і крупністю. Матеріал розділяється на продукти збагачення внаслідок переміщення шарів частинок, що утворюються на робочій поверхні (деці), в одному або декількох напрямках.

Характер впливу робочої поверхні і повітряного потоку на збагачений матеріал, принципи розділення і способи розвантаження продуктів визначаються конструкцією машин. Розрізняють пневматичні сепаратори і пневматичні відсаджувальні машини.

Пневматичне збагачення набуло деякого поширення головним чином при збагаченні бурого і кам'яного енергетичного вугілля в районах з суворими кліматичними умовами або обмеженими водними ресурсами.

Збагачення в аеросуспензіях ґрунтується на використанні явища псевдозрідження тонкодисперсних сипких матеріалів під дією висхідного повітряного потоку. Аеросуспензії, що утворюються при цьому (киплячий шар), використовуються як сухе важке середовище для гравітаційного розділення частинок вугілля за густиною. Аеросуспензії в принципі подібні до водних суспензій, що підтверджено дослідженнями їх фізико-хімічних характеристик і експериментальними даними щодо розшарування сумішей мінеральних частинок різної густини та крупності. Як об'єктивні в аеросуспензіях можуть бути використані різні порошкоподібні сипкі матеріали: кварц (пісок), тонкодисперсні магнетит, галеніт, апатит, гранульований феросиліцій і ін.

Флотація вугілля відбувається внаслідок так званого акту флотації – прилипання гідрофобних частинок до бульбашок повітря. В основі цього методу лежать фізико-хімічні явища, що протікають на границі розділення трьох фаз – твердої, рідкої і газоподібної, найбільш важливими з яких є змочуваність поверхні твердої фази і зміна її властивостей при сорбції флотореагентів.

Вугілля є природногідрофобною речовиною, однак практично його флотація здійснюється із застосуванням флотореагентів, що підвищують флотованість вугільних шламів. При флотації вугілля впливають, як правило, тільки на компонент, що флотується (вугілля), а також на міжфазну поверхню вода-повітря для забезпечення стійкості піни. Флотаційному збагаченню підлягають вугільні шлами, кількість яких досягає 20% від вугілля, що переробляється.

Велика різноманітність фізичних і фізико-хімічних властивостей гірських порід

і вугілля зокрема дозволяє застосовувати для розділення гірничої маси практично всі відомі методи збагачення, основані на різниці в електропровідності, магнітних і термомагнітних поверхневих властивостях та інші. Однак, такі методи і процеси не знайшли промислового застосування через велику складність, низьку ефективність, високу вартість і з інших причин. Найбільш перспективними для збагачення вугілля вважають процеси магнітогідродинамічного, магнітогідростатичного, каскадно-адгезійного, селективно-флокуляційного розділення і масляної грануляції.

В основі методу **масляної грануляції** лежить відмінність в змочуваності вуглеводнями вугілля і породних домішок, внаслідок чого частинки вугілля спочатку покриваються масляною плівкою, а потім, при турбулентній (як правило) агітації гідросуміші, злипаються в гранули. Мінеральні частинки залишаються зваженими у воді. Технологія реалізації грануляції полягає в перемішуванні вугільного шламу з відносно великою (6-12 мас.% і більше) кількістю вуглеводнів (нафтопродукти, мазут, масла) у водному середовищі.

Масляна грануляція може бути використана як високоефективний метод збагачення тонких класів високозольного вугілля і антрацитів, інтенсифікації процесу зневоднення дрібних концентратів, підготовки вугілля всіх стадій вуглефікації до гідротранспорту, утилізації твердих осадів мулонакопичувачів збагачувальних фабрик, а також як метод підготовки вугілля до гідрогінезації.

15.1. Методи збагачення вугілля

15.1.1. Збагачення у важких середовищах

Рядове вугілля – механічна суміш, яка складається зі шматочків власне вугільної речовини, породи та зростків вугілля з породою.

Густина вугільної речовини не перевищує $1,5 \text{ г/см}^3$. Зростки вугілля з породою, в залежності від наявності в них вугілля та породи, мають густину від $1,5$ до $1,8 \text{ г/см}^3$. Густина мінеральних домішок (породи), як правило, більша $1,8 \text{ г/см}^3$. Зі збільшенням кількості мінеральних домішок в вугіллі збільшується його зольність.

Збагачення вугілля у важких середовищах полягає в зануренні його у важку рідину різної густини, де більш легкі частинки вугілля підіймаються на поверхню, а більш важка порода тоне. Для приготування такої рідини можуть використовуватися різноманітні речовини, розчинні в воді, наприклад, хлористий цинк.

Якщо в посудину, наповнену важкою речовиною з густиною, яка дорівнює $1,5 \text{ г/см}^3$, помістити рядове вугілля, то зерна чистого вугілля, густина яких менша $1,5 \text{ г/см}^3$, в ній випливають, а зерна зростків разом з мінеральними домішками, густина яких вища $1,5 \text{ г/см}^3$, – потонуть. Зібравши легку вугільну фракцію, яка випливла на поверхню рідини, можна продовжити розділення суміші промпродукту і породи, що потонула. Для цього суміш занурюють в посудину з речовиною, що має густину $1,8 \text{ г/см}^3$. В ній спливає промпродукт, густина якого менша $1,8 \text{ г/см}^3$, а порода, густина якої більша $1,8 \text{ г/см}^3$ – тоне.

Таким чином, занурюючи рядове вугілля в рідини з різною густиною, можна розділити його на чисте вугілля, промпродукт і породу.

Вказаний спосіб розділення вугілля та мінеральних домішок застосовується в

лабораторіях з метою контролю роботи різноманітних збагачувальних машин та визначення характеристики збагаченості вугілля.

У промислових умовах вихідне, попередньо знепилене вугілля жолобом надходить у ванну апарата, наповнену важкою речовиною. Легка вугільна фракція спливає на поверхню та видаляється скребковим конвеєром, а порода осаджується на дно ванни і гвинтовим конвеєром подається до другого скребкового конвеєра, котрим видаляється з ванни. Для підйому на поверхню вугільних частинок, захоплених осаджуваною породою, у ванні встановлено імпелер, який розпушує гірничу масу та створює умови для підйому вугільних частинок.

Одержані концентрат і порода спрямовуються на зневоднення й відмивку їх водою від залишків розчину. Розбавлений розчин випаровується до необхідної концентрації і знову повертається до процесу.

У промисловості замість важких рідин для збагачення вугілля застосовують штучно приготовлені суспензії. Вони за своїми властивостями наближуються до важких рідин.

Суспензія являє собою механічну суміш води з тонкоподрібненим порошком, який перебуває у воді у зваженому стані. Питома вага суспензії регулюється кількістю зваженого у ній порошку. Для приготування порошку, що називається обважнювачем, застосовуються різноманітні мінерали з великою густиною, наприклад: магнетит, глина тощо, а також відходи деяких виробництв – колошниковий пил, залізна окалина, піритна окалина тощо. Збагачення в мінеральних суспензіях принципово не відрізняється від збагачення у важких рідинах, за виключенням того, що в цьому процесі постійно підтримують мінеральний порошок у зваженому стані, а також регулюють густину суспензії додаванням нових порцій порошку або розбавленням її водою.

15.1.2. Мокра відсадка

Збагачення вугілля шляхом мокрої відсадки отримало найширше розповсюдження. Відсадку дає гарні технологічні результати в широкому діапазоні характеристик вихідного матеріалу. Кращих показників можна досягти тільки при збагаченні у важкому середовищі.

Відокремлення вугілля від породи в процесі відсадки ґрунтоване на використанні різниці в їх густині.

Процес відсадки відбувається у відсадочній машині. На сьогодні відомо біля 100 різноманітних варіантів конструкцій відсаджувальних машин, які можна класифікувати на чотири основних групи: 1) машини з рухомим решетом; 2) поршневі; 3) діафрагмові; 4) клапанні (пульсаторні).

Поршнева машина складається з корпусу (камери), розділеного перегородкою, яка не досягає дна, на два сполучених між собою відділення: робоче та поршневе. У робочому відділенні по всій його поверхні поставлене сито, а у поршневому знаходиться поршень, якому від кривошипного механізму передається рух у вертикальному напрямку вгору і вниз.

Під час роботи машини корпус її заповнюють водою. Під дією поршня у робочому відділенні над ситом створюються змінні за напрямком висхідні та низхідні по-

токи води. Поршень відсадочної машини робить 70-125 циклів за хвилину; відповідно стільки ж разів відбувається зміна напрямку руху води над ситом.

В сучасних машинах роль поршня виконує повітря, яке подається спеціальним пульсатором періодично в поршневе відділення і випускається з нього після створення висхідного потоку. Вихідне вугілля надходить в машину в робоче відділення і розташовується на ситі шаром певної товщини. Під час руху поршня вниз в робочому відділенні виникає висхідний потік води з поступово зростаючою швидкістю. На початку ходу поршня швидкість висхідного потоку мала, тому вода проходить у проміжки шару мінеральних зерен, виносячи угору найбільш дрібні та легкі частинки вугілля. По мірі зростання швидкості потоком підіймається угору решта зерен. При цьому зерна вугілля, маючи меншу густину, піднімуться на більшу висоту, ніж важкі зерна породи.

При підході поршня до крайнього нижнього положення швидкість потоку води зменшується та стає рівною нулю, а потім, коли поршень піднімається угору, потік змінює напрямок і стрімко рухається униз. Підняті висхідним потоком зерна падають назад на сито, причому більш важка порода досягає сита швидше, ніж легкі вугільні частинки. Таким чином відбувається перегрупування (стратифікація) важких та легких зерен породи та вугілля. Останні опиняються у верхньому шарі, а перші у нижньому. Частинки промпродукту, які мають середню питому вагу, розташовуються між шарами вугілля та породи.

Шари вугілля та породи рухаються в машині до її розвантажувальної частини. Верхній шар вугілля видаляється через зливний поріг разом з транспортною водою, а нижній шар породи через розвантажувальну щілину надходить до внутрішньої частини камери, звідки за допомогою елеватора видається з машини. Відсадку вугілля проводять окремо за класами крупності, або для всього рядового вугілля в одній машині.

У вугільній промисловості застосовуються поршневі та безпоршневі відсаджувальні машини. Пульсація води в поршневих машинах створюється поршнем, а в безпоршневих – повітрям, яке подається через спеціальний золотник в повітряну камеру (аналог поршневого відділення) машини.

15.1.3. Збагачення в гвинтових сепараторах

Винайдена Парді, вперше використана на вуглезбагачувальній фабриці в США у 1898 р. Процес застосовується для сухого і мокрого збагачення. Розрізняють суху і мокру гвинтову сепарацію.

С у х а г в и н т о в а с е п а р а ц і я (СГС) широко застосовувалася в 20-і роки ХХ ст. для збагачення антрацитів крупністю 6-100 мм. Конструктивно сепаратор складався з декількох каскадно розташованих жолобів, один з яких ширший за інші і мав вищий борт. У 1922 р. тільки на американських збагачувальних фабриках працювало близько 4000 гвинтових сепараторів такого типу. Принцип дії цих сепараторів оснований на різниці в коефіцієнті тертя для породи та вугілля по робочій поверхні.

М о к р а г в и н т о в а с е п а р а ц і я (МГС) вперше з'явилася на рудозбагачувальних фабриках, а потім поширилася на збагачення вугілля. Перші дослідження з МГС стосувалися збагачення золота (40-і роки ХХ ст., І.Б.Хемфрі), перша промислова установка МГ-сепарації створена в США (1943) для збагачення хромітвмісних пісків. Виготовляються одно-, дво- та тризахідні сепаратори з регульованим (з листової сталі і

алюмінієвих сплавів) і нерегульованим кроком витків (з чавунного або сталевого литва і алюмінієвих сплавів). Різновид гвинтових сепараторів – гвинтові шлюзи.

Сьогодні гвинтові сепаратори і шлюзи застосовують для вилучення питомо-важких мінералів з корінних і розсипних руд і додаткового вилучення дорогоцінних мінералів з високою густиною з відходів флотаційного або магнітного збагачення. Вони знайшли широке застосування для збагачення дрібнозернистих пісків, що містять ільменіт, циркон, рутил і інші корисні копалини, а також для збагачення корінних руд рідкісних і благородних металів, залізних руд, фосфоритів, хромітів, кам'яного вугілля і алмазів. Галузь застосування того або іншого типу гвинтового апарата визначається крупністю корисних мінералів. При їх крупності в межах 0,1 – 3 мм застосовують гвинтові сепаратори, для дрібнішого матеріалу 0,05 – 0,2 мм використовують гвинтові шлюзи. Принцип дії гвинтових апаратів однаковий, вони відрізняються лише формою жолоба: у шлюзу – прямокутна, у сепаратора – частина круга або еліпса (профіль жолоба еноу-гау фірм-виробників). Жолоби гвинтових апаратів виготовляють з чавуну, алюмінієвих сплавів, пластмас. Число жолобів у гвинтових сепараторах і шлюзах може бути від 1 до 4. Вилучення корисної копалини до концентрату у гвинтових сепараторах становить до 90-97%. Вміст твердого в пульпі 15-25%.

Продуктивність сепараторів по твердому в середньому 1-12 м³/год і більше. Оптимальна продуктивність на вугіллі складає 10-15 т/год. При зольності вихідного вугілля 16-36%, крупності – 3,5 мм, процес МГС дозволяє отримати концентрати зольністю 5-12% і відходи зольністю від 54-55% до 75-80%. Широке застосування гвинтові сепаратори отримали в останні роки при перезбагаченні лежалих вугільних шламів мулонакопичувачів та шламовідстійників збагачувальних фабрик.

15.1.4. Пневматичне збагачення

Пневматичне, або повітряне, збагачення вугілля, як і мокрі процеси збагачення, основане на розділенні частинок вугілля та породи за їх густиною. На відміну від мокрих процесів, при пневматичному збагаченні середовищем розділення є не вода, а повітря. Такий спосіб збагачення доцільний в умовах дефіциту води, суворого клімату, і знайшов використання зокрема у Сибіру.

Пневматичне збагачення має ті основні переваги, що отримані продукти не потребують зневоднення та сушіння. Це особливо важливо при суворому кліматі і при подальших перевезеннях продуктів збагачення, коли є небезпека їх змерзання в зимовий час у випадку зволоження.

На пневматичних збагачувальних фабриках великі класи вугілля збагачуються на сепараторах, а дрібні – у відсадочних машинах.

Пневматичні відсадочні машини (ПВМ) застосовуються для збагачення вугілля крупністю менше 13 мм. Основною робочою частиною є дека – металевий майданчик, встановлений з нахилом в поперечному напрямку на три секції. Під декау підводиться пульсуючий струмінь повітря, в якому відбувається розшарування вугілля на фракції за густиною.

Між секціями є кармани для випуску породи і промпродукту. Вони перекриваються знизу хитними секторними затворами. Внизу під затворами встановлені гвин-

тові конвеєри для розвантаження матеріалу з карманів.

Для отримання більш чистих продуктів збагачення, що накопичуються у карманах, розвантаження їх регулюється таким чином, щоб кармани були весь час заповнені відповідними продуктами.

15.1.5. Флотація вугільного пилу та шламу

При видобутку вугілля і в різних операціях його обробки на вуглезбагачувальних фабриках утворюється багато зерен розміром менше 1 мм.

Способи збагачення, що розглядалися раніше, при застосуванні їх для частинок вказаної крупності дають погані результати.

Для збагачення дрібнодисперсного вугілля в Україні широко застосовується процес флотації, в якому для розділення вугілля породи використовується ефект різної змочуваності поверхні зерен вугілля та породи водою, що залежить від їх складу та фізико-хімічних властивостей. Відмінність у змочуваності вугілля і породи спостерігається при такому досліді: якщо взяти відшліфовану пластину вугілля і таку ж пластину породи, то краплина води, розміщена на вугільній пластині, буде мати овальну форму, близьку до кулеподібної, а на поверхні породи вода розтікатиметься.

Процес флотації полягає в тому, що добре перемішану пульпу, яка являє собою суміш дрібних частинок вугілля і породи з водою, обробляють невеликою кількістю флотаційних реагентів – збирачів і спінювачів, поміщають до ванни флотаційної машини та аерують, створюючи в пульпі механічним чи іншим способом дрібні бульбашки повітря. Вугільні частинки вкриваються тонкою плівкою реагенту-збирача (наприклад, гасу), що суттєво підвищує їх гідрофобність, прилипають до бульбашок повітря і з ними підіймаються на поверхню пульпи, утворюючи мінералізовану піну, яка складається з вугільних частинок і бульбашок повітря. Вона через перелив ванни по жолобу виводиться з машини (гідрофобний пінний продукт). Частинки порожньої породи, які добре змочуються водою, до бульбашок повітря не прилипають і залишаються в машині (гідрофільний камерний продукт).

16. Брикетування вугілля

Видобуток вугілля комбайнами приводить до утворення великої кількості тонкозернистої і пилоподібної сировини, для промислового і комунального використання якої потрібне її грудкування.

Грудкування – це перетворення дрібнозернистих корисних копалин на грудковий продукт за рахунок механічних або термічних впливів із застосуванням спеціальних добавок або без них. Одним з різновидів грудкування (нарівні з коксуванням і ін.) є брикетування: фізико-хімічний процес отримання механічно і термічно міцного сортового продукту – брикету, що має задану геометричну форму, розміри і масу.

Брикети використовуються у коксохімічній, металургійній, хімічній і ін. галузях промисловості, а також як побутове паливо. У залежності від властивостей корисних копалин і призначення, брикети повинні задовольняти наступним вимогам:

а) мати атмосферостійкість, не руйнуватися від температурних коливань і ат-

мосферних опадів;

б) мати достатню механічну міцність, витримувати досить високі ударні навантаження і чинити опір стиранню і вигину;

в) мати достатню пористість, що забезпечує хорошу проникність газів при високих температурах горіння;

г) містити мінімальну кількість вологи, яка зумовлює додаткові витрати енергії на випаровування і знижує газопроникність брикетів;

д) бути температуростійкими, не руйнуватися від впливу високих температур.

Вуглебрикетне виробництво дозволяє отримати високоякісне і транспортбельне паливо, скоротити втрати вугілля при зберіганні, перевезеннях і спаленні, запобігти самозайманню вугілля, залучити для коксування додаткові ресурси неспікливого вугілля, ефективно використовувати низькоякісні місцеві види палива і збільшити видобуток бурого вугілля для використання в енергетиці.

Брикетування вугілля здійснюється зі зв'язуючими і без зв'язуючих. За призначенням вугільні брикети бувають побутовими і промисловими. Побутові брикети можуть бути овальної, подушкоподібної або будь-якої іншої округлої форми масою 30-50 г. Для надання їм підвищеної термічної і механічної міцності, а також властивостей бездимного палива їх іноді піддають термообробці.

Промислові брикети служать сировиною для напівкоксування бурого і коксування кам'яного неспікливого вугілля. Вони можуть виконувати функції теплоізоляційного матеріалу, замінюють дефіцитний графіт, використовуються як основний матеріал для отримання різних електродів.

Брикетування, як технологічний процес грудкування корисних копалин, складається з ряду виробничих операцій:

1) Підготовка сировини до пресування: дроблення, грохочення і сушка; підготовка зв'язуючих речовин: дозування, змішування, нагрів і охолодження шихти перед пресуванням.

2) Пресування шихти з прикладенням необхідних зусиль, що визначаються в залежності від фізико-хімічних властивостей і складу матеріалу, що брикетується.

3) Обробка свіжих брикетів з метою їх пришвидшеного затвердіння (охолодження, пропарка, карбонізація, сушка, відновне випалення і ін.).

4) Складування і навантаження готових брикетів.

Формування структури брикетів зі зв'язуючими розглядають як один з випадків склеювання роз'єднаних твердих частинок за допомогою клеїв. Основу структуроутворення складають стохастичні процеси взаємного розташування і адгезійної взаємодії окремих контактуючих елементів системи. Агрегатоутворення визначає прилипання і склеювання. Прилипання, як початковий стан процесу склеювання, пов'язане з утворенням впорядкованої клейової плівки на поверхні твердих частинок. Для прилипання характерний в'язкотекучий (іноді рідкий) стан зв'язувальної речовини. Подальші процеси ведуть до структурування клею і набуття агрегатом максимальної міцності. Роз'єднані тверді частинки, вкриті зв'язувальною речовиною, об'єднуються (склеюються) в брикет.

Прилипання і склеювання залежать від фізичних і хімічних властивостей клею (зв'язуючого) і твердого тіла. Особливе значення мають температура, ступінь полімеризації, по-

лярність і структура зв'язуючого, а також природна сумісність взаємодіючих речовин.

Збільшення температури інтенсифікує дифузію клею в пори і тріщини твердого тіла. Збільшення тиску в місці контакту сприяє рівномірному розподілу клею по поверхні частинок. Зі збільшенням часу контакту зростає глибина проникнення молекул зв'язуючого в пори і тріщини. Зі збільшенням шорсткості твердих частинок зростає дійсна площа контакту, поліпшуються умови проникнення зв'язуючого в мікро- і макродефекти, крім того на нерівній поверхні шматочків можливе заклинення клею в макродефектах, що сприяє прилипанню.

Вплив зв'язуючого зумовлений його специфічними властивостями. Зі зменшенням молекулярної маси збільшується його рухливість, воно краще розтікається по поверхні твердого тіла, легше дифундує в пори і тріщини, однак не створює достатнього зчеплення між частинками, і брикет не має необхідної механічної міцності. Зв'язуючі з великою молекулярною масою малорухливі, високов'язкі, мають малу дифузійну здатність, що суттєво погіршує контакт "вугілля-зв'язуюче" і в результаті негативно впливає на міцність брикетів. Оптимальну склеювальну здатність мають зв'язувальні речовини із середньою молекулярною масою.

Полярність зв'язувальної речовини сприяє виникненню хімічних і дифузійних взаємодій, проте, підвищена полярність посилює структуру, знижує дифузійну активність і зв'язувальні властивості клею.

Гранулометричний склад визначає сумарну поверхню зерен, кількість і величину порожнин у структурному каркасі брикетів, вміст гострокутних зерен, рельєф твердої поверхні і наявність пилоподібних частинок. Підбір суміші частинок різної крупності полягає в забезпеченні найбільш щільної упаковки. Щільність упаковки тісно пов'язана з розміром зерен. Наявність пилоподібних частинок приводить до зростання витрат зв'язувальних речовин, але сприяє ущільненню і зміцненню брикетів. Міцність брикетів тим нижча, чим однорідніший ситовий склад вихідного матеріалу.

Внаслідок нагрівання досягається тонкошарове розтікання зв'язувальних по твердій поверхні і посилення зв'язку в їх адсорбційних шарах. Для посилення міцності брикетів при слабкому нагріві необхідно збільшити витрату зв'язувальної речовини.

Надлишок вологи не дозволяє зв'язуючим міцно прилипнути до твердих частинок, механічна міцність брикетів знижується.

Фізична суть процесу пресування полягає в пластичній деформації матеріалу під тиском. Під пластичністю брикетної суміші розуміють її здатність змінювати свою форму під впливом зовнішніх сил без утворення тріщин і зберігати отриману форму після зняття тиску.

Пластичність росте із збільшенням температури і характеризує придатність суміші до пресування, відображаючи рухливість суміші, кут внутрішнього тертя, зчеплення, прилипання і пружність.

Структурна міцність брикетів остаточно набувається в процесі охолодження. Брикет, що виходить з процесу, має температуру, близьку до температури розм'якшення зв'язуючого. Охолодження брикетів здійснюється повітрям.

Як зв'язувальні речовини при брикетуванні кам'яного вугілля і антрацитів використовуються важкі залишки переробки смолистих нафт, кам'яновугільний пек, сульфід-спиртова барда (побічний продукт переробки деревини на целюлозу за сульфатним методом), гумати натрію і амонію, сланцеві бітуми, смола напівкоксування і фуси

напівкоксування, а також суміші перерахованих вище органічних речовин.

Молоде буре вугілля, яке брикетують без зв'язуючого, можна розглядати як високомолекулярну сполуку нерегулярної будови, властивості якої багато в чому визначаються процесами колоїдного набрякання. Брикетування такого вугілля можна розглядати як складний багатостадійний процес утворення міцного комплексу за рахунок високого тиску пресування. Існує кілька гіпотез утворення брикетів з бурого вугілля.

Колоїдна гіпотеза оцінює брикетованість бурого вугілля з позиції дії молекулярних сил. При зближенні частинок вугілля до відстаней, коли починається дія молекулярних сил, відбувається зчеплення поверхневих шарів з утворенням брикетів. Ця гіпотеза оцінює вологу як зв'язувальний прошарок, який сприяє ковзанню частинок одна відносно іншої.

За **капілярною** гіпотезою буре вугілля розглядається як пружний нееластичний гель, що має велику внутрішню поверхню за рахунок безлічі капілярів, всередині яких міститься вода. При пресуванні частина води видавлюється з капілярів, заповнюючи проміжки між зернами. У місцях контакту зерен крізь водний шар виникають сили капілярного натягу і сили зчеплення. У залежності від товщини плівки змінюється міцність брикетів. Максимальна міцність досягається при мономолекулярній плівці води.

Бітумна гіпотеза брикетування бурого вугілля розглядає процес як аналог брикетування зі зв'язувальною речовиною, роль якої відіграють бітуми, що містяться в бурому вугіллі. Бітуми, вміст яких в молодому вугіллі становить 5-20%, плавляться при температурі близько 90°C і в розплавленому стані володіють хорошою адгезійною (склеювальною) здатністю. У найвужчій частині формовочного каналу штемпельного пресу (буклі) вугілля нагрівається до 250-300°C, і бітуми, що виділяються при цьому, обволікають тонкою рівномірною плівкою поверхню вугілля і в умовах підвищеного тиску пресування зв'язують окремі зерна в брикет чорного кольору з блиском, характерним для бітумів.

За **гуміново-кислотою** гіпотезою брикетованість вугілля залежить від вмісту в ньому гумінових кислот, які виступають в ролі зв'язувальних речовин, виділяючись в процесі пресування. Чим більше в бурому вугіллі гумінових кислот, тим вища його вологість і краща брикетованість.

Найбільш сучасною і довершеною є **гідратаційно-молекулярна** теорія. Згідно з нею, основними параметрами, що визначають брикетованість, є залишкова волога після сушки і крупність вугілля. Головними елементами цієї гіпотези є оптимальне співвідношення адсорбційної і капілярної вологи в зовнішніх і внутрішніх шарах вузьких класів крупності «сушонки» і кількість вологи, що видавлюється при певному тиску пресування.

Основними чинниками, що впливають на процес отримання міцних брикетів з бурого вугілля, є вологість і крупність вугілля, тиск і температура пресування, сушка і охолодження брикетів. Оптимальна вологість «сушонки», що відповідає найбільшій міцності брикетів, залежить від тиску пресування, крупності «сушонки», природи і ступеня окиснення поверхні вугілля. Гранулометричний склад тісно пов'язаний з процесом пресування, оскільки при зниженні крупності меншає час і кількість енергії, що затрачуються на крихкі і пружні деформації матеріалу, і збільшується частка енергії і часу на корисні пластичні деформації. Для брикетів, що використовуються в побуті,

верхня межа крупності становить 4-6 мм, для технологічних брикетів до 2 мм. У першому випадку це продиктовано умовами займистості, у другому – підвищеною щільністю структури, необхідною для подальшої термічної переробки.

Для ущільнення брикетної суміші при брикетуванні вугілля і антрациту зі зв'язувальними речовинами звичайно застосовують вальцові преси, що розвивають зусилля пресування 20-50 МПа. Пресування бурого вугілля здійснюють в штемпельних пресах під тиском 80-120 МПа. Іноді буре вугілля брикетують в кільцевих пресах.

Таким чином, брикетування є однією з перспективних галузей, що забезпечує високий потенціал паливно-енергетичного комплексу і комунального господарства.

17. Термічна деструкція. Механізм перетворення вугілля

Вугілля здавна використовують як викопне паливо і як сировину для подальшої хімічної переробки. Хімічна промисловість, створена спочатку для виробництва органічних речовин на базі продуктів з вугілля (анілінові барвники, антисептики, лікарські засоби), приблизно з середини ХХ сторіччя все більше стала віддавати перевагу рідкій і газоподібній сировині (нафта і газ) з більш високим вмістом водню. Кам'яне вугілля, відповідно до його хімічного складу залишається основою для забезпечення хімічної промисловості ароматичними вуглеводнями, що отримуються при коксуванні вугілля, і вуглецевими продуктами, бідними воднем (вуглеграфітові матеріали).

Практично всі процеси використання вугілля пов'язані з його термічною і термохімічною деструкцією, шляхи і характер якої залежать, в основному, від ступеня метаморфізму і складу вугілля, температури і умов нагрівання, складу атмосфери. Найбільш поширені процеси термічної деструкції – це спалення і коксування вугілля. Крім того, в невеликих масштабах застосовуються процеси напівкоксування, газифікації, швидкісного піролізу, графітизації і гідрогенізації вугілля, кожний з яких має загальні закономірності й істотні відмінності.

Хімічні реакції, фазові переходи, формування твердих карбонізованих залишків і летких хімічних продуктів залежать від особливостей структури твердих горючих копалин, умов нагрівання та інших чинників.

Термічною деструкцією називається сукупність фізичних і хімічних перетворень, що протікають при нагріванні твердих палив. Вона відбувається під впливом на макромолекулу ТГК теплової енергії і в принципі протікає аналогічно термодеструкції ВМС (високомолекулярних сполук). Істотною відмінністю є ускладнення термодеструкції нерегулярністю і неоднорідністю структури ТГК.

Молекулярна неоднорідність твердих горючих копалин полягає в тому, що макромолекули містять велику кількість фрагментів, суттєво відмінних за складом і будовою. Відсутня характерна для ВМС регулярність в будові макромолекул, тобто певний порядок в чергуванні фрагментів структури.

Мікронеоднорідність органічної маси ТГК виявляється в наявності ділянок з різною впорядкованістю структури.

Вже при візуальному спостереженні розрізняють великі неоднорідні ділянки органічної маси. Петрографічно виділяють 5 груп, що включають 16 петрографічних мікрокомпонентів.

Мікромолекулярна структура вугілля дуже складна. У ній є і лінійно полімеризовані ділянки, і гетероциклічні структури, розташовані як в одній, так і в різних площинах. У мікромолекулярній структурі можна виділити принаймні три найбільш виражені внутрішньомолекулярні структурні ділянки: циклічно полімеризований вуглець, що утворює площинний моношар (або так звану ядерну частину) більшого або меншого розміру; ланцюгова ділянка структури, утворена як лінійно полімеризованим вуглецем (карболоанцюг), так і гетероланцюгом, і, нарешті, периферійні групи. Питоме значення цих ділянок в загальній макромолекулярній структурі різне для петрографічних складових вугілля і змінюється зі ступенями метаморфізму.

Наявність трьох принципово відмінних одна від одної ділянок, що характеризуються різною енергетичною активністю, зумовлює міжмолекулярну взаємодію у місцях контакту цих ділянок з утворенням надмолекулярних структур. У структурі речовини вугілля є статистично безперервний спектр енергій зв'язків різних типів: ковалентних (в ароматичних шарах, в ланцюгах і радикалах периферійної частини), іонних і координаційних (в кисеньвмісних групах), водневих (з кисень- і азотвмісними групами), а також міжмолекулярних, в тому числі дисперсійних (між ароматичними шарами) і т. п. Саме така модель внутрішньомолекулярної і міжмолекулярної (надмолекулярної) будови речовини вугілля дозволяє пояснити накопичені наукою про вугілля факти і, зокрема, дати опис внутрішньомолекулярних і надмолекулярних перетворень речовини вугілля при її нагріванні.

За сучасними уявленнями, термічна деструкція високомолекулярних сполук протікає за вільнорадикальним механізмом. Це означає, що вільна валентність, яка утворилася при первинному акті термічної деструкції, в залежності від типу хімічної реакції в ході подальших перетворень може або зберігатися протягом якогось часу, або зникати. При цьому до зникнення вільних валентностей приводять три основних типи процесів:

1. Взаємодія з вихідною речовиною, здатною віддати вільному радикалу або відібрати у нього один електрон.
2. Взаємодія вільного радикала з іншим радикалом за типом реакції рекомбінації або диспропорціонування.
3. Взаємодія вільного радикала з матеріалом стінки реактора.

У практичних умовах найбільш ймовірна взаємодія вільних радикалів з молекулами початкових речовин або розчинника і мономолекулярні перетворення вільних радикалів – ізомеризація або розпад.

Сполуки з комбінованою сполученою системою зв'язків характеризуються парамагнітними властивостями, жорсткістю структури, більш високою термостійкістю. Особливість їх піролізу полягає в тому, що термічне перетворення супроводжується подальшим розвитком системи сполучення (зв'язків різної природи) і утворенням при кожній температурі більш термостійких структур. Відбувається самостабілізація залишкового продукту внаслідок замикання ненасичених зв'язків при їх рекомбінації, диспропорціонуванні і донорно-акцепторній взаємодії молекулярних фрагментів, що утворилися. Це виражається в тому, як кінетична крива, що характеризує залежність втрати маси від тривалості нагрівання, швидко досягає межі при кожній температурі, тому з ізотермічною витримкою залишок мало змінює свою масу (рис. 2.4). У широкому діапазоні температур крива набуває ступінчастого вигляду, відображаючи стадій-

ний характер піролізу таких високомолекулярних сполук. Полімери з відкритим ланцюгом менш термостійкі, ніж сполуки, в основний ланцюг яких входять ароматичні ядра. Наявність розгалужень при бічних заміниках в головному ланцюгу знижує термостійкість зв'язаних систем.

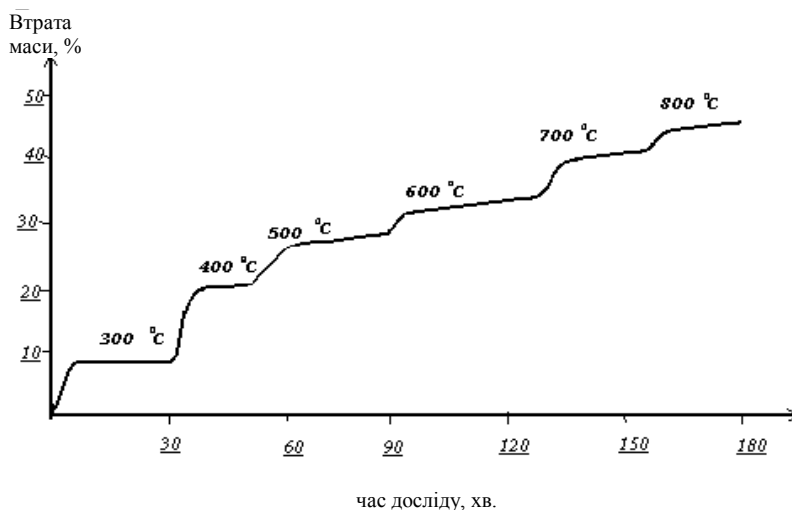


Рис. 2.4. – Кінетична крива, що характеризує залежність втрати маси зразка від тривалості нагрівання

Ще менш термостійкими є аліфатичні полімери, що не мають розвиненої системи полісполучення, наприклад, поліетилен, які при піролізі перетворюються, головним чином, на леткі продукти, причому їх дисоціація може протікати у вигляді ланцюгових реакцій.

Можна бачити, що при кожному новому, більш високому тепловому навантаженні відбувається швидка втрата маси, далі в ході деструкції, внаслідок стабілізації залишку, що конденсується, маса теж стабілізується на новому рівні. Термічне перетворення сприяє розвитку системи сполучення, що посилює жорсткість структури і термічну стійкість конденсованої фази. Рушійною силою її утворення є прагнення реагуючих речовин, що виникають внаслідок розщеплення первинної структури і їх активації, зменшити вільну енергію системи, головним чином, шляхом асоціювання та ізомеризації з утворенням сполук термічно більш стійких при даній температурі.

Реакції піролізу речовин з переважанням полісполучених зв'язків, хоч і протікають за радикальним механізмом, не є ланцюговими і при кожній даній температурі затухають внаслідок взаємодії і загибелі вільних радикалів. Тому для продовження процесу необхідно знову його ініціювати шляхом деструкції при більш високій температурі. Такий процес піролізу вугілля відповідає кінетичній схемі радикальної поліконденсації.

Особливістю піролізу вугілля, що відповідає радикальній поліконденсації, є те, що виникнення активних центрів вільних радикалів, макрорадикалів і ненасичених зв'язків, а також виділення низькомолекулярних продуктів в газову фазу і зміна елементного складу залишкової маси відбувається на першому рівні, тобто при деструкції, а утворення високомолекулярного і твердого продукту – на другому рівні. Асоціювання

протікає з допомогою ковалентних і міжмолекулярних зв'язків і супроводжується загибеллю активних центрів. Загалом це визначає безповоротність піролізу вугілля. У цьому процесі термічна деструкція і асоціація невіддільні одна від одної, і тільки разом вони складають єдиний поліконденсаційний процес.

Реакція деструкції є лімітуючим етапом, для її здійснення потрібна висока енергія активації. З меншою енергією активації або без неї йдуть реакції асоціювання в рідкій або газовій фазах внаслідок активованого стану і великої рухливості фрагментів, що утворилися. Тому в кожний даний момент за деструкцією невідступно йдуть реакції асоціювання. При цьому низькомолекулярні радикали, внаслідок, головним чином, диспропорціонування водню, утворюють рідку фазу і вуглеводні газової фази, а з високомолекулярних, частково дегідрованих сполук формується тверда фаза.

Рідка і тверда фаза співіснують і взаємодіють між собою так, що в залежності від їх співвідношення на певних стадіях процесу виникає пластичний стан, далі відбувається твердіння пластичної маси і формування науглецьованого продукту напівкоксу і коксу. Але якщо в рідкій і газовій фазах реакції асоціювання відбуваються з високою швидкістю, що сприяє стабілізації реагуючих речовин, то в твердій, тобто більш конденсованій фазі реакції асоціації сповільнюються внаслідок малої рухливості середовища і слабкої міжмолекулярної взаємодії. Тому в ході піролізу співвідношення швидкостей деструкції і асоціації змінюється в залежності від фазового стану піролізованої маси вугілля. Непостійність цього співвідношення обумовлює суперечливість термічного перетворення вугілля і метастабільність конденсованого продукту, що отримується при цьому.

Спикливість, і певною мірою, коксівність кам'яного вугілля і вугільних шихт багато в чому визначаються кількістю, складом, структурою і властивостями рідкої фази пластичної маси, що утворюється у вугіллі при його термічній деструкції в інтервалі температур 300-550°C. Рідку фазу пластичної маси в кам'яному вугіллі утворюють петрографічні мікроелементи, що спікаються: екзиніт (спориніт і резиніт) та вітриніт усього метаморфічного ряду вугілля, за винятком довгополуменевого і пісного. Вихід рідкої фази пластичної маси з вітринітів у ряді метаморфізму вугілля змінюється за кривою з максимумом для жирного вугілля. Чим більше в кам'яному вугіллі спориніту і резиніту, при однаковому вмісті вітриніту, тим вищим є вихід рідкої фази, а чим більше у вугіллі фюзиніту, тим менше утворюється рідкої фази пластичної маси. Фюзиніт останньої не утворює і тому не спікається.

Деструкцією надмолекулярних сполук і, можливо, взаємопроникненням їх фрагментів в процесі термічного впливу пояснюється процес спікання.

Вугілля низької стадії метаморфізму, представлене кристалоподібними шарами, які утворюють просторовий сітчастий полімер, містить велику кількість неароматизованого вуглецю. Вуглецеві сітки порівняно малі і розташовані в полімерній масі хаотично. Температурна деструкція приводить до руйнування сітчастих надмолекулярних структур. З'єднання ("зшивки") ж вуглецевих сіток не відбувається через їх малий діаметр і погану впорядкованість. У процесі деструкції виділяється велика кількість рідких і газоподібних продуктів.

При переході до вугілля середньої стадії метаморфізму, яке має глобулярну структуру, великого значення набуває паралелізація кристалоподібних шарів в глобу-

лах. При глобулярній структурі для утворення міжмолекулярних зв'язків велике значення має карбонільний кисень. Високий його вміст характерний для середньої стадії метаморфізму. При термічній деструкції легко руйнуються слабкі Ван-дер-Ваальсові міжглобулярні зв'язки. Карбонільний кисень евакуується у вигляді CO і CO₂. Порівняно висока впорядкованість макромолекул всередині глобул приводить, ймовірно, до з'єднання вуглецевих сіток, руйнування глобулярної структури і утворення коксу. Електронно-мікроскопічні дослідження підтверджують наявність сферичних структур як у вугіллі середньої стадії метаморфізму, так і в продуктах коксування вугілля марки Ж, К, ПС. Метод просвічування електронної мікроскопії довів можливість спостерігати у коксівному вугіллі розвиток мезофази від 4 нм на початку нагріву до 50 нм в кінці процесу коксування.

Антрацити, представлені фібрилярними надмолекулярними структурами, на етапі термічної деструкції повинні руйнуватися за внутріфібрилярними з'єднаннями. Міжфібрилярні міцні С-С зв'язки не дозволяють впорядкованим ділянкам мікрофібрил рекомбінуватися і зшиватися, що в кінцевому результаті виключає утворення коксу.

Розглянутому механізму піролізу вугілля відповідає загальна схема цього процесу, показана на рис. 2.5. Схема відображає протікання стадій і паралельно-послідовних реакцій поліконденсації з утворенням проміжних метастабільних фаз. З ними пов'язаний прямий перехід з твердого стану в твердий, систематичне, але обмежене на кожній стадії зменшення маси твердого залишку (Т), зміна виходу газової і парогазової (Г) фаз, виникнення, наростання і зникнення рідкої фази (Р), яка забезпечує розм'якшення вугілля, що спікається. На всіх стадіях процесу фази взаємодіють між собою і кожна з них в свою чергу залучається в поліконденсацію, внаслідок якої синтезуються нові метастабільні продукти – рідкі, тверді і газоподібні, утворюючи фази наступної стадії.

У зв'язку з розвитком машинобудування, авіаційної, атомної, напівпровідникової і інших галузей техніки зростає потреба в матеріалах для виготовлення деталей спеціального призначення, для роботи в умовах високих температур (до 3500°C), швидкостей, тиску і вакууму, в умовах агресивних і абразивних середовищ тощо. У рішенні ряду цих проблем, а також в інших галузях техніки провідне місце як конструкційний матеріал займає термо- і хімічно стійкий графіт.

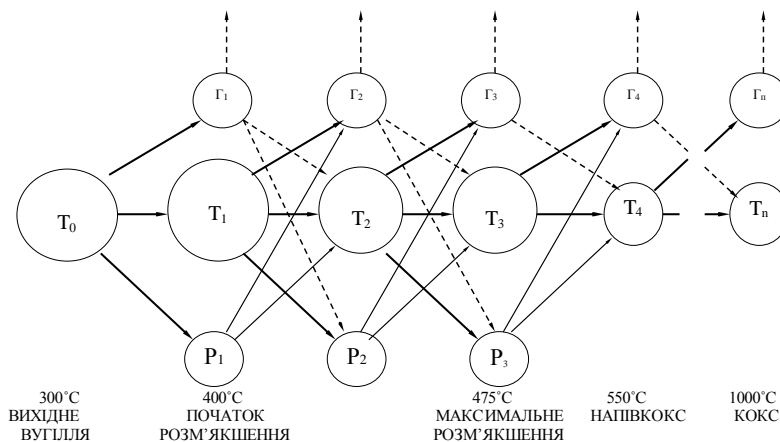


Рис. 2.5. – Загальна схема процесу піролізу

У техніці використовують такі властивості графіту: велика міцність при високих температурах, термостійкість, теплопровідність, хімічна інертність, самозмащувальні властивості, стійкість в потоках нейтронів, малий перетин захоплення нейтронів, стійкість до іонного бомбардування, здатність до глибокого очищення і інші.

Фізичні і хімічні властивості вуглецевих матеріалів багато в чому визначаються їх дисперсною і кристалічною структурою. У ряді випадків є широка можливість направлено формування дисперсної структури штучних вуглеводнів і графіту. Так, при виготовленні конструкційних матеріалів методами електронної технології технологічний ланцюжок включає дроблення і розсівання наповнювача (коксу) за фракціями, змішування порошку наповнювача зі зв'язувальною речовиною (пеком), пресування, додаткові просочення після випалення і графітизації.

Основний чинник, що впливає на кристалічну структуру вуглецевих матеріалів – температура термічної переробки. Високий ступінь досконалості структури штучного графіту досягається збільшенням температури обробки до 3000°C. Проте, не завжди цей чинник є достатньою умовою отримання високого ступеня графітизації. Ще в роботах Франклін було встановлено, що при термообробці різних вуглецьвмісних речовин одні можуть бути перетворені на графіт вже при 2300°C, в той час як структура інших навіть після нагріву до 3000°C суттєво відрізняється від правильних графітових ґраток. Перші отримали назву графітизаційноздатного вуглецю, другі неграфітизаційноздатного. Якщо для графітизаційноздатного вуглецю ступінь графітизації, визначена за міжшаровою відстанню при термообробці до 2800°C, наближується до одиниці, то для неграфітизаційноздатного вуглецю міра графітизації залишається практично на нульовому рівні.

Встановлено, що добре графітизується кокс тих вуглецьвмісних речовин, які при карбонізації проходять пластичну стадію в інтервалі температур 425-560°C (нафтовий і пековий кокс, кокс полівінілхлориду і ін.). Якщо ж процес карбонізації не супроводжується пластичною стадією у вказаному інтервалі температур, то продукти карбонізації не графітизуються аж до 2800°C (кокс термореактивних полімерів: поліакрилонітрилу, фенолформальдегідної смоли і ін.).

Приналежність органічних сполук до першого або другого класу за здатністю графітуватися часто зумовлюється їх хімічним складом. Як правило, легкографітизований матеріал дають органічні сполуки з великим вмістом водню. Навпаки, речовини, що містять мало водню або багато кисню, дають неграфітизований кокс. Але ця класифікація не дає відповіді на основне питання – яка структурна особливість вуглецевих матеріалів визначає здатність до графітизації.

Органічна маса твердих горючих копалин є термодинамічно нестабільним утворенням, яке зазнає глибоких перетворень при нагріванні. Перенесення закономірностей перетворення високомолекулярних сполук на поведінку вугільної речовини при нагріванні недостатньо правомірне внаслідок складності будови цієї органічної маси і різноманіття взаємодій, що протікають при її переробці. Характер термодинамічних перетворень вугілля визначається такими особливостями його структури:

- наявністю значного числа блоків з 2-10 ароматичних і гетероароматичних кілець, *p*-електрони яких пов'язані з аналогічними системами;
- наявністю великого числа аліфатичних містків і насичених циклів, що вклю-

чають сульфідні, карбонільні, амінні групи, прості і складні етерні зв'язки;

- наявністю бічних ланцюгів аліфатичного характеру, а також численних полярних груп (карбокисильні, гідрокисильні, тіокисильні, аміногрупи);
- наявністю гетероатомів – кисню, азоту, сірки та ін.;
- наявністю гідратно- і колоїднозв'язаної води;
- різноманітністю донорно-акцепторних взаємодій між органічною масою вугілля (тут і далі ОМВ) і мінеральними домішками.

Природно, що ці особливості, властиві в основному ОМВ всіх твердих горючих копалин, істотно розрізняються для гумусових і сапропелітових матеріалів, для твердих горючих копалин різного ступеня метаморфізму. Через це розрізняються у вельми широких межах і умови проведення термічного розкладу, вихід та склад продуктів термічного розкладу каустобіолітів торф'яної, буровугільної і кам'яновугільної стадій.

Термічні перетворення вугілля починаються при температурах близько 200°C. Проте вже при нагріванні до 120°C виділяються фізично зв'язана волога, адсорбовані вугіллям газу (діоксид вуглецю, метан, газу повітря). При цьому не спостерігається помітного розкладу ОМВ, хоча не виключені певні зміни її внутрішньої структури. При температурах понад 200 °C починається виділення води, що утворюється при термічному розкладі ОМВ, а також діоксиду вуглецю. Це результат достатньо складних хімічних перетворень, що зачіпають в основному зовнішні полярні групи.

У діапазоні 250-325°C процес розкладу вугільної речовини посилюється. Інтенсивно виділяється водяна пара, діоксид вуглецю, деяка кількість сірководню і органічних сполук сірки. На цій стадії помітно зменшується вміст кисню у вугіллі, особливо у вугіллі ранньої стадії метаморфізму. Проте і в цьому температурному інтервалі йде розщеплювання хімічних зв'язків лише на кінцевих ділянках макромолекул вугілля. Глибоких змін внутрішньої структури органічної маси вугілля ще не відбувається.

При температурах понад 325°C починається розклад основної органічної маси вугілля. Макромолекули вугілля розщеплюються з утворенням вільних радикалів, що рекомбінують і переходять в стабільні системи. При цьому процеси рекомбінації розвиваються в двох конкуруючих напрямках: утворення твердих висококонденсованих продуктів, які характеризуються підвищеним вмістом вуглецю і низьким – водню, і утворення рідких та газоподібних (летких) продуктів, збагачених воднем. Між цими групами продуктів і відбувається перерозподіл водню в ході термічного розкладу.

Глибокий розклад органічної маси вугілля, виділення рідких речовин (смоли) завершується при температурі близько 550°C. При 550°C одержують твердий залишок – напівкокс, тому процес термічної переробки, який закінчується при температурі 500-550°C, називають напівкоксуванням. При продовженні нагрівання протікають процеси подальшого ущільнення речовини напівкоксу, формування і розвиток мікрокристалітних графітоподібних структур. Ці процеси супроводжуються відщеплюванням газоподібних продуктів – в першу чергу водню, а також деяких кількостей аміаку, метану, оксиду вуглецю, азоту. Приблизно до 900°C завершується утворення твердого залишку – коксу. Нагрівання до вищих температур – аж до 2500-3000°C – веде до звільнення коксу від гетероатомів, зростання впорядкованості його структури, зміцнення (особливо при температурах вище 1800°C) мікрокристалітів графіту.

Характер руйнування хімічних зв'язків при термічному розкладанні значною

мірою залежить від швидкості нагрівання вугілля. При повільному нагріві вибірково руйнуються найменш міцні зв'язки. При великій швидкості нагрівання деструкція також прискорюється, але відстає від темпу підвищення температури, тому зміщується до вищих температур. При перегріві вугілля одночасно розриваються і слабкі, і міцніші зв'язки. Тому руйнування початкової органічної маси набуває більш випадкового характеру. При цьому, природно, утворюються крупніші фрагменти молекул, з яких формуються важкі фракції рідкої фази смол, головним чином асфальтени, збагачені кисень- і азотовмісними компонентами.

Найбільша кількість ненасичених і нестабільних продуктів розкладу вугілля утворюється в діапазоні 350-500°C. При цьому для горючих копалин низького ступеня метаморфізму, органічна маса яких містить найбільше число менш міцних хімічних зв'язків, максимум інтенсивності утворення нестабільних продуктів зміщений в зону низьких температур. У міру збільшення ступеня вуглефікації цей максимум зміщується до вищих температур.

Однією з найбільш важливих особливостей термічного розкладу вугілля є перерозподіл водню між продуктами цього розкладу. Це істотно відрізняє деструкцію вугільної речовини від термічного розпаду аліфатичних вуглеводнів і більшості полімерів, які при деструкції переважно переходять в газову фазу. При термічному розпаді вугільної речовини відбувається конденсація циклів з утворенням продуктів, збагачених вуглецем. Таким чином, продукт, що конденсується, утворюється при взаємодії вільних макрорадикалів і ненасичених молекул, отриманих переважно з дегідрованої або збідненої воднем частини залишкової маси вугілля.

Найбільш повно було вивчено термічне розкладання групи кам'яного вугілля, для якого характерний вихід летких в межах 15-40% і вміст вуглецю 80-90%. Особливістю цього вугілля є здатність утворювати при термічному розкладі міцний спечений або сплавлений кокс, а в зоні температур 400-480°C перебувати в своєрідному пластичному стані. Саме це вугілля є основною сировиною для найбільш поширеного в наш час процесу термічної переробки вугілля – високотемпературного коксування. Коксівне вугілля за фізичними характеристиками займає особливе місце в генетичному ряді вугілля. Його відрізняють мінімальні значення коефіцієнтів теплопровідності, дійсної густини, питомої абсорбції поверхнево-активних речовин з розчину і в той же час здатність давати максимальний вихід екстракту при високотемпературній екстракції. Водночас коксівне вугілля відносно збіднене киснем і відрізняється великим вмістом водню, пов'язаного з вуглецем.

Здатність вугілля однакового ступеня метаморфізму і схожого петрографічного складу до переходу в пластичний стан визначається ступенем відновленості, тобто головним чином співвідношенням вмісту водню і кисню і їх зв'язками в структурі органічної маси. Саме це впливає на узгоджену зміну ряду специфічних властивостей вугілля, що досягають екстремуму для вугілля середнього ступеня метаморфізму. Характерний мінімум діелектричної проникності вугілля, наприклад, зумовлений для жирного і коксового вугілля зменшенням числа кисневих функціональних груп і водневих зв'язків.

Саме для найбільш придатного до утворення рухомої пластичної маси жирного вугілля характерне найбільше значення відношення Н/О – воднево-кисневого індексу. Ароматичні структури органічної маси вугілля цього типу залишаються такими, що

порівняно мало конденсуються. Число ароматичних циклів в структурних одиницях жирного і коксівного вугілля складає 3,5-3,7 проти 2,9 – для довгополуменевого вугілля. Тому рідкі продукти первинного розкладу органічної маси цього вугілля мають значну рухливість.

За допомогою відновних процесів, що приводять до утворення коксівного вугілля, можна пояснити і підвищену гідрофобність вугілля, яка досягає максимуму саме у жирного і коксівного вугілля. Все це веде до того, що в зоні температур, відповідній максимуму термічного розкладу органічної маси коксівного вугілля утворюється значна кількість рідких продуктів розкладу, близьких за структурою до вихідного вугілля і здатних диспергувати тверду фазу.

Можна встановити такі основні етапи механізму переходу в пластичний стан вугілля:

1) перерозподіл водню і вибіркоче гідрування частини проміжних продуктів, що утворюють тверду фазу;

2) формування полідисперсної системи і виникнення безперервного спектру

молекулярних мас проміжних продуктів;

3) досягнення максимальної текучості в умовах зменшення кількості рідкої фази за рахунок зниження її молекулярної маси;

4) зародження і розвиток надмолекулярних (твердофазних) утворень в пластичній масі вугілля, її структуризація і отвердіння в ході ароматизації.

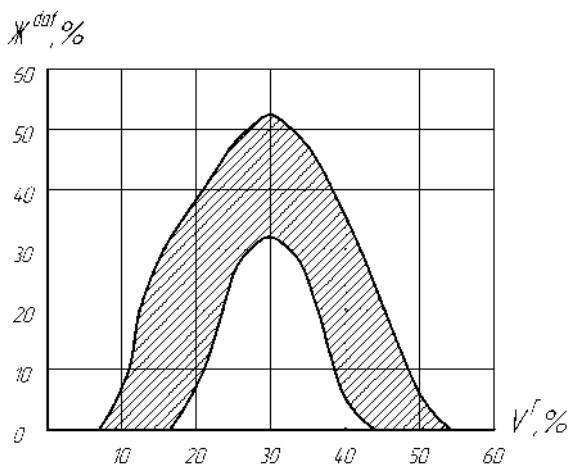


Рис. 2.6. – Залежність виходу рідких нелетких складових пластичної маси ($J^{daf}, \%$) від виходу летких речовин з вугілля ($V^r, \%$)

На рис. 2.6 представлена залежність виходу рідких нелетких складових (далі РНС) від виходу летких речовин з петрографічно однорідного (вміст вітриніту близько 90%) вугілля Центрального Донбасу. Із зростанням ступеня метаморфізму вугілля вихід РНС змінюється, максимум на кривій знаходиться в зоні вугілля з виходом летких речовин 27-32%.

Для типового спіклого донецького вугілля характерний такий вихід РНС (% на горючу масу):

Газове	5-35	Жирне	35-70
Коксівне	20-45	Піснувато-спікливе	2-20.

Властивості РНС, отриманих з вугілля різного ступеня метаморфізму, також істотно відрізняються.

Вихід продуктів термічної деструкції з вугілля за методом ХПІ (Харківський політехнічний інститут) істотно залежить від петрографічного складу, що впливає з рис. 2.6, вихід РНС з вітринітових концентратів вугілля змінюється за кривою з максимумом в зоні добре спіклого жирного вугілля. Карбоїди екзиніту виявляють незначну спіклівість ($R=10$). Карбени РНС екзиніту і вітриніту характеризуються практично одна-

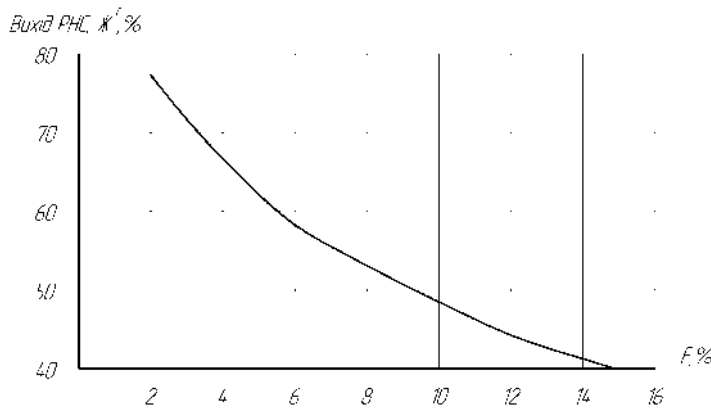


Рис. 2.7. – Залежність виходу РНС від вмісту фюзиніту у вугіллі

На рис. 2.7 представлена залежність виходу РНС від вмісту фюзиніту в пробах різного ступеня збагачення донецького жирного вугілля. Підвищення вмісту фюзиніту у вугіллі приводить до помітного зменшення виходу РНС в приймач центрифуги, оскільки вони сорбуються фюзинітом. Цим пояснюється значно менший вихід РНС з окремих різновидів вугілля Печорського, Карагандинського, Кузнецького та інших басейнів.

Таблиця 2.18 – Склад і властивості РНС з екзиніту/вітриніту

Фракція	Склад і властивості РНС, %	Співкислість, %	Співкислість за індексом Рога, R1, од.
РНС	–	54,60/28,34	53/68
Мальтени	27,3/6,3	91,85/88,25	21/28
Асфальтени	7,1/8,8	74,41/52,31	52/66
Карбени	60,2/29,3	56,97/42,24	49/48
Карбоїди	5,4/55,6	48,23/32,14	10/0
Сума розчинних речовин	94,6/44,4		

Дані дослідження вугілля різного ступеня відновленості підтвердили, що вихід РНС з відновленого вугілля значно вищий, ніж з маловідновленого. При цьому вихід легких речовин з РНС вищий, а вміст в них вуглецю нижчий у маловідновленого вугілля, що вказує на меншу термостійкість і меншу молекулярну масу РНС, які виділяються з пластичної маси цього вугілля (рис. 2.8). Попереднє окиснення вугілля різко зменшує вихід РНС. При цьому змінюються і властивості: зменшується термічна стійкість і погіршується співкислість. Груповий компонентний аналіз показав, що окиснення вугілля приводить до різкого збільшення вмісту в РНС термічно нестійких мальтенів, а також найбільш високомолекулярних карбоїдів, що не спікаються.

Були досліджені: 1) цілі шматочки вугілля, спеціально випиляні за розмірами завантажувального патрона центрифуги ХПІ (діаметр 18 мм, висота 26 мм); 2) ситова фракція вугілля крупністю 3-7 мм; 3) відсіяна з фракції вугілля 3-7 мм ситова фракція 1-3 мм; 4) аналогічним чином приготована ситова фракція вугілля крупністю 0-3 мм. Визначили, що вихід РНС зростає із збільшенням розмірів початкових зерен (більш ніж на 15%). Виявили, що РНС з одного і того ж вугілля, але різної крупності, відрізняються не тільки за виходом, але і за груповим компонентним складом. Так в РНС з си-

ковою співкислістю (R=49 і R=48 відповідно), співкислість асфальтенів і мальтенів РНС екзиніту дещо нижча, ніж відповідних компонентів РНС вітриніту. Знижена співкислість екзиніту в порівнянні з вітринітом зумовлена підвищеним виходом з нього легких речовин (65, 13%), що пояснює неспівкислість антрациту при використанні методу Рога.

тової фракції газового вугілля крупності 3-7 мм міститься удвічі більше мальтенів, у півтора раза більше карбенів і на 1/3 менше карбоїдів, ніж в РНС з фракції цього ж вугілля 0-3 мм. Лише вміст асфальтенів в РНС для проб вугілля різного розміру зерен залишається практично однаковим.

Зі збільшенням крупності всіх типів спіклого вугілля від 0-3 до 3-12 мм вихід РНС помітно збільшується.

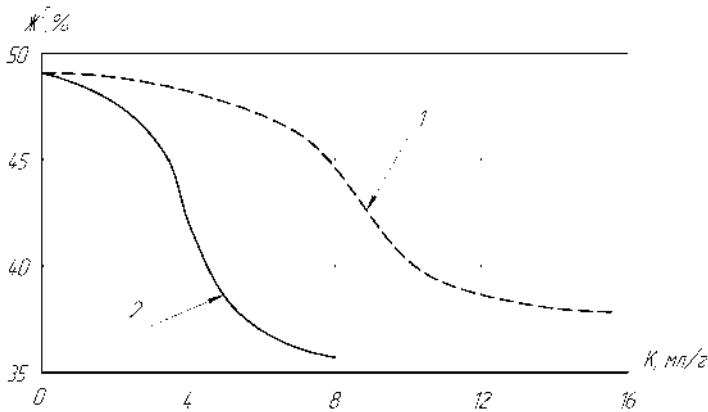


Рис. 2.8. – Залежність виходу РНС від кількості поглиненого вугіллям кисню при різних температурах окиснення (1 – 20°C, 2 – 90°C)

РНС помітно збільшується. Спікливість РНС вугілля марок Г і Ж зі збільшенням крупності істотно підвищується, а для вугілля марки Д і особливо ПС, навпаки, знижується. При цьому для більших зерен вугілля марок Г, Ж, Д характерна менша хімічна термостійкість РНС, ніж для дрібних зерен відповідних проб вугілля. Зі збільшенням крупності зерен вугілля марок Г і Ж від 0-3 до 3-12 мм в РНС збільшується вміст суми розчинних

спікливих речовин (мальтенів, асфальтенів і карбенів). РНС з вугілля марки ПС дрібнішого помелу термічно малостійкі, що знижує їх спікливість.

Ці явища можна пояснити особливостями процесу перерозподілу водню при термічній деструкції різного вугілля, що більш повно здійснюється в крупних зернах. Частка структур, що конденсуються, в елементарній структурній одиниці макромолекули вітриніту, наприклад, газового вугілля, невелика, а кількість ароматичних структур обмежена, що збільшує розчинність РНС вугілля крупнішого помелу. Розчинність же РНС вугілля марок Д і ПС знижується з укрупненням помелу, оскільки воно характеризується великим вмістом ароматичних структур, які гідруються важче.

Отримані дані дозволяють вважати, що в крупних зернах можлива повніша взаємодія первинних низькомолекулярних продуктів з вугіллям, що частково розклалося, в результаті уповільнення дифузійних процесів. Це приводить до збільшення виходу РНС з крупних зерен і відповідно до зміни їх властивостей, зокрема зниження молекулярної маси.

Аналізуючи криві динаміки виходу продуктів деструкції з підвищенням температури, слід зазначити:

- 1) утворення РНС при термічній деструкції вугілля відбувається в інтервалі 350-600°C;
- 2) у всіх випадках виділенню РНС передують утворення помітної кількості летких речовин (від 2 до 7%), з чого видно, що перетворення вугілля на пластичний стан є наслідком термічної деструкції макромолекулярної структури речовини вугілля.

З підвищенням кінцевої температури нагріву газового вугілля РНС значною мірою збагачуються карбоїдами; в той же час компонентний склад РНС, що отримуються при нагріванні жирного вугілля до 500°C, практично залишається постійним. Це вказує на глибші структурно-хімічні перетворення РНС газового вугілля при порівняно низьких температурах, ніж це відбувається у разі більш метаморфізованого вугілля.

Отримані дані показують, що, збільшуючи швидкість нагрівання, можна підвищити концентрацію РНС в результаті різних швидкостей реакцій первинного руйнування структури (після активаційного бар'єру вони протікають з великою швидкістю) і вторинних перетворень фрагментів макромолекул. При збільшенні швидкості нагрівання вугілля кількість первинних фрагментів деструкції, що утворюються за одиницю часу, як правило більше, ніж їх зменшення в результаті вторинних перетворень (структуризація, новий розпад і т.д.).

18. Піроліз ТГК

Під час нагрівання ТГК без доступу повітря відбуваються складні перетворення, характер яких залежить як від хімічної будови речовин, які складають органічну масу ТГК, так і від умов їх нагрівання. Внаслідок термохімічних перетворень, які при цьому відбуваються, утворюються в неоднаковій кількості і різного складу газо- і пароподібні, а також тверді продукти.

Поведінка кам'яного і бурого вугілля при нагріванні принципово різна. Буре вугілля при нагріванні не розм'якшується, при цьому відбувається виділення летких речовин, які частково розкладаються. В залишку утворюється більш або менш монолітний напівкокс, що зазнав сильної усадки. При напівкоксуванні бурого вугілля розрізняють три температурні зони:

- 1) зона попереднього нагрівання до 100°C;
- 2) зона сушки 100-125°C;
- 3) зона напівкоксування 225-500°C.

Під час попереднього нагрівання вугілля розширюється, причому дуже швидке нагрівання може привести до розпушення шматків або навіть до руйнування структури напівкоксу. В процесі сушки виділяється вода при одночасній усадці вугілля. Вище 225°C відганяються продукти напівкоксування (смола, бензин, вода і газ) і відбувається подальша усадка. Вище 500°C закінчується утворення напівкоксу.

Кам'яне вугілля середнього ступеня вуглефікації має зону розм'якшення при 350-550°C. При нагріванні також розрізняють три температурні зони:

- 1) зона від початку нагрівання до початку розм'якшення вугілля при 350°C;
- 2) пластична зона від 350 до 550°C;
- 3) зона утворення коксу вище за 550°C.

При переході вугілля в пластичний стан посилюється орієнтація ароматичних шарів. Внаслідок відщеплення бічних ланцюгів в ароматичних сполуках відбувається упорядкування паралельних площинних шарів з вирівнюванням відстаней між ними. Цей процес, який називають передграфітизацією, протікає неповно внаслідок повторного зміцнення вугільної речовини і обмеження можливості інтенсивного руху молекул. Чим ширша зона розм'якшення вугілля, тим інтенсивніше протікає передграфітизація. Передграфітизація жирного вугілля, що має найбільший період розм'якшення, протікає інтенсивніше, ніж у кам'яного вугілля з більш низьким або більш високим виходом летких речовин. Менша інтенсивність передграфітизації зумовлює знижену міцність коксу.

Внаслідок пластичності вугільної речовини в залежності від умов коксування

утворюються пористий, скловидний, пінистий або спечений кокс. З жирного вугілля утворюється дуже пінистий, коксоподібний продукт, що легко руйнується, якщо під час нагрівання вугілля має можливість вільно розширюватися. Якщо такої можливості немає, то утворюється твердий щільний кокс з дрібнопористою структурою.

Високомолекулярна природа більшої частини речовин викопного вугілля, його поліструктурність зумовлюють складний характер процесів термохімічних перетворень, що супроводжуються у випадку спіклого кам'яного вугілля утворенням в інтервалі температур 350-550°C пластичної маси, властивості якої визначають в звичайних умовах коксування можливість сплавлення вугілля і утворення коксу з необхідними фізико-механічними властивостями.

Загальноновизнаним є положення про те, що необхідною умовою сплавлення вугілля є обов'язковий його перехід в пластичний стан. За сучасними уявленнями, пластична маса з вугілля і його петрографічних мікрокомпонентів, що спікаються, являє собою складну неоднорідну фізико-хімічну систему, яка складається з безперервно змінюваних в процесі нагрівання без доступу повітря парогазових летких речовин, рідких (в'язкотекучих) нелетких, а також твердих (висококонденсованих) продуктів, що утворюються внаслідок термічної деструкції молекул речовин початкового вугілля і взаємодіючих між собою уламків (радикалів) різної молекулярної маси, складу і будови. При цьому важливу роль відіграють поліконденсаційні процеси, які відбуваються одночасно.

Спікливістю називається здатність вугілля утворювати з окремих зерен при їх нагріванні без доступу повітря грудковий пористий залишок, що спікся (напівкокс і кокс). Спіклива здатність – це здатність розрізаних зерен вугілля при нагріванні без доступу повітря запікати різні інертні (неспікливі) тверді матеріали з утворенням шматка тієї або іншої міцності.

У спіканні вугілля беруть участь всі компоненти, що складають пластичну вугільну масу, хоч їх роль в цьому процесі різна. Тверді складові вугільної пластичної маси (неспікливі: фюзиніт, мінеральні компоненти вугілля, висококонденсовані продукти деструкції) суттєво впливають на процес сплавлення, відіграючи роль хімічно активного наповнювача. У зв'язку з тим, що хімічні реакції взаємодії продуктів деструкції протікають в основному на поверхні твердих компонентів, велике значення має змочуваність їх поверхні рідкими нелеткими продуктами.

Пари і гази термічної деструкції вугілля сприяють протіканню процесів спікання, активізуючи міграцію рідких нелетких продуктів всередині вугільної маси, що нагрівається, і утворення просторово-безперервної пластичної системи.

Основну роль в процесах спікання відіграють рідкі нелеткі продукти, що не видаляються з пластичної системи у вигляді пари і газів. Вони беруть активну участь у встановленні контакту між окремими зернами вугілля, яке взаємодіє з твердими компонентами пластичної маси, парами і газами, що одночасно самі зазнають термічної деструкції з утворенням зв'язуючого скелета напівкоксу.

Процес спікання вугілля закінчується при 500-550°C утворенням суцільного тіла напівкоксу. При подальшому нагріванні до 1000°C і більше протікають в основному поліконденсаційні процеси з відщепленням низькомолекулярних продуктів H_2 , H_2O , CH_4 , CO і упорядкування структури твердого залишку, що приводить до утворення ви-

сокотемпературного коксу, потім термографітів.

При нагріванні напівкоксу від 500-550°C до більш високої температури продовжуються і процеси термічної деструкції, але утворюються в основному газоподібні, а не рідкі (смолисті) продукти.

Процес утворення з вугілля і шихт матеріалу, що спікся, – напівкоксу і отримання з нього високотемпературного грудкового коксу називається коксоутворенням. Отже, спікання правильно розглядати лише як обов'язкову стадію більш широкого процесу – коксоутворення. Велике значення для коксоутворення має втрата шихтою маси, що продовжується при перетворенні напівкоксу на кокс, за рахунок газоутворення – до 25-30% маси напівкоксу (майже 50% об'єму загального виходу легких речовин з початкового вугілля). Така значна втрата маси твердого напівкоксу супроводжується відповідним зменшенням його об'єму. Стисненню напівкоксу (усадці) перешкоджає жорсткість його структури, внаслідок чого відбувається розтріскування суцільної маси напівкоксу і утворення окремих різних за розмірами грудок коксу. Саме це явище являє собою завершення всього процесу коксоутворення в умовах шарового коксування вугілля і шихт.

Здатність вугілля при звичайних умовах коксування в камерних печах утворювати грудковий кокс з певними фізико-хімічними властивостями, що задовольняють промисловим вимогам за міцністю і розміром, називається коксівністю. Усе коксівне вугілля є спікливим, але не все спікливе вугілля є коксівним. З кам'яного спікливого вугілля тільки вугілля марки К – коксівне. Коксівністю наділені і промислові суміші вугілля різних марок (вугільні шихти). Коксівність – поняття багато в чому технологічне; вона значною мірою залежить від технологічних умов підготовки і коксування вугілля. Тому коксівність вугілля оцінити тільки одним яким-небудь методом неможливо. Для цього потрібне застосування комплексу методів, здатних охарактеризувати всі сторони коксоутворення, особливо процесів спікання вугілля і розтріскування напівкоксу при перетворенні його на кокс.

У процесі піролізу при постійному нагріванні у вугіллі відбуваються істотні зміни. Спочатку при температурах до 125-160°C випаровується волога, а потім починається розклад органічної маси бурого вугілля. По мірі протікання процесу видаляються кисень, водень і азот, а твердий залишок збагачується вуглецем. На початкових стадіях при температурах до 200°C кисень виділяється в основному у вигляді діоксиду вуглецю і пірогенетичної води за рахунок відщеплення функціональних груп, що супроводжується реакціями конденсації радикалів, які залишаються.

Азот палива виділяється у вигляді аміаку, інших азотистих сполук і у вільному стані. Кисень палива також починає переходити в феноли, жирні кислоти і інші кисеньмісні речовини.

При піролізі бурого вугілля в інтервалі температур 200-350°C відбувається плавне зменшення твердого залишку, виділення пари і газів збільшується лише на 6-7%. Зона від 350 до 450°C характеризується підвищенням швидкості виходу парогазової фази і більш різким зменшенням виходу твердого залишку. У температурному інтервалі 450-550°C відбуваються невеликі зміни виходу як твердого залишку, так і парогазової суміші.

Кількість і склад продуктів піролізу залежать від розміру частинок вугілля,

швидкості і кінцевої температури нагрівання.

При збільшенні розміру частинок вугілля дещо меншає вихід смоли напівкоксування і підвищується кількість пірогенетичної води і газу, що пов'язано з наявністю різниці температур між зовнішньою поверхнею і центром частинки, пропорційної теплопровідності і розміру частинок. Процес піролізу всередині частинки відстає у часі від більш нагрітих периферійних ділянок. Леткі продукти, що утворюються всередині частинки, дифундують до її поверхні, проходять зони підвищення температури і зазнають повторних термічних перетворень.

Визначальний вплив на вихід і склад продуктів піролізу має кінцева температура, до якої нагрівають вугілля. Підвищення кінцевої температури приводить спочатку до зростання (в зоні напівкоксування), а потім до зниження виходу смоли, збільшення виходу газу і зниження виходу твердого залишку. Разом із температурою, на вихід продуктів напівкоксування істотно впливає швидкість нагрівання вугілля. При швидкісному напівкоксуванні за рахунок зменшення виходу газу, пірогенетичної води і напівкоксу зростає вихід рідких продуктів. Це пояснюється тим, що при швидкому нагріванні вугілля смола відразу ж покидає частинки у вигляді пари, не зазнаючи повторних перетворень. При повільному проведенні процесу середні і важкі фракції смоли, проходячи через периферійні ділянки вугільних частинок, розкладаються з утворенням додаткової кількості легкокиплячих фракцій і газу або, конденсуючись, взаємодіють з твердою фазою. Тверді продукти, що утворюються при конденсації важких фракцій смоли, поліпшують якість напівкоксу, істотно збільшуючи його міцність.

Стадії термічного розкладу:

а) сушка протікає при кімнатній температурі, інтенсифікується з підвищенням температури нагрівання і практично закінчується при 105-110°C;

б) 110-200°C – виділення гігроскопічної і колоїдно-зв'язаної вологи, а також оклюдованих газів, початок термічної деструкції торфу і бурого вугілля;

в) 200-(300-350)°C – термічна підготовка. Утворюються газоподібні продукти термічної деструкції (CO₂, CO, N₂), відбувається відщеплення термічно нестійких кисеньовмісних груп;

г) 300-500°C – напівкоксування. Посилення термічної деструкції органічної маси вугілля з інтенсивним виділенням газів і парів, а також зі спікливого вугілля рідкої фази (продукти – напівкокс, первинний газ, смола);

д) 550-800°C – середньотемпературне коксування. Посилення процесів деструкції з одночасною інтенсифікацією процесів синтезу (продукти – кокс, газ, смола);

е) 900-1100°C – високотемпературне коксування з переважанням процесів синтезу (продукти – кокс, газ, смола);

з) 1300-3000°C – графітизація (термографіт, газ).

Продукти напівкоксування

Склад і вихід продуктів напівкоксування залежать від виду ТГК, ступеня вуглефікації і температури піролізу (таблиця 2.19).

У процесі напівкоксування ТГК зазнають складних перетворень, що супроводжуються перерозподілом хімічних елементів органічної маси між твердими, рідкими і газоподібними продуктами. Характер цього перерозподілу залежить від природи і ступеня метаморфізму ТГК, що видно з таблиці 2.20.

Таким чином, найбільш "рухливими" елементами у вугіллі є водень і кисень, причому найбільша інтенсивність виділення цих елементів у сапропелітів, а у гумусового вугілля вона знижується із зростанням ступеня вуглефікації.

Таблиця 2.19 – Вихід продуктів напівкоксування (% на суху масу)

Вид ТГК	Напівкокс	Первинна смола	Пірогенетична вода	Первинний газ
Торф	33,6-50,9	7,7-23,1	14,2-26,8	15,9-31,8
Підмосковне буре вугілля	71,0-76,0	5,5-14,3	2,5-12,6	5,8-21,0
Олександрійське буре вугілля	55,4-61,8	10,6-15,8	7,4-9,2	18,3-21,1
Кизеловське кам'яне вугілля	73,0	16,7	2,5	7,8
Донецьке вугілля: марки Д	70,1-74,3	10,3-18,1	3,1-8,7	10,7-16,5
марки Г	75,8	10,3	3,6	10,3
марки К	84,8	5,8	1,7	7,7
марки ПС	91,1	2,4	0,5	6,0
Сапропеліт (балхашит)	10,3	65,9	8,4	15,4
Ліптобіоліт (піропісит)	13,2	68,3	3,8	14,7
Горючий сланець прибалтійський	52,6-86,4	8,2-34,1	1,8-9,9	2,7-6,1
Горючий сланець волзький	75,6-79,1	9,6-11,6	6,4-7,2	4,9-5,7
Горючий сланець прибалтійський	14,2*	59,0*	8,1*	18,7*

* на горючу масу

Таблиця 2.20 – Кількість елементів, що містяться в твердому залишку при 500°C (% до початкового вугілля)

Вид ТГК	С	Н	N	O
Сапропеліти	54-61	21-27	17-32	17-32
Буре вугілля	78-83	36-39	-	14-43
Молоде кам'яне вугілля	75-82	35-60	68-85	10-52

Напівкокс. Зольність напівкоксу вища за зольність початкового вугілля (або шихти), оскільки мінеральні компоненти при температурі напівкоксування практично не вилучаються.

Вихід летких речовин з напівкоксу залежить від їх виходу з вугілля, становлячи 23-25% від початкового.

Вміст вуглецю в напівкоксі завжди вищий, ніж у початковому вугіллі, причому, чим молодше вугілля, тим більше зростає вміст вуглецю в напівкоксі. Так, якщо у вугіллі вміст C^{daf} – від 68 до 85%, то в напівкоксі – від 84,4 до 91,8%. Вміст водню у вугіллі змінюється від 9,15 до 3,86%, а в напівкоксі – 4,38 – 2,65%, тобто на 5,3 і 1,7%. Вміст кисню в напівкоксі не перевищує 5%.

Таким чином, напівкокси завжди мають близький елементний склад і збагачені вуглецем, що підвищує їх якість як енергетичного палива, тому що теплота їх згорання (32-35 МДж/кг) значно вища, ніж у вихідного молодого вугілля і торфу. У залежності від спікливості вугілля напівкокс може бути спеченим або залишатися в шматках і зернах.

Напівкокс має підвищену пористість (40-45% проти 5-6% у вугілля) і відповідно малу насипну щільність (0,5-0,6 т/м³). Він має високу реакційну здатність до CO₂, добре горить, легко запалюється.

Елементарні структурні одиниці напівкоксу відрізняються від вихідного вугілля більшим ступенем конденсації, що дозволяє говорити про принципову схожість процесу термодеструкції і метаморфізму в природних умовах.

Газ напівкоксування (первинний газ) прийнято називати *прямим* до конденсації з нього пари і вловлювання газового бензину і *зворотним* після видалення компонентів первинної смоли і газового бензину. Склад зворотного первинного газу залежить від технологічних умов процесу, сировини і конструкцій печей (табл. 2.21).

З підвищенням температури напівкоксування склад первинних газів помітно змінюється (табл. 2.22).

Первинна смола являє собою складну суміш різних органічних речовин, що конденсуються з газу напівкоксування (прямого газу) при температурі 30-50°C. Як правило, вона залишається рідкою при кімнатній температурі, маючи різну в'язкість, однак деякі торфи і буре вугілля дають іноді густі первинні смоли через наявність в них значної кількості твердих парафінів. Густина смоли близька до одиниці (0,845-1,078), колір змінюється від жовто-бурого до темно-бурого.

Таблиця 2.21 – Приблизний склад первинних газів (об'ємні проценти) і теплота їх загорання

Компоненти газу	З сапропелітів	З торфів	З бурого вугілля	З кам'яного вугілля
CO ₂ +H ₂ S	23-24	50-55	10-20	1-7
CO	9-10	17-18	5-15	1-6
C _m H _n	5-6	3- 4	1-2	3-5
O ₂	-	-	0,1-3,0	0,1-0,8
H ₂	10-12	3- 4	10-30	10-20
CH ₄ і гомологи	40-41	10-12	10-25	55-70
N ₂	8-9	6-7	10-30	3-10
Q _h , МДж/м ³	22,2-23,0	9,6-10,0	14,6-18,8	27,2-33,4

Таблиця 2.22 – Склад первинних газів з довгополуменевого вугілля

Температура напівкоксування t, °C	CO ₂ +H ₂ S	CO	C _m H _n	CH ₄ і гомологи	C ₂ H ₆	H ₂	N ₂
420	15,4	8,4	9,6	33,6	21,2	10,4	5,6
500	6,2	6,2	4,6	40,3	14,4	24,8	5,7
550	5,0	5,2	2,2	41,4	6,8	34,3	6,2

У залежності від природи, ступеня вуглефікації і складу ТГК в первинній смолі виявлені:

- граничні вуглеводні – C_nH_{2n+2} , від пентану до $C=30-35$;
- неграничні вуглеводні жирного ряду – C_nH_{2n} (олефіни) і C_nH_{2n-2} (діолефіни);
- ароматичні вуглеводні (незначна кількість бензолу, толуол, ксилоли, а також мезитилен, стирол і ін.);
- конденсовані ароматичні сполуки (нафталін, тетралін, декалін, дифенілметан, метиловані гомологи нафталіну і антрацену);
- нафтени (циклогексан і ін.);
- феноли, головним чином вищі, і незначна кількість одноатомного фенолу;
- органічні основи – найпростіші гомологи піридину – піколіни, лутидіни, колідіни, а також хінолін і його гомологи, піридин;
- карбонові кислоти (оцтова, олеїнова), а також кетони і спирти – в невеликих кількостях;
- етер – в первинних смолах тільки з торфу і бурого вугілля, що містять віск.

Дослідження первинної смоли проводяться:

- для визначення вмісту в ній окремих класів і сполук при вивченні молекулярної структури і хімічної природи речовин, що входить до складу ТГК;
- для визначення вмісту продуктів, що мають практичну цінність як моторне паливо (бензин, газ), мастило і сировина для хімічної промисловості.

Середньотемпературне коксування (СТК). Здійснюючи його, одержують середньотемпературний кокс, смолу СТК, газовий бензол-бензин, газ СТК.

СТК застосовується в основному для переробки спікливого малометаморфзованого кам'яного вугілля (типу газового) і бурого вугілля (процес Рамлера і Білкенрота) з високим виходом летких речовин. Кокс за цим методом менш міцний, ніж високотемпературний, але він має високу реакційну здатність, придатний для газифікації, інших технічних потреб, і більш цінним паливом, ніж початкове вугілля.

Смола за своїм складом наближується до відповідних первинних смол, але відрізняється від них більш високою щільністю і підвищеним вмістом ароматичних сполук. У рідких погонах смоли СТК кам'яного вугілля міститься 35 – 45% фенолів, причому, на відміну від первинних смол, значну частину їх складають карболова кислота і крезолі. Нейтральні масла представлені сумішшю ароматичних і аліфатичних вуглеводнів.

Легкі вуглеводні, що конденсуються з газу, являють собою ароматизований бензин, який називають газовим бензолом-бензином. Використовується з легкими погонами смоли як моторне паливо. Основною особливістю цих продуктів є наявність в них значної кількості бензолу і його гомологів.

Зворотний газ СТК містить більше водню і менше метану, ніж газ напівкоксування, і має теплоту згоряння $Q_H=25$ МДж/м³.

Високотемпературне коксування (ВТК). При високотемпературному коксуванні кам'яного вугілля одержують наступні продукти:

- тверді – кокс різних сортів;
- рідкі – кам'яновугільна (коксова) смола і надсмольна вода;
- газоподібні – аміак, сірководень, суміш пароподібних бензолних вуглеводнів,

зворотний коксовий газ.

Основне значення в утворенні хімічних продуктів ВТК в сучасних коксових печах має склад шихти, температура і період коксування, а також розмір (об'єм) підсклепінного простору камери, який визначає тривалість перебування в ньому газу. У підсклепінному просторі продукти зазнають подальшої ароматизації і утворюються компоненти високотемпературної смоли, "сирого бензолу" і газу. При ВТК відбувається перерозподіл хімічних елементів між продуктами коксування (табл. 2.23), причому основна кількість вуглецю знаходиться в твердому залишку (коксі), водень переходить в коксовий газ, а кисень – у пірогенетичну воду і газ.

Високотемпературною кам'яновугільною смолою прийнято називати складну суміш великого числа рідких органічних продуктів коксування, що конденсуються з газу при охолодженні до 20-40°C (таблиця 2.24). Вихід смоли в залежності від складу шихти і режиму коксування змінюється від 1,5 до 6,0%. Практично на коксохімзаводах він становить 3,0-3,5% від сухої шихти. Густина смоли становить звичайно 1,17-1,19 і підвищується із зростанням температури.

«Сирий бензол» являє собою суміш пароподібних органічних сполук, що утворюються при ВТК і не конденсуються з газу зі смолою. У виробничих умовах їх витягують з газу сорбцією спеціальними кам'яновугільними або нафтовими маслами, а іноді активованим вугіллям або шляхом виморожування. По суті "сирий бензол" є легкою частиною легкої фракції коксової смоли, його компоненти увійшли б у неї при більш глибокому охолодженні.

Головними компонентами "сирого бензолу" є однадерні ароматичні сполуки – бензол (до 70%) і його метиловані гомологи: толуол (8-20%), ксилоли (2-5%) і ін.

Таблиця 2.23 – Розподіл елементів (% від змісту їх в шихті) при ВТК

Продукти коксування	С	Н	N	О
Кокс	84,2	6,6	13,8	5,9
Смола	3,8	11,8	6,4	0,9
"Сирий бензол"	1,4	1,8	-	-
Пірогенетична вода	-	12,5	-	59,2
Коксовий газ	10,6	66,3	72,0	34,0
Аміак	-	1,0	10,8	-

Таблиця 2.24 – Вихід фракцій кам'яновугільної смоли (%)

Найменування фракцій	Температурні границі, °С	Вихід фракції, %
Легке масло	До 170-180	0,5-1,0
Середня фракція	170-230	10,0-12,0
Важка фракція	230-270	5,0-8,0
1-а антраценова фракція	270-300	3,0-5,0
2-а антраценова фракція	300-360	16,0-20,0
Пек кам'яновугільний	Вище 360	54,0-65,0

Пірогенетична вода конденсується з газу разом з вологою, що випарувалася з вугілля, і в сумі з нею складає надсмольну воду. Вихід її змінюється від 1 до 3%. У надсмольну воду переходить значна кількість різних водорозчинних продуктів піролізу (аміак і його сполуки, феноли і піридинові основи).

Зворотний коксовий газ – газ, що залишається після видалення з прямого газу смоли, "сирого бензолу" і води. У газі, що отримується при ВТК, підвищений вміст водню, але знижена частка оксидів вуглецю і нижчих парафінів (табл. 2.25).

Таблиця 2.25 – Середній склад сухого зворотного газу

Коксохімічні заводи		CO ₂ +H ₂ S	CO	C _m H _n	O ₂	H ₂	CH ₄ і гомологи	N ₂	γ, кг/м ³	Q _H , МДж/м ³
України	А	2,0	7,6	2,3	1,0	61,2	21,7	4,2	0,472	19,1
	Б	2,1	6,4	0,4	0,2	50,5	25,0	15,0	0,543	15,5
Росії	А	2,7	8,1	2,4	0,4	54,4	25,9	4,9	0,501	19,1
	Б	3,8	4,8	3,8	0,7	60,2	23,1	3,6	0,454	17,6

18.1. Методи оцінки спікливості і коксівності вугілля

Сьогодні для оцінки спікливості вугілля використовують різні методи. Це пояснюється тим, що спікання – дуже складний процес і кожен метод характеризує лише окремі його особливості.

Спікливість вугілля залежить від властивостей пластичної маси, що утворюється, зокрема від її в'язкості і текучості. Для оцінки спікливості на основі цих властивостей застосовують пластометричні методи.

Важлива характеристика пластичної вугільної маси – її *здатність спучуватися*, тобто збільшуватися в об'ємі під дією летких продуктів, які виділяються при піролізі. Методи оцінки спікливості, основані на вимірюванні ступеня розширення або зміни об'єму вугільної наважки при нагріванні, називаються дилатометричними.

Як пластометричні, так і дилатометричні методи можна застосовувати для визначення температурного інтервалу пластичності або періоду перебування вугілля в пластичному стані.

Від властивостей пластичної вугільної маси, її здатності спучуватися залежать форма і об'єм нелеткого залишку, що отримують в результаті піролізу. Тому для оцінки спікливості вугілля за спученням застосовують також методи, основані на характеристиці зовнішнього вигляду нелеткого залишку.

Спікливість вугілля можна оцінити за здатністю запікати додані до вугілля інертні домішки, що не спікаються. В цьому випадку спікливість вугілля визначають за міцністю отримованого нелеткого твердого залишку.

Кам'яне вугілля може дуже сильно розрізнитися за спікливістю. Тому важко розробити якийсь один метод, який був би однаково придатний для всього вугілля. Залежно від того, слабко чи сильно спікається вугілля, застосовують методи оцінки спікливості з більшою або меншою чутливістю.

Спікливість вугілля залежить від умов, в яких воно нагрівається. Тому для порівняльної оцінки вугілля необхідно суворо дотримуватися однакових (стандартних) умов проведення випробувань. Повинні бути забезпечені встановлені в методиці ступінь подрібнення вугілля, швидкість його нагрівання, кінцева температура, навантаження на вугілля і інші вимоги, передбачені в тому або іншому методі.

На вітчизняні методи оцінки спікливості вугілля розроблені державні стандарти. Є також ряд міжнародних стандартів (МС ISO).

Для визначення спікливості вугілля використовують проби, відібрані за ДСТУ. Зольність проб повинна бути не вища 10%. При вищій зольності пробу збагачують.

Залежно від умов випробувань, методи визначення спікливості можна розділити на дві групи: 1) визначення спікливості при швидкому нагріванні; 2) визначення спікливості при повільному нагріванні.

Для характеристики вугілля з низькою спікливістю використовують методи випробування з швидким нагріванням. При високій швидкості нагрівання збільшується текучість пластичної маси вугілля і поліпшується його спікливість. Тому застосування методів з швидким нагріванням дозволяє чіткіше підрозділити слабоспікливе вугілля і виявити серед нього цінніше. При повільному нагріванні таке вугілля спікається погано, а іноді і зовсім не спікається і розрізнити його важко або просто неможливо.

Методи визначення спікливості при повільному нагріванні, які відносять до другої групи, придатні для оцінки вугілля з середньою і високою спікливістю. Ці методи іноді також відносять до непрямих методів оцінки коксівності, оскільки в промисловості коксування вугілля відбувається в умовах повільного нагрівання. Але при цьому необхідно пам'ятати, що спікливість характеризує тільки міцність з'єднання матеріалу вугільних зерен по поверхні. Вона не відображає багато інших характеристик якості коксу. Тому показники спікливості можуть давати лише приблизну оцінку придатності вугілля для коксування.

Точнішу характеристику коксівності дають прямі методи коксування вугілля в лабораторних, напівпромислових або промислових умовах. При цьому отримують ґрунтовий кокс і визначають його різні властивості: механічну міцність, реакційну здатність, розмір шматків. Коксівність вугілля оцінюють головним чином за показниками міцності отриманого коксу.

Коксівність вугілля можна прогнозувати також розрахунковими методами на основі оцінки властивостей початкового вугілля або на основі моделювання тих умов, які складаються при коксуванні.

18.2. Визначення пластометричних показників за методом Л. М. Сапожнікова

Метод визначення пластометричних показників широко застосовується в нашій країні. Його використовують для класифікації і оцінки якості вугілля, яке направляється на коксування. Методика визначення пластометричних показників встановлена ГОСТ 1186–69.

Випробування проводять в пластометричному апараті (рис. 2.9), основними складовими частинами якого є: пластометричний стакан із сталі з дірчастим дном, що виймається; пластометр, що складається із сталеві голки, пересувної шкали і покажчика (рис. 2.10); штемпель з отворами для видалення легких продуктів; важелі і вантажі для створення тиску на наважку вугілля; карборундові нагрівачі, поміщені в корпус з вогнетривкої цегли; барабан, що обертається, з годинниковим механізмом. Прилад розміщується на металевій плиті з настановними гвинтами.

Умови проведення випробувань в пластометричному апараті схожі з умовами коксування вугілля в промисловості. Вугілля знаходиться під навантаженням і нагрівається з одного боку від дна стакана. При цьому на різних відстанях від поверхні нагрі-

вання в процесі випробування вугілля перебуває на різних стадіях перетворення на кокс. Найближче до поверхні нагрівання знаходиться шар коксу і напівкоксу, потім шар пластичної вугільної маси (пластичний шар), а над пластичною масою – вугілля, яке ще не перейшло в пластичний стан. Ці шари розташовуються паралельно поверхні нагрівання. При підвищенні температури частина пластичної маси твердне, шар напівкоксу збільшується, а вугілля, що нагрівається, переходить в пластичний стан. Чим довше вугілля знаходиться в пластичному стані, тим товщим стає пластичний шар.

За допомогою пластометричного методу визначають товщину пластичного шару u , пластометричну усадку x і вид пластометричної кривої.

Метод дозволяє також характеризувати і вид отриманого твердого нелеткого залишку.

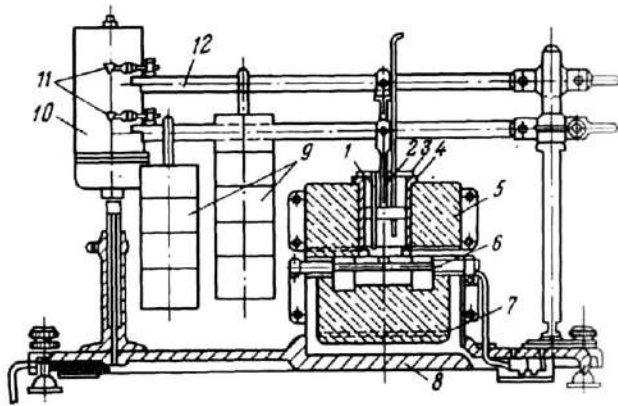


Рис. 2.9. – Пластометричний апарат

- 1 – трубка для термопари; 2 – штемпель; 3 – планка притискування; 4 – стакан; 5 – верхня цеглина; 6 – нагрівач; 7 – нижня цеглина; 8 – плита; 9 – вантаж; 10 – барабан з годинниковим механізмом; 11 – перо; 12 – важіль

Для проведення випробувань наважку вугілля 100 ± 1 г крупністю менше 1,6 мм поміщують в пластометричний стакан. Зверху на вугілля встановлюють штемпель з важелем, на який підвішений вантаж. Тиск на вугільну наважку складає 0,1 МПа. На кінці важеля є перо, яке автоматично записує на барабані, що обертається, криву зміни об'єму вугільної наважки під час досліджу.

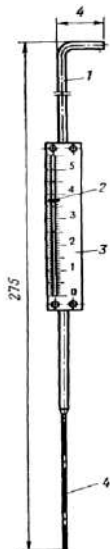


Рис. 2.10. – Пластометр

- 1 – стержень; 2 – покажчик;
3 – шкала; 4 – голка

Товщина пластичного шару – це максимальна відстань між поверхнями розділу «вугілля – пластична маса» і «пластична маса – напівкокс».

Пластометрична усадка є кінцевою зміною висоти вугільного завантаження при пластометричному випробуванні. Усадку визначають за різницею кінцевого і початкового рівня пластометричної кривої.

Пластометрична крива – графічне зображення зміни об'єму вугільного завантаження в процесі пластометричного випробування.

Для проведення випробувань наважку вугілля 100 ± 1 г крупністю менше 1,6 мм поміщують в пластометричний стакан. Зверху на вугілля встановлюють штемпель з важелем, на який підвішений вантаж. Тиск на вугільну наважку складає 0,1 МПа. На кінці важеля є перо, яке автоматично записує на барабані, що обертається, криву зміни об'єму вугільної наважки під час досліджу.

Нагрівання проводять так, щоб через 30 хв. після початку досліджу температура на дні стакана досягала 250°C . Потім до 730°C нагрівання ведуть із швидкістю 3°C за хвилину. Починаючи з 350°C , через певні проміжки часу вимірюють за допомогою пластометра верхній і нижній рівні пластичного шару. Верхній рівень пластичного шару відзначають за шкалою пластометра в той момент, коли голка пластометра торкнеться пластичної маси. Після цього проколюють пластичний шар і відзначають його нижній рівень, коли голка досягне шару напівкоксу. Частота вимірювань верхнього і нижнього рівнів пластичного шару залежить від виду пластометричної кривої,

яка записується на міліметровому папері барабана під час досліду.

Різні види кривих показані на рис. 2.11. При зигзагоподібній кривій верхній рівень пластичного шару вимірюють в точках найвищого підйому і найнижчого спаду. Нижній рівень пластичного шару вимірюють тільки в моменти максимального опускання кривої. Якщо зигзаги на кривій дуже часті, то вимірювання здійснюють не на кожному зигзагу, а приблизно через 8–10 хв. При горбоподібній кривій верхній рівень вимірюють один раз за 5–8 хв., а нижній рівень – один раз за 10 хв. При кривій, що плавно опускається, верхній і нижній рівні встановлюють приблизно через кожні 10 хв. При випробуванні слабкоспікливого вугілля вимірювання проводять через 15 хв, бо через високу в'язкість пластичної маси і невеликий її об'єм вона не встигає заповнювати отвір, що утворюється після проколу пластометром.

За наслідками вимірювань на міліметровому папері, знятому з барабана, будують графік для визначення чисельного значення товщини пластичного шару. На осі абсцис відкладають час в хвилинах, на осі ординат – результати вимірювань верхнього і нижнього рівнів пластичного шару в міліметрах. Точки кожного рівня сполучають плавними кривими і продовжують до перетину з віссю абсцис. Якщо крива верхнього рівня має зигзагоподібну форму, то проводять додатково середню лінію між точками по середині зигзагів. За товщину пластичного шару приймають максимальну відстань між кривими верхнього і нижнього рівнів пластичного шару. При зигзагоподібній кривій відлік здійснюють від додаткової лінії (рис. 2.11).

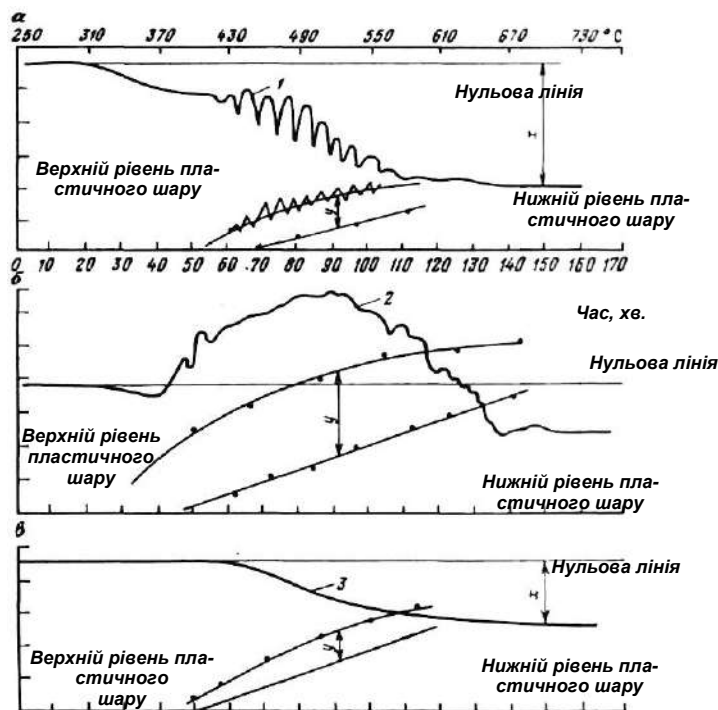


Рис. 2.11. – Типи пластометричних кривих і графіки пластометричних випробувань:

1 – зигзагоподібна крива; 2 – горбоподібна крива; 3 – пологопадаюча крива

Допустимі розбіжності при паралельних визначеннях не повинні перевищувати: 1 мм – при u до 20 мм; 2 мм – при u 20–30 мм і 3 мм – при u більше 30 мм.

Пластометричну усадку x визначають в міліметрах по кінцевому зниженню пластометричної кривої щодо початкового рівня кривої – нульової лінії (див. рис. 2.11). Якщо кінцева точка пластометричної кривої знаходиться вище за нульову лінію, то усадку називають негативною і позначають із знаком «мінус». Допустимі розбіжності за пластометричною усадкою при паралельних випробуваннях не повинні перевищувати 3 мм.

Характеристику твердого нелеткого залишку встановлюють за наступними показниками:

- тріщинуватість (слабкотріщинуватий, тріщинуватий, сильнотріщинуватий);
- пористість (малопористий або пористий, з дрібними або крупними порами);
- бахрома (низька, середня, висока);
- губка (маленька, середня, велика, з дрібними або крупними бульбашками, порожниста);
- блиск (матовий, напівматовий, напівблискучий, блискучий);
- колір (світло-сірий, сірий, темно-сірий, чорний);
- сплавленість (пухкий, спечений, сплавлений, проплавлений).

Бахромою називають той шар, що утворюється по краях твердого нелеткого залишку, – шар, який відділяється від основної маси. Губка – це сильно пористий верхній шар нелеткого залишку, який на вигляд нагадує застиглу піну. Наявність бахроми і губки – ознака хорошої спікливості вугілля.

При проведенні випробувань за ГОСТ 1186–69 нагрівання регулюють вручну за допомогою лабораторних автотрансформаторів або автоматично за допомогою пристроїв, зібраних із стандартних приладів (електронних потенціометрів, терморегуляторів). Вимірювання пластометром проводять вручну.

В даний час НДІАчорметом розроблений повністю автоматизований пластометричний апарат, який ще не стандартизовано. Температура в цьому апараті регулюється за допомогою системи з програмним пристроєм. Зміна об'єму вугільного завантаження сприймається датчиком і записується у вигляді пластометричної кривої. Рівні пластичного шару вимірюються автоматично з постійним зусиллям проколу 2 кг. Команда на прокол передається спеціальним логічним пристроєм.

Показник товщини пластичного шару у найбільш придатний для оцінки вугілля з середньою і помірно високою спікливістю. Вугілля з низькою спікливістю погано розрізняються цим методом. При випробуванні в пластометричному апараті такого вугілля утворюється дуже тонкий пластичний шар, а іноді просто злиплі грудочки. У таких випадках точні вимірювання проводити дуже важко або й зовсім неможливо. Тому товщину пластичного шару нижче 6 мм звичайно не вимірюють, а просто відзначають, що значення u менше 6 мм.

Методика визначення пластометричних показників кам'яного вугілля

Підготовка до випробування. Перевіряють наявність складових частин пластометричного апарата, а також деталей і матеріалів, необхідних для завантаження пластометричного стакана: притискна планка, металева спиця, азбестовий лист, азбестовий шнур, папір наждачний, папір фільтрувальний, папір цигарковий.

Ретельно очищають наждачним папером внутрішню поверхню стінок і дна ста-

кана, пази, заглиблення для трубки і зовнішню поверхню трубки для термопари, а також нижню і бічну поверхні штемпеля. Прочищають всередині трубку для термопари, отвір для виходу газів у дні стакана і штемпелі. Голку пластометра протирають тампоном, змоченим органічним розчинником.

Дно вставляють в стакан, щоб воно повністю увійшло в пази. Стінка нижньої частини стакана вистилається зсередини смужкою фільтрувального паперу заввишки 55 мм. З листа азбесту товщиною 0,5–1 мм вирізають два круги діаметром 59 мм і прорізують в кожному отвір для трубки термопари. Потім на один із них ставлять штемпель і через отвір в ньому відзначають місце, на яке буде встановлена паперова трубка для вимірювання. Цей круг кладуть на дно стакана так, щоб отвір для трубки термопари збігся із заглибленням у дні. В другому крузі роблять отвір для голки пластометра. Він має знаходитися під отвором у штемпелі.

Трубку для термопари встановлюють у заглиблення дна і закріплюють у вертикальному положенні притискною планкою. З цигаркового паперу скручують за допомогою спиці одношарову трубку діаметром близько 3 мм. Не знімаючи зі спиці, встановлюють трубку на тому місці, яке було позначено на азбестовому крузі на дні стакана. Спицю з паперовою трубкою притримують у вертикальному положенні під час завантаження стакана.

Наважку 100 ± 1 г вугілля крупністю менше 1,6 мм завантажують в стакан чотирма порціями (приблизно по 25 г). Після кожної порції розрівнюють поверхню вугілля гострим кінцем пластометра. Після завантаження вугілля знімають притискну планку, кладуть на вугілля азбестовий круг з отвором для голки пластометра, а виступаючий край фільтрувального паперу відгинають поверх азбестового круга. Якщо очікується, що випробовуване вугілля даватиме дуже рідку пластичну масу, то на верхній азбестовий круг кладуть біля стінок стакана кільце з азбестового шнура, а зверху додатковий азбестовий круг. Потім ставлять в стакан штемпель і знову закріплюють притискною планкою трубку для термопари.

Завантажений стакан зі штемпелем поміщають в отвір вогнетривкої цеглини пластометричного апарата, з'єднують штемпель с важелем, вішають вантаж. З паперової трубки обережно виймають спицю, злегка обертаючи її. Якщо при цьому паперова трубка прорветься або в неї потрапить вугілля, то завантаження стакана потрібно зробити наново.

На стакан ставлять металеву планку з отвором, який повинен знаходитися над паперовою трубкою, і визначають початкове положення пластометра. Для цього встановлюють рухому шкалу пластометра на планку з отвором, а голку пластометра опускають через його отвір в паперову трубку і щільно встановлюють на нижньому азбестовому крузі. Потім відзначають на шкалі пластометра поділку по верхній поверхні покажчика - «нульова поділка».

На барабані закріплюють смугу міліметрового паперу, яка по висоті і довжині відповідає розмірам барабана. Зверху по горизонталі наносять на цьому папері поділки через кожні 10 мм, які позначають час (0; 10; 20; 30 і т.д. до 160 хв.) від початку головного періоду випробувань, тобто від 250 °С. У трубку вставляють термопару так, щоб її спай торкався дна стакана.

Проведення випробування. Вмикають струм і нагрівають вугілля, як це описа-

но раніше. Коли температура досягне 250°C (через 30 хв. від початку досліду), перо з чорнилом, закріплене на кінці важеля, притискають до міліметрівки на барабані проти поділки «0». Ця точка є початком «нульової лінії». Далі нагрівання ведуть так, щоб через кожні 10 хв. температура піднімалася на 30 °С. Відмічають час і температуру в протоколі випробування.

При температурі на дні стакана 350°C починається вимірювання товщини пластичного шару. Для вимірювання верхнього рівня пластичного шару голку пластометра обережно опускають в паперову трубку через отвір в планці, а шкалу пластометра встановлюють на планці. Коли кінець голки торкнеться пластичного шару, голку притримують рукою так, щоб вона не вдавлювалася в пластичну масу.

Для вимірювання нижнього рівня пластичного шару проколюють пластичну масу голкою пластометра, поки вона не досягне твердого шару напівкоксу. Проколювання пластичного шару і виймання голки після проколу проводять обережно і поволі, щоб не витягувати пластичну масу і не порушувати видалення летких продуктів.

Під час досліду періодично слід продувати нагрівачі повітрям (за допомогою повітродувки), щоб видалити леткі продукти, які виділяються через отвори в дні стакана і горять над нагрівачами. Випробування закінчується, коли температура досягне 730 °С. При цьому перо відводять від барабана і припиняють обігрівання.

За записами в протоколі перевіряють, як піднімалася температура при проведенні досліду. Якщо було відхилення від графіка підйому температури більш ніж на 5°C у інтервалі 350–610°C або на 10°C у решту часу досліду, то результати досліду непридатні і випробування слід повторити. Результати також не можна використовувати і в тому випадку, якщо пластична маса витекла поверх штемпеля або піднялася в трубці для вимірювання.

Таблиця 2.26 – Форма протоколу визначення пластометричних показників

Лабораторний номер проби		Проба				Дата відбору проби			
		Басейн Шахта Пласт							
Час, хв.	0	10	20	30	40	50	...	180	
Температура, °С									
Час, хв.	Рівень пластичного шару, мм								
	верхній				нижній				

Результати пластометричних випробувань:
товщина пластичного шару у _____ мм
усадка x _____ мм

Після закінчення досліду знімають міліметрівку з барабана і будують на ній графіки верхнього і нижнього рівнів пластичного шару за тими даними, які записані в протоколі. Спосіб їх побудови описаний раніше.

Визначають найбільшу відстань (мм) по вертикалі між отриманими кривими. Ця відстань дорівнює товщині пластичного шару u , яку зазвичай знаходять на графіку

для інтервалу температур 520–640°C.

Проводять з нульової точки пластометричної кривої горизонтально нульову лінію. Визначають відстань (мм) по вертикалі від нульової лінії до кінцевої точки пластометричної кривої. Ця відстань дорівнює пластометричній усадці x . Якщо кінцева точка розташована вище за нульову лінію, то величину x записують із знаком мінус (наприклад, $x = -5$ мм).

Результати випробувань записують в протокол (табл. 2.26).

18.3. Визначення показника спікливості за методом Рога

Індекс Рога – це показник спікливості вугілля, який визначають за міцністю нелеткого залишку, отриманого при швидкому нагріванні суміші вугілля з пісною добавкою. Цей показник характеризує спікливість вугілля. Його використовують як параметр спікливості в Міжнародній класифікації, а також в класифікаціях вугілля за ДСТ 25543-88 «Вугілля буре, кам'яне і антрацити. Класифікація за генетичними і технологічними параметрами» та ДСТУ 3472 – 96.

Для проведення випробувань вугілля подрібнюють до крупності менше 0,2 мм, не допускаючи надлишкового подрібнення: маса частинок розміром від 0,1 до 0,2 мм в пробі повинна складати не менше 40%.

Щоб уникнути окиснення вугілля і зниження його спікливості, пробу подрібнюють в день випробування. Пісною добавкою служить еталонний антрацит із встановленими показниками: виходом летких речовин V^{daf} від 5 до 6,5%, зольністю A^d менше 4%, вмістом вітриніту більше 85% і показником відбиття вітриніту від 2,60 до 3,00%. Для випробування беруть фракцію антрациту з частинками розміром від 0,315 до 0,400 мм.

Фарфоровий або кварцовий тигель прожарюють в муфелі при температурі 900 °C протягом 30 хв. і охолоджують до кімнатної температури. У цей тигель поміщають наважку вугілля масою 1 г і наважку антрациту масою 5 г. Зважування проводять з точністю до 0,01 г. Вміст тигля ретельно перемішують 2 хв. дротяною мішалкою з петлею на кінці. Потім поверхню суміші розрівнюють, кладуть на неї азбестовий круг і металевий вантаж і поміщають тигель на 30 с під прес. Після цього тигель виймають, закривають кришкою поверх вантажу і вносять на підставці в муфельну піч, заздалегідь нагріту до 850 ± 10 °C. Після закриття печі температура спочатку знижується, а потім знов повинна підвищитися не більш ніж через 5 хв. Через 15 хв. після внесення тигля в піч його виймають і охолоджують до кімнатної температури.

Після охолодження тигель з нелетким залишком зважують, а потім обережно переносять цей залишок на сито з круглими отворами діаметром 1 мм. Крупні шматочки переносять назад в тигель, а інші просівають. Надрешітний продукт переносять в той же тигель і зважують. Після цього вміст тигля поміщають в сталевий барабан з двома ребрами, привареними до внутрішньої бічної стінки. Два таких барабани закріплені на горизонтальному валу, який приводиться в обертання двигуном. Частота обертання барабана повинна складати (50 ± 2) хв⁻¹. Одна обробка проби в барабані триває 5 хв. Після зупинки барабана його вміст просівають на ситі, надрешітний продукт переносять в тигель і зважують. Потім обробку в барабані проводять ще 2 рази (всього

3 рази).

Показник спіклівості (індекс Рога RI) обчислюють за формулою

$$RI = [100/3(m_1 - m)] [(m_2 + m_5)/2 + m_3 + m_4 - 3m],$$

де m – маса тигля, г; m_1 – маса тигля з нелетким залишком, отриманим при випробуванні, г; m_2 – маса тигля з надрешітним продуктом до випробування в барабані, г; m_3 , m_4 , m_5 – маси тигля з надрешітними продуктами відповідно після першого, другого і третього випробувань в барабані.

Показник спіклівості RI (індекс Рога) – величина безрозмірна. Його обчислюють як середнє арифметичне результатів двох визначень і округляють до цілого числа. Значення індексу Рога можуть складати від 0 до 80–85 од. Розбіжності між двома паралельними визначеннями в одній лабораторії не повинні перевищувати: 3 од. при RI до 20; 5 од. при RI більше 20. При випробуваннях в різних лабораторіях розбіжності не повинні перевищувати: 5 од. при RI до 20 і 7 од. при RI більше 20.

Індекс Рога застосовують для характеристики вугілля з невисокою спіклівістю. За допомогою цього показника можна поділяти вугілля з товщиною пластичного шару нижче 6 мм. Якщо спіклівість вугілля дуже низька, то випробування можна проводити з сумішшю 2 г вугілля і 4 г антрациту.

Вугілля з високою спіклівістю мало розрізняється за індексом Рога або навіть зовсім не розрізняється. Наприклад, вугілля з товщиною пластичного шару близько 20 і більше 30 мм може мати однаковий показник RI – близько 80.

Методика визначення індексу Рога регламентована ГОСТ 9318–79, ISO 335–1974.

18.4. Метод визначення показника вільного спучування (індекс вільного спучування)

Індекс вільного спучування – показник спіклівості вугілля, який визначають за типом нелеткого залишку, отриманого при швидкому нагріванні вугілля в тиглі встановлених розмірів, шляхом порівняння контура залишку з контурами стандартних зразків.

Цей показник – один з параметрів спіклівості, прийнятий в Міжнародній класифікації кам'яного вугілля.

Для проведення випробувань вугілля подрібнюють до крупності менше 0,2 мм. Дослід проводять в тиглі з кварцового скла об'ємом 16–17,5 см³ з кришкою. Для нагрівання можна використовувати установку з газовим обігрівом або електропід. Наважку вугілля масою 1,00–1,01 г поміщають в тигель і вирівнюють поверхню легким 10–12-кратним постукуванням дна тигля об тверду поверхню. Потім закривають тигель кришкою і вносять в полум'я газового пальника або електропечі, заздалегідь нагрітої до 850 °С. Через 90 с температура в тиглі повинна досягти 800±10°С, а через 150 с 820±5°С. Якщо через 150 с від початку нагрівання все ще спостерігається горіння летких речовин над тиглем, то нагрівання продовжують, поки полум'я не зникне. Після цього тигель виймають і охолоджують. Нелеткий залишок порівнюють зі шкалою стандартних профілів (рис. 2.12). Номер профілю шкали, якому відповідає профіль нелеткого зали-

шку, ϵ індексом вільного спучування SI .

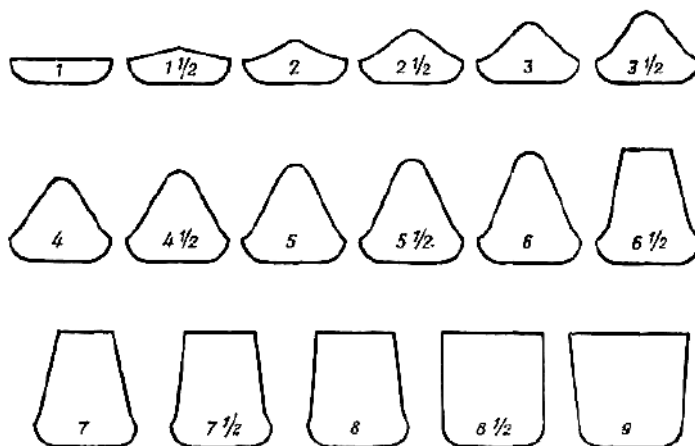


Рис. 2.12. – Шкала стандартних профілів нелеткого залишку

Всього у шкалі ϵ 17 профілів; їх номери починаються з 1 і розрізняються між собою на $\frac{1}{2}$. Останній номер профілю – 9. Якщо при випробуванні отримують нелеткий залишок, що відповідає профілю номер 1, то його кладуть на гладку поверхню і поміщають на нього вантаж масою 500 г. Якщо при цьому залишок руйнується повністю або розпадається більш ніж на 4 частини, то його номер буде $\frac{1}{2}$. Якщо залишок не руйнується або розпадається не більш ніж на 2–3 шматки, то номер буде 1. У тому випадку, коли утворюється порошкоподібний нелеткий залишок, індекс спучування вважають рівним 0.

Індекс вільного спучування визначають як середнє арифметичне результатів п'яти паралельних визначень. Розбіжності між ними при випробуваннях в одній лабораторії не повинні перевищувати 1 од. Розбіжності між результатами випробувань однієї і тієї ж проби в різних лабораторіях не повинні перевищувати $\frac{1}{2}$ од.

Індекс вільного спучування дозволяє розрізнити за спікливістю вугілля, яке важко або неможливо розділити за товщиною пластичного шару. Наприклад, вугілля з u нижче 6 мм може мати значення SI від 0 до $1\frac{1}{2}$, а вугілля з $u=6\div 7$ мм може мати значення SI до 4.

Методика визначення індексу вільного спучування встановлена ГОСТ 20330–80, і MC ISO 501–74.

18.5 Визначення типу коксу за Грей-Кінгом

Тип коксу за Грей-Кінгом — це показник, який визначають при повільному нагріванні вугілля або суміші вугілля з пісною добавкою, порівнюючи отриманий нелеткий залишок зі шкалою зразків.

Показник типу коксу за Грей-Кінгом – один з параметрів коксівності, прийнятий в Міжнародній класифікації кам'яного вугілля.

Установка для визначення типу коксу за Грей-Кінгом (рис. 2.13) складається з таких основних частин: реторти з кварцу або тугоплавкого скла, що включає запаяну з одного кінця трубку з відвідним патрубком поблизу відкритого кінця; приймача для

рідких продуктів піролізу; електричної трубчастої печі.

Реторту встановлюють горизонтально і поміщають в неї наважку вугілля масою $20 \pm 0,1$ г. Вугілля розподіляють рівним шаром по довжині 15 см, закривають реторту пробкою і під'єднують до відповідної трубки приймач для рідких продуктів. Потім реторту поміщають в піч, заздалегідь нагріту до 325°C . При цьому температура знижується, і її необхідно знов підняти до 325°C за 3–7 хв. Далі нагрівання ведуть із швидкістю $5^\circ\text{C}/\text{хв}$ до 600°C і витримують цю температуру 15 хв.

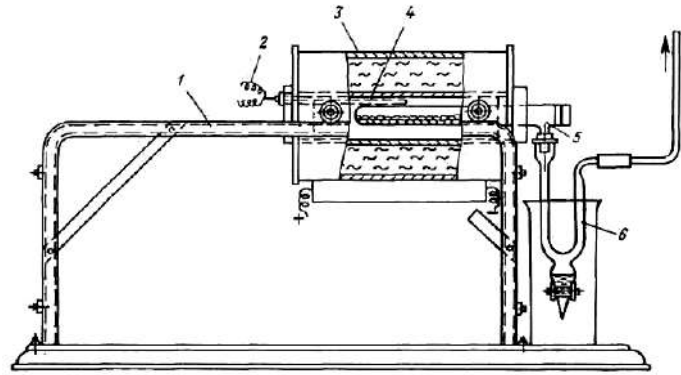


Рис. 2.13. – Установка для визначення типу коксу за Грей-Кінгом:

*1 – рельси; 2 – термопара; 3 – електропіч; 4 – реторта;
5 – тубус; 6 – приймач*

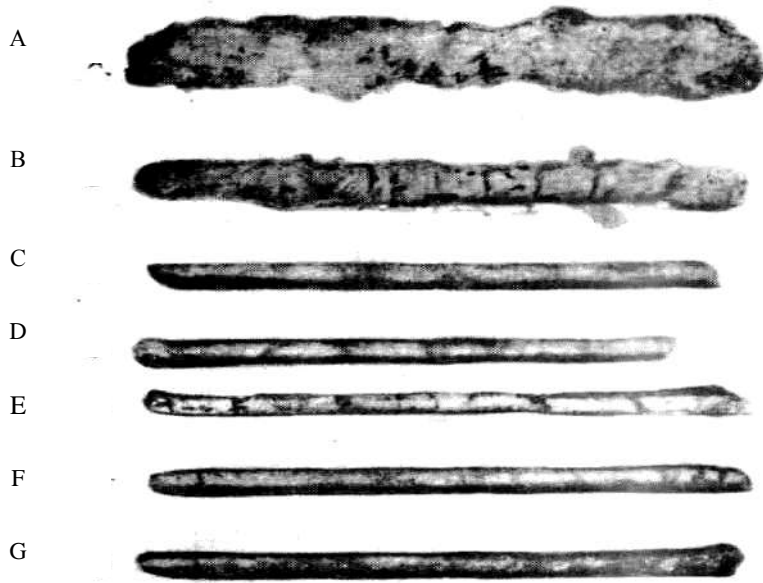


Рис. 2.14. – Еталонна шкала типів коксу

Отриманий нелеткий залишок порівнюють з еталонними зразками, враховуючи зовнішній вигляд і механічну міцність (рис. 2.14). Загальна характеристика коксу дається в додатку до еталонної шкали зразків.

Тип коксу позначають латинськими буквами від *A* до *G*. Буквами *A*, *B*, *C* і *G* позначені кокси, які мають такий же об'єм, що і початкове вугілля. Але при цьому кокс *A* – порошкоподібний; *B* – слабо зв'язаний, частково у вигляді порошку, який легко розсипається; *C* – спікся, але легко ламається; *G* – твердий, такий, що добре спікся. Буквами *D*, *E*, *F* позначені типи коксу меншого об'єму, ніж початкове вугілля. При цьому кокс *D* – помірно твердий і крихкий; *E* – з великим числом тріщин; *F* – твердий і міц-

ний.

Якщо при випробуванні отримують спучений кокс, який не відповідає за характеристикою зразкам від *A* до *G*, то випробування повторюють з пісною добавкою. Для цієї мети застосовують електродний кокс або інші добавки, наприклад, антрацит, який використовують при визначенні індексу Рога. Для проведення досліду зважують ціле число грамів добавки *x* і додають 20 г вугілля. Суміш ретельно перемішують 10 хв, поміщають в реторту і нагрівають. Визначення повторюють, змінюючи масу добавки доти, доки не отримають кокс типу *G*. Тип коксу випробовуваного вугілля позначають буквою *G* з цифрою, яка дорівнює масі (г) добавки.

При випробуваннях за методом Грей-Кінга за остаточний результат приймають той тип коксу, який підтверджується двома паралельними визначеннями. Розбіжності між результатами визначень однієї проби не допускаються.

Визначення типу коксу за методом Грей-Кінга є трудомістким у тому випадку, коли доводиться проводити випробування з пісними добавками.

Методика визначення типу коксу за Грей-Кінгом встановлена ГОСТ 16126–80, і МС ISO 502–1974.

18.6. Визначення дилатометричних показників за методом Одібера–Арну

Дилатометричні показники за методом Одібера–Арну характеризують термопластичні властивості вугілля і визначаються за зміною висоти стрижня зі спресованого вугілля на різних стадіях повільного нагрівання.

Метод Одібера–Арну застосовують для визначення одного з параметрів коксівності, прийнятого в Міжнародній класифікації кам'яного вугілля.

При випробуваннях в дилатометрі встановлюють:

дилатометричну криву – графічне зображення зміни довжини вугільного стрижня при нагріванні;

максимальне стиснення (контракцію *a*), тобто максимальне зменшення довжини вугільного стрижня при нагріванні;

максимальне розширення (дилатацію *b*), тобто максимальне збільшення довжини вугільного стрижня (в порівнянні з початковою довжиною) при подальшому нагріванні після стиснення.

Крім того, визначають температуру початку пластичного стану *t_i*, максимального стиснення (контракції) *t_{ii}*, максимального розширення (дилатації) *t_{iii}* і зону пластичного стану від *t_i* до *t_{iii}*.

Для проведення випробування вугілля подрібнюють до крупності менше 0,2 мм. Наважку вугілля масою 10 г змішують з 1 см³ дистильованої води і виготовляють вугільний стрижень шляхом трамбування в спеціальній формі. Довжина стрижня повинна складати 60±0,5 мм.

Для випробувань застосовують дилатометр, який складається із сталевих трубок з поршнями і електричної печі (рис. 2.15). В центрі печі знаходиться металевий блок з отворами для трубок.

Вугільний стрижень вводять в дилатометричну трубку і поміщають разом з поршнем в отвір блоку печі, нагрітої до 330°C. При цьому температура знижується, і її

слід знову довести до 330°C не більш, ніж за 7–10 хв. Далі нагрівання ведуть із швидкістю 3°C/хв. до 550°C. Зміну висоти вугільного стрижня при нагріванні можна записувати автоматично (на барабані з годинниковим механізмом) або вручну через кожні 3 хв. Випробування закінчують, якщо поршень протягом 5 хв не піднімається і не опускається.

Максимальне стиснення (контракцію a) і максимальне розширення (дилатацію b) вугільного стрижня обчислюють у відсотках від початкової довжини стрижня за формулами:

$$a = [(L-l)/L] 100; \quad b = [(L-D)/L] 100,$$

де L – початкова довжина вугільного стрижня, мм; l і b – мінімальна і максимальна довжина вугільного стрижня, мм.

Остаточний результат обчислюють як середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень.

Розбіжності для показника b не повинні перевищувати 7(1 + 6/100) в одній лабораторії і 10(1+6/100) в різних лабораторіях.

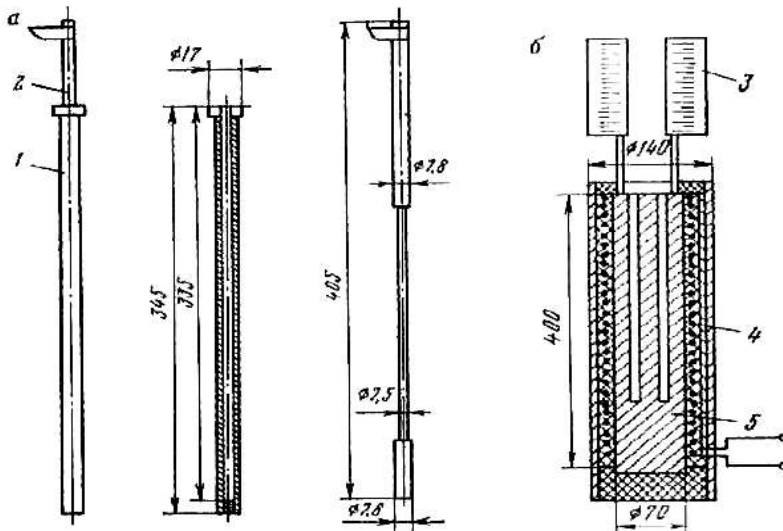


Рис. 2.15. – Дилатометр Одібера–Арну:

a – деталі апарату; b – електропіч; 1 – трубка; 2 – поршень; 3 – шкала;
4 – електроспіраль; 5 – блок

За результатами випробування будують дилатометричну криву. По горизонтальній осі (нульовій лінії) відкладають температуру (°C), а по вертикальній осі – зміну довжини (%) вугільного стрижня.

Можуть бути отримані криві чотирьох типів. Якщо після випробування довжина вугільного стрижня стає більшою від його початкової довжини, то розширення позитивне (рис. 2.16, a), а якщо меншою – то негативне (рис. 2.16, b).

Якщо довжина вугільного стрижня після випробування рівна початковій довжині, то розширення нульове (рис. 2.16, $в$).

Якщо при нагріванні після стиснення довжина стрижня не збільшується, то в результатах випробування записують «тільки стиснення» (рис. 2.16, $г$).

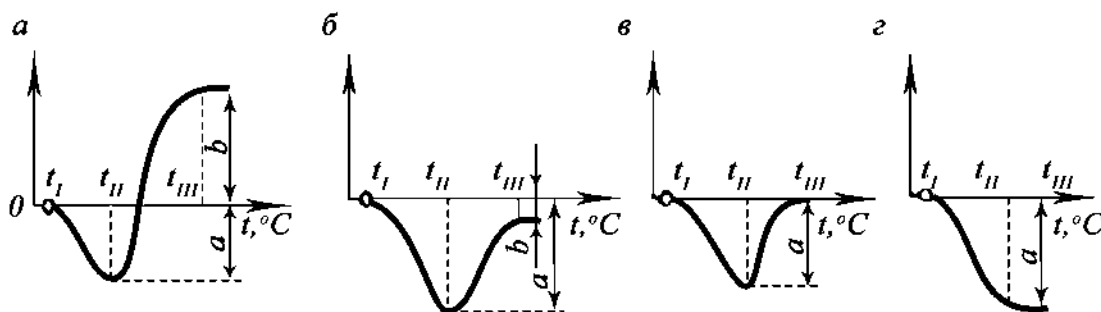


Рис. 2.16. – Види дилатометричних кривих

Методом Одібера–Арну важко підрозділяти вугілля з невисокою спікливістю. У вугілля з товщиною пластичного шару 10–11 мм зазвичай відбувається тільки стиснення. Цей метод придатніший для вугілля з доброю спікливістю.

Методика визначення дилатометричних показників за методом Одібера–Арну встановлена ГОСТ 13324–78, і МС ISO 349–75.

18.7. Прискорений метод визначення дилатометричних показників в приладі ІГК–ДМетІ⁴

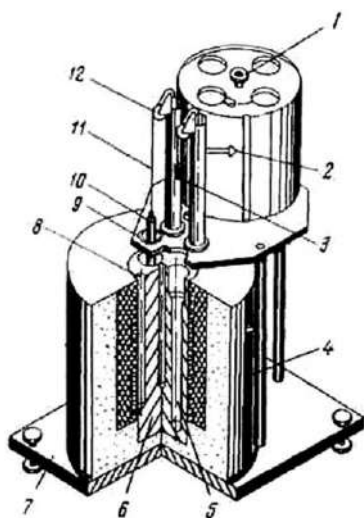


Рис. 2.17. - Дилатометр ІГК–ДМетІ:
 1 – барабан; 2 – перо; 3 – вага; 4 – піч;
 5 – трубка з брикетом; 6 – нагрівальний блок; 7 – плита; 8 – отвір для термопари;
 9 – утримувач трубки; 10 – штемпель;
 11 – нитка; 12 – блок

Дилатометр (рис. 2.17) складається з електропечі з нагрівальним блоком, сталевих трубок, барабана з годинниковим механізмом і системи запису результатів випробувань.

Випробування проводять при швидкому нагріванні вугілля, яке попередньо спресоване в брикет. Визначають показники: індекс спучування I_v – збільшення висоти (мм) вугільного брикету при нагріванні; період нагрівання P_n – час (с) від початку нагрівання брикету до початку його спучування; період спучування P_v – час (с) від початку до закінчення спучування.

При нагріванні спікливе вугілля переходить в пластичний стан і спучується, об'єм його збільшується. Тому штемпель піднімається, і на міліметровому папері барабана автоматично записується крива динаміки спучування. Випробування закінчують, коли після зниження кривої викреслюється горизонтальна лінія.

⁴ ІГК – інститут горючих копалин (ИГИ – институт горючих ископаемых, Росія); ДМетІ – Дніпропетровський металургійний інститут

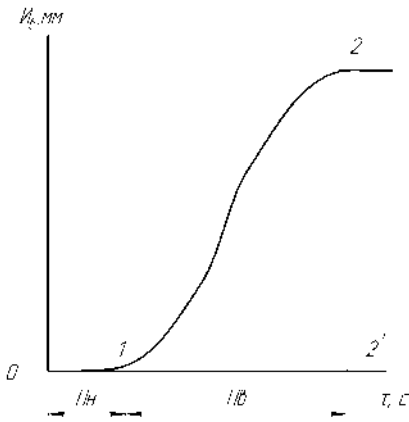


Рис. 2.18. – Дилатометрична крива

Після закінчення дослідів міліметровку знімають з барабана, повертають на 180° і наносять осі координат. За віссю абсцис відкладають час (с), за віссю ординат – індекс спучування (мм) (рис. 2.18).

Потім на кривій знаходять точку початку спучування 1 (перехід горизонтальної ділянки в похилу) і точку кінця спучування 2 (перехід похилої ділянки в кінцеву горизонтальну).

Відстань за віссю абсцис від 0 до 1 дорівнює періоду нагрівання P_n , с. Відстань від точки 1 до проекції точки 2 на вісь абсцис (точка 2') дорівнює періоду спучування P_v , с.

Відстань за віссю ординат від 0 до найвищої точки кривої рівна індексу спучування I_v , мм.

Показники I_v , P_n і P_v обчислюють як середнє арифметичне двох паралельних визначень. Розбіжності між результатами двох паралельних визначень не повинні перевищувати: 4 мм при значенні I_v до 50 мм; 8 мм при I_v від 50 до 80 мм; 12 мм при I_v більше 80 мм. За показниками P_n і P_v розбіжності не повинні перевищувати 15% по відношенню до середнього арифметичного двох паралельних визначень.

Якщо при випробуванні вугілля з високою спікливою пластична маса витікає зверху з трубки, то значення показників I_v і P_v записують із знаком «більше» (наприклад, $I_v > 120$ мм; $P_v > 400$ с).

Методика визначення дилатометричних показників в приладі ІГК-ДМетІ стандартизована (ГОСТ 14056–77). Метод дозволяє оцінювати вугілля з низькою спікливою, для якого товщина пластичного шару нижча 6 мм. Воно при випробуванні в дилатометрі за методом Одібера–Арну дає тільки стиснення.

Завдяки тому, що при випробуванні за методом ІГК-ДМетІ вугілля попередньо пресують, а потім нагрівають з досить високою швидкістю, його спікливість помітно збільшується, що визначають за спучуванням.

Якщо спучування не відбувається, то вугілля зовсім не спікається.

18.8. Прискорений метод визначення спікливості

Прискорений метод визначення спікливості за ГОСТ 2013–75 характеризує текучість пластичної вугільної маси. Показник спікливості Sp визначають в приладі, показаному на рис. 2.19. Суміш вугілля (1,8 г крупністю менше 0,2 мм) і кварцового піску (8,5 г) поміщають в сталеву трубку і нагрівають в електричній печі при температурі 500–505 °С. Зверху на суміш поміщають штампель, сполучений з важелем із стрілкою на кінці. Коли вугілля переходить в пластичний стан, об'єм вуглепіщеної суміші зменшується, оскільки пластична маса заповнює проміжки між зернами піску. При цьому штампель опускається, і стрілка на кінці важеля пересувається за шкалою.

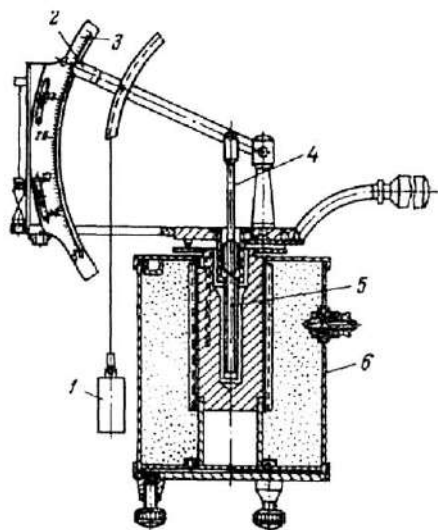


Рис. 2.19. – Прилад для прискороного визначення спікливості

1 – вага; 2 – важіль; 3 – шкала; 4 – штампель; 5 – трубка з вуглепіданою сумішшю; 6 – піч

продуктів визначають вихід твердого залишку і парогазових летких продуктів термічної деструкції вугілля.

Дослід проводять на установці, яка складається з центрифуги з трубчастою електропіччю і завантажувального патрона. У патрон вставляють приймач з тугоплавкого скла, на нього ставлять вкладиш з сіткою, а на сітку поміщають випробовуване вугілля (6 г). Патрон вставляють в трубчасту піч установки і плавно збільшують частоту обертання центрифуги до 1500 хв⁻¹. Нагрівають піч так, щоб температура вугілля через 5 хв. була 300°C. Потім нагрівання ведуть із швидкістю 65–75°C/хв. до 600°C.

Вихід (%) рідиннорухливих продуктів X і твердого залишку X₁ обчислюють за формулою:

$$X(X_1) = 100m_1/m_2,$$

де m₁ – маса рідиннорухливого продукту або твердого залишку, г;

m₂ – маса початкової наважки вугілля, г.

Вихід (%) парогазових продуктів X_г обчислюють так:

$$X_2 = 100 - (X + X_1).$$

Методика визначення виходу рідиннорухливих продуктів з пластичної маси вугілля встановлена ГОСТ 17621–72.

18.10. Визначення показників текучості в пластометрі Гізелера

Ущільнене вугілля нагрівають в металевому тиглі циліндрової форми з мішалкою. Мішалка є металевим стрижнем з чотирма лопатями, розташованими перпендикулярно до стрижня.

Піч перед дослідом нагрівається до 300 °С, потім нагрівання здійснюється із

Показник *Сп* визначають за різницею кінцевого і початкового положень важеля і виражають в безрозмірних одиницях.

Прискорений метод визначення спікливості придатний для оцінки вугілля невисоких стадій метаморфізму вітрилітового складу, які утворюють текучу пластичну масу.

18.9. Визначення виходу рідиннорухливих продуктів з пластичної маси вугілля

Рідиннорухливі продукти – це найбільш важкі в'язкі фракції пластичної вугільної маси. Спікливість вугілля залежить від виходу і властивостей цих продуктів. Одночасно з виходом рідиннорухливих продуктів визначають вихід твердого залишку і парогазових летких продуктів

швидкістю 3 °С/хв. до 550 °С. Мішалка приводиться в рух мотором з постійним зусиллям. При випробуванні реєструють частоту обертання мішалки і температуру.

В результаті випробування визначають максимальну текучість (максимальну швидкість руху мішалки в діленнях лічильника за хвилину), а також температуру розм'якшення вугілля, температури максимальної текучості і твердіння.

18.11. Визначення коксівності методом лабораторного коксування

Один з прямих методів оцінки коксівності – коксування вугілля в лабораторній печі (рис. 2.20) з подальшим визначенням фізико-механічних характеристик коксу.

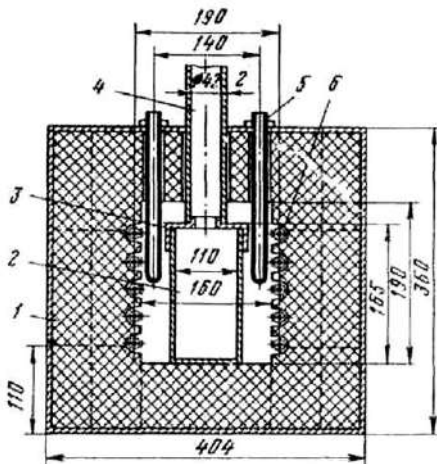


Рис. 2.20. – Піч для лабораторного коксування

1 – камера печі; 2 – ящик з вугіллям; 3 – кришка ящика; 4 – труба для відведення летких продуктів; 5 – чохол для термопар; 6 – нагрівальні елементи

го вугілля або шихти є показником V_k – виходом валового коксу.

Для оцінки крупності коксу його скидають в спеціальному апараті з висоти 1,8 м на металеву плиту, а потім розсіюють на ситах з квадратними отворами розміром 60x60, 40x40, 25x25 і 10x10 мм. Вихід (%) класів більше 40 мм є показником крупності коксу Σ_{40} .

Показники міцності грудкового коксу визначають після обробки класів більше 25 мм в спеціальному барабані, який обертають 6 хв. (300 обертів). Визначають показники: P_{25} – вихід (%) класу більше 25 мм; P_{10} – вихід (%) класу менше 10 мм.

Показники міцності тіла коксу P_c визначають в апараті, який складається з металевої хрестовини, що обертається, з порожнистими металевими циліндрами всередині. У циліндри поміщають по 50 см³ коксу фракції 3–6 мм і сталеві кулі. Після 1000 обертів хрестовини виймають кокс і розсіюють його на ситі з круглими отворами діаметром 1 мм. Вихід (%) фракції більше 1 мм є показником P_c .

Методика визначення коксівності вугілля коксуванням в лабораторній печі встановлена ГОСТ 9521–74.

Пробу повітряно-сухого вугілля масою 2 кг крупністю 0–3 мм завантажують в залізний ящик і поміщають в піч, нагріту до 1000°С. Нагрівання проводиться від бічних стінок печі. Після завантаження температура знижується до 650°С. Подальше нагрівання ведуть із швидкістю 2°С/хв. Дослід закінчують, коли температура біля стінок камери печі складає 1050°С, а в центрі завантаження 950°С. Ящик з коксом поміщають в апарат для гасіння водою. Потім кокс зважують і визначають показники, що характеризують коксівність.

Маса отриманого коксу в перерахунку на суху масу завантаженого

18.12. Коксування в напівзаводських печах і ящичне коксування

Напівзаводські печі, які застосовують в Україні, розраховані на завантаження 150–200 кг вугілля або шихти. Ширина камери складає 400 мм. У зарубіжних країнах застосовують печі іншого об'єму (наприклад, на 400 кг шихти). Нагрівання проводять при тому ж режимі, що і в промислових печах. Отриманий кокс випробовують в малому барабані для визначення його міцності.

Для проведення ящичного коксування 70–80 кг вугілля, подрібненого до розмірів заводської шихти, завантажують в залізний ящик, закривають кришкою з отворами для виходу газів і поміщають в камеру заводської печі. Ящик видається з печі разом з готовим коксом (коковим пирогом). Отриманий кокс випробовують так само, як і кокс з напівзаводських печей.

19. Коксування вугілля

Коксуванням називають метод термічної переробки переважно кам'яного вугілля, що полягає в його нагріванні без доступу повітря до 1000–1100°C і витримуванні при цій температурі, внаслідок чого паливо розкладається з утворенням летких продуктів і твердого залишку коксу. Основним цільовим продуктом цього процесу є кокс, що використовується головним чином як відновник і паливо в металургійній промисловості.

Кокс характеризується наступними основними показниками:

– дійсна густина	– 1800–1950 кг/м ³ ;
– насипна густина	– 400–500 кг/м ³ ;
– пористість	– 49–53%;
– вихід летких речовин	– 0,7–1,2%;
– вміст вуглецю	– >96,5%;
– вологість	– <5%;
– зольність	– 10–11%;
– вміст сірки	– 1–2%;
– теплота згоряння	– 32 МДж/кг.

Одночасно з коксом, вихід якого становить 70–80%, утворюються леткі продукти. При їх розділенні отримують сирий бензол, надсмольну воду, смолу і висококалорійний коковий газ. Великі масштаби вироблення коксу зумовлюють отримання значних кількостей рідких і газоподібних продуктів коксування, що обчислюються мільйонами тонн на рік. До середини ХХ ст. коксохімія була основним постачальником сировини для великотоннажного виробництва і тонкого органічного синтезу. Сьогодні коксохімія помітно поступається в цьому відношенні нафтохімічній промисловості, проте внесок коксохімічних продуктів в сировинну базу хімії досить великий.

Коксування звичайно здійснюють із зовнішнім підведенням тепла. Процеси починаються поблизу стінок камери коксування і поступово переміщуються до її центру. Внаслідок невеликої теплопровідності вугільної шихти $\approx 2 \cdot 10^{-4}$ Вт/(м·К), температура в центрі камери нижча, ніж біля стінок, і вирівнюється лише через 13–14 годин. До кінця коксування обидва пластичних шари, перемішуючись від стінок, зустрічаються в

центрі камери, утворюючи шов, за яким «коковий пиріг» при вивантаженні з печі розпадається на дві приблизно рівні частини.

Більшість реакцій повторного перетворення пари і газів відбувається в підсклепінному просторі, над поверхнею розжареного коксу. Оптимальні умови утворення цінних побічних продуктів: температура 700-720°C, час перебування пари в підсклепінному просторі близько 40 с.

Основним чинником, що впливає на вихід продуктів коксування, є склад вугілля, що переробляється. При переході від газового вугілля до піснувато-спікливого (тобто по мірі зниження виходу летких речовин) наростає вихід коксу при відповідному зниженні кількості смоли, бензолу, газу і пірогенетичної води. Збільшення кількості летких у вугіллі приводить до зростання в газі концентрацій метану, оксиду вуглецю і олефінів, тоді як вміст водню і азоту знижується.

Шихта, що піддається коксуванню, як правило, складається з суміші вугілля різних марок в різних співвідношеннях, причому враховуються властивості вугілля окремих технологічних марок. Газове вугілля характеризується порівняно невеликою товщиною пластичного шару, високим виходом летких речовин і підвищеною усадкою. Кокс з газового вугілля характеризується високою реакційною здатністю, присутність в шихті такого вугілля посилює усадку "кокового пирога" і полегшує видачу його з печі, а також збільшує вихід газу і хімічних продуктів коксування. При підвищеному вмісті газового вугілля вихід коксу меншає.

Жирне вугілля є головним компонентом шихти, оскільки забезпечує хорошу спікливість і додає коксу міцності. Однак при його підвищеному вмісті кокс виходить тріщинуватий і дрібногрудковий. Це вугілля зумовлює підвищений вихід смоли, бензолу і газу.

Коксівне вугілля додає коксу необхідної механічної міцності і забезпечує однорідну грудкуватість. Вугілля марки ПС знижує усадку, внаслідок чого зменшується тріщинуватість коксу, а крупність його підвищується, але зростає стираність коксу, меншає вихід газу і хімічних продуктів.

Перед підготовкою шихти для коксування вугілля збагачують для зниження його зольності до 5-7%, потім дроблять і розсіюють для отримання однорідної суміші, що складається на 80-90% з частинок розміром менше 3 мм.

При підвищенні кінцевої температури коксування від 1000 до 1150°C кількість смоли росте з максимумом при 1080°C, а потім знижується за рахунок повторних процесів її розкладу. Змінюється її фракційний склад, безперервно зростає густина смоли. У смолі знижується кількість легких фракцій (за винятком ароматизованої фракції 230-270°C) і підвищується частка пеку, збільшується вміст нафталіну при деякому скороченні виходу його гомологів і фенолів.

Вихід сирого бензолу, що вилучається з кокового газу, досягає максимуму при температурі 1130°C, а вміст в газі сирого нафталіну безперервно зростає. Газоподібні і рідкі продукти, які отримують при коксуванні, містять велику кількість цінних компонентів, що можуть бути використані при синтезі полімерних сполук, виготовленні лакофарбних матеріалів, хімічних засобів захисту рослин, лікарських препаратів тощо.

Сьогодні існує кілька різновидів горизонтальних камерних печей для коксування, що відрізняються системами обігріву (рис. 2.21). У печах будь-яких конструкцій

коксування вугільної шихти ведуть у вузькій камері з вогнетривкої цегли. Підведення тепла здійснюється через бічні стінки за рахунок спалення газу. У зв'язку з низькою теплопровідністю вогнетривких матеріалів і самої шихти процес коксування протікає протягом 14-20 годин. Камера коксової печі має висоту 5-8 м, довжину 15-16 м, ширину 420-520 мм – з коксової сторони і 450-550 мм – з машинної, тобто камера будується такою, що розширюється від машинної сторони до коксової для полегшення видачі «кокового пирога». Коксовою називають ту сторону печі, куди виводять кокс, а машинною – протилежну, на якій знаходиться коксовиштовхувач, який за допомогою штанги виштовхує кокс із камери.

Сучасні коксові печі об'єднують в батареї по 50-70 камер; дві-три батареї утворюють блок коксових печей, що обслуговується одним комплектом машин і механізмів, які переміщуються вздовж батареї і можуть обслуговувати кожну коксову камеру.

У склепінні кожної печі є отвори для завантаження шихти і виведення летких продуктів коксування. Прямий коксовий газ, що виводиться з коксових печей, містить велику кількість цінних продуктів, що підлягають вилученню і переробці.

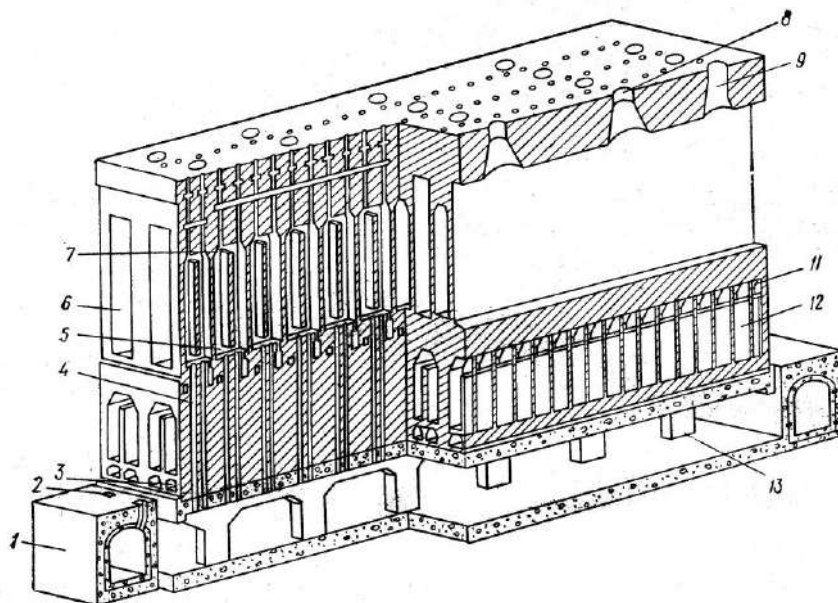


Рис. 2.21. – Коксівна піч з нижнім підведенням коксового газу :

1 - боров; 2 - димовий патрубок; 3 - подовий канал регенератора; 4 - газопровід коксового газу; 5 - рециркуляційне вікно; 6 - камера коксування; 7 - нижня плита; 8 - люк для відведення коксового газу; 9 - опалювальний простінок; 10 - косий хід; 11 - секційний регенератор; 12 - колектор коксового газу

Крім вказаних сполук, в газі міститься невелика кількість сірковуглецю, органічних сполук сірки, фенолів та інших речовин.

Хоч вміст вказаних продуктів порівняно невеликий, однак при великих масштабах коксохімічних виробництв в нашій країні на основі сполук, що вилучаються з коксового газу, виробляється понад 100 видів промислової продукції.

Газ, що виходить з коксової печі з температурою 650-670°C, піддають двостадійному первинному охолодженню і переробці, схема якої описана нижче. Спочатку

газ охолоджують до 85-90°C водою, що впорскується на вході в газозбірник, в якому збирається газ з всіх печей коксової батареї. Охолодження потоку відбувається за рахунок випаровування води, що подається з температурою 70-75°C. Внаслідок такого охолодження конденсується приблизно половина смоли, а також виділяються у вигляді пастоподібної маси фуси – суміш вугільного і коксового пилу зі смолою.

Невипарена частина охолоджувальної води абсорбує з газу деяку кількість аміаку, сірководню, діоксиду вуглецю, ціаніду водню з утворенням амонійних солей. Рідку фазу і фуси відділяють від газу в сепараторах і направляють у відстійник, звідки прояснена вода повертається на охолодження в газозбірник. Фуси скребковими транспортерами виводять з відстійників і направляють у вуглепідготовчий цех, де використовують як добавку до шихти. Смолу подають в кінцевий холодильник для вилучення нафталіну.

Газ з температурою 80-90°C направляють на другий рівень первинного охолодження в трубчасті холодильники або холодильники змішування, де його температура знижується до 25-35°C. У цих апаратах відбувається конденсація парів води і смоли, в якій розчинена частина нафталіну, що міститься в газі. Склад газу, що відводиться з холодильників другого рівня охолодження, подано в табл. 2.27.

Порівняння цих даних із складом прямого коксового газу показує, що внаслідок первинного охолодження найбільш різко знижується кількість водяних парів і смоли. Смола, що залишилася в газі, знаходиться у вигляді туману (аерозолу) і вловлюється в трубчастих електрофільтрах, що забезпечують ступінь вилучення 98-99%.

Таблиця 2.27 – Склад коксового газу

Компоненти	Кількість, г/м ³	
	Прямий газ	Після другого рівня охолодження
Водяні пари	250– 450	25-30
Пари смоли	80-150	2-5
Ароматичні вуглеводні	30-40	32-36
Аміак	8-13	7-11
Нафталін	До 10	2-3
Сірководень	6– 40	16-26
Піридинові основи	0,4-0,6	0,4-0,6

Очищений від смоли газ стискають до 20-30 кПа, підігрівають паром до 50-60°C і направляють на вилучення аміаку, яке здійснюють шляхом його взаємодії з сірчаною кислотою. Утворений при цьому сульфат амонію використовується як добриво. Сірчана кислота зв'язує також луги, що є в газі, піридинові – в сульфат піридину, з якого потім в окремій установці виділяють піридинові луги.

Наступним етапом очищення коксового газу є його кінцеве охолодження до 25-30°C з одночасним вилученням нафталіну. При охолодженні газу відбувається конденсація водяних парів, що містяться в ньому, і вимивання кристалів нафталіну, які нагромаджуються в нижній частині холодильника. Сюди ж для розчинення нафталіну подають смолу, виділену на стадії первинного охолодження газу. Після відстоювання смолу направляють на фракціонування і переробку, а газ йде на вилучення сирого

бензолу. Останній процес здійснюють абсорбційним методом, використовуючи як вбирач поглинальне кам'яновугільне масло.

Далі газ очищають від ціаніду водню та сірчаних сполук і отримують так званий "зворотний коксовий газ", що в промисловості складається з CO_2 (1,5-2,7%), N_2 (1,4-2,3%), O_2 (0,3-0,8%), H_2 (53-62%), CO (4,6-6,3%), CH_4 (22,6-25,7%) і гомологів метану (1,5-2,7%).

Технологія коксування в періодично діючих камерних печах повністю вирішує завдання отримання високоякісного коксу при одночасному значному розширенні сировинної бази за рахунок використання великих запасів слабоспівливого і неспівливого вугілля, а також при забезпеченні високої продуктивності праці і мінімальній шкідливості та високих техніко-економічних показників.

Серед шляхів вирішення цієї проблеми є ряд технічних прийомів і заходів, основними з яких є раціональне складання шихт, оптимальний ступінь і характер подрібнення вугілля, збільшення щільності завантаження, попередня сушка і нагрівання вугілля перед коксуванням і ін.

Підвищення щільності вугільного завантаження досягають шляхом трамбування шихти, часткового або повного брикетування і гранулювання вугілля, а також додавання органічних рідин. Як показали дослідження, співливість шихти збільшується пропорційно квадрату щільності засипки, із збільшенням щільності шихти зростає міцність грудок і матеріалу коксу.

При ущільненні шихти трамбуванням можна підвищити її щільність до 1,05-1,15 т/м³. Внаслідок скорочення відстані між зернами в ущільненому вугільному пирогу при коксуванні потрібна менша кількість рідкої фази і досягається велика міцність коксу. Це обумовлює можливість використання шихт зниженої співливості.

При ущільненні шихти частковим брикетуванням насипна щільність шихти менша (при 30% брикетів вона дорівнює 0,8 т/м³), однак міцність коксу вища, що пояснюється дуже сильним розширенням брикетів при розм'якшенні. Це зумовлює значне поліпшення співливості шихти загалом. При розширенні брикетів з виділенням значної кількості парогазових продуктів в пластичному стані відбувається стиснення розташованих навколо брикетів зерен шихти, що сприяє їх сплавленню, а це дозволяє використати для коксування вугілля зниженої співливості.

Попереднє нагрівання вугілля і шихт дозволяє збільшити їх щільність на 15-30% і значно підвищити сипучість за рахунок зменшення вологості і зміни властивостей поверхні зерен. Кожна марка вугілля і шихта характеризуються певною температурою, при нагріві до якої досягають максимуму збільшення щільності і сипучості. Оптимальна температура для більшості різновидів вугілля і шихт становить 200-250°C. При більш високих температурах починається інтенсивне виділення газів і зміна властивостей поверхні зерен, внаслідок чого насипна щільність починає меншати.

Вплив термічної підготовки вугілля на процес коксування виявляється так:

- підвищується співливість завантаження за рахунок збільшення щільності і швидкості нагріву на першій стадії процесу;
- поліпшується процес сплавлення через збільшення швидкості нагріву на другій стадії процесу;
- меншає тріщинуватість коксу за рахунок зниження перепаду температур в зава-

нтаженні і зменшення градієнта швидкостей усадки суміжних шарів напівкокс-кокс.

Позитивний вплив попередньої термічної підготовки на якість коксу тим більший, чим менша спікливість вугільного завантаження і чим вищий вихід летких речовин з неї.

На технологічні властивості вугільного завантаження впливають також умови його термічної підготовки, кінцева температура і швидкість нагріву, вміст кисню в теплоносії та ін. При швидкому попередньому нагріванні розширяються температурний інтервал переходу вугілля в пластичний стан, і температура максимального розм'якшення зміщується до більш високих значень.

В останні роки особлива увага приділяється розробці безперервних методів отримання коксу. Запропоновані сьогодні процеси можна розділити на дві групи: безперервне коксування вугілля без брикетування і отримання формованого коксу з брикетів. Отримання формованого коксу можна розділити на два типи: холодне брикетування із застосуванням зв'язуючого і гаряче брикетування без застосування зв'язуючої речовини.

Всі методи безперервного коксування знаходяться поки що на стадії дослідно-промислової перевірки через багатостадійність процесу і складне апаратурне оформлення.

Перший промисловий коксово-енергетичний комплекс з 4-х батарей (268 коксових печей) продуктивністю 1,2 млн. т/рік доменного коксу з енергоутилізаційною установкою потужністю 94 МВт введений в експлуатацію в 1998 році на заводі Індіана Хабор. Комплекс споруджений за 18 місяців.

З січня 1993 року на Алчевському коксохімічному заводі успішно експлуатується коксова батарея, на якій виробляється кокс з трамбованої шихти. Проектна потужність батареї становить 1 млн. т/рік коксу. Батарея складається з 100 камер коксування. Розміри камери коксування, мм:

корисна довжина	– 15280;
висота	– 5070;
ширина	– 490 (м. с. 480, к. с. 500).
корисний об'єм камери коксування	– 34,5 м ³ .
розміри трамбованого пирога, мм:	
довжина внизу	– 15030;
вгорі	– 14930;
ширина	– 443;
висота	– 4880.
Об'єм пирога	– 31,4 м ³ .

При обороті печі 22 год. і часі циклічних зупинок 0,2 год. число пічевидач батареї на добу становить 108.

Одним з чинників, що забезпечують високу міцність трамбованих вугільних пирогів, є наявність в шихті 20-25% флотаційного концентрату і вологість шихти до 11%. Загальний час приготування трамбованого пирога – в межах 410-520 с. Щільність трамбованого пирога в перерахунку на вологість шихти 10% і зольність 7,9% становить 1,13 т/м³.

У процесі експлуатації коксовий батареї через некомплектне, недостатнє пос-

тачання вугілля значно змінювалися марочний склад шихти і період коксування. Вміст вугілля різних марок в шихті змінювався в наступних межах, %: Г – від 30 до 65; Ж – від 10 до 40; ПС – від 10 до 20; Т – від 0 до 15. Період коксування коливається від 22 (проектний) до 60 год.

Досвід роботи показав, що застосування трамбування вугільної шихти дозволяє використати для коксування шихти з широким спектром технологічних властивостей і отримувати високоякісний кокс підвищеної густини при допустимому рівні викидів у довкілля.

Виробництво коксу в світі в останнє десятиріччя практично стабільно утримується на рівні 360-370 млн. т/рік. За оцінкою Міжнародного інституту чорної металургії (МІЧМ), виробництво коксу буде неухильно скорочуватися внаслідок природоохоронних обмежень і зниження ефективної потужності пічного фонду коксохімічних підприємств по мірі його старіння. Продуктивність коксових батарей після 15 років експлуатації знижується на 1% (або більше) на рік.

Технологія шарового коксування вугілля в печах камерного типу з уловлюванням хімічних продуктів досягла граничного рівня технічного прогресу. Створені високопродуктивні комплекси з виробництва коксу і переробки коксового газу.

Почався перехід до розробки процесів нового покоління, які відповідають вимогам високих технологій майбутнього – безперервність, повна автоматизація, висока гнучкість і продуктивність, екологічна безпека, ресурс- і енергоекономічність. Європейським центром розвитку технології коксування завершена розробка модульної однокамерної системи коксування. Демонстраційний модуль висотою 10 м, довжиною 850 мм перевірений у Німеччині. Період коксування змінювали в діапазоні 24-48 годин, кокс вивантажували в сталевий конвеєр і охолоджували непрямим шляхом водою протягом 20 годин. У кожному циклі коксування отримували 50 т коксу.

Для КХЗ потужністю 2 млн. т/рік коксу число виробничих модулів однокамерної системи скорочується до 40 в порівнянні з 120 печами в багатокамерній системі (завод Кайгерштуль). На 50% скорочуються виробничі площі коксового цеху, знижуються шкідливі викиди при обігріві і з інших джерел, витрати на виробництво коксу знижуються на 10 дол./т.

У Німеччині за новою технологією передбачається піддавати коксовий газ крекінгу в присутності кисню і отримувати відновний газ, що містить > 60% водню і > 30% СО. Вихід газу становитиме 650 м³/т сухої шихти. Основними продуктами КХЗ буде кокс і відновлений газ, придатний для виробництва енергії або відновника в процесі прямого отримання заліза. При двопродуктовому КХЗ витрати знижуються на 30% і більше.

У США відроджують технологію коксування вугілля в печах без уловлювання хімічних продуктів. Головним продуктом такого коксово-енергетичного комплексу є кокс, а побічним – електроенергія.

У Дослідницькому центрі матеріалів і технологій фірми «Ніппон Кокан» (Японія) вивчають процес низькотемпературного коксування вугілля, що поєднує механічне стиснення вугільного завантаження і підвищений атмосферний тиск.

Параметри процесу встановлені в ході лабораторних досліджень на дослідній печі вертикального типу безперервної дії при різних умовах процесу в діапазоні 650-

950°C. Нагрів можна здійснювати як паралельно, так і перпендикулярно напряму прикладеного механічного навантаження.

При тривалості коксування 6 годин під навантаженнями 0,125; 0,250 і 0,375 МПа, прикладеними на різних стадіях процесу, встановлено, що краща якість коксу може бути досягнута під навантаженням 0,25 МПа протягом 0-3 годин або 1,5-4,5 години. Більш висока міцність коксу досягається при нагріві, паралельному напряму навантаження.

Вивчення впливу тиску газу на властивості коксу показало, що між тиском і параметрами міцності коксу, його виходом і реакційною здатністю існує пряма залежність. Зменшення товщини шару коксу, збільшенням щільності завантаження і попереднім підігріванням шихти можна досягнути такої ж продуктивності, як у звичайних коксових печах.

Безперервність процесу забезпечується регулюванням швидкості опускання вугільного завантаження і коксу в печі. Механічний тиск на завантаження у верхній частині печі забезпечує як ущільнення, так і просування завантаження, що дозволяє при більш низьких температурах коксування досягнути хорошої міцності коксу.

Якість експортованого різними країнами коксу істотно відрізняється, особливо за показниками золи, сірки, фосфору, а також за показником CSR гарячої міцності чавуну. Сірка може бути видалена частково при взаємодії з доменним шлаком і при знесірченні до переробки в сталь, але це дуже дорога операція. Дуже складне одночасне видалення з доменної печі сірки і лугів, яке повинне йти через шлак, оскільки сірка з'єднується тільки з основним шлаком, а луги з кислим.

Нині надходження лугів в доменні печі складає до 3-5 кг/т гарячого металу; необхідно також проводити позапічне знесірчення до завантаження металу в кисневий конвертер. Інші властивості вугілля не мають значення.

Таблиця 2.28 - Вимоги до хімічного складу коксу в Німеччині (% на суху масу)

Показник, %	Значення
Зольність	менше 9,0
Вихід летких речовин	менше 0,75
Вміст сірки	менше 0,70
Вміст лугів (N ₂ O + K ₂ O)	менше 0,20
Вміст хлору	менше 0,05
Вміст фосфору	менше 0,03
Вміст цинку	менше 0,003

Волога і хлор можуть викликати проблеми при експлуатації доменної печі, оскільки підвищують точку роси колошникових газів, а у разі сильного зниження точки роси відбувається їх конденсація, що викликає корозію газопроводів і знепилуючого устаткування.

Вміст золи в коксі сам по собі рідко створює проблеми в експлуатації печей, але висока зольність коксу може збільшити об'єм шлаків, а, отже, збільшити витрату енергії і понизити продуктивність.

Головні проблеми виникають з легуючими елементами у складі золи коксу, як і у випадку золи вугілля.

Кокс повинен зберігати крупність і гранулометричний склад до 4500°C.

Таблиця 2.29 - Вимоги до фізичних властивостей коксу

CSR*(<10 мм), %	>65
CRI**, %	≤23
M40>40 мм,%	>55
M10>10 мм,%	<15
Гранулометричний склад***(% за класами, мм:	
понад 80 мм	≤10 %
менше 40 мм	≤18 %
понад 20 мм	≤3 %

* міцність після реакції з CO₂; ** індекс реакційної здатності коксу;

*** перед випробуванням в барабані

Значення CSR і CRI визначаються при одному випробуванні з газифікації проби коксу з CO₂ при 1100°C; CRI оцінюють за втратою маси коксу після газифікації, а CSR – після механічного навантаження по залишку > 10 мм.

Досвід показує, що значення CSR дуже важливе при експлуатації великих доменних печей і печей з низькою питомою витратою коксу при високій продуктивності.

Технічною комісією з доменного виробництва Американського інституту чорної металургії на основі спеціального дослідження, проведеного в 1995 р., визначені вимоги до якості доменного коксу на сучасному етапі і на майбутню перспективу, коли доменні печі країн Північної Америки працюватимуть з високою витратою вдвудного пиловугільного палива і низькою (<300 кг/т чавуну) витратою коксу (табл. 2.30).

Таблиця 2.30 – Вимоги до якості коксу

Показники якості коксу	Сучасні вимоги	Фактична якість коксу		Перспективні вимоги (при витраті коксу <300 кг/т чавуну)
		Північно-американського	Імпортованого	
Механічна міцність %:				
індекс стабільності (>25 мм)	60	59	59-64	>61
індекс твердості (> 6,4 мм)	68	69	68	>70
Середня крупність, мм	50	50	50	>50
Вміст класів,%				
>50 мм	46	25-75	21-75	>50
>25 мм	94	93	93	>96
>12,5 мм	2	2	3	0
Вихід летких речовин %	0,9	0,75	0,8	<1,0
Вміст %				
вологи	5,0	5,0	5,0	<5,0
золи	8,5	8,5	7,5-10,0	<8,5
сірки	0,75	0,7	0,6-0,7	<0,75
лугів	0,20	0,18	0,17	<0,2
CSR, %	61	61	60-65	>61
CRI, %	23	25	25-19	<22

Узгоджені дані, що відображають думку 13 металургійних фірм Північної Америки, зводяться до того, що мінімальне значення індексу стабільності коксу складає близько 60% при діапазоні коливань від 55 до 64%. Тільки три металургійні фірми передбачають в майбутньому посилення вимог за цим показником. Нинішні вимоги до індексу твердості коксу по різних фірмах коливаються в діапазоні від 63 до >70%, причому кокс власного виробництва північноамериканських заводів характеризується вищими значеннями цього показника (68-70%), ніж кокс, який імпортується з-за кордону.

Вимоги до середньої крупності коксу однакові для коксу внутрішнього виробництва і імпортного (близько 50 мм), проте вимоги за гранулометричним складом розрізняються. Так, по виходу класу >50 мм вимоги змінюються від 36 до 55% з деяким посиленням в майбутньому. За вмістом дріб'язку в коксі вимоги сильно різняться у зв'язку з тим, що на металургійних заводах проводять відсів різних класів коксу (<25 мм; <19 мм; < 12,5 мм). Вимоги до вмісту класу >25 мм змінюються від 89 до 97%, тоді як максимальний вміст дріб'язку (<25 мм) не повинен перевищувати 4 %, а з урахуванням майбутніх вимог – 3%.

За даними кількох фірм встановлені залежності між витратою коксу в доменних печах і крупністю коксу. Зміна середньої крупності коксу на 1 мм в діапазоні 47-63 мм зумовлює зміну витрати коксу на 2,3 кг/т; зміна на 1% виходу класу <25 мм в діапазоні 0-8% викликає зміну витрати коксу на 3 кг/т, а класу <12,5 мм – відповідно на 21 кг/т.

Одностайна вимога доменників Північної Америки – необхідність підтримки вологості коксу на рівні 5 %. При цьому показник вологості коксу в регіоні має вельми істотне значення у зв'язку з тим, що північноамериканські доменні печі працюють практично на 100% окатишів (вологість 1 – 4%) в шихті, на відміну від більшості європейських доменних печей з високим використанням гарячого агломерату. Звідси підвищена вологість коксу може викликати зниження температури в доменній печі і гальмування процесу попереднього відновлення.

Діапазон вимог до зольності коксу широкий: від 7,5 до 10,5% і навіть 16% у однієї з мексиканських фірм. Вміст сірки обмежується більшістю вимог рівнем 0,8%, лугів – 0,2%. Вимоги до хімічних властивостей коксу на перспективу практично не посилюються. Щодо металургійних властивостей коксу, які оцінюються показниками гарячої міцності і реакційної здатності коксу, то сучасні і майбутні вимоги металургів зводяться до значень показника CSR в діапазоні 55-65%, а показника CRI – <22%.

Важлива вимога до якості коксу – підтримка постійності всіх показників якості. Інститутом чорної металургії США встановлені кількісні залежності витрати коксу на виплавку чавуну від зміни на 1 % показника якості коксу:

Індекс стабільності %	Зміни витрати коксу, кг/т чавуну
<55	8,0
55-62	4,0
>62	2,0
Вміст, %	
золи	10,0
сірки*	5,0
вологи	2,5
Гаряча міцність CSR %	
<58	0,75
>58	1,50

* при зміні сірчистості коксу на 0,1%

«Холодна» і «гаряча» міцність коксу і його крупність непрямо впливають на витрату коксу: ці властивості коксу впливають на газопроникність в печі, що у свою чергу, визначає здатність печі працювати з підвищеним співвідношенням «руда-кокс». Ці властивості впливають також на дренаж в зоні горна печі, що стає критичним чинником при збільшенні розмірів печей.

За ситуації, коли знижується власне виробництво коксу і зростають вимоги до його якості у зв'язку із збільшенням витрати коксозамінюючих відновних агентів (мазуту, вугілля, природного газу) в доменних печах, вирішального значення набувають оптимізація якості коксу власного виробництва і кваліфіковане використання коксу іноземних джерел.

З підвищенням вимог до якості доменного коксу складніше вибрати вугілля, що коксується. Поєднання високої міцності і достатньо значної реакційної здатності коксу вимагає більшої диференціації коксівного вугілля. Критичним чинником слід вважати спікливість вугілля, але важливі також зольність і склад золи.

Коксування вугільної шихти здійснюється в коксових печах, які є складними технологічними спорудами, що складаються з камер коксування, обігрівальних простінків з системою опалювальних, газорозподільних і повітряпровідних каналів, регенераторів для підігріву повітря і для відведення продуктів горіння, а також відповідною арматурою і механізмами. Коксові печі підрозділяються за режимом виробництва коксу, способом обігріву, схемою обігріву, способом використання тепла продуктів горіння, а також способом підведення опалювального газу і повітря.

В Україні перша дослідна партія коксу була отримана на Лисичанській копальні, де з 1796 по 1802 роки було видобуто 21 тис. тонн вугілля, з яких 0,5 тис. тонн було витрачено на виробництво коксу. Зростання промислового виробництва коксу було у 1800-1900 роках. Зросла на той час потреба в металі у зв'язку із здійсненням у великих масштабах залізничного будівництва викликала посилений розвиток коксового виробництва.

До 1955 року в Україні в експлуатації були в основному коксові печі з такими характеристиками: висота камери 4300 мм, ширина – 407 мм, конусність – 50 мм, корисний об'єм камери коксування – 20,0-21,6 м³ (залежно від загальної довжини камер).

Починаючи з 1955 р. велася розробка коксових печей з камерами великої ємкості, з такими характеристиками:

Корисна ємкість камери, м ³	30
Довжина, мм	15040
Ширина, мм	450
Висота, мм	5000
Загрузка сухої шихти, т	22,2
Разова видача коксу, т	16,9

Перша промислова батарея, з камерами такої ємкості була введена в експлуатацію на Ясинівському коксохімічному заводі в 1958 г. Досвід експлуатації коксових печей ємкістю 30 м³ показав, що розроблена конструкція дозволяє забезпечувати рівномірність обігріву печей і видачу коксу необхідної якості, має значні резерви збільшення розмірів камер, а отже, їх продуктивності.

Важливим етапом в розвитку конструкцій коксових печей стали печі з нижнім підведенням тепла, в яких регульовальні засоби винесені за межі пічної кладки, легко

доступні для заміни і перебувають у зоні низьких температур, що дає можливість підвищити точність і стабільність регулювання обігріву. Секціонування регенераторів поліпшило омиваність насадки і збільшило ступінь утилізації тепла.

При нижньому підведенні коксового газу на обігрів додатково утилізується тепло продуктів горіння в регенераторах на підігрів газу, завдяки чому знижується витрата тепла на коксування.

Перша промислова батарея з пічних камер з об'ємом камери 30 м³ і нижнім підведенням коксового газу на обігрів була введена в експлуатацію в 1963 році на Авдіївському коксохімічному заводі. З 1963 по 1967 роки на заводі було введено в експлуатацію і освоєно 4 таких батареї конструкції Діпрококсу системи ПВР. Кожна батарея складається з 77 печей. Проектна річна потужність 4-х батарей складає 2760 тис. тонн валового коксу 6%-ї вологості.

Основні особливості конструкції печей полягають в розділенні регенераторів за довжиною на окремі секції по числу опалювальних вертикалей, розташування в стінках регенераторів вертикальних дюзових каналів для можливості нижнього підведення газу і наявності в основі черевих каналів живлення отворів для регулювання подачі повітря по секціях регенераторів.

Печі, призначені для опалювання тільки коксовим газом, працюють за схемою парних вертикалей з рециркуляцією продуктів горіння в замкнутій парі.

Повітря для спалювання газу надходить з нижнього тунелю і через забірні патрубки та газоповітряні клапани подається в череві канали. Регулювання подачі повітря в кожен секцію регенератора здійснюється установкою (знизу через черевий канал) реєстрів в регульовальних отворах колосникових ґрат.

Коксовий газ з розподільних газопроводів через стопорні і чотириходові кантовочні крани подається в колектори, які розташовані уздовж опалювальних простінок. Газ з колекторів по перехідних клапанах надходить в газопідвідні канали. Кожен простінок обслуговується двома суміжними колекторами. Регулювання подачі коксового газу здійснюється індивідуально для кожної вертикалі знизу з обслуговуючого тунелю зміною прохідного перетину ніпелів, які розташовані в трубках газорозподільної системи.

З метою забезпечення збереження кладки стін регенераторів череві канали викладені з термостійкого багатошамотного матеріалу і відокремлені від верхньої динасової частини швом ковзання. Печі обігріваються коксовим газом, який надходить з температурою приблизно 400°C і підігрівається в решеферах до 650°C. Основні трудомісткі процеси по завантаженню печей, видачі, гасінню і сортуванню коксу механізовані. З цією метою Слов'янським КБ «Діпрококсу» і заводом «Словважмаш» спеціально для печей великої ємкості розроблені нові машини.

Досвід експлуатації великих коксових печей з корисним об'ємом 30 м³ в перебігу перших трьох років (з 1968 по 1970 р.) показав :

1) разове завантаження сухої шихти в середньому складало 21,77 тонн при проектному 22,0 тонн;

2) період коксування з 1968 по 1970 р. було зменшено з 17 год. 10 хв. до 16 год. 30 хв. з метою збільшення виробництва коксу. Згідно проекту, період коксування мав бути 17 год. 20 хв.;

3) температура в центрі пирога, на рівні 2,45 м, перед видачею складала 1030-1050°C. Різниця температур по висоті пирога між низом і верхом складала 40- 80°C, що цілком забезпечувало добре прогрівання коксу по всьому масиву;

4) коефіцієнти рівномірності температур K_b і K_c досить високі і складають по роках з 1968 по 1970 р.:

Роки	1968	1969	1970
$K_b =$	0,979;	0,968;	0,955;
$K_c =$	0,946;	0,962;	0,954;

5) вихід валового і металургійного коксу за ці роки знизився в результаті угару, що має місце при сухому гасінні коксу.

Під час проведення робіт з налашки обігріву печей з камерами великої ємкості було виявлено ряд недоліків:

1) Наявність перетікань опалювального газу в регенератори через нещільності кладки каналів за швом ковзання. Це приводило до порушення розподілу газу по довжині опалювальних простінок і викликало необхідність в систематичному торкретуванні нещільностей.

2) Конструкція вузла подачі коксового газу в кожен вертикаль ускладнює проведення тонкого регулювання, оскільки незначна зміна положення регулювальних циліндрів (які неможливо точно установити по центру) щодо сопла змінює витрату газу до 25 %.

3) Наявність кантовочних кранів на два простінки ускладнює проведення регулювання подачі газу по простінках, оскільки при зменшенні подачі газу в один простінок збільшується подача газу в інший.

4) Пристрій для подачі повітря на газоповітряних клапанах не забезпечував необхідної кількості повітря і незручний в експлуатації.

5) Газопроводи зворотного коксового газу в місці розташування дреселів мали великий опір через малий перетин. Це приводило до необхідності підтримки високого тиску газу.

6) Відсутня можливість продування від пилу і заміни насадки регенераторів через наявність в них суцільних секційних перегородок, що може надалі привести до значних труднощів в експлуатації печей.

Сухе гасіння коксу. Однією з особливостей сучасних великих коксохімічних заводів є наявність в складі заводу установок сухого гасіння коксу (УСГК). Сухе гасіння коксу дозволяє разом з використанням фізичного тепла розжареного коксу для отримання пари високих енергетичних параметрів підвищити якість коксу і техніко-економічні показники коксохімічного і доменного виробництва, а також істотно знизити забруднення повітряного і водного басейнів.

Перша з чотирьох УСГК на Авдіївському коксохімічному заводі була споруджена і введена в експлуатацію в період 1966-1968 років. Вона призначена для гасіння коксу з батареї №№ 3-4 і складається з чотирьох блоків (камера-котел) – трьох робочих і одного резервного. Розжарений кокс з камери коксування з температурою 1000-1050°C в спеціальному коксоприймальному вагоні доставляється до УСГК. Для охолодження коксу в камеру гасіння через щілинний отвір по периметру нижньої конусної частини, через дуттєвий пристрій в центрі завантаження подається циркуляційний

газ з температурою 180-200°C. Циркуляційний газ (умовно інертний) утворюється з повітря, що знаходиться в системі установки, яке, після проходження через шар розжареного коксу, утворює CO, CO₂. Проходячи через шар коксу, газ нагрівається і через верхній кільцевий канал подається в пилоосаджувальний бункер, потім в газову частину котла-утилізатора, і пиловіддільний циклон. Охолоджений і очищений циркуляційний газ димососом знов подається в камеру гасіння.

Вивантаження погашеного коксу здійснюється безперервно за допомогою розвантажувального пристрою автоматично порціями 1,3-1,6 т частотою 1,0-1,5 хв. при роботі на проектному режимі. Розвантажувальний пристрій складається з двох відсікачів, проміжного бункера, затворів, рампи холодного коксу, перекидного лотка і затвора рампи.

Характеристика УСГК

Продуктивність за коксом на одному блоці, т/год	50,0-54,0
Температура гарячого коксу, °C	1000-1050,
Температура погашеного коксу, °C	200-250
Продуктивність котла-утилізатора за паром, т/год	25,0
Тиск перегрітої пари, МПа (ат)	3,9 (39,0)
Температура перегрітої пари, °C	450
Витрата циркуляційних газів, м ³ /год	75000-80000
Температура циркуляційних газів на вході в котел, °C	750-800
Температура циркуляційних газів на вході в камеру, °C	180-200

Успішне освоєння коксових батарей з печами ємкістю 30 м³ на Ясинівському і Авдіївському КХЗ показали можливість забезпечення рівномірного обігріву печей ще більшої висоти і довжини, що дозволило рекомендувати до впровадження печі ємкістю 41,6 м³ з розмірами камери: довжина – 16 м, висота – 7 м і ширина – 410-450 мм, залежно від технічних властивостей коксованої шихти. Розробка цієї конструкції коксових печей була почата в 1978 році з нижнім підведенням коксового газу і нижнім регулюванням повітря.

Печі пристосовані для обігріву тільки коксовим газом і забезпечені комплексом засобів для управління рівномірністю обігріву коксового пирога. Кладка обігрівальних простінків передбачалася з динасової цегли зниженої щільності з підвищеною теплопровідністю, що повинно було забезпечити інтенсифікацію технологічного процесу за рахунок збільшення швидкості коксування. Печі устатковані дверима з пружинними затискачами на трьох рівнях і вдосконаленими механізмами для чищення дверей, броні і рам. Для створення необхідних оптимальних умов роботи механізмів чищення дверей було проведено вивчення різних типів футеровки дверей, конструкцій цеглотримачів.

Коксова батарея забезпечена вентиляційною установкою для подачі очищеного повітря в підбатарейне приміщення і опалювальну систему. Прийнята чотирибатарейна компоновка коксового цеху з 65 печами в одній батареї. Робота машин, обслуговуючих коксу установку, максимально автоматизована, а частка ручної праці зведена до мінімуму.

Перша така батарея з об'ємом пічної камери 41,6 м³ була введена в експлуатацію на Західносибірському металургійному заводі (батарея №7) в 1975 р., а в 1976-1977 рр.

такі ж батареї були введені в дію на Авдіївському коксохімічному заводі (батареї №7 і 8), в 1978 – на Кемеровському коксохімічному заводі, в 1982 – на Алтайському (батареї №5 і 1). Будівництво коксових батарей з камерами коксування об'ємом 41,6 м³ замість 21,6 м³ забезпечувало підвищення продуктивності праці приблизно в 1,9 разів і привело до зниження питомих капітальних вкладень на 22,5% і експлуатаційних витрат – на 19%.

Зростання продуктивності коксових батарей потребувало вдосконалення конструкції і технологічного режиму сухого гасіння коксу. Якщо з 1960 по 1971 рр. в СРСР було побудовано і введено в експлуатацію 8 УСГК, то з 1978 року на семи коксохімічних заводах в експлуатації знаходилися 16 УСГК із загальною кількістю камер більше 70, які обслуговували 28 коксових батарей із загальною продуктивністю по гашеному коксу понад 13 млн. т на рік. З дня пуску першої дослідної установки спосіб сухого гасіння коксу суттєво розвинувся.

Як типовий проект нині прийнята установка з індивідуальними підйомниками. Для коксового цеху, що складається з двох батарей продуктивністю 910 тис. т на рік коксу кожна, передбачається будівництво двох установок, розташованих в торці кожної батареї. Така компоновка дозволяє:

1) Використовувати індустріальні способи будівництва і ремонту установок в процесі експлуатації.

2) Автономно обслуговувати коксові батареї.

3) Поліпшити умови функціонування електровоза і підйомників при транспортуванні і подачі коксу в камеру гасіння.

4) Дистанційно управляти роботою підйомників.

За останні роки в проекти УСГК Діпрококсом і УВХІНом внесений ряд нових технічних рішень:

1) Будівництво УСГК із застосуванням індивідуальних підйомників окремо для кожної батареї.

2) Зменшення викидів в навколишнє середовище за рахунок безпилового завантаження коксу в камеру.

3) Диференційоване відведення циркуляційних газів, що дозволяє покращити рівномірність гасіння коксу, збільшити оперативний об'єм камери-накопичувача на 60-80 м³ і, отже, істотно збільшити якість коксу.

4) Стабілізація параметрів пари, яка виробляється в котлах-утилізаторах, що забезпечить підвищення ефективності процесу сухого гасіння коксу.

5) Удосконалення кузова коксовозного вагону.

6) Застосування в коксохідній зоні шамотної цегли підвищеної міцності.

19.1. Визначення міцності коксу в малому і великому барабанах

Випробування в малому барабані. Циліндр барабана зроблений з листової сталі з допустимою товщиною стінок 5 мм (не менше), товщина дна барабана та ж; внутрішній діаметр дорівнює 1000 мм±5 мм.

Всередині барабана поздовжньо на однаковій відстані один від одного (90° по колу) приварено чотири шматки кутового заліза розмірами 100x50x10 мм. При цьому полиці завдовжки 100 мм направлені до центра барабана, а полиці завдовжки 50 мм – в

напрямку, зворотному його обертанню (не допускається знос до довжини полиці менше 95 мм). Завантаження проводиться через люк в стінці барабана розмірами 600x500 мм, який щільно закривається знімною кришкою.

У конструкції коксопробного барабана (Коксохіммаш), відповідно до ГОСТ 5953–72 передбачена автоматизація операцій: відкривання і закривання кришки барабана, завантаження і вивантаження коксу, очистка барабана від коксового дріб'язку.

Для випробування відбирається проба від первинної партії після її розсівання на класи.

Перш за все необхідно перерахувати гранулометричний склад на кокс крупністю >25 мм. Після цього складається проба масою $50 \pm 0,5$ кг шляхом відбору наважок від коксу класів 25–40; 40–60; 60–80 і >80 мм. Вміст кожного класу відповідає встановленому при перерахунку. Таким чином, в підготовленій пробі вдається відобразити середній гранулометричний склад і міцність випробовуваної партії коксу.

Відібрані проби коксу поміщаються у випробувальний барабан. Барабан обертається з частотою 25 ± 1 об/хв. Після 100 оборотів барабан автоматично зупиняється. Ретельно вивантажений кокс розсіюється на ситах (80x80; 60x60; 40x40; 25x25; 10x10 мм) на механічному грохоті.

Допускається ручне розсівання класу <25 мм (згідно ГОСТ 5953–72, належить випробовувати три паралельні проби). Потім кожен клас зважується (втрати додаються до класу 10 мм) і визначається вихід кожного класу з точністю до 0,1 %.

Показниками міцності коксу є: M10 (тобто вихід класу <10 мм у відсотках), він характеризує стиранисть коксу; M25 (тобто вихід коксу >25 мм) – характеризує опір дробленню або механічну стійкість коксу товарної крупності при накладенні руйнуючих зусиль.

Разом з вказаними показниками вираховується коефіцієнт дробимості

$$K_D = d_{\text{почат}} / d_{\text{роз}},$$

де $d_{\text{почат}}$ і $d_{\text{роз}}$ – середній розмір шматків коксу до і після випробування в барабані, мм.

Випробування у великому барабані. За ГОСТ 5953–72 фізико-механічні властивості коксу визначаються шляхом його випробування у великому барабані (барабан Сундгрена), що є циліндром діаметром 2 м, відстань між днищами (виготовленими з 8-міліметрового котельного заліза) цього циліндра – 800 мм. Днища сполучені один з одним 125 залізними стрижнями; діаметр кожного 25 мм; зазор між стрижнями також рівний 25 мм. Завантаження коксу – 410 кг. Для завантаження і вивантаження коксу є люк. До днищ приварені осі діаметром 60 мм. Осі обертаються (з частотою обертання 10 об/хв.) в підшипниках від електромотора і системи передач. Загальний час випробування досягає 15 хв.

Таким чином, після 150 обертів барабан зупиняється. Визначається «провал», який розсіюють на квадратних ситах з отворами розміром 25x25 і 10x10 мм. Вивантажують і зважують залишок в барабані, який є основним показником при випробуванні коксу цим методом. Іншим важливим показником є вихід класу 0–10 мм в підбарабанному продукті. Крім того, враховується вихід класу 10–25 мм. Вказані показники виражаються в кілограмах.

19.2. Дійсна густина коксу

Для визначення дійсної густини коксу використовується пікнометр об'ємом 20-25 мл з притертими пробками (ГОСТ 10220-75). Близько 2 г коксу, подрібненого до 0,2 мм, сушать при 105-110°C протягом 1-1,5 год.

Для визначення водного числа, тобто точного об'єму пікнометра, його наповнюють дистильованою водою, витримують близько години в термостаті при температурі 20°C, рівень води доводять до мітки і зважують. Водне число:

$$V=(m_1-m) K,$$

де m_1 і m – маса пікнометра з водою та без неї, г; K – коефіцієнт для перерахування маси води на об'єм при 4°C ($K=1,00177$ для 20°C).

Аналогічним чином заповнюється пікнометр спиртом; визначається маса спирту та його густина

$$d=m/V,$$

де m – маса спирту, г; V – водне число, см³.

Для визначення густини коксу наважку (близько 2 г) через воронку поміщають в пікнометр і точно її зважують; на 1/3 заповнюють пікнометр етиловим спиртом; перемішують тонкою дротинкою (капіляр закритий пробкою).

На водяній бані, доводять спирт до кипіння і додатково витримують ще 5 хв., потім охолоджують, доливають спирт до мітки і поміщають в термостат. Далі діють так само, як при визначенні водного числа пікнометра.

Дійсна густина сухого коксу

$$d_r^d = m_2 d / [V - (m_3 - m_4)],$$

де m_2 – маса коксу, г; m_3 – маса пікнометра, спирту і коксу, г; m_4 – маса пікнометра і наважки, г.

Проводяться два паралельні досліди. Результат обчислюється як середнє арифметичне. Відносна розбіжність допускається 0,7 % для однієї лабораторії і 1,2 % для різних лабораторій.

19.3. Уявна густина і пористість коксу

Кокс для випробування відбирається після визначення гранулометричного складу. Готують пробу крупністю >40 або >25 мм (пропорційно виходу окремих класів) масою 12-18 кг. Клас >60 мм дроблять до проходження через сито з отворами 60 мм. Отриману в результаті пробу (25-60 мм) скорочують до 9 кг і ділять її на три частини.

Для випробування використовують два контейнери розмірами 560x280x350 мм. Один з них (I) має зливний патрубок, другий (II) – без патрубку. Беруть також дротяну корзину розмірами 250x250x250 мм з отворами 13x13 мм і бак для кип'ятіння води розміром 350x350x400 мм.

Пробу коксу (близько 3 кг) зважують і висушують до постійної маси при температурі 200-230°C. Цим коксом наповнюють корзину і занурюють в бак з киплячою водою на 1,5-2 год. За цей час пори коксу насичуються водою. Потім корзину переносять

в контейнер II і охолоджують до 15-20°C, далі витягують кокс, дають стекти воді протягом 1 хв. і переносять в контейнер I, який заздалегідь наповнюють водою. Потім відкривають пробку зливного патрубку і знову закривають.

Після занурення коксу в цей контейнер знов відкривають пробку – надлишку води дають стекти в мірний циліндр. За кількістю витисненої води судять про об'єм коксу. Заздалегідь також визначають об'єм V_2 корзини.

Уявна густина сухого коксу:

$$d_a^d = G/V,$$

де G – маса сухої проби коксу, г; $V=(V_1-V_2)$ – об'єм, займаний коксом, V_1 – сумарний об'єм коксу і корзини.

Після вказаного визначення корзини з коксом слід витягувати з контейнера I, дати воді стекти протягом 1 хв. і зважити. Це дає можливість визначити уявну пористість (видиму). Об'єм, зайнятий водою, можна назвати також об'ємом відкритих пор.

Уявна пористість:

$$P_a = (G_1 - G)100/V,$$

де G і G_1 – маса коксу, сухого і насиченого водою, г.

Загальна дійсна пористість коксу

$$P_r = (V_1 - V_2)100/V_1,$$

де V_1 – об'єм пористого коксу; V_2 – об'єм коксу, позбавленого пор.

Оскільки

$$V_1 = G/d_a \text{ і } V_2 = G/d_r,$$

де d_a і d_r – уявна густина і дійсна, то, підставляючи ці значення у формулу дійсної пористості коксу, отримаємо:

$$P_r = (d_r - d_a)100/d_r.$$

Таким чином, визначивши дійсну і уявну густину коксу, можна обчислити об'єм, який займають пори, тобто загальну пористість коксу.

Відповідно до стандарту ІСО 1014-75 висушений кокс (маса m) також безпосередньо занурюють в корзині у воду і через 3 хв. визначають масу корзини з коксом у воді M_1 , витягують з води, сушать 10 с і знов зважують M_2 :

$$d_a = m/[(M_2 - m_2) - (M_1 - m_1)],$$

де m_1 і m_2 – маса корзини відповідно у воді і після витягання та сушки протягом 10 с.

Особливість цього методу в тому, що об'єм коксу визначається за «втратою» маси зразка у воді; при цьому не має значення стан коксу (тобто немає необхідності в його кип'ятінні), оскільки враховується різниця в масі одного і того ж коксу до і після витягання його з води.

19.4. Визначення насипної маси коксу

Міжнародною організацією стандартизації передбачені відповідні стандарти для визначення насипної маси коксу в невеликих (ємкість 0,2 м³) і великих контейнерах. При завантаженні коксом контейнерів висота падіння шматків не повинна перевищувати 250 мм. Видаляються ті надмірно великі шматки коксу, які перешкоджають вільному переміщенню планки по верху контейнера. Насипна маса в перерахунку на сухий кокс

$$(BD) = [(G_2 - G_1)/V] (100 - W_t) 100,$$

де G_1 і G_2 – маса контейнера і контейнера з коксом; V – об'єм контейнера, л; W_t – загальна волога коксу.

19.5. Визначення питомого електричного опору коксу

Визначення питомого електричного опору (ПЕО) необхідне для оцінки властивостей вуглецевих відновників, використовуваних в електротермічних виробництвах. За даними Г. М. Макарова і Ю. Я. Філоненко, ПЕО коксу для електротермічних виробництв повинен бути >2500 Ом·мм²/м. Певні вимоги за ПЕО висуваються до вуглецевих матеріалів, зокрема до кам'яновугільного і пекового коксу, антрациту і термоантрациту, для виробництва електродів і інших вуглецевих виробів. Нарешті, ПЕО – цінна характеристика для оцінки готовності коксу, а також ступеня бездимності побутового палива. Вкажемо також на зв'язок, який виявляється між спікливістю вугілля і електричною провідністю коксу.

Запропоновані методи для оцінки ПЕО коксу: двозондовий для вимірювання ПЕО порошків і чотиризондовий – для визначення ПЕО грудкового коксу.

У двозондовому методі вдається виключити вплив перехідних опорів між зразком і електродами, тому можливо отримувати точніші результати.

Принцип методу полягає у наступному. Через циліндричний зразок, який знаходиться між електродами, що стискають його, пропускається струм (вимірюється амперметром). Напруга і сила струму регулюються дільником напруги. На певній відстані від струмопровідних електродів розміщуються потенційні електроди у вигляді двох зондів. За допомогою потенціометра компенсаційним методом вимірюється різниця потенціалів між цими зондами.

Питомий електричний опір:

$$\rho = RS/L = VS/IL,$$

де V – різниця потенціалів; I – сила струму; S – площа перетину зразка; L – відстань між зондами.

Якщо зразок має достатньо високий електричний опір, тобто набагато більший, ніж опір потенціометра, потенціометр застосовувати не можна (оскільки він шунтуватиме зразок). Слід використовувати вольтметр, внутрішній опір якого істотно вищий, ніж опір зразка. На рис. 2.22 показаний двозондовий прилад.

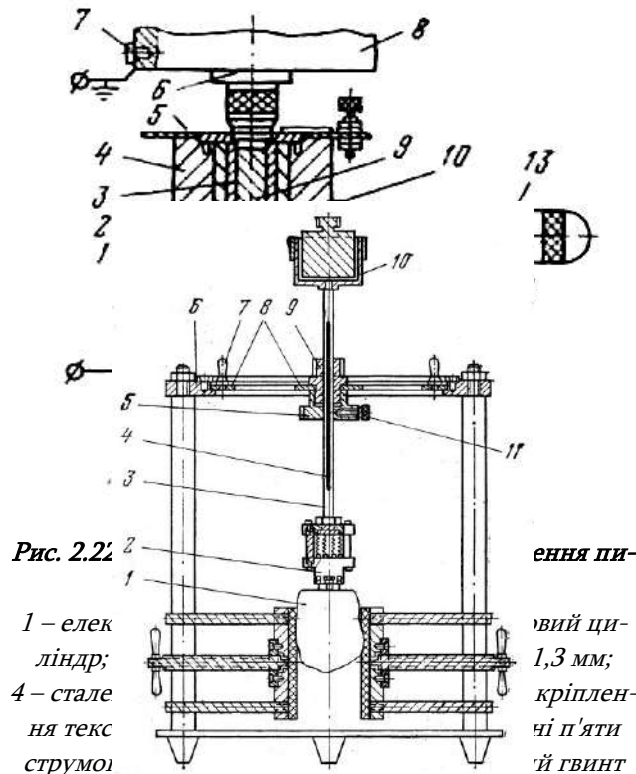


Рис. 2.22.

1 – елек
ліндр;
4 – стале
ня текс
струмо

ення пи-

вий ци-
1,3 мм;
кріплен-
ні п'яти
й гвинт

для присідання через металевий корпус струмопро-
відного електроду; 8 – плита преса;
зондової головки

9 – струмовий електрод; 10 – наважка коксу;
1 – зразок; 2 – зондова головка; 3 – стержень;
11 – сталевий опорний контакт для нижнього елект-
4 – обойма; 5 – гайка, що фіксує затиск; 6 – обойма;
рода; 12 – текстолітовий ізолятор; 13 – рукоятка
9 – рукоятка; 8 – диск; 9 – затиск; 10 – стакан з
вантажем; 11 – гвинт для фіксації стержня

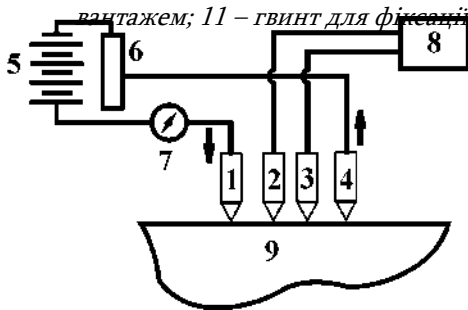


Рис. 2.23. – Схема чотиризондового приладу

1-4 – зонди; 5 – джерело струму;
6 – дільник напруги; 7 – міліампер-
метр; 8 – потенціометр; 9 – кокс

Для визначення ПЕО грудкового коксу слід виміряти силу струму через зовнішні струмові зонди 1 і 4 і визначити різницю потенціалів V між середніми потенційними зондами 2 і 3. Відстань між всіма зондами однакова: $5,0 \pm 0,1$ мм.

Питомий електричний опір грудкового коксу визначається за формулою:

$$\rho = V2\pi S/I.$$

Для випробування відбирається наважка ($2,1 \pm 0,01$ г) висушеного коксу аналітичного подрібнення ($-0,2$ мм). Після того, як нижній струмовий електрод поміщений в канал, через воронку засипають наважку коксу, змітаючи всі зерна в канал, і опускають верхній струмовий електрод.

Потім встановлюють прилад у прес; клєми зонда сполучають з потенціометром. Зразок пресується при тиску $39,2$ МПа (витримка під тиском близько 2 хв.) Висота спресованого зразка повинна складати 16 мм. Висоту перевіряють за положенням рисок щодо сталевого кільця для кріплення текстолітових трубок, з цією площиною може співпадати верхня риска, але нижче електрод не повинен опускати-ся, інакше тиск сприйматиме не зразок, а текстолітові частини приладу.

Через 2–5 хв. після прикладення тиску встановлюють робочий струм і вимірюють напругу.

У разі, коли випробовуються зразки, які характеризуються відносно низьким питомим електричним опором, вимірювання виконується при струмі 100 мкА; у разі високого ПЕО струм дорівнює 10 – 100 мА.

Випробовують дві паралельні наважки. Після випробування зразок видаляється, канал ретельно і обережно вичищається і розраховується питомий електричний опір.

Чотиризондовий метод був запропонований для визначення ПЕО грудкового коксу. Схема електровимірювання показана на рис. 2.23.

Схема приладу для визначення ПЕО грудкового коксу показана на рис. 2.24.

Пристрій для переміщення зондової головки дозволяє встановлювати її в будь-якому місці поверхні зразка коксу. Зондова головка виготовлена з органічного скла; в ній є канали, в яких за допомогою утримувачів, пружин, хвостовиків і гайок укріплені пластинки з впаяними в них зондами із заточеного на конус вольфрамового дроту діаметром 0,8 мм.

При вимірюванні ПЕО шматків коксу через зовнішні струмові зонди пропускають постійний струм.

Джерело струму – акумулятор (е.р.с. 5-10 В і ємність 60-100 А/год). Сила струму вимірюється міліамперметром відповідного типу з межами вимірювання 0-100 мА. В електричний ланцюг включається реостат (опір 100-200 Ом, допустимий струм 0,2 А). Середні потенційні зонди з'єднуються з потенціометром постійного струму (0-100 мВ).

Для прикладу наведемо значення ПЕО Ом·см; для коксу, отриманого в лабораторних умовах, – 0,086-0,205 і для напівкоксу $0,55 \cdot 10^5$ - $7,8 \cdot 10^5$.

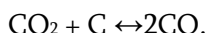
Для коксу коксохімічних заводів ПЕО, Ом·см, такі:

Коксохімзавод	Подрібнений (чотиризондовий метод)	Грудковий (двизондовий метод)
Дніпропетровський	0,048–0,070	0,066–0,126
Дніпродзержинський	0,015–0,018	0,016–0,028

19.6. Визначення реакційної здатності коксу

Реакційна здатність коксу – один з важливих показників його якості. Вважають, що високоякісний доменний кокс повинен відрізнятися низькою реакційною здатністю. Реакційна здатність ливарного коксу повинна бути відносно нижчою – менше 0,6 мл/(г·с) за CO₂. Вуглецевий відновник для електротермічних виробництв характеризується підвищеною реакційною здатністю – більше 1,5 мл/(г·с).

Про реакційну здатність коксу судять за константою швидкості реакції взаємодії діоксиду вуглецю з коксом при 1000°C



Константу швидкості цієї реакції визначають відповідно до ГОСТ 10089–73. Схема установки для випробування коксу показана на рис. 2.25. Для нагріву коксу використовується трубчаста електропеч потужністю 2 кВт ($l = 400$ мм, $d_{\text{зовн}} = 45$ мм). Важливо, щоб середню ділянку печі можна було нагрівати за 30 хв до 1200°C.

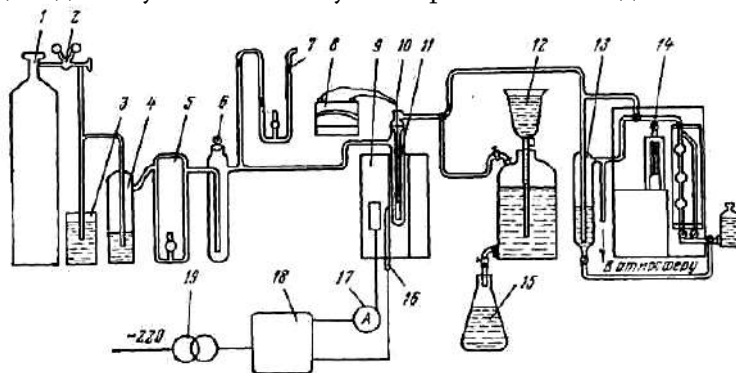


Рис. 2.25. – Схема установки для визначення реакційної здатності коксу:

1 – балон з CO_2 ; 2 – вуглекислотний редуктор УР-2; 3 – моностат; 4 – склянка з H_2SO_4 ;
 5 – диференціальний манометр; 6 – колонка з CaCl_2 ; 7 – манометр; 8 – мілівольтметр;
 9 – піч реакційна; 10 – термопара СПП-П; 11 – реакційна трубка; 12 – газометр;
 13 – плунжер для підтримки постійного тиску в системі; 14 – газоаналізатор типу ГХП-2;
 15 – посудина для стікаючої води; 16 – термопара ТПП-П; 17 – амперметр;
 18 – самописний регулюючий прилад; 19 – трансформатор РНО-250-5

Від проби 0–13 мм відбирають 2 кг і відсівають від неї фракцію 3–4 мм. Залишок на ситі (4 мм) додрібнюється до проходження через це сито. Отримана проба 3–4 мм висушується. Для випробування береться наважка $10 \pm 0,02$ г. Наважку поміщають в реакційну трубку (рис. 2.26). Спай платино-платинородієвої термопари при цьому повинен бути занурений на 2 см в наважку (пробу). Термопара, встановлена в стінці печі, приєднана до потенціометра для забезпечення постійності температури в реакційній трубці. Шляхом зміни рівня води в плунжері створюється перепад рівнів в манометрі, що відповідає різниці між прийнятим тиском (101–102 кПа) і атмосферним тиском під час досліду. Вся установка повинна бути перевірена на герметичність. Через систему пропускають CO_2 протягом 20 хв. при швидкості 5–6 $\text{см}^3/\text{с}$ для витіснення повітря.

Випробування проводиться при швидкості CO_2 3 $\text{см}^3/\text{с}$ і температурі всередині наважки коксу – $1000 \pm 5^\circ\text{C}$. Протягом 15 хв. продукти реакції збираються в газометрі; потім визначають вміст в цих продуктах CO_2 за допомогою звичайного або автоматичного газоаналізатора, наприклад ГХП-2, з бюреткою за ГОСТ 7018–75.

Проводять два-три паралельні визначення складу продуктів реакції.

Для оцінки реакційної здатності слід врахувати вміст вуглецю в наважці:

$$G = G(100 - A^d) / 100(C^{\text{daf}} / 100),$$

де $G = 10$ г – наважка; $C^{\text{daf}} = 98$ %.

Константа швидкості реакції [$\text{у см}^3/(\text{г} \cdot \text{с})$]

$$K = vTR / gT_1,$$

де v – швидкість подачі CO_2 , $\text{см}^3/\text{с}$; g – наважка, г; T , T_1 – температура реакції і приміщення, К; $R = 1 - \ln[1/(1 - r)]$, r – ступінь перетворення CO_2 ; $r = \text{CO}/(\text{CO} + \text{CO}_2)$ – середній вміст цих газів за час дослідів %.

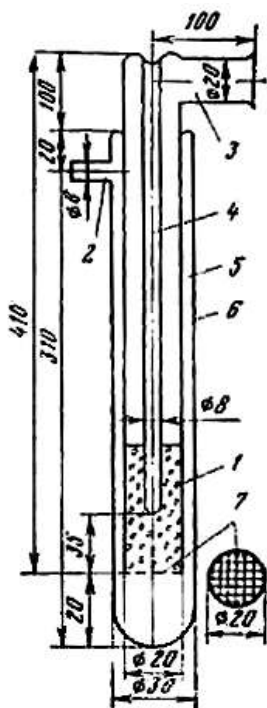


Рис. 2.26. – Реакційна трубка:

1 – наважка коксу; 2, 3 – патрубки для вводу і виведення CO_2 ; 4, 6 – чохла для термопар; 5 – реакційна трубка; 7 – сітчасте дно

Приклад. Якщо в продуктах реакції опинилося 29% CO , $R = 0,20$. Значення R можна визначити за відповідною таблицею, яка приводиться в ГОСТ.

Якщо зольність коксу, як в прикладі, дорівнює 9,5 %, то $g = 8,87$ г. При швидкості подачі $3 \text{ см}^3/\text{с}$ і температурі приміщення 293 К
 $K_{1000} = 3 \cdot 1273 \cdot 0,20 / 8,87 \cdot 293 = 0,29 \text{ см}^3/(\text{г} \cdot \text{с})$.

Протягом останніх десятиліть провідними металургійними заводами і виробниками доменного коксу приділяється значна увага його якісним показникам. Висока і стійка якість коксу є однією з вирішальних передумов підвищення ефективності роботи доменної печі. Найважливішими параметрами, що характеризують якість коксу, є параметри CRI (Coke Reactivity Index) і CSR (Coke Strength after Reaction). Спосіб визначення цих параметрів, запропонований японською фірмою «Nippon Steel Corporation», відомий як «Test NSC» і застосовується всіма світовими фірмами.

Кокс виконує в доменній печі цілий ряд функцій, значення яких різне в різних

частинах печі. Кокс відіграє дуже важливу роль в нижній частині доменної печі, в зоні температур $900\text{--}1000^\circ\text{C}$ при одночасній абразії пічних газів. Параметри CRI і CSR мають велике значення для загального управління економікою доменного виробництва. Сумісний тест реакційної здатності коксу і постреакційної міцності показав на підставі порівняльних вимірювань в різних лабораторіях різні результати з деякими відхиленнями, що пояснюється різними методиками приготування проб коксу, методами лабораторних вимірювань, і особливо якістю тестуючої апаратури. У зв'язку з цим для уніфікації режимів тестування введені стандарти ASTM D 5341, ISO 18894, які розроблені відповідно до вимог тесту NSC і уточнюють вимоги до тестуючої апаратури. У цих стандартах вказані основні принципи і режими вимірювань, параметри апаратури, і чітко визначена технологія вимірювань. Вимірювання, виконані на установці, що задовольняє вимогам вищезгаданих стандартів, дозволяють дати об'єктивну і точну оцінку параметрів CRI і CSR.

Розроблена в Польщі установка новітнього покоління типу PR-140/1300 VM знаходиться в одному корпусі, розділеному вертикальною стінкою на дві секції, з вимірювальними регуляторами, газовою системою і панеллю управління, розташованими в одній секції, а також з компактним вертикальним нагрівачем з ізоляцією із кераміч-

них волокон, захищеним алюмінієвою сорочкою, розташованою в другій секції, відкритій знизу. Характерною рисою установки є її невеликі габаритні розміри: ширина – 120 мм, глибина – 800 мм, висота – 900 мм.

Трубний неподільний нагрівач забезпечує постійну температуру з точністю $\pm 20^\circ\text{C}$ на довжині 380 мм, що дорівнює чотирикратній висоті проби. Багатосекційна нагрівальна спіраль виготовлена з товстого реостатного дроту, що гарантує тривалий термін служби нагрівача. Легка ізоляція з керамічного волокна високої якості забезпечує хорошу термодинаміку печі і невелике споживання електроенергії – близько 4,5 кВА в сталому стані при температурі 1100°C .

З чотирьох регуляторів температури, пов'язаних з комп'ютером, три працюють за системою master-slave і забезпечують відповідну зону рівномірного розподілу температури в нагрівачі, а четвертий вимірює температуру досліджуваної проби безпосередньо в її середині. Точність регулювання температури складає $\pm 1^\circ\text{C}$. Четвертий регулятор дозволяє здійснювати каскадне регулювання, завдяки чому підтримується постійна температура проби впродовж всього процесу на рівні $1100^\circ\text{C} \pm 0,2^\circ\text{C}$ (за винятком термічних перешкод, викликаних включенням CO_2 , протягом 5 хв.).

У дозаторі газів CO_2 і N_2 в процесі вимірювання використовуються регулятори масової витрати з точністю $\pm 1\%$ (іноді $\pm 0,5\%$).

Сполучення системи регулювання температури і газової системи з комп'ютером виконане за допомогою модулів управління і вимірювання, що працюють в розсіяній структурі. Реактор виготовлений з високоякісної жаротривкої сталі, а його габарити задовольняють вимогам вищезгаданого стандарту ISO. Реактор поміщають зверху в нагрітому нагрівачі. Цю операцію за бажанням клієнта можна виконувати уручну за допомогою ручного важеля або проводити завантаження за допомогою автоматичної системи. Електронні ваги, пов'язані з комп'ютером, автоматично вводять вагу проби у вимірювальну систему. Програмне забезпечення (застосовується звичайний PC-комп'ютер) дозволяє автоматично вести вимірювальний процес, його реєстрацію і архівацію результатів.

Для визначення параметрів CRI холодну реторту з пробю коксу поміщають в піч, нагріту до температури 1100°C . Реторта нагрівається до температури 1100°C протягом 20 хв., після чого температура стабілізується на рівні 1000°C . Проба нагрівається в атмосфері азоту, а потім відбувається автоматичне перемикавання газу на діоксид вуглецю. Реакція коксу з CO_2 є ендотермічною, тому відбувається сильне охолодження проби (на кілька градусів). Температура змінюється в часі і залежить від властивостей досліджуваного коксу. Для правильної стабілізації температури в пробі застосовується каскадне регулювання, зовнішня петля якого замикається комп'ютером.

Управління температурою здійснюється комп'ютером, пов'язаним з регуляторами печі відповідними інтерфейсами. Час повернення до температури $1100 \pm 2^\circ\text{C}$ складає 3-5 хв. (допустимий час – до 10 хв.), а потім ця температура підтримується протягом всього часу, що залишився (115 хв.) з точністю $\pm 0,2^\circ\text{C}$.

Дозуванням газів також управляє комп'ютер. Виконавчий елемент – масовий регулятор витрати, який регулює витрату з точністю $\pm 1\%$ і повторюваністю $\pm 0,2\%$. Такі добрі експлуатаційні параметри установки дозволяють виконувати повторювані вимірювання з невеликою погрешністю.

Для усунення погрішностей, пов'язаних із зважуванням проб, ваги сполучені з комп'ютером, і маси проб записуються автоматично.

По закінченні вимірювального процесу друкуються протоколи трьох видів. У першому вказані криві зміни температури нагрівача і досліджуваної проби, значення витрат і тривалість етапів для атмосфери N_2 і CO_2 . У другому, головному, протоколі вказані:

– ідентифікаційні дані досліджуваної проби: черговий номер тесту, символ досліджуваної проби, дані клієнта;

– режим виконаного тесту і вага проби: витрата CO_2 (л), загальна тривалість проби (хв.), температура проби під час реакції з CO_2 (градус), вага проби до реакції (г), вага проби після реакції (г), вага проби крупністю >10 мм (г), вага проби крупністю $>0,5$ мм (г);

– результати тесту: CRI (%), CSR (%), стираність (%).

2.20. Пек кам'яновугільний і пековий кокс

Пек – це залишок ректифікації високотемпературної смоли після відбору фракцій, які википають до $360^\circ C$. Як правило, отримують так званий середньотемпературний пек, що має температуру розм'якшення $65-70^\circ C$. Вихід від смоли складає $55-58\%$.

Хімічний склад пеків. Пек високотемпературної смоли є найменш вивченою її частиною. За деякими даними, якісно ідентифіковано 160 сполук, які входять до складу пеку, що складає за масою приблизно 5% . Повнішу інформацію про хімічний склад пеку дають дані групового складу, наприклад, вміст трикільчастих (антрацен, фенантрен), чотирикільчастих (пірен, хризен, тетрацен, флуорантен і ін.), п'ятикільчастих (бензопірени, пентацени і ін.) ароматичних вуглеводнів, що більш конденсовані, і гетероциклічних сполук.

За даними мас-спектроскопії були ідентифіковані 34 структурних типи конденсованих ароматичних груп, що склало за масою від пеку А з температурою розм'якшення $80-85^\circ C$ $70,9\%$, від пеку Б ($t_p=100-110^\circ C$) – $71,4\%$ і від пеку С ($t_p=140-150^\circ C$) – $58,0\%$ (табл. 2.31).

Дослідження вузьких фракцій пеку А, отриманих розділенням його обробкою полярними і неполярними розчинниками, із застосуванням високоточних мас-спектрометрів, дозволило виявити в пеках 239 сполук, що кореспондують як мінімум 108 молекулярним структурам (типам) і їх алкілпохідним. До них належать 15 структурних вуглеводневих типів від аценафтєну до бензокороненів, 13 типів – з одним атомом кисню (від фенілфурану до гідроксикороненів), 8 типів з двома атомами кисню (від фенілбензохінону до нафтоантрахінону), 11 типів, що містять один атом азоту в молекулі (від метилізохінолу до структури, що відповідає азобензоперилєну).

У складі пеку С присутні типи сполук з двома атомами азоту в молекулі, що відповідають структурі диметилазаїндола і азабензо- (d, e, f) карбазолу і інших азакарбазолів; 10 типів з одним атомом сірки, 8 типів з одним атомом кисню і одним атомом азоту в одній молекулі і 3 типи з двома атомами кисню і азоту в молекулі. Дослідники констатують, що більшість з неідентифікованих компонентів кам'яновугільного пеку представлена більш високомолекулярними гомологами відомих компонентів.

Таблиця 2.31 - Хімічний склад пеку високотемпературної смоли з різною температурою розм'якшення, %

Структурний тип компонентів пеку	Загальна формула C_nH_{2n-x}		Мас-спектроскопія			Газова хроматографія, 80°C
	n	x	A, 80-85°C	B, 100-110°C	C, 140-150°C	
Структурний тип, включаючи алкілпохідні						
інден	9	10	0,3	-	-	-
нафталін	10	12	0,1	0,2	0,2	0,4
аценафтен, дифеніл	12	14	1,8	0,7	0,4	0,8
аценафтилен, флуорен	12	16	1,3	0,5	0,8	2,2
антрацен, фенантрен	14	18	7,5	2,8	1,1	4,5
метиленфенантрени, феніл-нафталіни	15	20	6,1	5,0	2,9	-
4-кільчаста ароматика (ангулярна)	16	22	10,2	9,5	4,0	8,4
4-кільчаста ароматика (лінійна)	18	24	6,7	8,5	5,6	4,4
метиленхризени, фенілантрацени, бензофлуорантени	18	26	4,1	5,3	4,7	7,2
5-кільчаста ароматика (ангулярна)	20	28	8,1	11,9	10,6	7,1
5-кільчаста ароматика (лінійна), метиленперилени	21	30	3,5	4,5	4,8	4,4
6-кільчаста ароматика (бензперилени)	22	32	3,9	5,6	6,0	-
6-кільчаста ароматика (ангулярна)	24	34	2,6	3,0	4,0	3,9
6-кільчаста ароматика (лінійна)	26	36	0,5	0,7	0,9	-
7-кільчаста ароматика (коронен)	24	36	0,5	0,4	0,5	0,4
7-кільчаста ароматика (цибешперилени)	26	38	0,8	0,4	0,9	
кисневмісні (кисневі сполуки)			2,3	4,8	3,6	-
сірчисті сполуки	-	-	2,7			
азотисті сполуки	-	-	7,7	7,5	6,8	-
залишок	-	-	29,1	28,6	42,0	52,2

Примітка: А, В, С - зразки пеку

Фізико-хімічні властивості пеків характеризують:

- 1) група технічних показників: температура розм'якшення, вихід летких, густина, зольність, груповий склад;
- 2) група хімічних показників: елементний склад, атомне відношення вуглецю до водню і ін.

Пеки коксохімічних підприємств, що працюють на шихтах, які відрізняються за марочним складом і якісними показниками, маючи близьку температуру розм'якшення (68-74°C за методом "кільце – стержень" (К.С)), помітно відрізняються за груповим і елементним складом, атомним відношенням вуглецю до водню і ступенем ароматичності (табл. 2.32).

Привертає увагу відсутність кореляції між температурою розм'якшення пеків, виходом летких речовин і густиною, що коливаються в межах 40-135°C, 56,67-67,54% і 1,318-1,291 г/см³ відповідно. Відсутня кореляція цих показників і з вмістом вуглецю (92,61-91-22%). Для сірки і азоту в пеках спостерігається чітка відповідність їх вмісту у вугільних шихтах. Пеки заводів України містять сірки в 1,3-1,8 разів більше, а азоту в 1,7-2,1 разів менше, ніж пеки заводів східних районів Росії.

Температура розм'якшення пеку – найважливіша характеристика його якості. За цим показником розрізняють три типи пеків: низькотемпературний, іноді званий м'яким пеком ($t_p=40-60^\circ\text{C}$); середньотемпературний ($t_p=60-75^\circ\text{C}$); високотемпературний ($t_p=135^\circ\text{C}$).

Методи визначення температури розм'якшення. Відомі три методи: "кільце – куля" (К.К.), який застосовують в нафтовій промисловості, а за кордоном і в коксохімічній; "кільце – стрижень" (К.С.) і "Кремер і Сарнов" (К.С). Останній широко застосовувався у минулому, а сьогодні частіше застосовується в дослідницькій практиці. У цьому методі використовується ртуть. Були розроблені методи, що виключають її застосування.

Співвідношення між температурами розм'якшення, одержаними різними методами, виражається емпіричними формулами:

$$t_p^{KK}=1,035t_p^{KS}+9,6, \text{ }^\circ\text{C},$$

де t_p^{KK} – температура розм'якшення, визначена за методом "кільце – куля";

t_p^{KS} – температура розм'якшення пеку, визначена за методом Кремера і Сарнова;

$$t_p^{KC}=0,9t_p^{KK}-3, \text{ }^\circ\text{C},$$

де t_p^{KK} – температура розм'якшення за методом «кільце-куля»;

t_p^{KC} – температура розм'якшення за методом "кільце – стержень".

Це співвідношення справедливе при швидкості нагрівання пеку 5 град/хв. Швидкість нагрівання пеку суттєво впливає на результат, наприклад, співвідношення між температурами розм'якшення, визначеними при швидкості нагрівання 1 град/хв. і 5 град/хв., виражається емпіричною формулою:

$$t_{p1}^{KK}=0,9t_{p5}^{KK}+4, \text{ }^\circ\text{C},$$

де t_{p1}^{KK} – температура розм'якшення пеку за методом "кільце – куля" при швидкості нагрівання ванни 1 град/хв.;

t_{p5}^{KK} – те ж саме при швидкості нагрівання 5 град/хв.

Наближені значення температур розм'якшення пеків, визначені при швидкості нагрівання ванни 5 град/хв.:

$$t_p^{KK}>t_p^{KC} \text{ на } 12-16^\circ\text{C};$$

$$t_p^{KS}<t_p^{KK} \text{ на } 6-10^\circ\text{C}.$$

Вихід летких дає уявлення про те, яка кількість твердого залишку (коксу) утворюється в процесі коксування при використанні пеку в анодній масі, як зв'язувальної речовини і тому подібне.

Таблиця 2.32 – Фізико-хімічні властивості деяких промислових пеків

Параметр	Назва пеків						
	череповецький	макіївський	дніпродзержинський	магнітогорський	нижнятагільський	західносибірський	
Температура розм'якшення, °С	69,9	70,0	69,0	70,0	68,0	74,5	88,0
Вихід летких, %	67,54	61,30	60,10	58,02	56,67	57,38	55,30
Густина, г/см ³	1,291	1,308	1,299	1,297	1,318	1,311	1,318
Зольність, %	0,18	0,16	0,10	0,17	0,12	0,24	0,25
γ- фракція	39,39	33,40	36,70	36,03	35,60	30,20	27,00
β-фракція	41,61	40,86	37,48	36,43	34,80	43,48	42,44
α-фракція	19,00	25,74	25,73	27,54	29,60	26,32	30,56
α ₁ -фракція	3,60	3,70	2,92	6,46	10,60	5,20	4,70
C	91,22	92,22	91,91	91,12	92,61	90,99	91,01
H	4,85	4,47	4,52	4,41	4,44	4,56	4,51
N	1,73	0,75	0,97	1,45	2,07	1,67	1,65
S	0,72	1,36	1,02	0,58	0,26	0,98	0,72
O	1,30	1,04	1,48	2,27	0,50	1,56	1,86
Атомне відношення C/H	1,57	1,72	1,69	1,72	1,74	1,66	1,68
Д750/Д2930*	8,2	9,7	6,2	7,3	5,0	9,2	13,0
Д3050/Д2930**	3,0	3,2	2,5	2,8	1,5	3,4	4,5

* відношення оптичної щільності позаплощинних деформаційних коливань С_{Нар} і асиметричних валентних коливань СН₂;

** відношення оптичної щільності валентних коливань СН_{ар} і асиметричних валентних коливань СН₂.

Груповий склад характеризує вміст в пеках розчинних або нерозчинних в розчинниках фракцій (γ, β, α, α₁). На рис. 2.27 а,б наведені схеми розділення пеків на фракції. Кожна з цих фракцій впливає на ті або інші властивості сировини або готової продукції, в яких як один з похідних матеріалів застосовується пек. Так, наприклад, при оцінці впливу на експлуатаційні властивості випалених пекококсових композицій кожній з вказаних фракцій надається певне значення: γ-фракція (найбільш низькомолекулярна частина пеку) забезпечує пластифікуючі властивості, що створює сприятливі умови при перемішуванні анодної маси, сприяючи її гомогенізації; β-фракція характеризується добрими адгезійними властивостями. Загалом γ- і β-фракції визначають пластифікуючі і спікливі властивості пеку. Із вмістом α- і α₁-фракцій пов'язані вихід коксу і його фізико-механічні властивості.

Мінеральні компоненти знижують якість пеку, особливо при використанні його в електродній промисловості. При коксуванні вони переходять в пековий кокс. Їх вміст в пеках цілком залежить від технології підготовки смоли до переробки, перш за

все від видалення фусів і зневоднення. Зольність пеків з температурою розм'якшення 68,0-74,5°C на ряді заводів складає 0,12-0,24%.

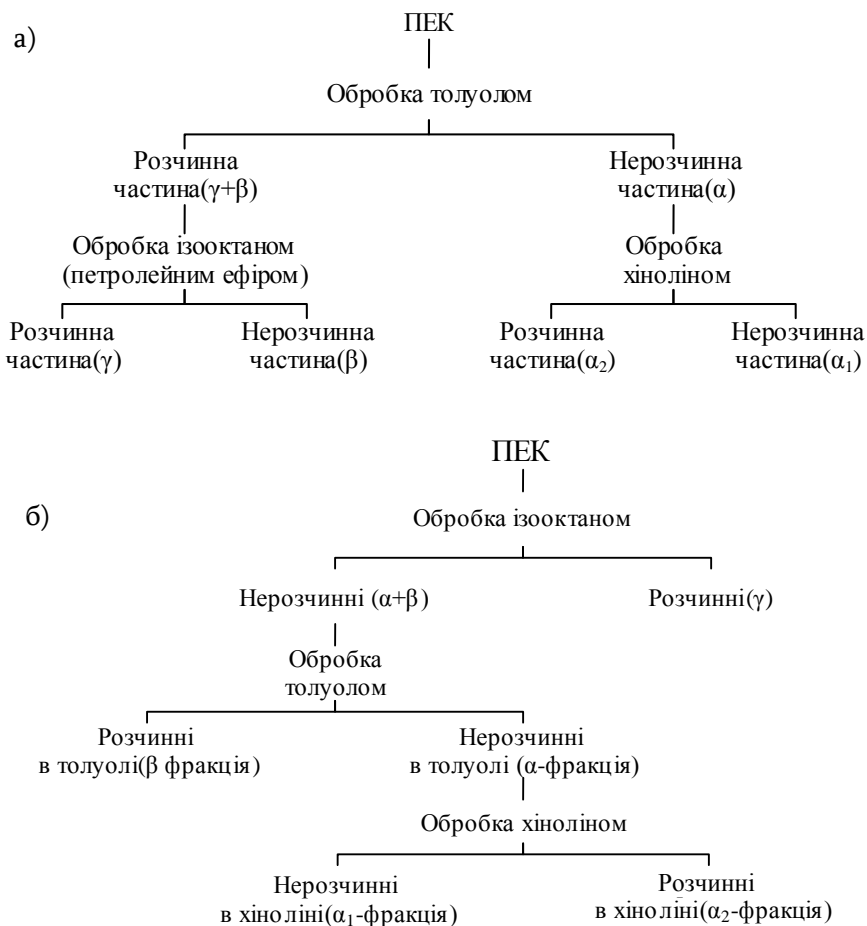


Рис. 2.27. – Схеми розділення пеку на фракції по двох методах:

а – обробка толуолом; б – обробка ізookтаном

Кам'яновугільні пеки знаходять широке застосування в різних галузях. Найбільша його кількість споживається електродною промисловістю і для отримання пекового коксу (до 90%), при дорожньому будівництві, в будівельній справі, при виробництві вуглебрикетів.

До пеку залежно від галузі споживання висуваються певні вимоги, що особливо жорсткі й суворо регламентовані при використанні пеку в електродній промисловості (ГОСТ 10200-73).

При фракціонуванні смоли в звичайних умовах неможливо отримувати пек із заданими властивостями в широкому діапазоні, тому розробляються нові технології переробки смоли.

Особливе місце займає використання пеку для виробництва вуглецевих волокон. При цьому необхідна спеціальна обробка пеку, наприклад, різними екстрагентами.

Розробляються різні варіанти способів отримання електродного пеку з метою підвищення температури розм'якшення, з високим вмістом хінолін-розчинних речовин

(α_2 -фракція) і вищим виходом пеку, ніж при переробці смоли в звичайних умовах. Ця мета досягається при переробці смоли під тиском власної пари або інертного газу і при залученні до процесу пекоутворення фракцій переробки смоли. Так, наприклад, нагріта в трубчастій печі смола з другою антраценовою фракцією або без неї витримується в реакторі при температурі 400-430°C і тиску 2-5 МПа протягом 1 години і більше, після чого піддається фракціонуванню.

Середньотемпературний пек (СТП) перед коксуванням перетворюють на високотемпературний ($t_p=150^\circ\text{C}$) в кубах-реакторах шляхом термоокиснювальної обробки, потім в рідкому стані завантажують в піч і коксують протягом 17-20 годин.

Пекококсівий цех складається з відділення пекопідготовки, блоків коксових печей і відділення охолодження газу та конденсації смоли.

Відомо кілька методів отримання високотемпературного пеку, що принципово відрізняються один від одного:

- 1) хімічні (застосування реагентів, які прискорюють процеси конденсації ароматичних сполук);
- 2) фізичні, наприклад, термічна обробка при звичайному або підвищеному тиску;
- 3) термоокиснювальний.

В Україні термоокиснювальний метод є основним методом отримання високотемпературного пеку. У відділенні пекопідготовки проводиться окиснення середньотемпературного пеку ($t_p = 70^\circ\text{C}$), пекової смоли і важких дистилатів до високотемпературного пеку ($t_p = 150^\circ\text{C}$) повітрям в кубах-реакторах, кількість яких, а також порядок підключення (послідовне, паралельно-послідовне) різні на різних заводах і залежать від продуктивності цеху, фізико-хімічних властивостей і складу початкової сировини.

Відомо кілька схем отримання високотемпературного пеку:

- 1) роздільна обробка пеку і пекової смоли до високотемпературного пеку;
- 2) обробка пекової смоли повітрям до середньотемпературного пеку з подальшою обробкою разом з початковим пеком;
- 3) спільна обробка повітрям середньотемпературного пеку, пекової смоли і важких дистилатів.

Встановлено наступне співвідношення компонентів сировини, %: середньотемпературний пек 70-75; пекова смола 20-25; важкі пекові дистилати 5-10. У газі, що виходить з кубів-реакторів, вміст кисню не повинен перевищувати 3%.

Режим роботи кубів-реакторів є типовим для більшості установок: питома витрата повітря на 1 т середньотемпературного пеку (СТП) складає 80-100 м³; температура СТП, що надходить в перший куб-реактор, 280-300°C; температура пекової смоли після евапоратора 330-350°C; температура рідкої фази в кубах-реакторах, з'єднаних послідовно, °C: I – 290-310; II – 310-330; III – 350-360; IV – 370-380; V – 380-385.

При окисненні пеку основною реакцією є конденсація окремих його компонентів, що супроводжується виділенням води, при цьому має місце також термоокиснювальна деструкція менш стабільних компонентів. В результаті цих перетворень, а також відгону легких погонів сировини, утворюються пекові дистилати, що умовно поділяються на важкі і легкі. Перші повертаються в цикл переробки пеку, а легкі є високоякісною сировиною для виробництва технічного вуглецю. Хімічний склад їх відображає склад кам'яновугільного пеку.

Коксування високотемпературного пеку здійснюють в печах звичайної конструкції, але меншого розміру, об'єднаних в блоки по 5-7 печей в кожному. Термін служби печей не перевищує 10-12 років. Обігрів ведеться коксовим газом.

Технічна характеристика пекококсівих печей: довжина печі, мм: загальна 13 120; корисна 12 340; висота камери загальна 2 985 мм; середня ширина камери 450 мм; конусність камери 50 мм; об'єм камери 17,6 м³; разове завантаження 18-20 т; рівень обігріву 981 мм; оборот печей до 20,5 год.

Високотемпературний пек подається до печей відцентровим насосом тупиковим пекопроводом і завантажується за допомогою завантажувального апарата-дозатора поплавцевого типу. Завантаження проводиться одночасно через два отвори, розташовані по обидві сторони газовідвідного люка. Тривалість завантаження 5-7 годин. Закінчення завантаження контролюється рівнеміром.

Для знеграфічування стін і склепіння камери через спеціальні отвори подають пару і повітря.

Технологічна схема і апаратне оформлення відділення конденсації в принципі не відрізняються від технологічної схеми первинного охолодження коксового газу. Газ, що виходить з пекококсівих печей, охолоджується в газозбірнику до 90°C надсмольною водою, що знаходиться в замкнутому циклі: газозбірник – газовий сепаратор – механізований прояснювач – проміжний збір води – насос – газозбірник. Газ після охолодження в холодильнику безпосередньої дії і проходження промивача (очищення від смоли) подається в газопровід коксового газу перед первинними холодильниками. Частина важких дистилатів використовується для промивки газопроводу і газозбірників.

Основний продукт коксування пеку – кокс. Питома витрата середньотемпературного пеку з урахуванням пекової смоли і важких дистилатів складає 1,262-1,307 тонн на тонну коксу. Пековий кокс повинен мати певні фізико-хімічні властивості. В процесі коксування високотемпературного пеку відбувається істотна зміна елементного складу, збільшується дійсна густина і знижується питомий електроопір. Пековий кокс знаходить застосування в основному у виробництві вуглеграфітових матеріалів і анодної маси.

Властивості пекового коксу.

Вихід газу з 1 т високотемпературного пеку 270-290 м³. Його склад % : H₂ 78,2-80,6; CH₄ 10,7-12,3; CO 3,0-3,4; CO₂ 0,3-1,7; C_mH_n 3,0-3,4; N 2,6-4,9; O₂ 0,4-1,1. Густина 0,260-0,290 кг/м³. Нижча теплота згоряння 12,94 МДж/м³. Сирий газ містить, г/м³: NH₃ 2,3; бензол 13; нафталін 23. Середній склад аміачної води після холодильника, г/л: загальний аміак 0,3-1,1; леткий – 0,3-0,6; зв'язаний – 0-0,5. Пекококсівий газ приєднують до коксового газу.

Вихід пекової смоли 22,0-27,0%. Її хімічний склад відображає хімічний склад пеку. Вона повертається в цикл коксування високотемпературного пеку.

Установка для прожарення і сухого гасіння пекового коксу (УСППК). Нафтовий і пековий кокс, як правило, потребує прожарення. Прожарення – одна з основних технологічних стадій виробничого циклу, оскільки істотно впливає на формування якісних показників і експлуатаційних властивостей готової продукції. Кокс прожарюють в спеціальних печах різних конструкцій.

Інститутом Діпрококс спроектована і успішно експлуатується на Череповецькому металургійному комбінаті УСГПК. Установа складається з двох паралельно працюючих блоків. До складу кожного входять камера прожарення і сухого гасіння пекового коксу, регенератор, розділений глухою перегородкою на дві частини, і пилоосаджувальний бункер. У окремій будівлі розташовані котлоагрегати, пиловловлюючі циклони для доочистки інертного газу перед скиданням зайвого газу в атмосферу, димососи і інше устаткування.

Прожарення пекового коксу здійснюється при температурі 1 250-1 300°C за рахунок тепла згоряння летких речовин, що виділяються з коксу, і коксового газу над шаром коксу верхньої частини камери УСГПК. Продукти згоряння з температурою близько 1 300°C із зони прожарення по чотирьох каналах в кладці відводяться в кільцевий канал, де змішуються з газами гасіння, і далі надходять у котлоагрегат. Кокс, вивантажуваний з камери гасіння, має температуру 200-250°C.

УСГПК виключає необхідність прожарення коксу на електродних заводах. Після прожарення дійсна густина пекового коксу підвищується до 2,06 г/см³ і знижується його питомий електроопір.

Перспективним методом отримання пекового коксу є метод сповільненого коксування, що широко застосовується в нафтопереробній промисловості для виробництва нафтового коксу.

21. Окиснення вугілля

Серед процесів переробки вугілля важливе місце займає окиснювальна деструкція, як з метою вироблення енергії (спалення, газифікація), так і для виробництва хімічних продуктів (синтез-газ, бензолкарбонові кислоти і ін.). Окиснення вугілля при видобуванні, транспортуванні і зберіганні приводить до його самозаймання або втрати технологічних властивостей. Механізм окиснювальних перетворень вугілля в різних процесах має спільні риси.

Схильність вугілля до самозаймання (СЗ) є його внутрішньою властивістю, зумовленою початковим матеріалом, умовами його перетворення і характеризує його здатність взаємодіяти з киснем.

Запропоновано велику кількість методів визначення схильності вугілля до самозаймання, оснований на визначенні швидкості взаємодії вугілля з киснем, зміні його фізичних властивостей при окисненні, петрографічному складі і структурі вугілля. Розроблені різні методи визначення пожежотвірних параметрів великих мас вугілля, включаючи показник схильності до самозаймання, як один з параметрів, що характеризують імовірність самозаймання.

Запропоновані системи рівнянь, що описують тепловий баланс, конвективний притік кисню і масоперенос, які враховують основні процеси у вугіллі під час окиснення. Питання про вплив генетичних і геохімічних чинників на СЗ вугілля досліджене недостатньо, в зв'язку з чим існують протилежні думки з цього приводу.

З всіх видів вугілля найбільш поширені і вивчені гуміти. Більшість досліджень низькотемпературного окиснення і самозаймання вугілля проведена на гумітах різного ступеня метаморфізму. В Донбасі також найбільш вивчені гуміти, що складають осно-

вну масу вугілля басейну і найбільш схильні до самозаймання.

Сапропеліти завдяки великій щільності структури практично не взаємодіють з киснем при низьких температурах. Значна щільність ліптобіолітів утруднює проникнення кисню всередину шматків, що сповільнює протікання окиснювальних процесів, тобто ліптобіоліти за окиснюваністю схожі з сапропелітами.

Про роль різних петрографічних інгредієнтів в процесі низькотемпературного окиснення і самозаймання немає єдиної думки. Відмінність молекулярної структури мікрокомпонентів вугілля обумовлює різну міру їх активності при взаємодії з киснем. Включення інертиніту збільшує хімічну активність вугілля, оскільки висока пористість зумовлює проникнення кисню всередину вугільної речовини до більш реакційно-здатної поверхні вітриніту. Зі збільшенням вмісту у вугіллі фюзенізованої речовини і зменшенням геліфікованої схильність вугілля до самозаймання меншає. Легше окиснюється вугілля з підвищеним вмістом вітриніту і семивітриніту. У кам'яному вугіллі великі включення інертиніту сприяють створенню додаткової реагуючої поверхні за рахунок збільшення пористості і розвитку мікротріщин у вітриніті. У бурому вугіллі вітриніт має власну, сильно розвинену мережу мікротріщин, і інертиніт не впливає на його окиснення.

Мінеральна частина не є інертно баластною, а впливає істотним чином на окиснювальні процеси, в залежності від складу інгібує або каталізує їх.

Аналіз ендегенних пожеж в шахтах Донбасу показав, що схильним до СЗ є в основному вугілля відновленого типу, тобто вугілля з підвищеним вмістом сірки. Схильне до СЗ маловідновлене вугілля в більшості випадків містило понад 1,1% сірки.

Максимальну схильність до самозаймання має вугілля, відповідне стадіям вуглефікації, на яких спостерігалися корінні зміни структури вугільної речовини за рахунок стрибкоподібного виділення летких продуктів. Це непрямо підтверджує радикальний механізм низькотемпературного окиснення вугілля, оскільки при виділенні летких продуктів частина вільних зв'язків замінювалася за рахунок приєднання зайвих атомів водню або утворення місточкових кисневих зв'язків, а інша частина могла утворити вільні радикали різної стабільності. Хоч не всі тверді горючі копалини схильні до самозаймання, однак, всі без виключення змінюють при окисненні фізичні і хімічні властивості.

Меншає міцність вугілля і змінюється його гранулометричний склад: знижується вміст великих зерен, які внаслідок розтріскування розсипаються на дрібний. Змінюється поверхня шматків вугілля, меншає міра блиску вітриніту, з'являються бурі, жовті, білі нальоти, зумовлені відкладенням сульфатів за рахунок окиснення піриту і гідроксидів заліза, карбонатів і ін. Спочатку збільшується (до 8%) за рахунок приєднання кисню і поглинання води, а потім меншає маса вугілля.

Різко зростає пористість вугілля за рахунок збільшення об'єму макропор. Змінюється також елементний склад органічної маси, причому вміст вуглецю і водню меншає, а кисню зростає. Ці зміни особливо помітні при окисненні вугілля в умовах підвищених температур.

Знижується вихід і змінюється елементний склад летких продуктів, що утворюються при напівкоксуванні вугілля. У летких продуктах збільшується частка кисню і меншає вміст вуглецю і водню.

Значно зростає вміст у вугіллі карбоксильних, альдегідних, кетонних і хіноїдних карбоксильних груп, фенольних і спиртових гідроксильних груп, метоксильних і складноефірних угруповань. Зміна елементного складу і хімічної будови вугілля внаслідок окиснення впливає на вихід летких речовин і теплоту згоряння, яка особливо помітно знижується при окисненні малометаморфізованого вугілля. Вихід летких речовин при окисненні спочатку, як правило, збільшується, а потім меншає, причому для високометаморфізованого вугілля зростання виходу летких речовин більш значне. По мірі збільшення глибини окиснення в складі летких речовин меншає вміст водню, метану, етану і зростає кількість CO і CO₂.

Характерною ознакою окиснення вугілля є помітне підвищення вмісту гігроскопічної вологи. Внаслідок збільшення кількості кисеньвмісних груп на поверхні вугільних частинок вона стає гідрофільною, що різко знижує флотованість вугілля.

При окисненні кам'яного спікливого вугілля знижується його спікливість, що приводить до погіршення якості коксу. Внаслідок зміни хімічної будови органічної маси вугілля при окисненні спостерігається зниження виходу смоли напівкоксування, збільшення вмісту кисеньвмісних сполук у смолі і первинному газі, зростання виходу підсмольної води. При високотемпературному коксуванні окисненого вугілля помітно знижується вихід кам'яновугільної смоли і сирого бензолу, підвищується вихід пірогенетичної вологи і меншає теплота згоряння коксового газу внаслідок збільшення в ньому кисеньвмісних компонентів.

Окиснення і вивітрювання кам'яного вугілля приводить до появи у нього здатності до взаємодії зі слабкими розчинами лугів, тобто за властивостями воно наближається до бурого вугілля, хоч продукти, які отримують при цьому, не можна назвати гуміновими кислотами, оскільки при вуглефікації бурого вугілля гумінові кислоти зазнають незворотних змін і утворюють в кам'яному вугіллі речовини, нейтральні щодо слабких лужних розчинів.

Індивідуальні бензолкарбонові кислоти (БКК) займають помітне місце в номенклатурі товарної продукції хімічної промисловості. Суміші БКК являють значно менший інтерес для використання в хімічних виробництвах, однак і вони можуть знайти досить широке застосування при отриманні пластифікаторів, термореактивних смол, клеїв, добавок до мастильних масел, деемульгаторів, захисних плівок, реагентів для фарбування тканин і ін.

Для отримання індивідуальних БКК найбільш широко застосовують парофазне і рідиннофазне окиснення відповідних вуглеводнів. У промисловості в значних масштабах методом парофазного окиснення на окиснованадієвих каталізаторах отримують тільки фталевий ангідрид і піромелітовий діангідрид (ПМДА), відповідно з нафталіну і дуролу. Вироблення ПМДА стримується дефіцитом сировини. При використанні різних вуглеводневих фракцій утворюються і суміші кислот, які важко розділити. Аналогічні суміші отримують при окисненні викопного вугілля, що є найбільш дешевою і доступною сировиною. Можливості промислового виробництва БКК останнім часом приділяється велика увага. Отримання БКК шляхом окиснення вугілля повітрям у водно-лужному середовищі перевірене в США на пілотній установці, в Японії створена установка по переробці вугілля продуктивністю 10 т на добу, дослідно-промислова установка створена також в Польщі, є проекти пілотних і дослідно-промислових уста-

новок в країнах СНД.

Незважаючи на велику кількість виконаних досліджень, промислове виробництво БКК з вугілля не освоєне з таких основних причин:

- складність апаратури і технології при окисненні молекулярним киснем у водно-лужному середовищі під тиском;
- відсутність прийнятної для промислових умов технології окислення азотною кислотою і іншими ефективними окислювачами;
- відсутність раціональної технології отримання індивідуальних кислот, їх сирих фракцій і сумішей;
- малий досвід впровадження вуглехімічних технологій.

Метод окиснювальної деструкції широко використовується для пізнання структурних особливостей різних твердих горючих копалин. Глибоке окиснення і окислення вугілля можна провести різними речовинами: киснем, озоном, перманганатом калію, азотною кислотою, перекисом водню, хлором, гіпохлоритом, оксидом азоту і ін. Внаслідок глибокого окиснення вугілля утворюється вода, оксид і діоксид вуглецю і інші гази, а також складна суміш органічних кислот.

Окислення вугілля азотною кислотою при нагріванні приводить до утворення CO і CO_2 , розчинних в азотній кислоті сполук, що являють собою суміші аліфатичних моно – і дикарбонових кислот, бензолкарбонових кислот, а також високомолекулярних ароматичних кислот. Встановлено, що із збільшенням ступеня вуглефікації гумітів вихід ароматичних полікарбонових кислот підвищується із 10% для торфів до 80% для антрацитів. При цьому вихід газоподібних оксидів і аліфатичних кислот відповідно меншає. При окисненні гумусового бурого вугілля також отримують бензолкарбонові кислоти, однак їх вихід не перевищує 15 – 20%, а в складі продуктів окиснення переважають CO_2 , щавелева і водорозчинні аліфатичні кислоти.

Вміст в складі продуктів окиснення бензолкарбонових і інших ароматичних кислот вважається прямим доказом наявності в структурі гумітів ароматичних фрагментів. При наявності конденсованих ароматичних структур в гумітах відбувається утворення мелітової (бензолгексакарбонової) кислоти.

При окисненні ліптобіолітів Ткібульського і Липовецького родовищ киснем повітря в лужному середовищі при температурі 230-270°C і тиску 10 МПа отримано до 17% щавелевої кислоти і до 46% полікарбонових кислот, в яких до 68% бензолкарбонових кислот і 10% аліфатичних дикарбонових кислот. Це вказує на те, що в структурі смоляних тілець в значній кількості присутні фрагменти ароматичного характеру.

У складі продуктів окиснення сапропелю і сапропелітів присутні тільки аліфатичні моно – і дикарбонові кислоти. Це підтверджує, що в структурі сапропелевого вугілля практично відсутні ароматичні фрагменти.

У продуктах окиснення керогену прибалтійських горючих сланців також не знайдено ароматичних кислот. У той же час в продуктах окиснення концентрату керогену кашпирського сланцю (Поволжя) знайдена невелика кількість бензолкарбонових кислот, що пояснюється присутністю домішок гумусового матеріалу у волзьких сланцях, що утворилися в юрський період. Ці дані дозволили зробити висновок про те, що ароматичні структури в керогені або відсутні, або є в невеликій кількості.

Отримані на основі результатів окиснення вугілля дані про наявність в них різ-

них структурних фрагментів сьогодні підтверджені іншими хімічними, фізичними і фізико-хімічними методами.

22. Спалення горючих копалин

Горючі копалини, що спалюються для виробництва тепла, називають паливом. У промисловості використовують тверде, рідке і газоподібне паливо.

Паливо повинно відповідати наступним вимогам:

- низька вартість видобування;
- низька вартість транспортування;
- зручність застосування;
- можливість використання з високим коефіцієнтом корисної дії (ККД);
- малий вміст шкідливих домішок.

Тверді і рідкі горючі копалини складаються, в основному, з вуглецю, водню, кисню, сірки, азоту, мінеральних компонентів і вологи. Газоподібне паливо характеризується складом і кількістю газів, що входять в нього (метан, етан, пропан, бутан, оксид вуглецю, водень, бензол, сірководень та ін.).

Паливо характеризується кількома основними теплотехнічними показниками, головним з яких є теплота згоряння.

Процес горіння палива полягає в повному або неповному окисненні його вуглецю, водню і сірки з виділенням певної кількості тепла. Кількість тепла, що виділяється при повному згорянні 1 кг або 1 м³ палива, називають теплотою його згоряння. Кількість теплоти вимірюється в теплових одиницях – калоріях. 1 кал відповідає кількості теплоти, необхідної для нагрівання 1 г дистильованої води від 19,5 до 20,5°C при 760 мм рт. ст. Оскільки теплота є видом енергії, здатної виконувати роботу, то вона в системі СІ виражається спільною для всіх видів енергії одиницею – Джоулем (Дж), який рівний добутку сили 1 Н на шляху 1 м. 1 кал=4,1868 Дж≈4,19 Дж.

Вища теплота згоряння – кількість тепла, що виділяється при повному згорянні 1 кг або 1 м³ робочого палива за умови, що водень, який міститься в ньому, згоряє з утворенням води.

Нижча теплота згоряння – кількість тепла, що виділяється 1 кг або 1 м³ робочого палива, з урахуванням згоряння водню у водяну пару і випаровування вологи палива.

Нижча теплота згоряння відрізняється від вищої на кількість тепла, що затрачується на випаровування вологи, що міститься в паливі і утворюванні при згорянні водню:

$$Q_B^P - Q_H^P = 6(W^P + 9H^P) \text{ ккал/кг} = 25(W^P + 9H^P) \text{ кДж/кг},$$

де W^P і H^P дані в % за вагою.

Нижчу теплоту згоряння використовують для підрахунку потреби в паливі і його вартості, при складанні теплових балансів і визначенні ККД установок, що використовують паливо. Для порівняння різних видів палива і підрахунку потреби в паливі введено поняття про умовне паливо та нафтовий еквівалент. Умовне паливо характеризується нижчою теплотою згоряння, рівною 7 000 ккал/кг або 29,33 МДж/кг, нафтовий еквівалент – 10 000 ккал/кг або 41,90 МДж/кг.

Визначення теплоти згоряння палива засноване на спаленні його наважки в ки-

сні і поглинанні тепла, що виділилося, водою в калориметрі. Спалення здійснюється в калориметричній бомбі, що являє собою циліндричну товстостінну стальну склянку місткістю близько 300 мл з сталлюю кришкою, що загвинчується на щільну наріз.

У залежності від виду палива, при випробуванні його спалюють за одним з вказаних нижче методів.

Торф, буре, кам'яне вугілля і інші види палива, що піддаються брикетуванню, спалюють у вигляді брикетів.

Паливо із зольністю понад 35% і небрикетоване (антрацит, кам'яне вугілля, кокс і ін.) спалюють у вигляді порошку.

Мазут і інші важкі вуглеводні наливають безпосередньо в чашечку для спалювання.

Легкі нафтопродукти спалюють в спеціальній чашечці з нержавіючої сталі, яка зверху заклеюється спеціально приготованою колодієвою плівкою.

Визначення теплоти згорання газу проводять у самоущільненій калориметричній бомбі, в якій 300 мл газу змішують з шестикратним об'ємом кисню і спалюють при тиску 0,8 МПа.

При спаленні палива в калориметричній бомбі в атмосфері кисню під тиском відбувається окиснення сірки не в SO₂, як це має місце при спаленні на повітрі, а в SO₃, що утворює з водою кислоту H₂SO₄. Крім того, азот палива згоряє в атмосфері кисню в присутності води до HNO₃.

При підрахунку вищої теплоти згорання Q^p_v із теплоти згорання в бомбі Q_b віднімають теплоту утворення сірчаної і азотної кислот.

Теплотехнічні властивості палива характеризуються також такими параметрами як максимальна ентальпія (теплістікість) продуктів згорання і жаропродуктивність.

Максимальна ентальпія I_{c.g.} сухих газів – це нижча теплота згорання, віднесена до 1 м³ продуктів, повного згорання, отриманих при спаленні палива в теоретично необхідному об'ємі повітря, що не містять водяної пари:

$$I_{c.g.} = \frac{Q_N^p}{V_{c.g.}}, \text{кДж/м}^3,$$

де V_{c.g.} – кількість продуктів згорання сухих газів, м³.

Значення максимальної ентальпії сухих газів (табл. 2.33) коливається від 3 352 до 4 190 кДж/м³ сухих продуктів згорання.

Максимальна ентальпія (теплістікість) продуктів згорання I_г – це нижча теплота згорання, віднесена до 1 м³ продуктів повного згорання, отриманих при спаленні палива в теоретично необхідному об'ємі повітря, які містять водяну пару:

$$I_g = \frac{Q_N^p}{V_g}, \text{кДж/м}^3,$$

де: V_г – кількість продуктів згорання вологих газів, м³.

Жаропродуктивність (t_{max}) – це максимальна температура, що розвивається при повному згорянні палива в теоретично необхідному об'ємі повітря при температурі палива і повітря, рівній 0°C

$$t_{\max} = \frac{Q_H^P}{V_z \cdot c'_{\max}} = \frac{I_z}{c'_{\max}}, \text{ } ^\circ \text{C}$$

де c'_{\max} – об'ємна теплоємність продуктів згоряння палива в інтервалі температур від 0 до t_{\max} , кДж/м³.

Жаропродуктивність палива визначає ефективність його застосування у високотемпературних процесах. Розрізняють жаропродуктивність палива, підраховану:

- а) без урахування вмісту води в повітрі і нагрівання золи палива – t_{\max} ;
- б) з урахуванням вмісту в повітрі 1% води – t'_{\max} ;
- в) з урахуванням вмісту в повітрі 1% води, а також розплавлення і нагріву мінеральних речовин в паливі до температури його горіння – t''_{\max} .

Відмінність між величиною t'_{\max} і t_{\max} складає близько 30 °С. t''_{\max} використовують при підрахунку температури горіння сланців і високозольного вугілля.

У залежності від величини t_{\max} паливо поділяють на дві групи: високої ($t_{\max} > 2000^\circ\text{C}$) і зниженої жаропродуктивності ($t_{\max} < 2000^\circ\text{C}$). До першої групи відносять збагачене паливо з малим вмістом води, рідке паливо і газоподібне паливо з малим вмістом азоту і діоксиду вуглецю, а до другої – тверде паливо з високою вологістю або дуже високою зольністю (горючі сланці) і газоподібне паливо з високим вмістом азоту і діоксиду вуглецю (доменний, повітряний, змішаний генераторний газ, газ підземної газифікації). У високотемпературних процесах використовується паливо першої групи, а в низькотемпературних (парові і водогрійні котли, сушарки) – паливо обох груп.

Співвідношення об'ємів сухих продуктів повного згоряння в теоретично необхідній кількості повітря і вологих продуктів (що містять водяну пару), що утворюється внаслідок згоряння водню і випаровування води, позначають буквою В. Величину В використовують в підрахунках тепла продуктів згоряння і втрат тепла з витікаючими газами. Значення В меншає із збільшенням вмісту в паливі водню і води (таблиця 2.31). Теплоту згоряння палива можна визначити калориметричним методом або приблизно за емпіричними формулами. Вищу і нижчу теплоту згоряння можна визначити за формулами Д.І.Менделєєва:

$$Q_B^P = 339 \cdot C^P + 1256 \cdot H^P - 109(O^P - S^P), \text{ кДж/кг,}$$

$$Q_H^P = 339 \cdot C^P + 1256 \cdot H^P - 109(O^P - S^P) - 25(W^P + 9H^P), \text{ кДж/кг,}$$

де C^P , H^P , O^P , S^P , W^P – вміст в паливі вуглецю, водню, кисню, горючої сірки і води, % за масою; 339 – теплота згоряння 1% вуглецю, кДж/кг; 1256 – теплота згоряння 1% водню, що міститься в твердому і рідкому паливі, водяна пара, кДж/кг; 109 – теплота згоряння 1% горючої сірки, кДж/кг; 109 – зниження теплоти згоряння палива внаслідок вмісту в ньому 1% кисню, кДж/кг; 25 – зниження теплоти згоряння палива внаслідок витрати тепла на випаровування 1% води, що міститься в паливі (W^P) або тієї, що утворюється при згорянні водню ($9H^P$), кДж/кг.

$$Q_H^P = 338 \cdot C^P + 1444(H^P - O^P) + 105 \cdot S^P, \text{ кДж/кг.}$$

Таблиця 2.33 – Найважливіші теплотехнічні характеристики палив

Паливо	H^{daf} , %	W^p , % по масі	A^p , % по масі	Q_B^p , МДж/м ³ (газ), МДж/кг	Q_H^p , МДж/м ³ (газ), МДж/кг	Жаропродуктивність t_{max} , °С	Максимальна ентальпія I_r , кДж/м ³	B
Водень	100	-	-	12,8	11,7	-	-	-
Природний газ	25	-	-	39,8	35,6	2010	4190	0,81
Зріджений газ	18	-	-	100,6	92,2		4190	
Бензин	15	-	-	44,0	44,0	2080	4100	0,86
Гас	14	-	-	43,2	43,2	2090	4060	0,86
Мазут	11	3	-	40,6	40,6	2100	4020	0,83
Дрова	6	40	0,6	10,2	10,2	1610	3350-3770	0,75
Торф грудковий	6	40	7,0	10,7	10,7	1630	3350-3770	0,77
Буре вугілля:								
- челябінське	5,2	17	25,0	15,8	15,8	1970	3850	0,87
- підмосковне	5,0	33	23,0	10,5	10,5	1720	3640	0,80
- олександрійське	6,0	53	14,0	6,9	6,9	1680	3560	0,78
Кам'яне вугілля:								
Довгополумене	5,5	13	20,0	21,5	20,3	2050	3930	0,89
Пісне	4,2	5	15,0	28,3	27,4	2120	3890	0,93
Антрацит	1,8	5	13,0	27,7	27,2	2150	3810	0,95
Вуглець	0	-	-	33,9	33,9			

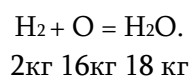
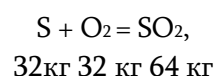
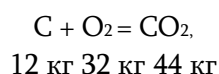
Вищу і нижчу теплоту згоряння газоподібного палива, склад якого виражений у % за об'ємом, підраховують, виходячи з теплоти згоряння горючих компонентів:

$$Q_B^p = 126,4 \cdot CO + 127,7 \cdot H_2 + 398 \cdot CH_4 + 636,4 \cdot C_2H_4 + 699,2 \cdot C_2H_6 + 9923 \cdot C_3H_8 + 1285,3 \cdot C_4H_{10} + 1578,4 \cdot C_5H_{12} + 255,4 \cdot H_2S, \text{ кДж/м}^3,$$

$$O_H^p = 126,4 \cdot CO + 107,6 \cdot H_2 + 398 \cdot CH_4 + 590,3 \cdot C_2H_4 + 636,4 \cdot C_2H_6 + 912,7 \cdot C_3H_8 + 1184,9 \cdot C_4H_{10} + 1461,2 \cdot C_5H_{12} + 234,4 \cdot H_2S, \text{ кДж/м}^3.$$

При підрахунку теплоти згоряння газоподібного палива зі значним вмістом в ньому неграничних вуглеводнів можлива похибка, зумовлена коливаннями в складі неграничних вуглеводнів, що визначаються спільно поглинанням бромною водою або іншими реагентами. За рубежом для підрахунку теплоти згоряння кам'яного вугілля використовують формулу Дюлонга і близькі до неї.

Для розрахунку об'ємів повітря, необхідного для згоряння палива, і продуктів згоряння необхідно мати в своєму розпорядженні дані про склад палива. При розрахунку об'єму повітря, необхідного для згоряння твердого і рідкого палива, елементний склад яких виражений в процентах за масою, і об'єму продуктів згоряння, що утворюються при спаленні палива, користуються рівняннями горіння вуглецю, сірки і водню, тобто горючих компонентів палива:



Кількість кисню повітря, яка необхідна для повного згорання 1 кг палива, підраховують за формулою:

$$V_{O_2}^0 = 0,01(2,67 \cdot C^P + S_2^P + 8 \cdot H^P - O^P), \text{ кг} / \text{кг},$$

кількість сухого повітря, необхідного для згорання 1 кг палива, складає:

$$L_0 = \frac{1}{23} V_{O_2}^0, \text{ кг} / \text{кг}.$$

Об'єм повітря, теоретично необхідного для спалення 1 кг палива, складає:

$$V_{II}^0 = \frac{L_0}{1,293} = \frac{V_{O_2}^0}{1,293 \cdot 23} = \frac{1}{30} V_{O_2}^0, \text{ м}^3 / \text{кг}.$$

Паливо звичайно спалюють з деяким надлишком повітря з метою забезпечення повноти згорання. Відношення об'єму повітря, що надходить у топку, до теоретично необхідної кількості називають коефіцієнтом витрати або надлишку повітря.

Сумарний об'єм продуктів згорання, що утворюються при повному згоранні палива в стехіометричному об'ємі повітря, складає:

$$V_2^0 = V_{CO_2}^0 + V_{SO_2}^0 + V_{H_2O}^0 + V_{N_2}^0, \text{ м}^3 / \text{кг};$$

$$\text{де } V_{CO_2}^0 = 0,01 \cdot 3,67 \cdot C^P \cdot \frac{22,41}{44}, \text{ м}^3 / \text{кг};$$

$$V_{SO_2}^0 = 0,01 \cdot 2 \cdot S_2^P \cdot \frac{22,41}{64}, \text{ м}^3 / \text{кг};$$

$$V_{H_2O}^0 = 0,01 \cdot (9 \cdot H^P + W^P) \cdot \frac{22,41}{18}, \text{ м}^3 / \text{кг};$$

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot V_B^0 + C^P \cdot \frac{22,41}{44}, \text{ м}^3 / \text{кг}.$$

Об'єми кисню, необхідного для спалення газоподібного палива і продуктів згорання, що утворюються, підраховують на основі рівнянь горіння компонентів, що входять до складу палива (об'ємні %).

Об'єм кисню, необхідний для спалення 1 м³ газу, визначають за формулою:

$$V_{O_2}^0 = 0,01 \left(0,5CO + 0,5H_2 + 2CH_4 + 3,5C_2H_6 + 5C_3H_8 + 6,5C_4H_{10} + \right. \\ \left. + 8C_5H_{12} + 3C_2H_4 + 4,5C_3H_6 + 1,5H_2S - O_2 \right), \text{ м}^3 / \text{м}^3.$$

Теоретичний об'єм повітря, необхідний для спалення газу, підраховують з урахуванням вмісту в повітрі 21% кисню за об'ємом:

$$V_B^0 = \frac{100}{21} V_{O_2}^0 = 4,76 V_{O_2}^0, \text{ м}^3 / \text{м}^3.$$

Сумарний об'єм продуктів повного згорання при спаленні 1 м³ газоподібного палива складає:

$$V_G = V_{CO_2} + V_{SO_2} + V_{H_2O} + V_{O_2}, \text{ м}^3 / \text{м}^3,$$

де $V_{CO_2} = 0,01(CO_2 + CO + CH_4 + 2C_2H_6 + 3C_3H_8 + 4C_4H_{10} + 5C_5H_{12} + 3C_2H_4 + 3C_3H_6), \text{ м}^3 / \text{м}^3;$

$$V_{N_2} = 3,76\alpha V_B^0 + 0,01N_2, \text{ м}^3 / \text{м}^3;$$

$$V_{O_2} = (\alpha - 1)V_{O_2}^0, \text{ м}^3 / \text{м}^3;$$

$$V_{H_2O} = 0,01(H_2 + 2CH_4 + 3C_2H_6 + 4C_3H_8 + 5C_4H_{10} + 2C_2H_4 + 3C_3H_6 + H_2S + 0,125d + 1,6\alpha V_B^0), \text{ м}^3 / \text{м}^3,$$

де CO, CH₄ і т.д. – вміст в газі оксиду вуглецю, що спалюється, метану і ін. компонентів, % об'єм.;

d – вміст води в газі, г/м³;

α – коефіцієнт надлишку повітря;

1,6 – коефіцієнт, що враховує наявність в повітрі 1% води (0,016 м³ на 1 м³ сухого повітря).

Основні характеристики горіння і межі займання деяких горючих газів наведені в табл. 2.34.

Таблиця 2.34 – Основні характеристики реакцій горіння і межі займання деяких газів

Газ	Формули реакцій з киснем	Теплота згорання, МДж/м ³		Витрата повітря для спалювання, м ³ /м ³	Температура займання, °С
		Вища	Нижча		
Водень	H ₂ +0,5O ₂ =H ₂ O	12,8	11,7	2,38	410
Оксид вуглецю	CO+0,5O ₂ =CO ₂	12,6	12,0	2,38	610
Метан	CH ₄ +2O ₂ =CO ₂ +2H ₂ O	38,82	35,9	9,52	545
Етан	C ₂ H ₄ +3,5O ₂ =2CO ₂ +3H ₂ O	70,3	64,4	16,66	530
Пропан	C ₃ H ₈ +5O ₂ =3CO ₂ +4H ₂ O	101,2	93,2	23,80	504
Бутан	C ₄ H ₁₀ +6,5O ₂ =4CO ₂ +5H ₂ O	133,8	123,6	30,94	430
Пентан	C ₅ H ₁₂ +8O ₂ =5CO ₂ +6H ₂ O	169,3	156,6	38,08	284
Етилен	C ₂ H ₄ +3O ₂ =2CO ₂ +2H ₂ O	63,0	59,1	14,28	510
Пропілен	C ₃ H ₆ +4,5O ₂ =3CO ₂ +3H ₂ O	91,7	86,0	21,42	455
Бутилен	C ₄ H ₈ +6,0O ₂ =4CO ₂ +4H ₂ O	121,4	113,5	28,56	440
Пентилен	C ₅ H ₁₀ +7,5O ₂ =5CO ₂ +5H ₂ O	150,7	140,9	35,70	298
Ацетилен	C ₂ H ₂ +2,5O ₂ =2CO ₂ +H ₂ O	58,0	58,0	11,90	335

Продукти повного згорання палива при спалюванні його в стехіометричному об'ємі повітря складаються з CO₂, SO₂, H₂O і N₂. Співвідношення між ними залежить від складу горючої маси палива і вмісту в ньому баласту, який переходить в продукти згорання, тобто H₂O і N₂ і CO₂ в газоподібному паливі.

23. Газифікація вугілля

Виробництво висококалорійного, енергетичного і технологічного газів здійснюють методами газифікації вугілля.

Виробництво синтетичного рідкого палива пов'язане зі споживанням технічного водню і синтез-газу, які також можуть бути отримані газифікацією палива. Газифікація палива частково вирішує завдання боротьби із забрудненням атмосфери при використанні сірчистих палив на електростанціях.

Газифікація твердого палива була широко розвинена в СРСР до 1960 року. У зв'язку з бурхливим зростанням видобутку природного газу, роль газифікації твердих палив з технічних і економічних міркувань була зведена до мінімуму. У 1958 р. в СРСР працювало понад 350 газогенераторних станцій, на яких в 2500 генераторах вироблялося біля 35 млрд. м³ на рік енергетичних і технологічних газів.

Газифікація - високотемпературний процес взаємодії вуглецю палива з окиснювачами, що проводиться з метою отримання суміші горючих газів (H₂, CO, CH₄). Як окиснювачі або газифікуючі агенти застосовують кисень, водяну пару, діоксид вуглецю або суміш цих речовин. У залежності від складу, співвідношення початкових речовин, температури, тривалості взаємодії можна отримати газові суміші різного складу.

Процес газифікації залежить від багатьох чинників, які впливають на склад газу, його теплоту згоряння, тому класифікація методів газифікації вельми різноманітна. Один з найбільш поширених варіантів класифікації наведений нижче.

1) За видом дуття (газифікуючого агента) розрізняють газифікацію повітряну, повітряно-кисневу, пароповітряну, парокисневу, парову;

2) За тиском: при атмосферному тиску (0,1-0,3 МПа), середньому (до 2-3 МПа) і високому тиску (вище 2-3 МПа);

3) За розміром частинок палива: газифікація грудкового, дрібного і пилоподібного палива;

4) За конструктивними особливостями реакційної зони: в щільному шарі палива, у псевдозрідженому шарі палива і в пиловугільному факелі;

5) За способом виведення смоли;

6) За способом підводу тепла: автотермічна (стабільна температура підтримується за рахунок внутрішніх джерел тепла в системі) і алотермічна газифікація, з підведенням тепла ззовні для підтримки процесу за допомогою твердих, рідких і газоподібних теплоносіїв, а також теплопередачі через стінку реактора;

7) За теплотою згоряння газу, що отримується (в МДж/м³): низької (до 6-7), середньої (від 12 до 18) і високої (30-35) теплоти згоряння;

8) За призначенням газу: для енергетичних і технологічних (синтезу, виробництва водню, технічного вуглецю) цілей;

9) За температурою газифікації: низькотемпературна (до 800°C), середньотемпературна (800-1 300°C) і високотемпературна (понад 1 300°C).

Виявлені ефективні галузі застосування газифікації твердого палива.

По-перше, це газифікація високосірчистого і високозольного вугілля з подальшим очищенням газу від сірчистих сполук і спаленням на теплових електростанціях. У вугіллі, що видобувається щорічно в Україні, міститься понад 1,0 млн. т сірки, більша частина якої при спаленні викидається в атмосферу у вигляді токсичних оксидів. При газифікації вугілля утворюється сірководень, який легко вилучати і переробляти на товарну сірку або сірчану кислоту.

Другий напрям газифікації твердих палив – для великомасштабного виробництва заміників природного газу в районах, віддалених від магістральних газопроводів, і третій – для отримання синтез-газу, газів-відновників і водню для потреб хімічної і металургійної промисловості.

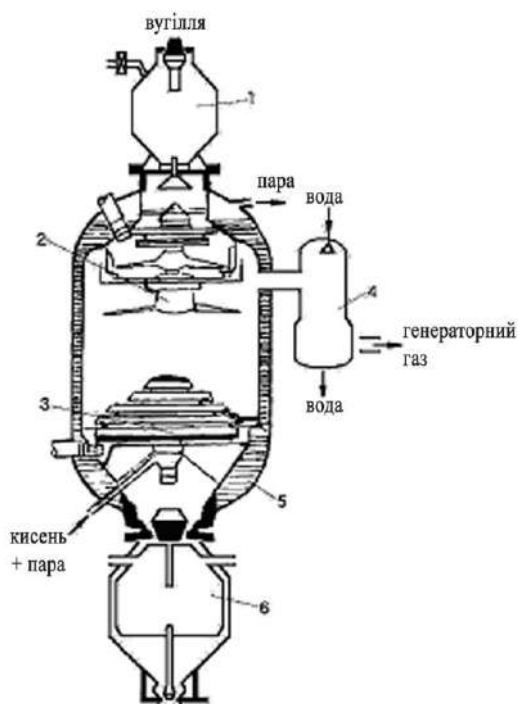
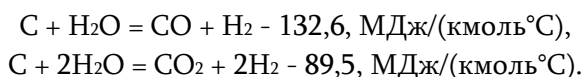


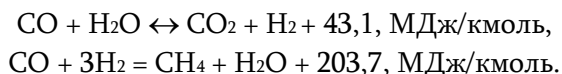
Рис. 2.28. – Шаровий газогенератор

- 1 - шлюз для завантаження вугілля;
 2 - розподільник вугілля; 3 - колосникові ґрати;
 4 - холодильник; 5 - пароводяна сорочка;
 6 - камера золувидалення

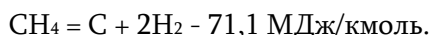
Якщо разом з киснем в генератор подають водяну пару, то у відновній зоні протікають реакції:



У цьому випадку газ, що утворюється, містить два горючих компоненти: оксид вуглецю і водень, які утворилися за рахунок гетерогенних реакцій. Крім того, в газовій фазі можуть протікати гомогенні реакції між газоподібними продуктами:



Метан в умовах процесу схильний до термічного розпаду:

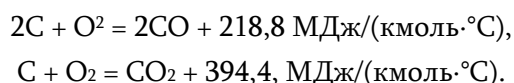


Поєднання цих і деяких інших реакцій визначає склад газів, що утворюються по висоті газогенератора. З відновної зони гази виходять з температурою 800-900°C.

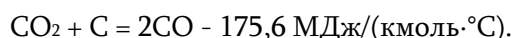
Проходячи через вугілля, розташоване вище, вони нагрівають його, внаслідок чого протікає процес піролізу. Ця зона називається зоною піролізу або зоною напівкоксування. Гази, що виходять з неї, підігрівають і сушать вугілля у верхній зоні - зоні сушки. Дві нижні зони (окиснювальна і відновна) складають зону газифікації, а дві верхні - зону підготовки палива.

Загальні принципи роботи газогенераторів можна розглянути на прикладі найпростішого шарового газогенератора, що являє собою вертикальну шахту, у верхній частині якої є завантажувальний люк із затвором. У нижній частині газогенератора встановлено колосникові ґрати, через які в шахту подають газифікуючий агент. Зверху надходить тверде паливо (рис. 2.28).

При подачі в газогенератор кисню в зоні, розташованій безпосередньо біля колосникових ґрат (зона горіння або окиснювальна зона) відбувається горіння твердого палива:



Діоксид вуглецю, що утворюється, відновлюється у відновній зоні новими порціями вуглецю:



Таким чином, при шаровій газифікації поєднуються термічна підготовка палива (напівкоксування) і власне газифікація напівкоксу. У зв'язку з цим газ, що відводиться з газогенератора, містить продукти газифікації і продукти піролізу (газ, пара смоли, водяна пара), частина з яких при охолодженні газу конденсується (смола і вода).

У цьому процесі змінюється і склад твердої фази, оскільки в зону газифікації надходить кокс або напівкокс, а з неї виводиться зола.

Термодинамічні розрахунки дозволяють визначити рівноважні склади газів в залежності від температури і тиску процесу, однак використати результати цих розрахунків для прогнозу реального складу газів важко через значні відмінності в швидкостях реакцій і впливу на процес технологічних чинників. Швидкість реакцій газифікації лімітується швидкістю хімічних перетворень і швидкістю дифузії, причому при низьких температурах (700-800°C) вона лімітується швидкістю хімічної взаємодії, а при температурах понад 900°C переважно дифузією до поверхні, тобто в реальних умовах процес протікає в проміжній області.

Процес газифікації інтенсифікують шляхом підвищення температури, збільшення тиску газифікації, що дозволяє значно збільшити парціальні тиски реагуючих речовин, а також досягти збільшення швидкості дуття, концентрації кисню і збільшення реакційної поверхні.

Псевдозріджений шар - це сукупність твердих рухливих частинок, які під дією газового потоку здійснюють зворотно-поступальний рух в межах шару. Тонко подрібнене вугілля з частинками 0,5-3 мм звичайно газифікують в такому шарі, оскільки в цьому випадку можлива безперервна подача палива в газогенератор, а хороше перемішування забезпечує високу теплопередачу, що приводить до рівномірного розподілу температури по всьому шару. Завдяки хорошій теплопередачі можна швидко і легко регулювати температуру.

Цей процес застосовують в основному для бурого вугілля і молодого кам'яного вугілля з підвищеною реакційною здатністю. Коксівне вугілля може спікатися при нагріванні до температури реакції, внаслідок чого розмір частинок росте. Максимально можлива температура газифікації обмежується температурою плавлення золи, а при значному підвищенні продуктивності значна частина вуглецю, що не прореагував, вуглецю виноситься з газогенератора.

Дуже дрібне (пилоподібне) вугілля газифікують при одному напрямку подачі вугілля і газифікуючого агента. Це забезпечує в порівнянні з процесом газифікації в нерухомому шарі:

- меншу вартість пилоподібного палива в порівнянні з грудковим;
- можливість застосування вугілля будь-якого ступеня вуглефікації і будь-якої спікливості;
- відсутність побічних продуктів і необхідності очищення від них;
- можливість замінити тверде паливо газоподібним і рідким.

Однак при використанні вугілля з високою температурою плавлення золи важко вибрати матеріал для футеровки реакційної камери, а при високому вмісті золи в паливі знижується ККД в більшій мірі, ніж при газифікації в нерухомому шарі, внаслідок високого тепловмісту розплавленого шлаку.

Таблиця 2.35 – Середній склад газу при автотермічній газифікації

Спосіб газифікації	Вид дуття	Теплота згоряння Q_B , МДж/м ³	Склад, % об'ємні				
			CO	H ₂	CO ₂	CH ₄	N ₂
Стационарний шар	Пароповітряний	5,2	27,8	12,4	3,6	0,2	56,0
-“-	Парокисневий	10,6	40,0	41,0	16,5	0,9	1,6
-“-	Кисневий (рідкий шлак)	11,8	64,6	28,7	5,7	-	1,0
Псевдозріджений шар	Парокисневий	12,3	48,2	35,2	13,8	1,8	0,9
Пилувугільний факел	Парокисневий	11,2	57,2	30,7	10,5	0,1	1,2
Пил над розплавленим шлаком	O ₂ + CO ₂	10,8	56,8	28,0	14,0	0,2	-
-“-	Повітря	4,0	22,8	8,0	5,1	-	64,1

При алотермічних процесах газифікації тепло надходить зі стороннім теплоносієм, що дозволяє знизити вихід діоксиду вуглецю і відмовитися від кисню як газифікуючого агента, тобто не будувати дорогої кисневої установки.

Алотермічні процеси можна поділити:

- за способом передачі зовнішнього тепла (з газоподібним або твердим теплоносієм і з передачею тепла через стінку);
- за способом отримання алотермічного тепла (процеси з ядерним теплом, електричною або іншими видами енергії);
- автотермічні процеси, в яких спалення палива проводиться на окремому рівні, а не в зоні газифікації.

Цей спосіб газифікації раніше не знайшов застосування і тільки тепер завдяки можливості поєднання тепла, що отримується в атомному реакторі, з процесом газифікації вугілля він зможе конкурувати з автотермічними процесами.

Одним зі способів газифікації палива є підземна газифікація вугілля (ПГВ) досліди з якої були розпочаті в 1933 році. Розроблена в СРСР технологія підземної газифікації вугілля базується на безшахтній підготовці підземних газогенераторів і здійсненні газифікації в каналах, в яких вугілля взаємодіє з потоками дуття і газу (рис. 2.29).

Ідея підземної газифікації вугілля належить Д.І.Менделєєву, який ще в 1888 р. писав: «Настане, ймовірно, з часом навіть така епоха, що вугілля із землі виймати не будуть і там, в землі, його зуміють перетворювати на горючі гази і їх по трубах розподілятимуть на далекі відстані». Починаючи з 1920-х років, на території СРСР велися дослідно-промислові випробування газифікації.

Накопичений багаторічний досвід ПГВ свідчить про стійкість процесу газифікації. Станціями «Підземгаз» на початок 1988 р. газифіковано близько 15 млн. т. вугілля і отримано 50 млрд. м³ газу з використанням його для енергетики, теплофікації і отримання хімічних продуктів.

Підземна газифікація вугілля протікає аналогічно газифікації в наземних газогенераторах, але має ряд особливостей, що впливають на кінцеві результати: відсутній рух палива; вигазовування вугільного пласта відбувається в результаті переміщення вогнища горіння, разом з яким просторово переміщуються зони підземного газогенератора; відсутні газонепроникні стінки; реакційна зона безпосередньо межує з запасами

вугілля, що підлягають газифікації, внаслідок чого вугілля може піддаватися термічній обробці на певну глибину; у підземний газогенератор можуть проникати ґрунтові води, у зв'язку з чим підземну газифікацію у ряді випадків при подачі тільки повітря можна розглядати як процес пароповітряної газифікації; реакційна зона стикається з мінеральними породами (покрівля і ґрунт пласта, пропластки породи, зола і шлак).

Промислова технологія газифікації вугілля в пласті – це технологія безшахтного вигазовування вугільних пластів, відповідним чином підготовлених до цього.

Підготовка пласта до газифікації включає буріння вертикальних і похилих свердловин, направлених на вугільний пласт, а також похилих і горизонтальних свердловин по пласту: створення в пласті системи газопроникних каналів, що сполучають вогневі вибої бурових свердловин, осушення вугільних пластів і вмісних порід.

Вибір тієї або іншої системи підготовки визначається конкретними гірничо-геологічними характеристиками родовища, виділеного для газифікації.

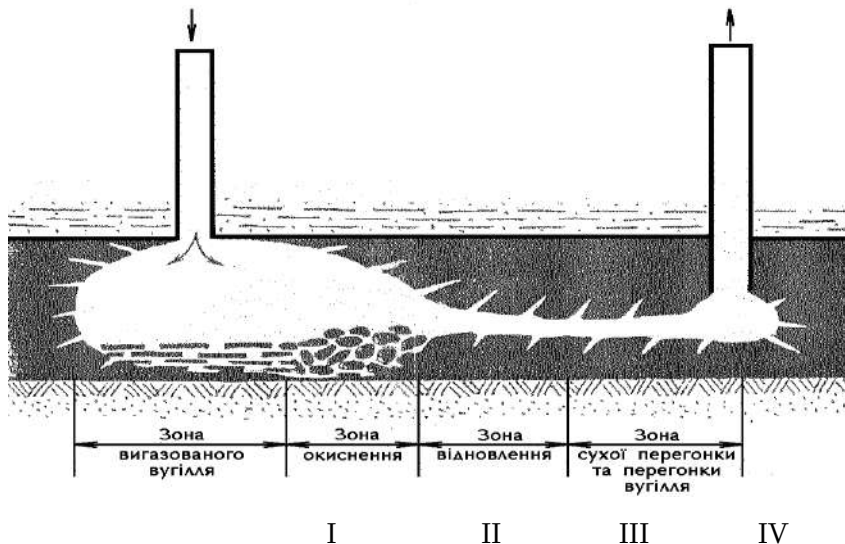


Рис. 2.29. – Схема підземної газифікації

Найважливішими елементами підземного газогенератора є канали газифікації, що створюються за простяганням або за падінням пласта. У них здійснюється взаємодія кисню, що подається в канали, з твердою фазою (з вугіллям і різними хімічними елементами навколишніх порід). У каналі газифікації кисень швидко підігрівається. Переміщуючись, він вступає в реакцію з вуглецем вугілля, утворюючи оксид і діоксид вуглецю. Діоксид вуглецю, що утворився, а також водяна пара, що надходить з вугільного пласта і навколишніх порід, проходять по вугільному каналу, омивають його розжарену поверхню і відновлюються вуглецем (відповідно до оксиду вуглецю і водню). При подальшому просуванні по каналу горючі гази нагрівають вугілля, внаслідок чого відбувається термічний розклад його горючої маси з виділенням летких речовин, таких, що потрапляють в газовий потік. Далі ця суміш газів, яка має ще достатньо високу температуру, підсушує решту поверхні каналу. Таким чином, процес газоутворення в каналі газифікації можна умовно розбити на чотири зони – окиснення (або горіння), відновлення, термічного розкладу вугілля, сушки.

В кінці зони горіння встановлюється найвища температура, оскільки більшість реакцій тут протікають з виділенням тепла.

У зоні відновлення всі реакції відбуваються з поглинанням тепла, тому температура в каналі різко знижується. На виході з каналу температура сильно коливається залежно від його довжини і ступеня заповнення вигазованого простору, але, як правило, не буває нижчою 100-150°C. Одночасно з газоутворенням в каналі складні процеси виникають у вугільному масиві. У частинах вугільного масиву, де вугілля нагріте до 900-1100°C, горюча маса розкладається з виділенням газу, що має теплоту згоряння 4-4,5 тис. ккал/м³, і утворенням твердого залишку – коксу. В інтервалі температур 700-800°C відбувається середньотемпературне коксування, при якому виділяється газ з теплотою згоряння 5-6 тис. ккал/м³. Нарешті, при температурі 550-600°C низькотемпературний розклад горючої маси вугілля (або напівкоксування) протікає з утворенням газів з теплотою згоряння 6-8 тис. ккал/м³ і твердого залишку - напівкоксу.

По мірі газифікації канали розширюються, породи, що налягають на пласт, обрушуються, заповнюючи вигазований простір і зменшуючи вільний перетин каналу. Обвалення порід покрівлі ніколи не приводить до повного перекивання, і дуття, яке подається, має доступ до реакційної поверхні при будь-якому розташуванні каналу в площині пласта.

Розроблені схеми підземних газогенераторів і експериментально (у природних умовах) перевірені основні засоби управління процесом отримання повітряного і пароповітряного газів при підземній газифікації похилих і горизонтально залеглих кам'яновугільних пластів потужністю до 8 м.

Промислове застосування розробленої технології забезпечує отримання таких показників:

а) при газифікації горизонтальних, що залягають на глибині 40-80 м підмосковних буровугільних пластів потужністю до 2 м можна одержати газ з теплотою згоряння 2 940-3 360 кДж/м³, що складається з 17% CO₂, 5,5% CO, 13,5% H₂, 1,6% CH₄, 0,2% C_nH_m, 0,5% O₂, 1,0% H₂S та 60,7% N₂;

б) при газифікації ангрєнських буровугільних пластів потужністю до 20 м, що залягають під кутом до 15° на глибині 110-150 м, – газ з теплотою згоряння 3 360-3 500 кДж/м³, що складається з: 19% CO₂, 5,6% CO, 15,2% H₂, 2,5% CH₄, 0,2% C_nH_m, 0,5% O₂, 0,4% H₂S і 56,1% N₂;

в) при підземній газифікації кузнецького вугілля марок ПС і ГЖ в пластах потужністю 8-23 м, що залягають під кутом 45-70° на глибині 250 м, – газ з теплотою згоряння 4 410-4 620 кДж/м³, що складається з 11,8% CO₂, 13,4% CO, 13% H₂, 3,6% CH₄, 0,1% C_nH_m, 0,2% O₂, 0,01% H₂S і 57,9% N₂.

Найбільш дієвим вважається здійснення процесу ПГВ в каналах газифікації. Саме за цією технологією накопичений величезний досвід підземної газифікації різного вугілля, що знаходиться в різноманітних гірничогеологічних умовах.

ПГВ є комплексною проблемою, що включає питання хімічної технології палива, теплоенергетики, буріння свердловин, гідрогеології, контролю, автоматики, а також економіки.

ПГВ виявила ряд технічних переваг перед традиційними методами розробки вугільних родовищ: а) ліквідується важка праця гірника під землею; б) виключається

перевезення палива з високим вмістом баласту, відведення земної поверхні під терикони і золовідвали, забруднення навколишнього середовища пилом і сірчистими сполуками; в) залучаються до розробки некондиційні за зольністю і потужністю вугільні пласти, а також запаси зі складними гірничогеологічними умовами; г) здійснюється повна автоматизація і механізація технологічного процесу; д) з'являється можливість отримання цінних хімічних продуктів для народного господарства; е) зменшуються капітальні витрати в порівнянні з будівництвом глибоких шахт.

До чинників, які стримують широке застосування ПГВ, належать: а) низькі хімічні і енергетичні коефіцієнти корисної дії газифікації; б) низька теплотворна здатність в порівнянні з природним газом; в) проблема використання ціликів; г) складність ведення процесу з отриманням газу заданого складу; д) не вирішене питання комплексного використання і утилізації фізичного тепла газів; е) відсутність методики техніко-економічного обґрунтування ефективності застосування технології ПГВ.

Слід враховувати, що при сучасному стані техніки ПГВ, коли як дуття застосовується звичайне повітря, що містить 79% баласту (азоту), можна отримувати газ низької теплоти згоряння. Разом з газом на станціях ПГВ можна отримувати такі важливі хімічні речовини, як феноли, бензоли, піридини, жирні кислоти, сірку і ін. При потужності станції ПГВ 2 800 млн. м³ газу на рік, можна отримувати піринових основ в 1,5 раза більше, ніж на восьмibatарейному коксохімічному заводі. У табл. 2.36 наведена порівняльна характеристика виходу хімічних речовин з 1 т кузнецького вугілля в умовах ПГВ на Південно-Абінській станції і при коксуванні.

Таблиця 2.36 – Порівняльна характеристика виходу хімічних речовин в умовах ПГВ і при коксуванні

Хімічні речовини	Вихід з 1 т вугілля, кг	
	підземна газифікація	коксування
Аміак	3-12	2-4
Піридинові основи	0,3-2,4	0,12-0,2
Бензольні вуглеводи	3-12	9-16
Сірководень	1-2	0,6-2,0
Смоли	1,5-2,0	20-50

Великий резерв хімічних продуктів складають конденсати, що отримуються при охолодженні газу в скрубєрному циклі. Кваліфіковане їх виділення і використання може підвищити техніко-економічні показники процесу ПГВ і вирішити питання екології навколишнього середовища станцій ПГВ. У табл. 2.37 наведений хімічний склад конденсату. Треба враховувати і те, що склад конденсату може змінюватися залежно від зміни режиму процесу ПГВ.

Таблиця 2.37– Хімічний склад конденсату в скрубєрному циклі ПГВ

Станція ПГВ	Аміак, г/л	Жирні кислоти, г/л	Леткі феноли, г/л	Загальні феноли, г/л
Південно-Абінська	2,8-7,2	0,24-3,69	1,5-4,4	2,1-6,0
Ангренська	1,6-6,0	0,15-0,58	0,2-2,0	1,0-2,5

Перспективним напрямом вдосконалення технологічних схем ПГВ є застосування парокисневого дуття, обробка, комплексне використання отримуваних газів і утилізація фізичного тепла процесу. Це дозволяє на великих глибинах в підземному газогенераторі при високому тиску отримувати газ з теплотою згоряння 10,5-11,5 МДж/м³.

Застосування парокисневого дуття дозволяє не тільки підвищувати теплоту горіння газу, але і виділяти на станції різні технологічні гази. За допомогою утилізації тепла газу ПГВ можна отримувати пару, необхідну для дуття, без витрат додаткової енергії. В результаті кваліфікованої обробки газу виділяють цінну сировину: зріджену вуглекислоту і сірку. Всі витрати електроенергії покриваються електрогенераторами, встановленими безпосередньо на станції ПГВ.

У США підземна газифікація вугілля вважається перспективним напрямом, є кілька програм для отримання паливного газу і виробництва метанолу методом ПГВ. З огляду на те, що запаси вугілля в США складають 87% запасів горючих копалин, впровадження підземної газифікації на родовищах вугілля, незручних для видобутку, дозволить в США збільшити ефективні ресурси палива приблизно в 3 рази. Визнано, що застосування повітря небажане внаслідок розбавлення паливного газу азотом. Краще використовувати для дуття кисень і водяну пару.

У 1975 р. права на технологію ПГВ, розроблену в колишньому СРСР, придбала фірма «Бейсик Ресурсиз» (США). У 1985 р. в штатах Вайомінг, Техас, Теннесі і Західна Вірджинія проведено близько 30 випробувань тривалістю до 197 діб з підземної газифікації лігніту і суббітумінозного вугілля. Термічний ККД цього процесу ПГВ (з розрахунку на холодний газ) – 73-95%. Планувалося великомасштабне випробування ПГ вугільного пласта «Центрапіа» (шт. Вашингтон), результати якого, як вважають, дозволять оцінити техніко-економічні показники процесу.

У США в районі Ганна (шт. Вайомінг) на дослідній установці з двома свердловинами (інжекційною і продуктовою) з використанням дуття з 98% O₂ і 2% водяної пари на глибині 100 м газифікується пласт бурого вугілля. Отримуваний при цьому газ складається з H₂, CO, CO₂ і CH₄. Будувалася установка для синтезу карбаміду з цього газу і аміаку.

Західна Європа має в своєму розпорядженні величезні запаси вугілля, більшість яких залягають на глибині 1000-1200 м. Найбільш раціональним способом їх використання вважається підземна газифікація. Відмічено, що при існуючій техніці придатний тільки каналний процес. При цьому доведена перевага закачування в пласт суміші CO₂+O₂ замість суміші O₂ і водяної пари, оскільки при цьому не витрачається енергія на виробництво пари, а отриманий газ прямує на синтез CH₄ і CH₃OH. На виробництво цих цінних хімічних продуктів сумарно використовується на 3,1% менше енергії, ніж при газифікації парокисневим дуттям.

В рамках німецько-бельгійської угоди по дослідженню підземної газифікації вугілля вперше в світовій практиці в Тулені реалізований експеримент з газифікації на неопрацьованому вугільному родовищі з глибиною залягання 860 м з використанням суміші O₂ і води (з добавкою пінного компоненту) як газифікуючого агента. Утворений таким чином підземний газогенератор високого тиску стабільно виробляв 6 місяців газ з середнім вмістом CH₄ (за вирахуванням N₂) 32,6%, що удвічі перевищує вміст CH₄ на пі-

лотній установці "P1HP-100" фірми "Lurgi" (Німеччина). Після видалення CO_2 теплотвірна здатність газу досягає 30000–35000 кДж/м³, що близько до значення аналогічного показника для природного газу. Техніко-економічні переваги експериментального одностадійного способу отримання метанвмісного газу полягають в мінімізації числа і діаметру зондів при використанні високого тиску, закачування різних компонентів (кисень, вода), що приводить до фільтрації газифікуючого агента через вугільний пласт, і в обмеженому наземному устаткуванні (установки по виробництву O_2 з повітря і по розділенню CO_2). Отримуваний газ можна застосовувати на ТЕЦ, обладнаних газовими турбінами. Обговорюються варіанти застосування метанвмісного газу, що отримується ПГВ з використанням як газифікуючого агента суміші повітря + водяна пара, кисень + водяна пара, кисень + вода.

В Угорщині протягом 1979–1980 рр. на території шахти Татабанья проведені експерименти з ПГВ в незалежній системі шахтного стовбура. Необхідна потужність газовидобування створювалася з багатьох малопотужних за виробництвом шпурів в модульній системі.

На I Міжнародному симпозиумі з підземної газифікації вугілля в Дельфійському технологічному університеті (жовтень 1989 р.) був представлений новий процес електрхімічної і електротермічної підземної конверсії вугілля. У основі процесу лежить використання електричної дуги, що обертається, яка діє на вугільний пласт, при цьому на катод інжектуються кисень, водяна пара і розчинений каталізатор. Суміш ударяється об вугільний пласт, викликаючи окиснення вугілля, його піроліз і окиснювально-відновний процес під дією H^+ і OH^- , що утворюються в електричній дузі. Продукти конверсії вугілля виносяться з парою на поверхню і конденсуються, а гази, що не конденсуються, використовуються в турбіні. Описаний метод підземної переробки горючих сланців із застосуванням індукційного електронагріву в Швеції.

Проте в сучасних технологіях відсутні економічно прийнятні способи використання ціликів у виробленому просторі ПГВ, забалансованих і некондиційних запасів вугілля, які можуть бути залучені до створення екологічно чистого підприємства для виробництва нових енергоносіїв на базі ПГВ. Залучення їх у сферу технологічної переробки за способом ПГВ може принести значний економічний ефект. Традиційні шахтні способи видобутку вугілля в цьому випадку малоприйнятні. Тому розробка принципово нових способів видобутку вугілля з надр є актуальною.

24. Гідрогенізація і розчинення вугілля

При великій кількості різновидів твердих горючих копалин, що зустрічаються в природі, усі вони мають універсальну здатність за певних умов взаємодіяти з воднем і іншими відновниками. Інтенсивність процесів, що протікають при цьому, а також кількість і склад всіх продуктів, що утворюються, пов'язані з природою і ступенем метаморфізму вугілля. Крім того, вже давно відомо, що дія відновників на різне вугілля приводить до одержання дуже цінних хімічних продуктів. Ця обставина надає практичного значення реакціям взаємодії вугілля з відновниками і робить необхідним вивчення їхнього механізму.

Взаємодія водню й інших відновників з різними видами твердих горючих копалин може протікати з різною інтенсивністю, що залежить головним чином від реакційної

здатності органічної маси вугілля. Значення має також форма, у якій водень взаємодіє з вугіллям, умови здійснення процесу. Численними дослідженнями в цій галузі охоплене широке коло питань, пов'язаних із застосуванням водню й інших відновників для обробки вугілля.

На відміну від молекулярного кисню, взаємодія якого з різними твердими горючими копалинами розглянута раніше, молекулярний водень при нормальних умовах практично не реагує з жодним з видів викопного вугілля, хоча він, як і кисень, сорбується вугіллям і утримується ним в оклюдованому стані. Причиною відсутності такої взаємодії є значно більша енергія дисоціації молекули H_2 (432,4 кДж/моль) порівняно з енергією дисоціації π -зв'язку молекули O_2 (146,2 кДж/моль), за якого відбувається первинний акт приєднання кисню до реагуючої з ним речовини. Особливо високою хімічною активністю, як відомо, наділений атомарний водень, що утворюється в момент виділення при різних реакціях: енергія дисоціації такого водню дорівнює нулю, а вільна енергія (ΔG°_{298}) дорівнює +181,9 кДж/моль проти значення ΔG° для H_2 , яке дорівнює нулю.

Встановлено, що водень, отримуваний по реакції $CO + H_2O = H_2 + CO_2$, також здатний взаємодіяти з вугіллям при температурі 500°, у результаті чого збільшується вихід рідких продуктів при напівкоксуванні обробленого вугілля і помітно зростає його розчинність в органічних розчинниках.

Таким чином, наявні дані свідчать про те, що, на відміну від реакцій органічної маси різного вугілля з киснем, взаємодія його з воднем відбувається тільки при підвищених температурах. Цей процес не можна вважати тільки гідруванням, оскільки він спостерігається лише при нагріванні вугілля до такої температури, коли починається його термічна деструкція. У зв'язку з цим необхідно уточнити деякі питання термінології процесів, пов'язаних з дією водню на різне вугілля.

За термінологією, яку застосовував А.Є. Чічібабін та його послідовники, реакції безпосереднього приєднання атомів водню до інших атомів називаються гідруванням. Найбільш характерним для реакцій цього типу є те, що вони не супроводжуються деструкцією оброблюваної речовини і приводять тільки до збагачення її воднем. Прикладами таких реакцій є утворення етану з етилену або з ацетилену, приєднання водню до молекули бензолу з одержанням циклогексану і т.п. Реакції гідрування ототожнюються з відновленням, оскільки фактично утворені нові продукти є відновленими щодо вихідних речовин.

На відміну від цього, комплекс реакцій, що протікають у присутності водню, деструкція (розщеплення) молекул органічних речовин і приєднання водню по місцю зв'язків, що супроводжуються зміною їхнього вуглецевого кістяка, прийнято називати деструктивною гідрогенізацією.

Усі дослідження з питань обробки різних твердих горючих копалин воднем виявлялися результативними тільки тоді, коли вони здійснювалися при підвищених температурах, тобто в таких умовах, що робили неминучими реакції термічної деструкції органічної маси вугілля до початку взаємодії з воднем. Деструктивна гідрогенізація вугілля є, власне кажучи, поєднанням процесів термічної деструкції вугілля із взаємодією продуктів розщеплення.

Важливе практичне значення має метод деструктивної гідрогенізації вугілля, запропонований і розроблений у 1913 р. Ф. Бергіусом, названий тому бергінізацією.

Цей метод полягає в обробці молекулярним воднем при 450-470° і тиску до 20,0 МПа вугілля чи пасти, виготовленої із суміші вугілля з одержуваною з нього ж при гідрогенізації важкою олією, у присутності каталізаторів. Процес бергінізації поклав початок інтенсивному розвитку технічного використання деструктивної гідрогенізації різних твердих горючих копалин з метою одержання з них якомога більшого виходу рідких продуктів (бергінізату чи гідрюру) і, у першу чергу, моторних палив і масел. У зв'язку з останньою обставиною бергінізація, чи метод «зрідження» вугілля при деструктивній гідрогенізації, широко використовується як метод виробництва з вугілля «штучної нафти», що становить найбільший інтерес у першу чергу для тих країн, у яких відсутні чи наявні в обмеженій кількості запаси природної нафти (наприклад, Німеччина, Україна).

За даними Б.Л. Молдавського і З.І. Кумари, які гідрогенізували повітряно-сухий торф у лабораторних умовах протягом години при температурі до 450° і початковому тиску водню 75 ат, вихід рідких продуктів (гідрогенізат) досяг 14% від органічної маси, у тому числі було отримано 2,5% бензину, що містив до 30% фенолів. Ці досвіди здійснювалися без каталізатора. У присутності ж каталізатора (3% оксиду нікелю від маси вугілля) вихід олій підвищився до 31%, а вихід бензину – до 4,1%.

Обробкою воднем українського землистого бурого вугілля при температурі 450° і тривалості досліду 1 год. 40 хв. у присутності каталізатора оксиду заліза (15% від маси вугілля) був отриманий вихід рідких продуктів близько 56%.

Ф. Фішер і В. Фрей у результаті гідрогенізації одного зі зразків німецького землистого бурого вугілля (при температурі 380-500° і 70-120 ат тиску водню) одержали від 30 до 40% рідких продуктів, що містять до 20% фенолів (тобто 6-8% від органічної маси вугілля).

Таким чином, вихід рідких продуктів при деструктивній гідрогенізації бурого вугілля значно перевищує вихід цих продуктів, одержуваних при гідрогенізації торфу. Це пояснюється більш високим вмістом кисню в торфі у порівнянні з бурим вугіллям, внаслідок чого процес гідрогенізації у випадку торфу зводиться більше до утворення води, ніж рідких продуктів.

Що стосується деструктивної гідрогенізації вугілля сапропелітової природи, експериментальні дані свідчать про можливість одержання з нього значно більшого виходу рідких продуктів, ніж у випадку гідрогенізації твердих горючих копалин гумусової природи.

Так, при гідрогенізації матаганського богхеду було отримано вихід рідких продуктів у кількості 84,8%. При гідрогенізації протягом однієї години арктичного богхеду при температурі 400°, робочому тиску водню 63,5 МПа без каталізатора й у відсутності тетраліну, був отриманий вихід рідких продуктів 95,6% від органічної маси. Вугілля балашит також гідрогенізується з виходом рідких продуктів до 90-95%.

Щодо виходу рідких продуктів з ліптобіолітового вугілля, ліптобіоліти можуть розглядатися як дуже цінна сировина для деструктивної гідрогенізації. На це вказують дані М. О. Орлова з гідрогенізації янтарю (температура 430°С, початковий тиск водню 110 атм, без каталізатора і тетраліну). У цих умовах вихід рідких продуктів – 82,1%.

Багато дослідників неодноразово намагалися встановити залежність виходу рідких продуктів при гідрогенізації від тих чи інших властивостей вихідного вугілля. Відоме правило, за яким в ряді кам'яного вугілля здатність реагувати з воднем падає із підвищен-

ням ступеня метаморфізму, в антрацитів доходить майже до нуля. Поряд з цим, кам'яне вугілля тим легше піддається гідрогенізації, чим більше водню містить його органічна маса. Спираючись на це положення, легко пояснити, по-перше, чому при обробці воднем найбільший вихід рідких продуктів можна одержати зі спорових речовин, а найменший – з фюзенових, а по-друге, чому сапропелітове і ліптобіолітове вугілля здатне утворити значно більше рідких продуктів при гідрогенізації, ніж гумусове вугілля.

Виходячи з того, що метою деструктивної гідрогенізації вугілля найчастіше є одержання бензину, що містить тільки вуглеводні, І. Б. Рапорт вивів залежність виходу рідких продуктів від елементного складу вихідного вугілля, точніше, від відношення $(100-H)/C$ в його органічній масі (рис. 2.30). Відхилення від цього загального правила можуть викликатися розходженням петрографічного складу та хімічної природи вугілля.

Важливо підкреслити, що на вихід рідких продуктів при гідрогенізації впливає також молекулярна структура оброблюваних воднем органічних сполук, отже, структура речовин вугілля. Наприклад, ароматична сировина гідрогенізується важче, ніж аліфатична, при рівних умовах обробки воднем речовина гумусового вугілля повинна утворювати менше олій, ніж сапропелітове вугілля.

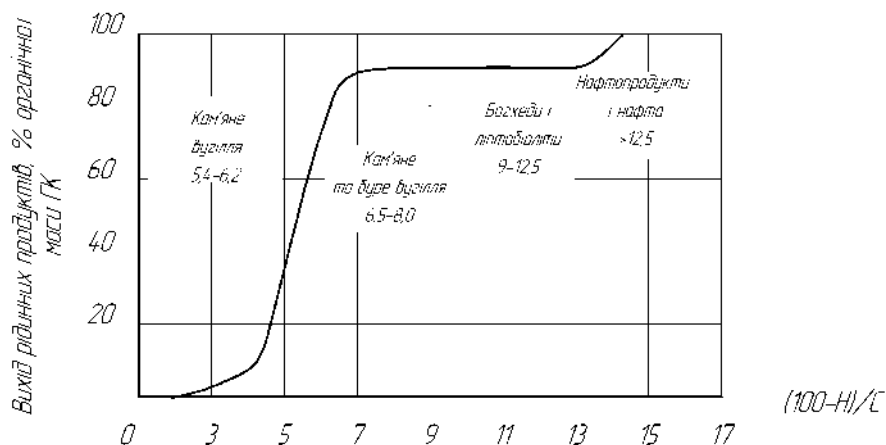


Рис. 2.30.– Залежність виходу рідких продуктів, одержуваних при гідрогенізації, від елементного складу горючих копалин

На виході і складі продуктів деструктивної гідрогенізації вугілля дуже помітно позначаються такі умови здійснення цього процесу, як температура, тиск, присутність каталізаторів, тривалість впливу водню.

Реакції деструктивної гідрогенізації значно активуються різними каталізаторами, особливо молібденовими, вольфрамовими і залізними, застосовуваними у формі оксидних і сірчистих сполук. Щодо тривалості нагрівання, то для деструктивної гідрогенізації вугілля особливе значення має не стільки загальна тривалість, скільки швидкість підвищення температури у певних інтервалах. Якщо, наприклад, при швидкості нагрівання $7-8^{\circ}$ за хвилину вихід олій гідрогенізації вугілля складає 70%, то вже при 5° за хвилину цей показник збільшується до 75,53%, а при 3° за хвилину досягає 78,95%.

Певне значення має також кількість і склад мінеральних домішок у вугіллі.

Необхідно відзначити, що деякі мінеральні речовини, що містяться у вугіллі, мо-

жуть бути корисні при гідрогенізації, якщо мають властивості каталізаторів, але можуть негативно впливати, особливо в промислових умовах. Зольність вугілля для гідрогенізації не повинна перевищувати 3–5,5%. При зольності понад 5% не тільки знижується економічність процесу, оскільки реакційні камери завантажуються інертними до дії водню матеріалами, але відбувається також ерозія трубопроводів і інших частин апаратури. Тому в мінеральній частині вугілля, що піддається гідрогенізації, не повинно бути SiO_2 , наявність якого приводить до механічного зносу трубопроводів і апаратури високого тиску. Баластом у вугіллі, призначеному для гідрогенізації, є також інертиніт, вміст якого не повинен перевищувати 4–5%.

У промислових умовах гідрогенізація вугілля здійснюється не тільки у твердому стані, а й у вигляді пасти, що складається з вугілля і важкої фракції олії гідрогенізації, що кипить вище 300–320°C (у відношенні 1:1). Роль пастоутворення дуже важлива, оскільки воно дозволяє вести процес у рідкій фазі, створює можливість переміщення пасти по трубопроводах спеціальними пастовими насосами, паста відіграє роль розчинника для вугілля.

Остання обставина широко досліджувалася і викликала пропозиції піддавати гідрогенізації не власне тверде вугілля, а його колоїдні розчини в різних органічних розчинниках. Передбачалося, що після обробки вугілля органічними розчинниками при підвищених температурах отримані розчини можуть бути відфільтровані від нерозчинних залишків (в основному, від фузену і мінеральних домішок), а потім піддані гідрогенізації. Обробка вугільних розчинів воднем зводить складний процес гідрогенізації зольного вугілля у твердому стані до порівняно більш простого процесу гідрогенізації практично беззольних рідких палив, зберігаючи при цьому всі переваги твердого палива (величезні запаси сировини).

Цікаво відмітити, що екстракти, виділені з кам'яного вугілля обробкою їх тетраліном, випускалися одним із заводів у Німеччині під час Другої світової війни у вигляді «екстрактної пудри» – палива для двигунів внутрішнього згорання спеціальної конструкції.

Сучасні заводи деструктивної гідрогенізації вугілля являють собою, власне кажучи, складні комбінати, до завдань яких входить не тільки попередня підготовка вугілля і безпосереднє здійснення гідрогенізації, але і виробництво водню, ректифікація рідких продуктів, утилізація вуглеводних газів і т.п. Техніко-економічна ефективність таких заводів тим вища, чим повніше використовуються всі продукти переробки вугілля. Велике значення має також правильний вибір вугілля для деструктивної гідрогенізації.

Дотепер процеси обробки воднем різного вугілля розглядалися з погляду можливості використання їх як сировини для промисловості деструктивної гідрогенізації.

Обробку вугілля воднем можна вести також в умовах, при яких вихідне тверде вугілля не перетворюється на рідкі продукти, а лише змінюються його властивості, отже, змінюється і молекулярна структура органічних речовин, що входять до складу вугілля. Такий процес прийнято називати легким гідруванням, хоча правильніше було називати його легкою гідрогенізацією.

Найбільша кількість досліджень проведена в цьому напрямку з метою поліпшення спікливості вугілля. В одній з перших робіт легкої гідрогенізації піддавалося неспікливе підмосковне буре вугілля протягом 1 години при температурі 300° і робочому тиску во-

дню 20,0 МПа. У результаті такої обробки вугілля набуло здатності спікатися, одночасно змінилися й інші його властивості: здатність розчинятися в бензолі різко збільшилася, а кількість гумінових кислот значно зменшилася.

Таким чином, легка гідрогенізація є ефективним методом штучного поліпшення спікливості вугілля, за допомогою якого можна зовсім неспікливому вугіллю надати властивості добре спікливого. Цей висновок може мати важливе практичне значення в зв'язку з обмеженістю ресурсів коксівного вугілля у багатьох вугільних басейнах.

Процес легкої гідрогенізації вугілля не може поки що одержати поширення як промисловий спосіб поліпшення його спікливості через високу затратність, труднощі конструктивного порядку і необхідність обробки величезної кількості вугілля, що йде на коксування. У цьому зв'язку певний інтерес викликають дослідження, які доводять, що для практичного застосування легкої гідрогенізації в коксохімічній промисловості немає потреби піддавати обробці воднем все вугілля, призначене для коксування. Для поліпшення спікливості вугільної шихти досить обробити лише один з її компонентів, доданий у шихту в невеликих кількостях, він зможе відігравати роль пластифікатора, взаємодіючи з іншими компонентами шихти.

Великий інтерес викликають експериментальні дослідження, присвячені з'ясуванню причин поліпшення спікливості вугілля у результаті його легкої гідрогенізації. У цих дослідженнях показано, що в умовах легкої гідрогенізації відбувається термічна деструкція в першу чергу бічних ланцюгів елементарних структурних одиниць речовини вугілля. У присутності водню відбувається структурна перебудова бічних ланцюгів, що полягає в тому, що водень віднімає частину кисню, утворюючи воду, а сам приєднується по місцю зв'язків, що звільнилися. У результаті цього повинні підвищуватися числові значення показника $(C+H)/O$, що, приводить завжди до поліпшення спікливості вугілля. Це положення знайшло експериментальне підтвердження. Неспікливе донецьке вугілля марок Д і П піддавалося обробці потоком водню при атмосферному тиску і при температурі 300° протягом двох годин. У результаті показник $(C+H)/O$ збільшився для вугілля марки Д від 0,84 до 1,04, а для вугілля марки П від 1,60 до 2,33, причому спікливість обох зразків вугілля трохи покращилася. Ще більший ефект був отриманий при легкій гідрогенізації вугілля під тиском водню 20,0 МПа і при температурі 320-380° протягом двох годин. Значення показника $(C+H)/O$ зросло від 0,84 до 5,01 для довгополуменевого вугілля і від 1,60 до 4,76 для пісного вугілля. Всі досліди з легкої гідрогенізації вугілля проводяться звичайно без каталізаторів і при відсутності органічних розчинників.

У результаті легкої гідрогенізації вугілля, крім поліпшення його спікливості, спостерігаються закономірні зміни інших властивостей. Збільшується загальний вміст вуглецю і водню у вугіллі і зменшується загальний вміст кисню; у більшості випадків збільшується вихід летких речовин.

Деструктивна гідрогенізація різних твердих горючих копалин і легка гідрогенізація мають не тільки практичне, але й теоретичне значення.

Вище вже був показаний безпосередній зв'язок між процесами термічної взаємодії твердих горючих копалин з воднем, а також характером продуктів, що утворюються, і особливостями складу і молекулярної структури речовин вугілля. Саме в цьому полягає наукове значення дослідження процесів взаємодії твердих палив з воднем, що сприяє поглибленому пізнанню молекулярної будови речовин вугілля.

Так, наприклад, вивчаючи динаміку виділення кисню при деструктивній гідрогенізації різного вугілля, можна прийти до висновку про форму і характер зв'язків кисню в елементарних структурних одиницях органічної маси вугілля. Факт утворення фенолів низької молекулярної ваги при деструктивній гідрогенізації вугілля дозволяє висловити припущення про наявність ефірних зв'язків кисню в елементарних структурних одиницях його речовин. У той же час, оскільки частина кисню видаляється тільки при найбільш жорстких умовах обробки вугілля і цей процес у кінцевому рахунку приводить до утворення фенолів, можна вважати, очевидно, що кисень знаходиться у вугіллі також у формі гетероциклічних сполук.

Результати дослідження методом деструктивної гідрогенізації, разом з даними інших методів досліджень, дозволяють, з одного боку, одержати повніше уявлення про особливості молекулярної будови органічних речовин вугілля різної природи і ступеня метаморфізму, з другого – краще зрозуміти сутність процесів, що протікають при дії водню й інших відновників на різні види твердих горючих копалин.

Згідно з сучасними уявленнями, процес деструктивної гідрогенізації вугілля – це комбінований процес термічної деструкції в присутності водню під високим тиском, а також крекінгу і гідрування продуктів, що утворюються з вугілля. При деструктивній гідрогенізації речовин вугілля процесу власне гідрування має передувати деструкція його органічної маси (у першу чергу, бічних ланцюгів елементарних структурних одиниць), викликана дією підвищених температур.

Як і всі інші методи термохімічної переробки вугілля, процес деструктивної гідрогенізації варто розглядати як термічну деструкцію з утворенням як більш простих (рідких і газоподібних), так і більш складних (твердих) продуктів. У цьому полягає принципова подібність процесів деструктивної гідрогенізації з м'яким піролізом вугілля у присутності органічних розчинників, а також з напівкоксуванням, коксуванням і іншими методами термохімічної переробки вугілля.

Істотною відмінністю деструктивної гідрогенізації від інших методів термічної деструкції вугілля є те, що реакції поліконденсації, що протікають при цьому, здійснюються в значно меншій мірі. Інакше кажучи, процес деструктивної гідрогенізації варто розглядати як метод термічної деструкції, здійснюваний у порівняно менш жорстких умовах, оскільки поліконденсація дисоційованих макромолекул речовин вугілля припиняється в момент деструкції приєднанням водню по місцю розриву зв'язків. Паралельно-послідовний процес термічної деструкції і гідрування продуктів, що утворюються з вугілля, дозволяє у кінцевому рахунку перевести в рідкий стан якнайбільшу частину органічної маси вихідного вугілля з мінімальним утворенням твердих і газоподібних продуктів.

У світлі сказаного стає зрозумілою причина того, що найменш термостійкі – спорові речовини вугілля, які побудовані з елементарних структурних одиниць із великою часткою довгих і розгалужених бічних ланцюгів, утворюють уже при низьких температурах велику кількість дисоційованих фрагментів молекул, що гідруються в момент дисоціації, набувають граничного характеру і, мало піддаючись полімеризації і поліконденсації, дають високий вихід олій.

На противагу цьому, найбільш термостійкі – інертизовані компоненти вугілля з елементарними структурними одиницями, побудованими з висококонденсованих вуг-

лецевих сіток із малою часткою коротких бічних ланцюгів, поведуться в умовах гідрогенізації інакше: деструкція їх відбувається при вищій температурі, а невелика кількість атомних угруповань, гідруючись, здатна утворити лише дуже малу кількість рідких продуктів (олій).

Перетворення вітренив вугілля протікає за такими ж схемами і, у залежності від ступеня метаморфізму, може розглядатися за аналогією або зі споровими, або з фюзеновими речовинами.

Поведінка сапропелітового вугілля при деструктивній гідрогенізації, вихід і характер продуктів, що утворюються, визначаються особливостями молекулярної будови органічної маси. Порівняно невисока термічна стійкість органічної маси сапропелітів і великий вміст у них водню сприяють інтенсивному протіканню процесів термічної деструкції і гідрування, тим більше, що типові сапропеліти не мають ароматичних структур. Усе це пояснює звичайно високий вихід рідких продуктів при деструктивній гідрогенізації сапропелітового вугілля.

Важливо підкреслити, що термічна деструкція вугілля і гідрування продуктів, що утворюються при цьому, відбуваються не тільки на звичайних умовах промислової гідрогенізації (температура 380-550°C) і не тільки в початковій її стадії, але і тоді, коли рідкі продукти (олії) при обробці воднем під тиском і в умовах нагрівання до більш низької температури (250-380°C) ще зовсім не утворюються.

Гідрогенізація є універсальним методом переробки твердого палива на рідкі продукти і газ. При гідрогенізації вугілля під тиском водню найбільш ефективно вирішується основне завдання перетворення твердого палива на рідкі продукти, що полягає в зменшенні середньої молекулярної маси і збільшенні вмісту водню в продуктах переробки вугілля, а також досягається максимальний вихід рідких продуктів в порівнянні з іншими методами. Технологія гідрогенізації в порівнянні з іншими методами малоопераційна і маловідходна, може бути здійснена на установках великої потужності, сумірної з потужністю нафтопереробних підприємств. Термічний ККД гідрогенізації вугілля істотно вищий, ніж при інших методах переробки і досягає 56 % в порівнянні з 40-45 % при газифікації вугілля і синтезі з газу моторного палива.

Науково-дослідні роботи в галузі гідрогенізації вугілля мають майже 100-річну історію. У ряді країн (Німеччина, Англія, СРСР і ін.) тривалий час функціонували промислові установки гідрогенізації кам'яного і бурого вугілля, переробці вугільних смол на моторне паливо.

В останні роки інтенсивно проводяться дослідження, спрямовані на вдосконалення технологій гідрогенізації вугілля з метою зниження тиску водню та інтенсифікації процесу. У Росії побудовано експериментальне виробництво СТ-5 для переробки 5 т вугілля на добу. В основу виробництва покладено процес гідрогенізації вугільно-олійної пасти під тиском водню до 10,0 МПа в присутності залізо-молібденового катализатора при температурі близько 400°C (процес Інституту горючих копалин – ІГК).

На основі великого експериментального матеріалу нині доведено, що вугілля з доброю гідрованістю містить від 65 до 85% C^{daf} , понад 5% H^{daf} , має вихід летких V^{daf} понад 30%, зольність 10-12 % і менше, показник відбиття вітриніту 0,35 – 0,95%.

У 1930-1940 роки в деяких країнах, що не мали власних запасів нафти (переважно в Німеччині) деструктивна гідрогенізація вугілля і смоли набула промислового

поширення. У Німеччині було побудовано 15 гідрогенізаційних заводів, що переробляли 6 млн. т сировини на рік. При переробці вугілля на цих заводах вихід моторного палива досягав 55%, газоподібних вуглеводнів 30%, води – до 10%, а непрореагований залишок складав біля 5% ОМВ. Багатоступінчаста схема давала можливість переробляти практично будь-яку сировину, але, значна кількість рівнів ускладнювала процес і збільшувала витрати.

Проводячи направлену гідрогенізацію, тобто змінюючи параметри процесу (тиск, температуру, тривалість, вид каталізатора), з одного і того ж вугілля можна отримувати різні види палива (бензин, дизельне і котельне), а також цінну сировину для хімічної промисловості (феноли, ароматичні вуглеводні).

При гідрогенізації бурого вугілля в процесі ІГК вихід рідких олієподібних продуктів змінюється від 55 до 80%, гідрогенізації кам'яного вугілля – від 70% для молодого вугілля до 5% на сухий беззольний залишок для антрацитів.

Вихід і склад продуктів деструктивної гідрогенізації ТГК залежить також від технологічних умов проведення процесу. При підвищенні температури до 400 °С збільшується глибина перетворення ТГК, однак подальше зростання температури, до певного для кожного виду ТГК рівня, приводить до збільшення газоутворення і витрат водню. При підвищенні температури процесу в рідких продуктах росте вміст фенолів, азотистих сполук і ароматичних вуглеводнів.

Зі зростанням тиску збільшується вихід рідких і газоподібних продуктів, що супроводжується підвищенням витрат водню і зменшенням вмісту фенолів. Збільшення тривалості процесу веде до збільшення глибини перетворення органічної маси, проте при дуже тривалому часі зростає вихід газоподібних продуктів за рахунок руйнування рідких.

Оскільки при гідрогенізації ТГК протікає велика кількість різних хімічних реакцій, то каталізатор повинен бути складним.

У більшості випадків каталізатори при гідрогенізації зазнають хімічних перетворень, змінюється валентність металів, оксиди перетворюються на сульфіди і ін. Каталізаторами деструктивної гідрогенізації ТГК є метали і сполуки металів змінної валентності, наприклад, залізо, молібден, вольфрам.

Зі збільшенням ступеня подрібнення ТГК росте глибина перетворення ОМВ внаслідок рівномірного і повного розподілу каталізатора, створення сприятливих умов для транспорту водню до реакційної поверхні і видалення продуктів реакції.

Великий інтерес останнім часом виявляється до процесу "термічного розчинення" вугілля, який спочатку розглядався як перша, допоміжна стадія деструктивної гідрогенізації вугілля. Розчинення здійснюють в різних органічних речовинах при атмосферному або підвищеному тиску. Кількість речовин, які переходять в розчин, в значній мірі залежить від природи ТГК, властивостей розчинника і параметрів процесу. Вихід екстракту зростає з підвищенням температури кипіння розчинника і при роботі під тиском. У ряді випадків процес здійснюють під тиском водню. Оптимальною температурою є критична температура кипіння розчинника.

По мірі вуглефікації ТГК розчинність знижується. Сапропеліти мають максимальну розчинність. За розчинністю інгредієнти вугілля розташовуються в ряд: вітрен, кларен, дюрен, фюзен. Суміш тетраліну, фенолу і нафталіну (1:1:1) має максимальну розчинюва-

льну здатність. Оптимальна температура розчинення для більшості ТГК знаходиться в межах 380–450°C, тиск 2–15 МПа, тривалість процесу 20–60 хв.

Більшість дослідників вважає, що розчинення вугілля є процесом деполімеризації його органічної маси під дією розчинника і температури, а іноді і мінеральної частини, яка може каталізувати цей процес.

Органічна маса вугілля (ОМВ) є термодинамічно нестійкою природною речовиною полімерного характеру, нерегулярної просторової будови, структурні одиниці якої представлені в основному комплексами самоасоційованих утворень (мультимерів). Висока реакційна здатність вугілля визначається наявністю неміцних хімічних і слабких міжмолекулярних зв'язків (типу водневих), а також нестабільних радикалів. Руйнування таких зв'язків для отримання низькомолекулярних, розчинних сполук необхідно здійснювати одночасно з передачею їм водню від донорів-розчинників або з газової фази після активації (атомізації) відповідними каталізаторами.

Внаслідок специфічних особливостей хімічної будови органічної маси вугілля на молекулярному рівні при її нагріванні і деструкції насамперед протікають процеси, що супроводжуються утворенням так званих вторинних структур. Ці перетворення носять радикально-ланцюговий характер, протікають з високими відносними швидкостями і закінчуються при температурах 300–400°C.

Перетворення на рідкі продукти “вторинних структур”, що мають переважно ароматичні фрагменти, неминуче пов'язане з необхідністю подальшого застосування високого тиску водню і з втратами органічної речовини у вигляді газоподібних сполук, що утворюються при деструкції конденсованих ароматичних фрагментів. Присутність в реакційній суміші розчинників-донорів водню і каталізаторів, які сприяють активації молекулярного водню, перешкоджає протіканню вказаних небажаних перетворень і приводить до максимального перетворення вугілля на рідкі продукти.

25. Енерготехнологічна переробка твердих горючих копалин

Сьогодні значну частину ТГК використовують як джерело тепла, спалюючи їх в різних топках і установках. В умовах зростання потреб у сировині для хімічної, металургійної та інших галузей промисловості внаслідок зменшення запасів нафти і природного газу все більш актуальним стає комплексне використання ТГК з отриманням з них як теплової енергії, так і цінних хімічних продуктів.

Мінеральна частина ТГК також є цінною сировиною для виробництва будівельних матеріалів, добрив і інших важливих продуктів.

Міра використання тепла (тобто енергетичний ККД) в більшості технологічних процесів переробки палив складає в середньому не більше 50%, в зв'язку з витратою великої кількості тепла на нагрівання сировини, апаратури, продуктів. Міра використання тепла в енергетичних установках істотно вища і перевищує 85%.

При комплексній переробці палива, тобто при поєднанні процесу отримання теплоносія (наприклад, водяної пари) спаленням частини палива або частини продуктів його термічної переробки з технологічними процесами, які потребують витрат тепла (піроліз і інше), сумарний енергетичний ККД може бути підвищений при одночасному отриманні продуктів, які мають великий попит.

Метод комплексного використання ТГК шляхом комбінування технологічних процесів з енергетичними, спрямованими на отримання енергоносія, одержав назву енерготехнологічної переробки палива.

Розрахунки показали, що електростанції і котельні промислових підприємств в основних промислових районах країни витрачають стільки твердого палива, що з нього можна було б виділити близько 10 млрд. м³ газу (в перерахунку по теплоті згоряння природного газу) і понад 2 млн. т легкої смоли, придатної до переробки. Для цього необхідне широке впровадження енерготехнологічних схем, при яких паливо перед спаленням зазнало б термічної переробки з отриманням смол, газів та інших цінних хімічних продуктів.

Сучасні потужні топкові пристрої для спалення дрібнозернистого палива в енерготехнології треба поєднувати з інтенсивними процесами термічної переробки. Це означає, що, по-перше, потрібно забезпечити високу продуктивність установок для попередньої термодеструкції ТГК, а по-друге, що сировинна база повинна бути заснована на використанні дрібнодисперсного палива. При цьому необхідно досягти під час піролізу максимального виходу рідких продуктів високої якості, для чого розроблені нові способи термічної деструкції ТГК.

Науковою основою таких процесів є встановлені раніше закономірності утворення парогазових продуктів піролізу при різних швидкостях нагрівання палива. Збільшення швидкості сприяє підвищенню виходу смол і поліпшенню їх якості – зниженню вмісту в них високомолекулярних висококиплячих фракцій.

Для прискорення нагрівання палива необхідно здійснювати процес шляхом безпосереднього контакту палива з теплоносієм, який може бути як газоподібним, так і твердим. Перевага такого теплоносія в тому, що він легко транспортується, добре перемішується з паливом і легко нагрівається до необхідної температури. Однак при безпосередньому контакті з дрібнодисперсним паливом він виносить велику кількість пилу, який при охолодженні парогазової суміші потрапляє в смолу, що істотно знижує якість смоли і ускладнює технологію її переробки. Крім того, газ-теплоносій розбавляє газоподібні продукти термодеструкції, що приводить до зниження теплоти згоряння, а отже, цінності газу. При використанні твердого теплоносія виникають труднощі з транспортуванням і подальшим виділенням гарячого твердого залишку термодеструкції палива.

В Енергетичному інституті ім. Г. М. Кржижанівського в Москві розроблено кілька варіантів методу швидкісного піролізу для різних палив, який поєднує застосування обох теплоносіїв. Газовий теплоносій застосовують для нагрівання твердого теплоносія і для сушки палива, що переробляється, а власне швидкісний піроліз здійснюють твердим теплоносієм.

Найбільшою сировинною базою для енерготехнологічної переробки є буре вугілля Кансько-Ачинського басейну, для якого розроблено два способи термічної переробки: комплекс ЕТХ-175 з комбінованим теплоносієм потужністю понад 1 млн. т вугілля на рік (175 т/год.) і установка термоконтактного коксування в киплячому шарі ТККВ-300 потужністю близько 2 млн. т вугілля на рік (300 т/год.). Високий тепловий ККД (90%) забезпечується в ЕТХ-175 за рахунок замкненості схеми за основним циклом, що дозволяє утилізувати тепло побічних продуктів (табл. 2.38).

До складу ЕТХ-175 може входити установка для брикетування осмоленого коксиду і сепарованого дріб'язку з подальшим термоокисненням брикетів димовими газами, що містять 10% кисню при температурі 200°C. У цьому випадку може бути отримане брикетоване бездимне висококалорійне паливо для комунально-побутових потреб. Відходами ЕТХ-175 є нетоксичні димові гази і фенольна вода в кількості 7,5 т/рік, що спалюється в топці котла.

Таблиця 2.38 – Основні продукти ЕТХ-175

Продукт	Теплота згоряння, МДж/кг	Вихід, % від початкового, т/год.
Осмолений кокс	28,0	68,5 (39,1)
Легка смола	41,9	2,9 (1,6)
Газ	20,4	18,4 тис. м ³ /год.

Метод термічної переробки в киплячому шарі твердого теплоносія (ТККВ) передбачає підтримання в реакторі температури 540°C, а в коксонагрівачі – 680°C, або високотемпературний варіант з температурами в реакторі 750-830°C, в коксонагрівачі – 850-950°C.

Енерготехнологічна схема комплексного використання горючих сланців передбачає термічну переробку сланців в агрегаті УТТ (установка з твердим теплоносієм) з отриманням малосірчистого масла і висококалорійного напівкоксогового газу. При переробці прибалтійських сланців за цією схемою отримані основні продукти (таблиця 2.39) та перегріта водяна пара з температурою 400°C і тиском 3,9 МПа.

Вузьким місцем методів енерготехнологічної переробки палив є відсутність на сьогодні способу глибокої хімічної переробки смол з виділенням із них різних хімічних сполук.

Одним із шляхів комплексної енерготехнологічної переробки молодого бурого вугілля є вилучення з нього гірського воску і гумінових кислот з подальшим брикетуванням без зв'язувальних речовин. Представляє інтерес процес, що передбачає попереднє вилучення з бурого вугілля гірського воску методом екстракції і подальше брикетування залишкового вугілля з поєднанням технологічних операцій дроблення і сушки.

Таблиця 2.39 – Продукти переробки прибалтійських сланців

Продукти	Теплота згоряння, МДж/кг	Вихід, кг/т сланцю
Рідке котельне паливо	37,0	90
Рідке моторне паливо	39,0	40
Напівкоксівий газ	46,1	46,2
Газовий бензин	41,2	7,9

У Інституті фізико-органічної хімії та вуглехімії НАН України (м. Донецьк), який є головною організацією в Україні з досліджень способів переробки вугілля, проводяться дослідження з різних аспектів процесу гідрогенізації вітчизняного бурого, «солоного» і кам'яного вугілля. Визначено раціональні параметри процесів, способи модифікації вугілля з метою підвищення виходу рідких продуктів, встановлена можливість гідрогенізації модифікованого вугілля при тиску водню 3-5 МПа. Виявлені відмінності в механізмі гідрогенізації при зрідженні вугілля «зв'язаним» і вільним вугле-

цем. Перший процес здійснюється в більш м'яких умовах у присутності лугів та феросплавів. Показано, що довгополуменеве вугілля Північного Донбасу та деякі різновиди газового вугілля Західного Донбасу, яке має підвищений вміст натрієвих та калієвих солей, можуть бути сировиною для одержання синтетичного рідкого палива та хімічної продукції. Довгополуменеве вугілля зріджується з високою конверсією без каталізаторів. Ступінь конверсії бурого і довгополуменевого вугілля корелює з вмістом у ньому сірки і заліза. При гідрогенізаційному зрідженні газового вугілля необхідно використовувати каталізatori. Як каталізatori рекомендовано різні залізovмісні промислові відходи.

Встановлено також, що чутливість вугілля в процесі гідрогенізації до каталізатора різна. Це, ймовірно, зумовлено відмінністю в будові і складі органічної маси і складі мінеральних домішок. Велике різноманіття характеристик як ОМВ вугілля, так і мінеральних домішок практично виключають можливість єдиного універсального каталізатора процесу гідрогенізації.

ЧАСТИНА III. РІДКЕ ПАЛИВО

26. Походження нафти і газу

Основними труднощами, що стоять перед дослідниками питання про походження «природної нафти» (розуміючи під цією назвою широкий комплекс газоподібних, рідких і твердих вуглеводних сполук) є вторинний характер залягання нафтових бітумів і відсутність у самій нафті залишків вихідної органічної тканини. Позбавлений прямих і переконливих фактів, що належать безпосередньо до досліджуваного об'єкта, дослідник змушений оперувати непрямими міркуваннями і фактами, що допускають різне тлумачення. У зв'язку з цим немає єдності думок навіть у такому кардинальному питанні, як питання про органічне чи неорганічне походження нафти. Переважна більшість геологів підтримують думку про утворення нафти з залишків живої матерії, але переконання це аж ніяк не може вважатися науково аргументованим і безперечним. На захист концепції неорганічного походження нафти також можна привести вагомий міркування як геологічного, так і хімічного порядку.

Бурхливий науково-технічний прогрес і високі темпи розвитку різних галузей науки і світового господарства в ХХ столітті привели до різкого збільшення споживання різних корисних копалин, особливе місце серед яких зайняла нафта.

Вважають, що сучасний термін "нафта" є похідним від слова "нафата", що мовою народів Малої Азії означає "просочуватися".

Нафту почали добувати на березі Євфрату за 6-4 тис. років до нашої ери. Застосовувалася вона і як ліки. Древні єгиптяни використовували асфальт (окиснену нафту) для бальзамування. Нафтові бітуми використовувалися для приготування будівельних розчинів. Нафта входила до складу "грецького вогню".

Сучасний рівень цивілізації і технології був би немислимий без енергії та ряду хімічних продуктів, що дає нафта.

Проблема походження нафти і формування її родовищ має велике практичне значення, тому що її вирішення дозволить обґрунтовано підходити до пошуку і розвідки нафтових родовищ і оцінювання їх запасів, однак і зараз серед геологів і хіміків є прихильники як гіпотез неорганічного, так і гіпотез органічного походження нафти.

26.1. Гіпотези неорганічного походження

1. Космічна гіпотеза Соколова (1892 р.) "Земна" нафта є продуктом перетворення первинних вуглеводнів космосу, що потрапили на Землю разом з іншими формами космічної матерії в епоху формування Землі й інших планет Сонячної системи.

2. Карбідна теорія Менделєєва (1877 р.). При дії води на деякі карбіди металів утворюються вуглеводні. Процес протікав при проникненні води по тріщинах на великі глибини, там утворювалися вуглеводні, що випаровувалися й підіймалися в холодну оболонку Землі.

Можливість протікання хімічних реакцій, що приводять до утворення суміші вуглеводнів, експериментально підтвердив Д.І.Менделєєв. Це ніким не спростовується. Однак ця гіпотеза не пояснює причини різноманіття складу нафт, що зустрічаються

в різних і навіть у тому самому родовищі. Висловлювалися заперечення проти мінеральних гіпотез і в зв'язку з тим, що майже усі нафти здатні обертати площину поляризації світла, а цю властивість мають лише речовини органічного походження. Геологи заперечували можливість присутності карбідів металів у надрах Землі на глибинах менше 70 км, де температура досягає 2000 °С, однак туди не може проникнути вода. Мінеральні гіпотези не дають відповіді на питання – чому нафту завжди виявляють в осадових породах, що містять залишки живих організмів (1951 р.).

3. Магматична гіпотеза Кудрявцева, за якою нафта утворюється в магмі в невеликих кількостях, а потім піднімається нагору по тріщинах і розломах, заповнюючи пористі пісковики.

26.2. Гіпотеза органічного осадово-міграційного походження нафти

Ідея органічного походження нафти вперше була викладена М.Ломоносовим (1763 р.). Відомий ряд гіпотез органічного походження нафти, які по-різному трактують склад вихідного матеріалу, умови і форму його нагромадження і поховання, баланс процесу, умови і фактори перетворення на нафту, фактори і види її міграції. Всі вони базуються на тезах про органічний характер вихідного матеріалу, генетичний зв'язок його нагромадження і перетворення з осадовими породами, сприятливою фаціальною обстановкою і перетворенням на нафту похованого матеріалу в осадовій оболонці Землі. У зв'язку з цим М.Б.Вассоевич назвав гіпотезу про походження нафти органічною осадово-міграційною.

Джерелом утворення нафти за цією гіпотезою є органічні залишки переважно нижчих рослинних і тваринних організмів, що жили в товщі води (планктон) і на дні водойм (бентос). Розпад відмерлих організмів – одна зі стадій їх перетворення на нафту, причому ступінь участі різних хімічних компонентів відмерлих організмів неоднорідна.

Перетворення вуглеводів, що входять до складу відмерлих організмів, починається ще у водному середовищі. Гумусо-лігнінові речовини, принесені річками в морські басейни, багатьма розглядаються як одне з джерел материнської субстанції для нафти, однак самі вони, знаходячись у вигляді гумінових кислот і окиснених елементів рослин, безпосередньо не здатні бути джерелом нафтових вуглеводнів. Вони можуть утворювати комплексні сполуки з високомолекулярними алканами нормальної побудови та ізопреноїдними вуглеводнями й у такий спосіб бути переносниками їх з суші у водойми. Білки легко засвоюються бактеріями і можуть служити джерелами азотистих і сірчистих сполук нафти.

Ліпіди за хімічним складом і молекулярною побудовою стоять близько до деяких вуглеводнів нафти. Розрізняють стадії:

- а) діагенетичну – анаеробно-бактеріальні процеси;
- б) катагенетичну – фізико-хімічні перетворення, зумовлені температурою і тиском у надрах.

Процес утворення нафти протікав на глибині, при 100-200 °С, можливо, термічно – каталітично, під впливом глин, що є природними алюмосилікатними каталізато-рами і стимулюють реакції дегідратації спиртів та декарбоксілування кислот у вугле-

водні, ізомеризації і полімеризації алкенів, деструкції і перерозподілу (диспропорціонування) водню й ін. Нафта являє собою поєднання двох груп сполук: з успадкованою структурою молекул вихідної органічної речовини і сполук, що утворилися в результаті глибоких перетворень.

На сьогодні найбільше поширення одержала гіпотеза парагенезису горючих копалин, відповідно до якої шляхи перетворення органічних залишків обумовлюються материнською речовиною й умовами перетворення. Прийнято, що органічні речовини (ОР) гумусового ряду генерують переважно газ, у той час як ОР планктогенного (сапропелевого) типу генерують і нафту, і газ, причому після того, як ОР планктогенного типу вичерпає свій нафтоматеринський потенціал (зона перетворення жирного і пісного вугілля), вона мало відрізняється за своїми властивостями від гумусової і при подальшому зануренні генерує газоподібні речовини. На стадії діагенезу ОР обох типів генерують багато біогенного метану. Звичайно цей метан розсіюється, але в умовах окраїнних шельфів, поблизу континентального рівня, на глибинах понад 250 м, у зоні низьких температур можуть утворюватися гідрати метану, здатні дати початок родовищам природного газу (ПГ).

Нерівномірність процесу катагенетичного перетворення ОР дозволила виділити головну фазу нафтоутворення як етапу максимальної реалізації нафтоматеринського потенціалу порід, що відповідає певному ступеню метаморфізму (градації літогенезу) порід (Д, Г, Ж). У зв'язку з тим, що газоутворення супроводжує всі етапи перетворення ОР, незрозуміло, чи існує головна зона газоутворення. Деякі дослідники вважають, що гумусова органіка має єдиний ранній максимум, що припадає на торф'яну, буровугільну і початок довгополуменевої стадії катагенезу, інші відносять зону максимального газоутворення до великих глибин, тобто до більш жорстких термобаричних умов, ніж при нафтоутворенні, а треті вважають, що при перетворенні ОР гумусового типу виявляється два максимуми газоутворення.

Розраховано масштаби газоутворення при катагенезі двох крайніх типів ОР – гумусового і сапропелевого й виявлені три фази збільшення виходу метану: 1) на стадії Б-Д – до 0,9% від вихідної маси; 2) на стадії Ж-П – до 1,3-1,4% від вихідної маси і 3) на стадії А1– А2 – до 0,9% є й два мінімуми метаноутворення: різкий посередині зони катагенезу Г і менш різкий – у зоні П. Доведено, що гумусова ОР генерує майже чистий метан, а сапропелєві – також його газоподібні і рідкі гомологи.

З огляду на поширеність процесу газоутворення, можна вважати, що були б пастки, а гази завжди знайдуться. Такі пастки практично відсутні у вугленосних басейнах, але коли вугленосні відклади перекриті надійними покривками, то у випадку досягнення вугленосними відкладами головної зони газоутворення (П-А) утворюються великі скупчення газу (Гронінген, Слохтерен у Північноморському регіоні, родовища півночі Тюменської області тощо).

Для збереження родовищ природного газу за інших однакових умов величезне значення має тривалість часу, що відділяє етап його формування від наших днів, у зв'язку з чим у давніх відкладеннях газові скупчення не збереглися – вуглеводні з них розсіялися внаслідок багатолітньої дифузії й ефузії, тобто геологічний час на збереженість газових скупчень впливає негативно.

Утворення газу в процесі перетворення ОР відбувається безупинно унаслідок

біохімічних, термолітичних, термокаталітичних і пірогідрогенізаційних процесів, кожний з яких діє на різних рівнях у межах всієї осадової оболонки земної кори, у той час як нафта утворюється в чітко визначеному інтервалі, якому властива зміна порід і ОР довгополуменево-коксової стадії. Таким чином, нафту можна вважати лише побічним продуктом газоутворення й вуглефікації, більш обмеженим у своєму утворенні просторово й фізико-хімічно, який потребує спеціальних умов стосовно первинної і вторинної міграцій.

Однак, незважаючи на це, кількості нафти в скупченнях превалюють над газовими, що зумовлено наступними причинами:

1) швидкість утворення й міграції газу нерідко більша за швидкість формування пасток і покришок, у результаті чого значні маси біохімічного і ранньотермокаталітичного газу розсіюються до появи пасток;

2) здатність газу створювати високі пластові тиски обмежує можливість скупчення газу в пастках під малопотужними шарами;

3) висока здатність газу розчинятися в нафті обмежує утворення вільних газів у нафтогазогенній зоні;

4) збільшення розчинності газу у воді з підвищенням температури ускладнює виділення його у вільну фазу на великих глибинах без значного збільшення мінералізації води чи насичення її неуглецевими газами;

5) висока дифузійна здатність газу обмежує можливість тривалої збереженості його родовищ.

Виявлені на сьогодні запаси газу сконцентровані в основному в мезозойських (насамперед, крейдових) відкладах. Роздільне формування великих зон газо- і нафтонакопичення зумовлене, насамперед, генетичними причинами, що відображають особливості генерації, міграції, консервації й акумуляції газоподібних і рідких вуглеводнів. Фундаментальні розходження у властивостях, характерних для газів і нафт, виявляються скрізь, де вони знаходяться. Саме розходження у вихідній органіці обумовлює те, що окремі літологічні комплекси в межах великих басейнів містять вуглеводневі флюїди переважно одного типу.

Прикладом зон газонакопичення, що утворилися за рахунок перетворення ОР гумусового типу, є газоносні райони півночі Західного Сибіру. У мезозойських відкладах Перської затоки, що мають морське походження і містять ОР сапропелевого типу, знаходиться найбільша на Землі зона переважаючого нафтонакопичення.

На підставі виявлених закономірностей зміни ОР у процесі катагенезу і генетичних зв'язків усіх видів горючих копалин (горючі сланці, вугілля, нафта, газ) прихильники органічної гіпотези припускають, що в природі відбувається єдиний процес вуглеутворення в широкому розумінні, в якому нафта і газ є побічними продуктами, а основна маса ОР перетворюється шляхом вуглефікації.

26.3. Осадово-неорганічна гіпотеза формування нафтових і газових родовищ

Останнім часом в Інституті геологічних наук НАН України вченими під керівництвом академіка НАН України І.І.Чабаненка запропонована нова, осадово-неорганічна, гіпотеза формування нафтових і газових родовищ. Вона побудована на

основі теоретичних уявлень про нафту як продукт синтезу водню і вуглецю в приповерхневих ділянках Землі. Згідно з цією гіпотезою, нафтові вуглеводні формуються у верхніх ділянках земної кори, де глибинний водень взаємодіє із седиментогенним вуглецем.

Щоб повніше розкрити суть нової нафтової гіпотези, треба порівняти її з двома вже існуючими. З цією метою складені принципові схеми формування нафтових і газових родовищ окремо за кожною з них (рис. 3.1).

На рис. 3.1 а наведено принципову геологічну схему утворення нафтових і газових родовищ стосовно вихідного положення органічної теорії. Її основні теоретичні принципи такі:

1. Нафтова речовина має виключно біогенне походження.
2. Нафта виникла внаслідок деструктивного перетворення (метаморфізму) залишків рослин і тварин, які були захороненні в товщах осадових порід (піски, глини, вапняки та ін.).
3. Перетворення решток рослин і тварин відбувалося не в усіх осадових породах, а лише в окремих, які були найбільш збагачені біогенною органікою і мають назву нафтоматеринських, або нафтотвірних, шарів.

4. У нафтоматеринських шарах нафта утворювалася вже в "готовому" вигляді у формі дисперсно-розсіяних нафтових краплинок, які в цій теорії мають назву частинок *мікронафти*.

5. Після завершення формування дисперсні краплинки мікронафти виходять з нафтотвірних осадових шарів і рухаються в товщах сусідніх осадових порід доти, доки не потраплять до пасток, в яких нагромаджуються й перетворюються на нафтові або газові родовища.

Зазначимо уразливі місця деяких положень органічної теорії: 1) недоведеність лабораторними експериментальними дослідженнями можливостей перетворення решток похованих рослин і тварин безпосередньо на вже готову нафтову речовину; 2) відсутність у "материнських" осадових породах залишків рослин і тварин, які не могли повністю перетворитися на нафту (целюлоза, хітин, кістки тощо); 3) відсутність у тих самих нафтотвірних шарах осадових порід не тільки залишкових краплинок мікронафти, які нібито утворювалися там, а й слідів перебування в них нафтової речовини; 4) фізична неможливість повного виходу дисперсно-розсіяних краплинок нафтової речовини із нафтотвірних шарів (без залишку в них слідів їх колишнього там знаходження); 5) відсутність родовищ нафти і газу в самих нафтоматеринських породах.

Ці та інші невідповідності органічної теорії законам фізико-хімії та фактичним даним змусили деяких теоретиків нафтової геології шукати інші можливі геолого-геохімічні процеси, які могли б зумовлювати виникнення нафтової речовини та формування родовищ.

На рис. 3.1, б наведено принципову схему утворення нафтових і газових родовищ, що складена на основі гіпотези про неорганічне походження нафти. Її основні засади такі:

- нафтова речовина виникає в процесі сполучення водню і вуглецю, які мають неорганічну природу;
- нафтові вуглеводні (метан, етан та більш складні модифікації, включаючи на-

фту) утворюються всередині Землі;

– із глибин Землі метан, етан та інші нафтові вуглеводні підіймаються по тріщинах розривних порушень під час її дегазації, а досягнувши верхніх частин земної кори, перетворюються на нафтові та газові родовища.

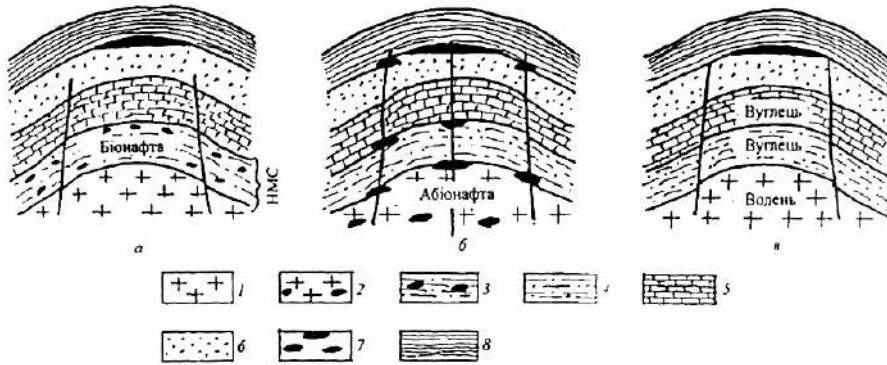


Рис. 3.1. – Принципові схеми формування нафтових і газових родовищ за різними теоретичними уявленнями

а – за органічною теорією; б – за магматично-неорганічною теорією; в – за осадово-неорганічною теорією І.І. Чебаненка, М.І. Євдошука, В.П. Клочка, В.С. Токовенка (Умовні позначення: 1 – кристалічні породи; 2 – те саме з включеннями нагромаджень абіогенної нафти; 3 – піщано-глинисті породи з включеннями біогенної нафти; 4 – те саме без включень біо нафти; 5 – вапнякові породи; 6 – породи-колектори; 7 – нагромадження нафти в промислових розмірах; 8 – глинисті та інші щільні породи-покришки; НМС – нафтоматеринська, або нафототвірна світа)

Уразливі місця глибинної, або магматичної гіпотези про неорганічне походження нафти такі:

1) недостатня вивченість якісного та кількісного складу нафтових вуглеводнів, які підіймаються із надр Землі під час дегазації, що стримує розвиток погляду на їх достатність для формування родовищ;

2) невизначеність закономірностей надходження (суцільними потоками або вибірковими) нафтових вуглеводнів з внутрішніх частин Землі;

3) відсутність пояснення переважної концентрації нафтових і газових родовищ у місцях нагромадження осадових порід (геосинкліналі, рифтогени, синеклізи тощо) та їх випадкові знаходження в районах поширення кристалічних порід (щити, масиви та інші брили).

На рис. 3.1 в показано принципову схему формування нафтових і газових родовищ, яку побудовано на основі теоретичних уявлень про нафту як продукт синтезу водню і вуглецю, що відбувається не в глибинних, а в приповерхневих ділянках Землі. Ця гіпотеза є компромісною між двома попередніми – органічною та магматично-неорганічною. У ній немає ні нафтоматеринських шарів, ні готових нафтових вуглеводнів, що підіймаються з глибинних частин Землі. Ця гіпотеза ґрунтується на уявленні, що нафтові вуглеводні формуються у верхніх ділянках земної кори, де глибинний водень (а не готові нафтові вуглеводні!) сполучається з седиментогенним вуглецем.

Ця гіпотеза дає відповідь на запитання, чому переважна більшість нафтових і газових родовищ світу розміщена в місцях великих нагромаджень осадових порід, тобто в геосинкліналях, рифтогенах та інших западинах земної кори. По-перше, тому, що саме в цих геоструктурах зосереджені великі маси вуглецю, необхідного для з'єднання з воднем. По-друге, саме до цих геологічних регіонів по зонах глибинних розломів находяться найбільші кількості ювенільного водню.

Перевагою осадово-неорганічної гіпотези перед магматично-неорганічною є те, що в ній використовується лише водень, тоді як механізм «магматичної» гіпотези працює лише за умов надходження із надр Землі вже готових нафтових вуглеводнів. Це ще раз потребує підтвердження, особливо в їх якісному та кількісному відношенні.

Гіпотеза осадово-неорганічного утворення нафти має більш значну ресурсну базу, ніж органічна. Геологи-нафтовики сьогодні вже встановили, що якщо обчислення ресурсів вуглеводнів виконувати на основі органічної теорії, то висновок буде такий: нафти вистачить людству не більше як на 100 років. З позицій осадово-неорганічної гіпотези ресурси вуглеводнів є значно більшими, а можливо, й взагалі виявляться невичерпними. Процес сполучення водню з вуглецем, що є основою цієї гіпотези, відбувається на нашій планеті постійно.

У нафтовій геології давно помічено таке цікаве явище, як часткове, а можливо, й повне «відновлення» нафтових і газових родовищ, що були колись використані й залишені. Виникає запитання: звідки з'являються нові порції нафти та газу в «старих», тобто вже відпрацьованих родовищах? Можливо, що існуючі родовища нафти і газу є постійно діючими геолого-геохімічними генераторами нових порцій нафтових вуглеводнів. З позицій цієї наукової ідеї можна дійти висновку, що людству не загрожує "нафтовий голод", як це впливає із обмежених можливостей нафтоутворення за органічною гіпотезою.

Виходячи з доведених геологічних фактів, що ювенільний водень надходить із глибин Землі в найбільших кількостях по зонах глибинних розломів земної кори, а найбільші обсяги вуглецю є в потужних товщах осадових формацій, зроблено висновок, що найперспективнішими для виявлення нафтових і газових родовищ є зони глибинних розломів (та їх розгалуження), геосинкліналей (орогенів), рифтогенів, синекліз, крайових частин платформ, щитів, масивів та інших брил земної кори.

27. Груповий хімічний склад нафт і нафтопродуктів

Визначення хімічного складу нафт і їх фракцій – трудомістке і до кінця нездійсненне нині завдання. Навіть склад бензинів відомий лише на 80%. Тому зараз використовуються методи аналізу, що дозволяють визначити груповий хімічний чи структурно-груповий склад нафти і її фракцій.

Найменш вивчені компоненти висококиплячих фракцій нафти. При складанні матеріального балансу групового складу враховуються тільки три класи вуглеводнів: насичені аліфатичні (алкани), нафтенові (циклани) і ароматичні (арени). Крім того, іноді наводять деталізований груповий склад, що відображає також вміст різних індивідуальних вуглеводнів, що входять до складу кожної з груп.

Гібридні вуглеводні сконцентровані переважно у висококиплячих фракціях

нафти, що ускладнює визначення їх групового хімічного складу.

Алкани та ізоалкани є у всіх нафтах у кількостях від 3-5 до 50-60% і більше. Алкани при кімнатній температурі інертні до дії багатьох хімічних реагентів і здатні тільки до реакцій заміщення.

До групи рідких при звичайних температурах алканів входять гомологи метану від пентану (C_5H_{12}) до гексадекану ($C_{16}H_{34}$) як нормальної, так і ізоструктури. Багато з них, що киплять від 28 (ізопентан) до 300 °С, входять до складу головної маси нафт, однак максимальна їхня кількість міститься у фракціях, що википають від 200 до 300°С.

Рідкі алкани входять до складу майже всіх нафт, однак їх вміст у різних нафтах коливається від 40 до 0%.

Розроблено карбамідний метод визначення і виділення нормальних алканів, оснований на здатності карбаміду $CO(NH_2)_2$ утворювати при звичайній температурі тверді комплексні сполуки з алканами, тобто клатратні сполуки чи аддукти. Ізоалкани можна також виділити з суміші з нормальними алканами хлорсульфоновою кислотою, з якою вони взаємодіють при кімнатній температурі.

Рідкі алкани є основним компонентом товарних нафтопродуктів і сировиною для хімічної переробки. Найбільш легкокиплячі рідкі алкани широко застосовують як розчинники. Це насамперед петролейний етер, що википає при 36-75°С, а також звичайні бензини і лігроїни, у складі яких є рідкі алкани. У двигунах внутрішнього згоряння найбільш небажаними компонентами бензину є нормальні, високомолекулярні алкани, а найбільш необхідні широкорозгалуженні ізоалкани, що мають низьку здатність до детонації.

До твердих алканів відносять як нормальні, так і ізоалкани від гексадекану $C_{16}H_{34}$, що має температуру плавлення 18,1°С, до гептоконтану $C_{70}H_{142}$ з температурою плавлення понад 100°С. Суміші твердих алканів входять до складу нафтових парафінів (технічний, медичний, сірниковий), церезинів, які виділяють з нафти, й озокериту ("земляний віск").

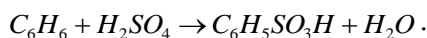
Добре очищений парафін являє собою білу, напівпрозору, аморфну масу з матовим зламом, без запаху і смаку, густиною від 0,865 до 0,94 г/см³. Температура плавлення 23-71°С, число вуглецевих атомів у молекулах 20-35, молекулярна маса – 300-450. Парафіни складені переважно нормальними алканами і є хімічно стійкими.

Церезини зовні важко відрізнити від парафінів, але вони мають температуру плавлення 65-88°С, складені переважно ізопарафінами з числом вуглецевих атомів 36-55 і мають молекулярну масу 500-750. Їх виділяють з важких залишків вакуумної перегонки нафт, переважно нафтового типу, при їх депарафінізації, і з горючого мінералу – озокериту. Церезин з озокериту одержують шляхом виплавлення з породи, з важких фракцій (сирій церезин) після відповідної очистки.

Парафіни і церезини застосовують при виготовленні свічок і сірників, для обробки тканин, просочення паперу, в електротехніці як діелектрики, у граверній справі й ін. Важливим застосуванням парафіну, як хімічної сировини, є переробка його на жирні кислоти шляхом окиснювання повітрям при температурі 140°С з каталізаторами (солями марганцю, кобальту й ін.). Високомолекулярні жирні кислоти, що утворюються, замінюють рослинні жири в миловарінні й у виробництві синтетичних миючих засобів.

Ароматичні вуглеводні (арени) представлені в нафтах в основному моноциклічними вуглеводнями, а також невеликими кількостями біциклічного ряду нафталіну, трициклічного ряду антрацену і більш конденсованих вуглеводнів. Арени відрізняються високою реакційною здатністю, вступаючи в реакції заміщення, приєднання і конденсації.

Для кількісного визначення аренів у світлих нафтових фракціях рекомендується метод сульфування:



Реакція сульфування протікає вже при кімнатній температурі при збовтуванні вихідного продукту з чотирма об'ємами концентрованої (не менше 99%) сірчаної кислоти. Сульфо кислоти, що утворюються, переходять у кислотний шар і за зменшенням об'єму вуглеводневого шару після відстоювання визначають вміст аренів. Для видалення з нафтопродуктів ненасичених вуглеводнів їх попередньо обробляють однако-вим об'ємом 80-85% розчину сірчаної кислоти, що не взаємодіє з аренами.

У нафтах міститься від 1 до 35% аренів, у деяких фракціях до 70%. В усіх нафтах бензолу міститься менше, ніж толуолу, а загальна кількість ксилолів перевищує вміст толуолу. Зі збільшенням молекулярної маси фракцій вміст ароматичних вуглеводнів у них підвищується.

Ароматичні вуглеводні – надзвичайно цінна сировина для промисловості органічного синтезу, після виділення їх з нафти. Інший напрямок використання – безпосередньо в складі нафтових фракцій, що складають моторні палива, тому що вони найменш схильні до детонації. Однак небажана присутність аренів у дизельному паливі, тому що вони погіршують процес його згоряння, а в паливах для повітряно-реактивних двигунів (ПРД) їх кількість обмежується до 20-22%, оскільки вони збільшують сажеутворення. Вміст аренів обмежується в бензині «уайт-спірит» (до 16%) і бензині для гумової промисловості (до 3%) у зв'язку з токсичністю.

Нафтені вуглеводні (циклопарафіни, циклоалкани чи циклани) за хімічними властивостями близькі до представників вуглеводнів жирного ряду, а за циклічною будовою нагадують вуглеводні ароматичного ряду. Нафтени поділяють на моноциклічні C_nH_{2n} (циклопентан C_5H_{10} , циклогексан C_6H_{12}); біциклічні C_nH_{2n-2} (декалін $C_{10}H_{18}$); три – і поліциклічні C_nH_{2n-4} , C_nH_{2n-6} і т.п.

Найбільш характерними хімічними реакціями для нафтенів є реакції заміщення: хлорування, нітрування азотною кислотою при нагріванні, окислювання азотною кислотою середньої концентрації з утворенням двоосновних кислот (глутарової – $HOOC(CH_2)_3COOH$, адипінової – $HOOC(CH_2)_4COOH$ і ін.). Нафтени гідруються погано, перетворюючись на алкани. Більш легко здійснюється дегідрогенізація з утворенням аренів при наявності каталізаторів і температурі 300-350°C.

Нафтени здатні утворювати комплекси з тіосечовиною, що дозволяє відокремити моноциклічні нафтени від поліциклічних, які утворюють з тіосечовиною більш міцні комплекси.

Визначення кількісного вмісту нафтенів у сумішах вуглеводнів проводиться після попереднього видалення неграничних і ароматичних вуглеводнів, у результаті чого завдання зводиться до визначення нафтенів у суміші з алканами. Цю суміш назива-

ють граничним залишком. Вміст нафтенів у граничному залишку визначається методом анілінових точок чи методом питомих рефракцій.

Нафтеніві вуглеводні входять до складу всіх нафт (25-75%), причому в більшості нафт вони переважають. Кількість нафтенів у фракціях зростає в міру збільшення густини. Моноциклічні нафтени містяться в основному у фракціях до 300°C, біциклічні з'являються в середніх бензинових (130-150°C) і зберігаються у висококиплячих, трициклічні знаходяться у фракціях, що википають при температурі понад 200°C.

Неграничних вуглеводнів природні нафти не містять чи містять дуже мало, але вони часто складають значну частину рідких і газоподібних продуктів термічної деструктивної переробки нафти і її фракцій. Висока реакційна здатність неграничних вуглеводнів дозволяє використовувати їх як сировину для органічного синтезу, однак вони знижують хімічну стабільність нафтопродуктів.

Асфальтосмолисті речовини є невід'ємним компонентом майже всіх нафт. Після відгону з нафти світлих фракцій, легких олій, а також важких мазутних фракцій залишається складна суміш смолистих продуктів, що представляють собою темну і густу масу – гудрон, кількість якого в смолистих нафтах може досягати 40%. Смолисті й асфальтові речовини, що складають гудрон, розглядаються як високомолекулярні (молекулярна маса понад 500) гетероорганічні сполуки складної гібридної будови, що включають вуглець, водень, кисень, сірку й азот.

За розчинністю смолисті й асфальтові речовини поділяють на групи:

- нейтральні нафтові смоли – розчинні в петролейному етері, який не має ароматичних вуглеводнів;
- нафтові нейтральні асфальтени – розчинні в бензолі, але не розчинні в петролейному етері;
- асфальтенові кислоти і їхні ангідриди – смолисті речовини кислотного характеру, розчинні в спирті і не розчинні в петролейному етері;
- карбени – речовини, частково розчинні в піридині і сірковуглеці;
- карбоїди – речовини, не розчинні ні в яких розчинниках.

Загальний вміст смолистих і асфальтових речовин у нафтах коливається від 1 до 40%, причому кількість смолистих речовин найбільша у нафтах високої густини, багатих ароматичними вуглеводнями. Вони використовуються в дорожньому будівництві, виробництві лаків, в будівельній справі і для інших цілей.

До кисневих сполук нафти відносять нафтеніві і жирні кислоти, феноли. Нафтеніві кислоти є у всіх нафтах (0,07-5%), однак найбільше їх у нафтових нафтах. Нафтеніві кислоти утворюють солі з металами, і таким чином руйнують їх. У зв'язку з цим нафтеніві кислоти з нафтопродуктів намагаються видалити у вигляді лужних солей, наприклад, натрієвих мил, відомих під назвою "милонафт".

Жирних кислот і фенолів у нафтах дуже мало, за винятком бориславської нафти, у якій частка цих речовин складає до 30% від усіх кислих сполук.

Сірка в нафті присутня у різній формі, від елементної сірки і сірководню до сірчистої органіки, що включає понад 120 сполук.

Меркаптани (тіоспирти) R-SH є в нафтах у малих кількостях, але можуть утворюватися при переробці нафтової сировини за рахунок розкладання інших сірчистих сполук. Перші члени ряду меркаптанів, починаючи з етилмеркаптану C_2H_5SH , – легко-

киплячі рідини із сильним неприємним запахом, що відчувається вже при концентрації їх у повітрі $1 \cdot 10^{-7}$ мас.%. Вони використовуються для виявлення витoku побутового газу за запахом, наприклад, етилмеркаптан.

Моно- і дисульфідів, аналогічно етерам, можуть бути у вигляді тіоетерів R-S-R¹ і дитіоетерів R-S-S-R¹. Тіоетери нейтральні рідини без запаху, містяться як у сирій нафті, так і в продуктах її перегонки, складаючи в легких і середніх фракціях 50-80% загальної сірки. Дитіоетери – важкі нейтральні рідини з неприємним запахом, містяться в нафтах у невеликих кількостях.

Вміст циклічних моносульфідів, тіофанів і тіофенів, у нафтах незначний, але в продуктах термічної переробки вони часто присутні у великій кількості.

Вміст сірчистих сполук у нафтах і нафтопродуктах визначають різноманітними методами якісного і кількісного аналізу. Найчастіше визначають загальний вміст сірки, для чого застосовують методи спалення проби в калориметричній бомбі, ламповий метод для легких нафтопродуктів, спалювання в трубчастій печі і метод Ешка.

Вміст загальної сірки в нафтах звичайно менший 1%, однак він коливається в межах 0,05-6%. Сірчисті сполуки в нафтах і нафтопродуктах є шкідливими компонентами, що кородують метали, крім того, вони надають нафтопродуктам неприємний запах і токсичні властивості, а також погіршують антидетонаційні властивості бензинів.

Загальний вміст азоту в різних нафтах становить 0,03-0,52%. Азотисті сполуки в нафтах зв'язані головним чином зі смолистими речовинами. Як правило, чим більша густина нафти, тим більше в ній міститься смолистих речовин, сірчистих і азотистих сполук. У складі азотистих сполук переважають органічні гетероциклічні луги: піридин, хінолін, їх метиловані гомологи і гідровані форми, аміни, а при перегонці нафт виділяється аміак. Витяг з нафти азотистих сполук здійснюється у вигляді солей шляхом обробки її сумішшю, що складається зі слабкої сірчаної кислоти і спирту при температурі близько 50 °С. При розкладанні солей, що випали в осад, лугом виділяються основи (піридин, хінолін і ін.).

Під мінеральними речовинами нафти розуміють речовини, що входять до складу золи від спалювання нафти, і воду. При зберіганні нафти більша частина води і механічних мінеральних домішок відстоюються, проте вода (до 4%) з розчиненими в ній солями і домішки залишаються в нафті. Мінеральні домішки, що залишаються після відстоювання в нафті, називають "внутрішньою золою", про кількість якої судять по горючим прожареним залишком після спалювання наважки відфільтрованої нафти. Внутрішня зольність нафти невелика – від тисячних до десятих часток відсотка, причому, чим більш насичена нафта кислотними компонентами і смолистими речовинами, тим більша її зольність.

Вода в нафтах є однією з її складових частин і для визначення її вмісту найчастіше застосовують метод Діна-Старка.

28. Характеристика нафт і нафтових фракцій

Нафти є природними маслянистими горючими рідинами з своєрідним запахом і густиною частіше за все менше 10^3 кг/м³ Вони мають різну консистенцію – від легколетких до густих, малорухливих. Колір нафт у більшості випадків бурий і темно-

коричневий (до чорного), рідше жовтий і зеленкуватий, зовсім рідко зустрічається майже безбарвна, так звана «біла нафта». Хоча нафти різних родовищ значно відрізняються за хімічним складом і властивостями, проте елементний склад їх коливається в досить вузьких межах (%): С = 83-86; Н = 11-14; О = 0,2-1,3; N = 0,06-1,7; S = 0,01-5,0.

Нафти є складними сумішами вуглеводнів і різноманітних кисневих, азотних і сірчистих сполук. В природі зустрічаються нафти, що містять більше гетероатомних органічних сполук, ніж власне вуглеводнів, і такі, що складаються майже виключно з вуглеводнів. З фізичної точки зору, нафта розглядається як розчин газоподібних і твердих вуглеводнів в рідині. Природна нафта, що видобувається з надр землі, завжди містить певну кількість розчинених газів (попутні природні гази), головним чином метану і його гомологів.

Як правило, одержувані при фракційній перегонці нафти дистиляти – бензинові, гасові, солярові, масляні і мазут – рідкі речовини. До твердих (при кімнатній температурі) нафтоскладових належать парафіни, церезини і гудрон.

Головне місце в груповому хімічному складі нафт належить вуглеводням – метановим, нафтовим і ароматичним. Ця обставина використана при побудові хімічної класифікації нафт, основи якої розроблені в ГрозНДІ (Грозненський НДІ).

За переважанням (більше 75% за масою) одного з класів вуглеводнів розрізняють, по-перше, три основні класи нафт, а саме: 1) метанові (М), 2) нафтові (Н), 3) ароматичні (А). По-друге, розрізняють також шість змішаних класів нафт, в яких при 50% за масою одного класу вуглеводнів міститься додатково не менше 25% іншого класу вуглеводнів, тобто класи: 4) метаново-нафтові (М-Н), 5) нафтово-метанові (Н-М), 6) ароматично-нафтові (А-Н), 7) нафтово-ароматичні (Н-А), 8) ароматично-метанові (А-М), 9) метаново-ароматичні (М-А). В змішаному (10) типі нафти (М-Н-А) всі класи вуглеводнів містяться приблизно порівну.

Клас нафти за груповим хімічним складом вуглеводнів умовно визначають не у всій пробі нафти, а лише в її погонах, що википають до 300 °С. Нафти не тільки різних, але і одного і того ж родовища можуть давати при розгоні фракції, що википають до 300 °С, в різних кількостях. Проте в більшості нафт вуглеводні складають 30-50%, їх вміст тільки в рідкісних випадках перевищує вміст інших органічних сполук. Проте вміст таких кисень- і сірковмісних сполук нафти, як смолянисті і асфальтові речовини, іноді може досягати у складі нафт 10-20% й більше. В таких випадках їх відносять до особливої групи смолянистих нафт. Якщо нафти містять ще більше смолянистих і асфальтових речовин, вони належать до перехідних утворень між нафтами і природними асфальтами. Тверді залишки нафт, що випарувалися і були вивітрені, називаються кір (звідси – закіровані породи).

Нафти в природних умовах містять як розчинені в них попутні гази, так і воду, в якій розчинені мінеральні солі. Крім розглянутої вище хімічної класифікації нафт, розроблені також технологічні класифікації.

В основу технологічних класифікацій нафт покладено: вміст сірки в нафтах і світлих нафтопродуктах, вихід фракцій, що википають до 350 °С, потенційний вміст базових масел (а також індекс їх в'язкості) і парафіну.

За вмістом загальної сірки розрізняють три класи нафт: I – S не більше 0,5% (малосірчисті), II – S = 0,51-2% (сірчисті) і III – S > 2% (високосірчисті).

Необхідно відзначити, що як у процесі утворення ТГК, наприклад, гумусного вугілля різної зрілості, так і при складних перетвореннях нафт і ті, й інші зазнають метаморфізму. При цьому термін «метаморфізм» слід розуміти не тільки як стадію перетворень органічних речовин вугілля і нафти, а як направлену зміну тих або інших їх властивостей під впливом чинників метаморфізму. Чинники метаморфізму для нафт і вугілля одні і ті ж (теплова дія, тиск, час) і виявляються вони в геологічних умовах приблизно однаково. Проте є й відмінності. Найістотніша з них полягає в тому, що для вуглеутворення каталітичні процеси мають не таке важливе значення, як для нафтоутворення, причому процес нафтоутворення є в основному термокаталітичним.

Крім того, встановлений генетичний зв'язок процесів перетворення нафт і вугілля. Абсолютно чітка відповідність типу нафт маркам вугілля, що є в тих же або стратиграфічно близьких відкладеннях, свідчить про те, що тип нафт, як і характер вугілля, визначається не тільки вихідним органічним матеріалом і умовами його поховання, але багато в чому й інтенсивністю метаморфізму.

Здатність нафти до розділення на більш прості складові частини (фракції, дистиляти) за температурою кипіння (фракційна перегонка або фракціонування) відіграє значну роль у сучасній нафтопереробці й у дослідженнях фракційного, групового й індивідуального вуглеводневого складу нафт і нафтопродуктів. Фракційний склад показує вміст фракцій, що википають у певних температурних межах.

Для визначення фракційного складу нафт у лабораторній практиці поширення одержали наступні методи перегонки:

- 1) низькотемпературна ректифікація – для зріджених газів і фракцій вуглеводнів, що киплять при температурі менше 20°C;
- 2) середньотемпературна перегонка – для нафтопродуктів, що википають до 350°C;
- 3) вакуумна перегонка – для рідин, що википають при температурі вище 350°C;
- 4) молекулярна дистиляція – для високомолекулярних речовин;
- 5) перегонка методом одноразового випарювання.

Звичайно нафти густиною менше 0,9 г/см³ починають кипіти при температурі нижче 100°C. Температура початку кипіння нафти залежить від її хімічного складу, причому при одній і тій же густині нафтеніві й ароматичні вуглеводні киплять при більш низькій температурі, ніж метанові.

При переробці нафти в лабораторних умовах відбирають такі фракції:

- 1) від 40 до 180-200 °C – бензинові фракції, у яких можуть виділяти вузькі відгони: від 40 до 70-90 °C – петролейний етер; від 160 до 205 °C – лігроїн;
- 2) від 200 до 300 °C – гасові фракції;
- 3) 270-350 °C – газойлева фракція;
- 4) 300-370 °C – солярова фракція;
- 5) залишок після відгону усіх фракцій називається мазутом.

У промислових умовах перегонка нафти здійснюється одноразовим випарюванням з подальшою ректифікацією, при якій відбирають наступні світлі фракції: бензинову (до 180 °C), гасову (120-315 °C), дизельну чи гасогазойлеву (180-350 °C) і різні проміжні відгони. Світлі фракції за допомогою наступного очищення, змішування, а іноді і після вторинного перегону перетворюються в продукти прямого гону нафти.

До світлих товарних нафтопродуктів прямого перегону відносять бензин (авто-

мобільний і авіаційний), розчинник у лакофарбовому виробництві, що заміняє скипидар («уайт-спірит»), розчинник для гумової промисловості, екстракційний, петролейний етер, лігроїн (приладовий), гас (освітлювальний, для технічних цілей). Мазут переробляється перегонном під вакуумом для одержання масляних фракцій.

Дистиляційні масла (авіаційні, автомобільні, дизельні, індустріальні і білі), що утворюються після перегону мазуту, відбираються за в'язкістю, а не за температурою кипіння і густиною.

Залишок після перегону мазуту (вище 500°C) називається гудроном, чи напівгудроном, у залежності від в'язкості. Використовується для приготування високов'язких мастил, будівельних і дорожніх нафтових бітумів. «Залишковими оліями» називають продукти, що одержують з гудронів екстракцією органічними розчинниками.

Значна частина мазуту використовується як паливо на електростанціях та в судових двигунах. Деяка кількість мазуту є сировиною для одержання легких моторних палив методами крекінгу. Перегону на масла (мастила) піддають тільки мазути так званих «масляних нафт», мазути яких у деяких випадках використовуються як мастила без перегонки.

Усі процеси переробки нафти пов'язані з нагріванням чи охолодженням, що вимагає всебічного вивчення теплових властивостей нафт і нафтопродуктів.

Чим легша нафта чи її фракція, тим більше значення її коефіцієнта теплового розширення. Питома теплоємність нафт при температурах від 0 до 50°C коливається у вузьких межах – від 1,7 до 2,1 Дж/кг. Найчастіше з підвищенням густини нафти вона зменшується. Теплоємність окремих відгонів однієї і тієї ж нафти зменшується в міру підвищення густини, молекулярної маси фракцій і залежить від хімічного складу нафтопродукту і температури.

Теплота випару нафтових дистилятів при атмосферному тиску складає 160-320 кДж/кг. Теплота згоряння нафт коливається від 40 до 45 МДж/кг, причому вона тим більша, чим менша густина нафти чи фракцій.

При переробці нафти основна маса процесів супроводжується хімічними реакціями, розчиненням, адсорбцією, абсорбцією і змочуванням поверхонь реакторів, що протікають з поглинанням чи виділенням тепла. Тепловий ефект процесу в цілому складається з теплот цих етапів.

Розчинення вуглеводневих газів і нафтової пари у рідких нафтопродуктах супроводжується виділенням тепла, яке дорівнює теплоті їх конденсації. Розчинення твердих вуглеводнів у рідких нафтопродуктах звичайно супроводжується поглинанням тепла.

При адсорбції газів і нафтової пари на поверхні твердих тіл виділяється теплота, кількість якої залежить від природи речовини, яка адсорбується, й адсорбенту. При зануренні твердої речовини в рідкий нафтопродукт виділяється теплота змочування, величина якої залежить від природи речовини і хімічного складу нафтопродукту.

Для різних нафт поверхневий натяг на межі з повітрям становить 25-30 мН/м. Нафтопродукти, погано очищені від полярних домішок, також мають низький поверхневий натяг на межі з водою. Для добре очищених бензинів і масел поверхневий натяг становить до 50 мН/м. Найбільший поверхневий натяг при температурі 20°C мають ароматичні вуглеводні, найменший – алкани, а нафтени й олефіни займають проміжне положення.

Поверхневий натяг вуглеводнів і нафтових фракцій лінійно зменшується з підвищенням температури і при критичній температурі дорівнює нулю. Зі збільшенням тиску поверхневий натяг у системі газ-рідина зменшується.

Для нафти і нафтопродуктів, як для складних сумішей, немає однієї точки затвердіння чи точки плавлення, а характерна наявність температурних інтервалів затвердіння і плавлення. Рідка нафта звичайно застигає при температурі близько -20°C , але іноді і при $+10^{\circ}\text{C}$, що залежить від вмісту в ній твердих парафінів. Найбільш низьку температуру затвердіння (до -80°C) мають бензини.

Температурою спалахування називають температуру, при якій з нафтопродукту, що нагрівається в стандартних умовах, виділяється стільки пари, що вона при піднесенні відкритого полум'я і доступності повітря загоряється з коротким спалахом, утворюючи легке полум'я, яке перебігає й відразу ж гасне. Чим вища температура кипіння нафтопродуктів, тим вища температура спалахування. Бензинові фракції мають температуру спалахування до -40°C , газові – понад 28°C , масляні від 130 до 350°C . Температура спалахування дає уявлення про те, наскільки продукти багаті легколеткими фракціями, і вказує на ступінь пожежонебезпечності і вибухонебезпечності нафтопродуктів.

Температура самозаймання – це та температура, при якій нафтопродукт при наявності кисню повітря загоряється без зіткнення рідини чи її пари з полум'ям або іскрою, а тільки внаслідок підігріву ззовні (через стінку). Для бензину вона дорівнює $420-530^{\circ}\text{C}$, газу – $380-440^{\circ}\text{C}$, газойлю – $340-360^{\circ}\text{C}$, реактивного палива – 380°C . Алкани мають найнижчу температуру самозаймання (пентан – $284,4^{\circ}\text{C}$), нафтени – середню (циклопентан -385°C) і арени – найвищу (бензол – $591,7^{\circ}\text{C}$).

Колір нафти змінюється від жовтого до чорного зі збільшенням густини. Нафтові вуглеводні (бензин, лігроїн, гас і деякі висококиплячі продукти), як правило, безбарвні, якщо добре очищені. Однак найчастіше крекінг-бензини, гаси, висококиплячі продукти прямої перегонки нафти, в залежності від ступеня очищення, мають ясножовтий і жовтий колір.

Для більшості нафт і їх фракцій характерна флуоресценція: вони мають синюватий чи зеленкуватий колір у відбитому світлі, що пов'язано з присутністю в них хризену, октилнафталіну й інших багатоядерних вуглеводнів ароматичного ряду.

Нафти і нафтові фракції з температурою кипіння понад 300°C наділені люмінесценцією – світінням, що виникає при опроміненні ультрафіолетовими променями. До люмогенних речовин входять нафтонові кислоти, поліциклічні ароматичні вуглеводні і смоли.

Показник заломлення нафтопродуктів визначають при проходженні світлового променя з повітря в нафтопродукт, і тому він завжди більший одиниці. Для вуглеводнів різних класів, при однаковій кількості атомів вуглецю в молекулах, найменшою рефракцією наділені алкани, потім – олефіни, нафтени й арени. Показник заломлення суміші вуглеводнів є адитивною функцією її складу, тому використовується при визначенні структурно-групового вуглеводного складу масел.

Майже усі нафти і їх важкі відгони мають здатність обернути площину поляризації променів світла, причому для більшості з них характерне слабке праве обертання. Оптична активність зростає з підвищенням температури кипіння фракції. Штучні наф-

ти, на відміну від природних, оптичної активності не виявляють. Оптичну активність природних нафт пояснюють наявністю в них продуктів розкладу холестерину і фітостерину, тобто характерних стеринів, що містяться в рослинах і тваринах. Це наводять як один з доказів органічного походження нафти.

Безводні нафти і нафтопродукти є діелектриками, тому деякі з них застосовуються як електроізоляційний матеріал (парафін) чи ізолююче середовище (трансформаторне масло) у трансформаторах, масляних реостатах і вимикачах. Діелектрична проникність нафт і нафтопродуктів у порівнянні з іншими діелектриками невелика, їх діелектрична стала коливається в межах 1,86-2,5. Вивчення діелектричних властивостей масел різного групового складу показало, що найбільш стійкими є електричні параметри масел, що не мають ароматичних вуглеводнів, асфальто-смолистих речовин і твердих парафінів.

Нафта і нафтопродукти при терті (заповненні сховищ і перекачуванні з великою швидкістю по трубах, а також фільтрації тощо) сильно електризуються, на їх поверхні можуть накопичуватися заряди статичної електрики, у зв'язку з чим можливі вибухи і пожежі. Найбільш небезпечні в цьому відношенні світлі нафтопродукти, що особливо сильно електризуються. Для запобігання цьому апаратуру, трубопроводи і резервуари заземлюють, а також застосовують спеціальні антистатичні присадки до нафтопродуктів.

З водою ані нафти, ані нафтопродукти практично не змішуються, а їхня взаємна розчинність дуже мала і не перевищує сотих часток відсотка. У нафтових вуглеводнях вода розчиняється в невеликих кількостях – від 0,003 до 0,13% при 40 °С. Розчинність води підвищується з ростом температури і зниженням молекулярної маси вуглеводнів. Взаємна розчинність води і нафтопродуктів має велике практичне значення у зв'язку з можливістю виділення з моторного палива мікрокрапельок чи кристаликів води, що може ускладнювати роботу двигунів.

Важливе значення в хімії нафти має питання про дію на нафту і нафтопродукти різних органічних розчинників. Аполярні розчинники цілком розчиняють нафту і нафтопродукти, крім твердих парафінів і церезинів. Спирти розчиняють нафтопродукти вибірково. Полярні органічні розчинники (анілін, нітробензол, фенол) добре розчиняють ароматичні вуглеводні і не розчиняють алкани і нафтени.

Повна розчинність нафтових вуглеводнів настає тільки при певній температурі, яку називають критичною температурою розчинення (КТР). У практиці дослідження хімічного складу нафтопродуктів велике поширення одержали КТР у аніліні – так звані анілінові точки (АТ). Найбільш низькі анілінові точки в аренів, середні в нафтенів і олефінів і максимальні в алканів.

Вибірковість дії розчинників покладена в основу методу "холодного фракціонування нафти". Метод вибіркового холодного розчинення й осадження застосовується при очищенні масел.

Нафтопродукти є добрими розчинниками жирів, масел, йоду, сірки, каучуку, причому розчинна здатність до жирів тим вища, чим більший вміст аренів.

29. Способи переробки нафти

Без переробки нафта використовувалася в медичних цілях, для просмолення днищ кораблів, освітлення вулиць (зокрема, місто Дрогобич у XVI ст. отримало привілей на освітлення вулиць «скельним олієм»).

Не так давно нафта тільки спалювалася в топках. Після винаходу газової лампи (1855 р.) з частини нафти стали одержувати гас. Наприкінці XIX сторіччя бензин і газ, що отримували при виробленні гасу, вважалися шкідливими продуктами, що викликали вибухи і пожежі, а олії спалювалися разом з мазутом.

Сьогодні вся нафта, що видобувається, піддається переробці для одержання багатьох різноманітних продуктів (рис. 3.2).

При переробці нафти мають місце такі основні процеси: а) перегін; б) термічний крекінг; в) каталітичний крекінг; г) піроліз; д) коксування; е) деструктивна гідрогенізація. Частина названих процесів протікає в присутності різних каталізаторів.

Підготовка нафти до переробки. Видобуток нафти супроводжується вилученням із природних підземних резервуарів значних кількостей газу, води, механічних домішок і солей. При надходженні на поверхню газ, розчинений у нафті, відокремлюють від неї за допомогою системи сепарації. Найбільш легкі компоненти вуглеводних газів відокремлюють від нафти в нафтових трапах, колонках і мірниках.

Найважчі вуглеводні гази відокремлюють від нафти в газових сепараторах. У трапі також відбувається очищення газу від нафтового пилу. Відділення газу від нафти і пилу в трапі відбувається за рахунок зміни тиску і швидкості нафтового потоку, що рухається. Для поліпшення процесу сепарації суміш, що надходить у трап, розприскують, для чого в трапах установлюють спеціальні ґрати, відбійники, тарілки й інші пристосування.

Для розділення продуктів фонтанування високого тиску (вище 20 атм.) застосовують східчасту сепарацію, при якій досягається грубе фракціонування газу і використовується пластовий тиск для транспорту газу. Відділена від газу нафта спрямовується в промислові резервуари, а звідти на нафтопереробні заводи.

При відділенні газу від нафти в трапах і інших пристроях відокремлюється й основна маса води і механічних домішок. Відділення домішок і води відбувається також при відстоюванні і збереженні нафти в промислових резервуарах.

Присутність у нафті механічних домішок утруднює її транспортування по трубопроводах і переробку, викликає ерозію внутрішніх поверхонь труб нафтопроводів і утворення відкладень у теплообмінниках, печах і холодильниках, що приводить до зниження коефіцієнту теплопередачі, підвищує зольність залишків від перегонки нафти (мазуту і гудронів), сприяє утворенню стійких емульсій.

Крім того, у процесі видобутку й транспортування нафти відбувається втрата легких компонентів нафти – (метан, етан, пропан і т.д., включаючи бензинові фракції) – приблизно до 5% від фракцій, що википають до 100°C.

З метою зниження витрат на переробку нафти, викликаних втратою легких компонентів і надмірним зношуванням нафтопроводів і апаратів переробки, нафта піддається попередній обробці.

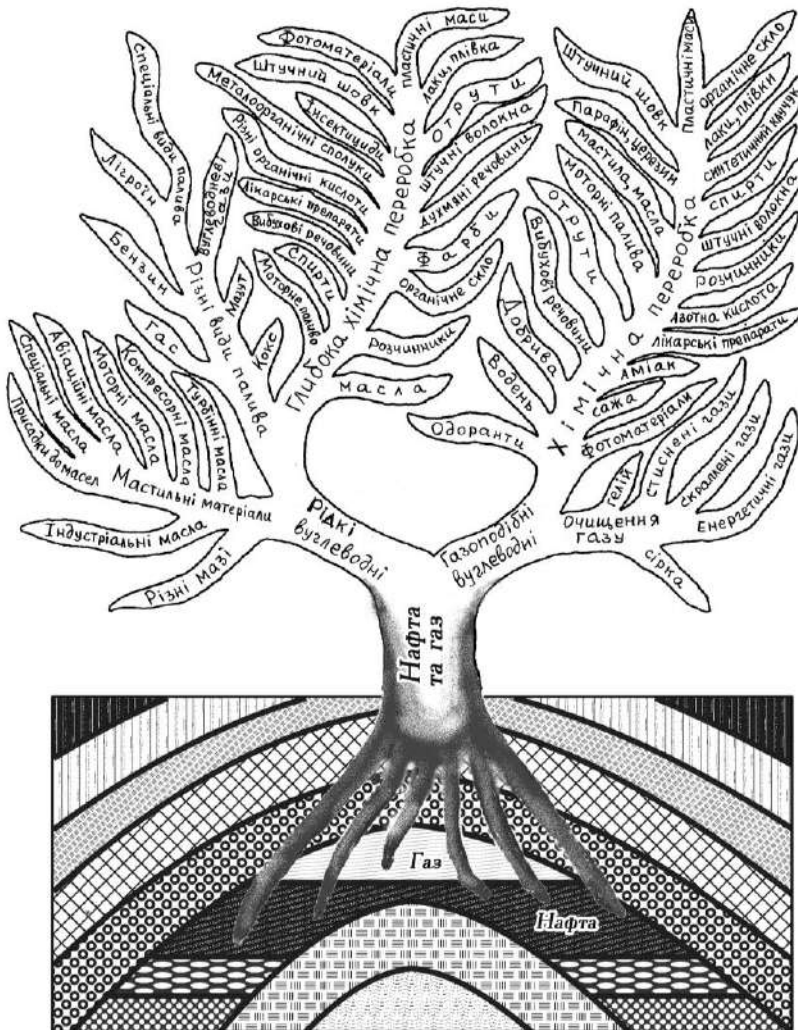


Рис. 3.2.– Основні продукти, які отримують з нафти та газу

Для скорочення втрат легких компонентів здійснюють стабілізацію нафти, а також застосовують спеціальні герметичні резервуари зберігання нафти. Від основної кількості води й твердих частинок нафту звільняють шляхом відстоювання в резервуарах на холоді або при підігріві. Остаточо її зневоднюють і знесолують на спеціальних установках.

Однак вода й нафта часто утворюють важко роздільну емульсію, що сильно сповільнює або навіть перешкоджає зневоднюванню нафти. У загальному випадку емульсія – це система із двох взаємно нерозчинних рідин, у яких одна розподілена в іншій у зваженому стані у вигляді дрібних крапель. Існують два типи нафтових емульсій: нафта у воді, або гідрофільна емульсія, і вода в нафті, або гідрофобна емульсія. Частіше зустрічається гідрофобний тип нафтових емульсій.

Утворенню стійкої емульсії передують зниження поверхневого натягу на межі розділення фаз і створення навколо частинок дисперсної фази міцного адсорбційного шару. Такі шари утворюють треті речовини – емульгатори. До гідрофільних емульгаторів належать лужні мила, желатин, крохмаль. Гідрофобними є добре розчинні в наф-

топродуктах лужноземельні солі органічних кислот, смоли, а також дрібнодисперсні частинки сажі, глини, оксидів металів.

Існують три методи руйнування нафтових емульсій:

1. Механічний:

а) відстоювання – застосовується до свіжих, легко руйнованих емульсій. Розшарування води й нафти відбувається внаслідок різниці в густині компонентів емульсії. Процес прискорюється нагріванням до 120-160°C під тиском 8-15 атмосфер протягом 2-3 год., не допускаючи випарювання води.

б) центрифугування – відділення механічних домішок з нафти під впливом відцентрових сил. У промисловості застосовується рідко, звичайно серіями центрифуг із числом обертів від 350 до 5 000 об/хв., при продуктивності 15-45 м³/год. кожна.

2. Хімічний: руйнування емульсій досягається шляхом застосування поверхнево-активних речовин – деемульгаторів:

а) адсорбційним витісненням діючого емульгатора речовиною з більшою поверхневою активністю:

б) утворенням емульсій протилежного типу (інверсія фаз);

в) розчиненням (руйнуванням) адсорбційної плівки в результаті її хімічної реакції із введеним у систему деемульгатором.

Хімічний метод застосовується частіше, ніж механічний, звичайно – в поєднанні з електричним.

3. Електричний: при поміщенні нафтової емульсії в змінне електричне поле частинки води, що сильніше реагують на поле ніж нафта, починають коливатися, зіштовхуючись одна з одною, що приводить до їхнього об'єднання, укрупнення й більш швидкого розшарування з нафтою. Установки, що називаються електродегідраторами (ЕЛОУ – електричні установки), з робочою напругою до 33 000 V при тиску 8-10 атмосфер, застосовуються групами по 6-8 шт. із продуктивністю 250-500 т нафти на добу кожна. У поєднанні з хімічним методом цей метод має найбільше поширення в промисловій нафтопереробці.

Іноді вдається звільнитися від води невеликим підігрівом і відстоюванням нафти в резервуарах, але в більшості випадків бурові води із солями й іншими забрудненнями утворюють з нафтою стійкі емульсії, зруйнувати і розділити які важко. Для руйнування стійких емульсій застосовують центрифугування, добавки електролітів, колоїдних деемульгаторів та ін.

Нафту, яку переробляють шляхом перегону, поділяють на фракції, які після відповідного очищення можуть бути використані як товарний продукт чи як сировина для більш глибокої переробки.

Перегоном нафти називають процес її термічного розділення на частини (фракції) без помітного розкладання вуглеводнів, що входять до складу нафти. Перегін оснований на властивості вуглеводнів, що входять до складу нафти, виділяти пару певної пружності при певній температурі. При підвищенні температури нафти, яка переганяється, пружність пари над нею зростає, і коли вона досягає чи перевищує тиск навколишнього середовища (атмосфери) починається рух частинок пари в простір з меншим тиском.

Пару, яка виходить з нагрівального апарата, охолоджують, вона конденсується,

створюючи розрідження і сприяючи відділенню наступних, більш висококиплячих частин суміші, що переганяється.

Таким чином, при перегоні нафти виникає безупинне переміщення пари із простору, що нагрівається, в охолоджуване середовище, і це продовжується до повного перегону рідини.

Найчастіше нафту переганяють на такі фракції: бензинову, що википає до 170-200°C; газову, що википає при 175-270°C; газойлеву, що википає при 270-350°C і залишок-мазут.

При перегоні нафти одержують також газ прямої гонки, який є важкою частиною попутних газів, що залишилися розчиненими в нафті. Як правило, вихід газу прямої перегонки невеликий.

Застосовують високопродуктивні безперервно діючі трубчасті перегінні установки, що відрізняються конструкцією печей, у яких відбувається нагрівання нафти, чи конструкцією інших апаратів, що входять до складу установки.

У більшості випадків трубчаста безперервно діюча установка складається з трубчастої печі, насоса, що качає нафту через трубчасту піч під тиском 1,0 МПа і більше, колони фракціонування, куди надходить перегріта нафта і де вона розділяється на необхідні фракції, що відбираються з колони на різній висоті, конденсатора, водовідбирача і пароперегрівача, що служить для перегріву пари.

Бензин з газами прямої перегонки відбирається у верхній частині колони і спрямовується на охолодження і конденсацію. Після відділення від нього води у відстійнику бензин збирають у проміжному резервуарі, звідки насосом перекачують у schoвище. Газ, що залишається після конденсації бензину, направляють у газгольдери.

Інші фракції також збирають по висоті колони і направляють у резервуари. Залишок, що не випарувався (мазут), із дна колони спрямовується в приймач.

На трубчастих установках можна переганяти понад 2 000 т нафти на добу.

Одержані в результаті перегонки нафти фракції використовують після відповідної обробки (очищення й ін.), як товарні види палива і мастил, чи піддають вторинній переробці.

Брати Дубініни, які жили у Моздоці (Північний Кавказ), вперше створили пристрій для перегонки нафти (1823 р.). Установка Дубініних була дуже простою. Казан у грубці, з казана йде труба через бочку з водою в порожню бочку. Бочка з водою – холодильник, порожня бочка – приймач для гасу.

Розрізняють перегонку з однократним, багаторазовим і поступовим випарюванням. При перегонці з однократним випарюванням нафту нагрівають до певної температури й відбирають всі фракції, що перейшли в парову фазу. Перегонка нафти з багаторазовим випарюванням виконується з поетапним нагріванням нафти і відбиранням на кожному етапі фракцій нафти з відповідною температурою переходу в парову фазу. Перегонку нафти з поступовим випарюванням в основному застосовують у лабораторній практиці для одержання особливо точного розділення великої кількості фракцій. Відрізняється від інших методів перегонки нафти низькою продуктивністю.

Процес первинної переробки нафти (прямої перегонки) з метою одержання нафтових фракцій, що розрізняються за температурою кипіння, без термічного розпаду, здійснюють у кубових або трубчастих установках при атмосферному й підвищено-

му тисках або у вакуумі. Трубчасті установки відрізняються більш низькою температурою перегонки сировини, меншим крекінгом сировини, більшим ККД. Тому на сучасному етапі нафтопереробки трубчасті установки входять до складу всіх нафтопереробних заводів і служать постачальниками як товарних нафтопродуктів, так і сировини для вторинних процесів (термічного й каталітичного крекінгу, риформінгу).

Перегонку нафти в промисловості виконують на безперервно діючих трубчастих установках. До їх складу входить трубчаста піч, для конденсації й розділення пари споруджуються великі ректифікаційні колони, а для прийому продуктів перегонки вибудовуються цілі містечка резервуарів.

Трубчаста піч являє собою приміщення, викладене вогнетривкою цеглою. У середині печі розташований багаторазово вигнутий сталевий трубопровід. Довжина труб у печах досягає кілометра. Коли завод працює, по цих трубах безупинно, за допомогою насоса, подається нафта з великою швидкістю – до двох метрів за секунду. Піч обігривається мазутом, що подається в неї за допомогою форсунок і згоряє у факелі. У трубопроводі нафта швидко нагрівається до 350-370°. При такій температурі більш легкі речовини нафти перетворюються на пару.

Оскільки нафта – це суміш вуглеводнів різної молекулярної маси, що мають різні температури кипіння, то перегонкою її розділяють на окремі нафтопродукти. При перегонці нафти одержують світлі нафтопродукти: бензин ($t_{\text{кип}} = 90-200^{\circ}\text{C}$), лігроїн ($t_{\text{кип}} = 150-230^{\circ}\text{C}$), гас ($t_{\text{кип}} = 300^{\circ}\text{C}$), легкий газойль – солярове масло ($t_{\text{кип}} = 230-350^{\circ}\text{C}$), важкий газойль ($t_{\text{кип}} = 350-430^{\circ}\text{C}$), а в залишку – в'язку чорну рідину – мазут ($t_{\text{кип}}$ вище 430°C). Мазут піддають подальшій переробці. Його переганяють під зменшеним тиском (щоб попередити розклад) і виділяють мастила.

При перегонці з однократним випарюванням нафту нагрівають у змійовику нагрівача до заздалегідь заданої температури. По мірі підвищення температури утворюється все більше пари, яка перебуває у рівновазі з рідкою фазою, і при заданій температурі парорідинна суміш залишає підігрівач і надходить в адіабатичний випарник. Останній являє собою пустотілий циліндр, у якому парова фаза відділяється від рідкої. Температура парової й рідкої фаз у цьому випадку однакова.

Перегонка з багаторазовим випарюванням включає два або більше однократні процеси перегонки з підвищенням робочої температури на кожному етапі.

Точність розділення нафти на фракції при перегонці з однократним випарюванням менша в порівнянні з перегонкою з багаторазовим і поступовим випарюванням. Але якщо високої точності розділення фракцій не потрібно, то метод однократного випарювання дешевший: при максимально припустимій температурі нагрівання нафти 350-370°C (при більш високій температурі починається розклад вуглеводнів) більше продуктів переходить у парову фазу в порівнянні з багаторазовим або поступовим випарюванням. Для відбору з нафти фракцій, що википають при температурі понад 350-370°C, застосовують вакуум або водяну пару. Використання в промисловості принципу перегонки з однократним випарюванням у поєднанні з ректифікацією парової й рідкої фаз дозволяє досягати високої чіткості розділення нафти на фракції, безперервності процесу й економічної витрати палива на нагрівання сировини.

При первинній перегонці відбуваються тільки фізичні зміни нафти. Від неї відганяються легкі фракції, що киплять при низьких температурах. Самі вуглеводні зали-

шаються при цьому незмінними. Вихід бензину у цьому випадку становить лише 10-15%. Така кількість бензину не може задовольнити зростаючий попит на нього авіації й автомобільного транспорту.

При крекінгу мають місце хімічні зміни нафти. Змінюється будова вуглеводнів. В апаратах крекінг-заводів відбуваються складні хімічні реакції. Вихід бензину з нафти значно збільшується (до 65-70%) шляхом розщеплення вуглеводнів з довгим ланцюгом, що містяться, наприклад, у мазуті, на вуглеводні з відносно меншою молекулярною масою. Такий процес називається крекінгом (від англ. *crack* – розщеплювати).

Першу промислову установку крекінгу винайшов російський інженер В.Г.Шухов у 1891 р. У 1913 р. винахід Шухова почали застосовувати в Америці. Крекінгом називається процес розщеплення вуглеводнів, у результаті якого утворюються вуглеводні з меншим числом атомів вуглецю в молекулі

Процес ведеться при більш високих температурах (до 600°C), часто при підвищеному тиску. При таких температурах великі молекули вуглеводнів «подрібнюються» на менші. Апаратура крекінг-заводів в основному та ж, що й для перегонки нафти. Це – печі, колони. Але режим переробки інший. Сировина теж інша – мазут.

Мазут – залишок первинної перегонки – густа і відносно важка рідина, його питома вага близька до одиниці. Зумовлено це тим, що мазут складається зі складних і великих молекул вуглеводнів. Коли на крекінг-заводі мазут знову піддається переробці, частина складових його вуглеводнів подрібнюється на менші (тобто з меншою довжиною молекул), з яких саме й складаються легкі нафтові продукти – бензин, гас, лігроїн.

Важливим моментом є процес сортування й змішування нафти.

Різні нафти й виділені з них відповідні фракції відрізняються фізико-хімічними й товарними властивостями. Так, бензинові фракції деяких нафт характеризуються високою концентрацією ароматичних, нафтенових або ізопарафінових вуглеводнів і тому мають високі октанові числа, тоді як бензинові фракції інших нафт містять у значних кількостях парафінові вуглеводні й мають дуже низькі октанові числа.

Важливе значення в подальшій технологічній переробці нафти має сірчистість, маслянистість (мастильність), смолистість нафти й ін. Таким чином, існує необхідність відстеження якісних характеристик нафти у процесі транспортування, збору й зберігання з метою недопущення втрати цінних властивостей компонентів нафти.

Однак роздільні збір, зберігання й перекачування нафти у межах родовища з великим числом нафтових пластів суттєво ускладнюють нафтопромислове господарство й потребують значних капіталовкладень. Тому близькі за фізико-хімічними і товарними властивостями нафти на промислах змішують і направляють на спільну переробку (приклади – відомі нафтові суміші *Brent*, *Rebco*, *Уралс* та ін.).

Вибір напрямку переробки нафти й асортиментів одержуваних нафтопродуктів визначається фізико-хімічними властивостями нафти, рівнем технології нафтопереробного заводу й потребою господарств у товарних нафтопродуктах. Розрізняють три основних варіанти переробки нафти:

- 1) паливний;
- 2) паливно-мастильний;
- 3) нафтохімічний.

За паливним варіантом нафта переробляється в основному на моторні й котельні палива. Паливний варіант переробки відрізняється найменшим числом технологічних установок і низькими капіталовкладеннями. Розрізняють глибоку й неглибоку паливну переробку. При глибокій переробці нафти прагнуть одержати максимально можливий вихід високоякісних автомобільних бензинів, зимових і літніх дизельних палив і палив для реактивних двигунів літаків. Вихід котельного палива в цьому варіанті зводиться до мінімуму. Таким чином, передбачається такий набір процесів вторинної переробки, при якому з важких нафтових фракцій і залишку – гудрону одержують високоякісні легкі моторні палива. За цим варіантом застосовуються каталітичні процеси – каталітичний крекінг, каталітичний риформінг, гідрокрекінг і гідроочищення, а також термічні процеси, наприклад, коксування. Переробка заводських газів у цьому випадку спрямована на збільшення виходу високоякісних бензинів. При неглибокій переробці нафти передбачається високий вихід котельного палива.

При паливно-мастильному варіанті переробки нафти разом з паливами одержують мастила. Для виробництва мастил звичайно підбирають нафти з високим потенційним вмістом масляних фракцій. У цьому випадку для вироблення високоякісних масел потрібна мінімальна кількість технологічних установок.

Масляні фракції (фракції, що википають вище 350°C), виділені з нафти, спочатку піддаються очищенню вибірковими (селективними) розчинниками: фенолом або фурфуролом, щоб видалити частину смолистих речовин і низькоіндексні вуглеводні, потім проводять депарафінізацію за допомогою сумішей метилетилкетону або ацетону з толуолом для зниження температури застигання масла. Закінчується обробка масляних фракцій доочищенням відбілюючими глинами. В останніх технологіях для одержання масел використовують процеси гідроочищення замість селективного очищення і обробки відбілюючими глинами. Таким чином одержують дистильатні масла (легкі й середні індустріальні, автотракторні й ін.). Залишкові масла (авіаційні, циліндрові) виділяють із гудрону шляхом його деасфальтизації рідким пропаном. При цьому утворюються деасфальти і асфальт. Деасфальт піддається подальшій обробці, а асфальт переробляють на бітум або кокс.

Нафтохімічний варіант переробки нафти в порівнянні з попередніми варіантами відрізняється більшим асортиментом нафтохімічної продукції й у зв'язку із цим найбільшим числом технологічних установок і високими капіталовкладеннями. Нафтопереробні заводи, будівництво яких проводилося в останні десятиліття, орієнтовані на нафтохімічну переробку. Нафтохімічний варіант переробки нафти являє собою складне поєднання підприємств, на яких, крім вироблення високоякісних моторних палив і масел, не тільки проводиться підготовка сировини (олефінів, ароматичних, нормальних та ізопарафінів вуглеводнів і ін.) для важкого органічного синтезу, але й здійснюються складні фізико-хімічні процеси, пов'язані з багатотоннажним виробництвом азотних добрив, синтетичного каучуку, пластмас, синтетичних волокон, мийних речовин, жирних кислот, фенолу, ацетону, спиртів, етерів і багатьох інших хімікалій.

Сьогодні з нафти одержують тисячі продуктів. Основними групами є рідке паливо, газоподібне паливо, тверде паливо (нафтовий кокс), мастильні й спеціальні масла, парафіни й церезини, бітуми, ароматичні сполуки, сажа, ацетилен, етилен, нафтові кислоти і їхні солі, вищі спирти.

Найбільше застосування продукти переробки нафти знаходять у паливно-енергетичній галузі. Наприклад, мазут має майже в півтора рази вищу теплоту згорання в порівнянні з кращим вугіллям. Він займає мало місця при згорянні й не дає твердих залишків. Мазут застосовується на ТЕС, заводах, на залізничному й водному транспорті, дає величезну економію засобів, сприяє швидкому розвитку основних галузей промисловості й транспорту.

Бензин застосовується як пальне для двигунів внутрішнього згорання. Залежно від призначення він поділяється на два основних сорти: авіаційний і автомобільний. Бензин використовується також як розчинник масел, каучуку, для очищення тканин від жирних плям і т.п. Гас застосовується як пальне для реактивних і тракторних двигунів, а також для побутових потреб, флотореагент тощо. Солярове масло застосовується як пальне для дизелів, мастила – для змащення різних механізмів. Після перегонки мазуту залишається нелетка темна маса – гудрон, що йде на асфальтування вулиць. Лігроїн служить паливом для дизельних двигунів, а також розчинником у лакофарбовій промисловості. Значні кількості його переробляють на бензин. Парафін застосовують для одержання вищих карбонових кислот, для просочення деревини у виробництві сірників і олівців, для виготовлення свічок, гуталіну, у медицині, парфумерії й т.д.

Енергетичний напрямок у використанні нафти дотепер залишається головним в усьому світі. Частка нафти у світовому енергобалансі становить більше 46%.

Однак в останні роки продукти переробки нафти усе ширше використовуються як сировина для хімічної промисловості. Близько 8% нафти споживається як сировина для сучасної хімії. Наприклад, етиловий спирт застосовується приблизно в 50 галузях виробництва. У хімічній промисловості застосовуються формальдегід, пластмаси, синтетичні волокна, синтетичний каучук, аміак, етиловий спирт і т.д.

Продукти переробки нафти застосовуються й у сільському господарстві. Тут використовуються стимулятори росту, протруйники насіння, отрутохімікати, азотні добрива, сечовина, плівки для парників і т.д. У машинобудуванні й металургії застосовуються універсальні клеї, деталі й частини апаратів із пластмас, мастила й ін. Широке застосування знайшов нафтовий кокс як анодна маса при електровиплавці. Пресована сажа йде на вогнестійкі обкладки в печах. У харчовій промисловості застосовується поліетиленове пакування, харчові кислоти, що консервують засоби, парафін, виробляються білково-вітамінні концентрати, вихідною сировиною для яких служать метиловий і етиловий спирти та метан. У фармацевтичній і парфумерній промисловості з похідних переробки нафти виготовляють нашатирний спирт, хлороформ, формалін, аспірин, вазелін і ін. Похідні нафтосинтезу знаходять широке застосування й у деревообробній, текстильній, шкіряно-взуттєвій і будівельній промисловості.

30. Термічний крекінг нафти

Первинний прямий перегін нафти дає порівняно мало бензину – 4-25% з різних нафт. Збільшення виходу бензину досягається застосуванням вторинної переробки більш важких нафтових фракцій, а також мазуту за допомогою методів деструкції, що дозволяє підвищити вихід бензину в кілька разів.

У залежності від виду сировини і необхідної якості одержуваної продукції в

нафтопереробній промисловості застосовують різні технологічні способи переробки сировини.

Без застосування каталізаторів: термічний крекінг в рідкій і паровій фазах, піроліз, коксування, окиснювальний крекінг і окиснювальний піроліз.

Із застосуванням каталізаторів: каталітичний крекінг, гідрогенізаційний крекінг (деструктивна гідрогенізація), каталітична ароматизація (дегідрогенізаційний крекінг).

В основі цих методів лежать процеси перетворення вуглеводнів, які складають нафту чи нафтопродукт, під впливом нагрівання до температур 400-700°C та вище і при різному тиску, у результаті чого одержують газоподібні, рідкі і тверді продукти.

Термічний крекінг здійснюється в двох основних варіантах: в рідкій фазі (тиск 2-7 МПа, температура 450-500°C) і в паровій фазі (тиск 0,2 – 0,5 МПа, температура 550-600°C). При рідкофазному крекінгу більший вихід бензину і менший – газу, ніж при парофазному крекінгу.

Крекінг нижчих алканів і прямогінних бензинів, у складі яких є рідкі алкани, може служити джерелом одержання ненасичених вуглеводнів, тому що вони схильні в цих умовах в основному до реакцій дегідрування. Середні і вищі алкани в умовах крекінгу розщеплюються на граничні і неграничні вуглеводні з меншою молекулярною масою.

Константа швидкості реакції крекінгу алканів при одній і тій же температурі росте зі збільшенням їхньої молекулярної маси. Тому для досягнення однакової глибини перетворення важкої нафтової сировини потрібно менше часу, ніж при крекінгу легких фракцій.

Механізм крекінгу олефінів досить складний, оскільки одночасно відбуваються реакції розкладу і синтезу. Реакції розкладу починаються лише при температурах вище 425 °С. Як і при крекінгу алканів, первинною реакцією є розкладання олефінів на насичені та ненасичені вуглеводні, або водень і діолефін.

Нафтени більш стабільні за алкани. Розщеплення відбувається за радикальним неланцюговим механізмом. Можливе також протікання реакції гідрогенізації нафтенів з послідовним утворенням з циклогексану, наприклад, спочатку циклоолефінів, потім циклодіолефінів та бензолу. У нафтенів з довгими бічними ланцюгами при крекінгу відбувається їхнє скорочення (деалкілювання). Біциклічні нафтени піддаються дециклізації.

Ароматичні вуглеводні найбільш стійкі до дії високих температур. Для них характерні реакції ущільнення, які протікають без розкриття бензольного кільця, і тому арени можуть накопичуватися при крекінгу в продуктах реакції в міру збільшення глибини перетворення. Алкіл-бензоли розщеплюються за β -зв'язком С-С бічних ланцюгів, тому при термічному крекінгу алкіл-бензолів бензол не утворюється. Для аренів з довгими бічними ланцюгами можливі і реакції деалкілювання, тобто скорочення бічного ланцюга за рахунок розриву С-С зв'язку.

При крекінгу нафтової сировини в результаті складних реакцій полімеризації і поліконденсації з олефінів і аренів на стінках реакційних апаратів з'являються відклади нафтового коксу чи карбоїдів, що небажано.

Внаслідок того, що на практиці крекінгу піддаються складні суміші і в результаті одержують продукти дуже складного хімічного складу, важко встановити безпосе-

редній зв'язок між компонентами сировини й одержуваними продуктами. Швидкість крекінгу в однакових умовах зростає з підвищенням температури кипіння вихідних нафтових фракцій. У сумішах швидше за всіх крекінгуються термічно менш стійкі високомолекулярні алкани й ацени з довгими бічними ланцюгами.

Швидкість реакцій крекінгу, кількість і якість одержуваних продуктів залежать від температури, складу сировини, тривалості крекінгу при заданій температурі, а також тиску в реакційній зоні. При термічному крекінгу одночасно протікають реакції термічного розкладання з поглинанням тепла і реакції ущільнення з виділенням тепла. Сумарний тепловий ефект негативний, тому необхідно підводити теплоту ззовні.

Сировиною для крекінгу служать різні фракції: газойль, солярка, гас, мазут, гу-дрон, а також бензин прямого перегону нафти. Різні види сировини доцільно піддавати крекінгу окремо, підбираючи для кожного процесу відповідні умови. Алкани крекінгуються легше за все і дають бензин з низькими октановими числами (55-60), при тій же глибині крекінгу нафтенів октанові числа бензину вищі (60-70). При глибоких формах крекінгу одержувані продукти сильно ароматизовані.

Існує велика кількість різних типів установок термічного крекінгу, які включають трубчасту піч, реакційний пристрій, випарники, ректифікаційні колони, газовідділювачі, теплообмінники, холодильники й ін.

Вихід крекінг-бензинів, в залежності від виду сировини і режиму роботи установок, змінюється від 25 до 70%.

Розрізняють глибокий і неглибокий (легкий) рідиннофазний крекінг в залежності від глибини перетворення сировини. Метою глибокого крекінгу низькооктанових бензинів і лігроїнів прямого перегону є одержання моторного палива з кращими антидетонаційними властивостями.

Глибокий крекінг бензино-лігроїнових фракцій ведуть при температурі 520-540°C і тиску 2-7 МПа. При цьому вихід риформінг-бензину з октановим числом 76 до 80%, а 20% складають газ і втрати. Глибокому крекінгу піддають також гас-газойлеві фракції й одержують 60-70% бензину з октановим числом 65-70, 12-15% газу і 15-25% крекінг-залишку. Температура крекінгу – 500-520°C, тиск – до 5 МПа.

Легкому рідиннофазному крекінгу піддають мазут і важкі фракції при температурі 480-490°C і тиску 1,5-2,0 МПа й отримують головним чином газойлеві фракції, які використовують як сировину для глибокого крекінгу, і невелику кількість крекінг-бензину.

Різновидом термічного крекінгу середніх і легких фракцій є глибокий крекінг в атмосфері вуглеводневих газів (поліформ-процес), у якому сировина розбавляється зрідженим газом, який містить вуглеводні C₃₋₄, що дозволяє застосувати більш стійкий режим без сильного коксування. В цьому процесі одержують крекінг-бензин з октановим числом 75-80. Температура поліформ-процесу – 550-600°C, тиск – 7-14 МПа.

При парофазному крекінгу (580-600°C і 0,2-0,5 МПа) гас-газойлевих фракцій виходить близько 60% бензину з високим октановим числом (70-88), 10-15% крекінг-залишку і до 30% газу. Більш важку сировину, як правило, в цьому процесі не використовують через закоксовування апаратури. При парофазному крекінгу утворюється велика кількість неграничних вуглеводнів, які є цінною хімічною сировиною, але це ускладнює очищення бензину. До недоліків парофазного крекінгу відносять менший

вихід бензину в зв'язку з великим газоутворенням, знижену стабільність бензину, порівняно малу продуктивність установок і необхідність мати великі розміри апаратури через великий об'єм пари і газів при високій температурі і малому тиску.

При крекінгу нафтової сировини утворюється газ, рідкі і тверді продукти. Вихід газу при рідиннофазному крекінгу 5-6, а при парофазному – 25-30%. В газах рідиннофазного крекінгу більше алканів і менше ненасичених вуглеводнів, а в газах парофазного крекінгу – навпаки.

Крекінг-бензини являють собою безбарвні чи жовтуватого кольору рідини з неприємним запахом через наявність сірчистих сполук і діолефінів. Густина їх 0,72-0,8 г/см³, від бензинів прямого перегону вони відрізняються значним вмістом ненасичених і ароматичних вуглеводнів і малим вмістом нафтенів. Ненасичені вуглеводні складаються з олефінів, а кількість діолефінів коливається від 0,1 (рідиннофазний крекінг) до 1% (парофазний крекінг). Ароматичні вуглеводні представлені головним чином толуолом та іншими алкілбензолами.

Крекінг-залишки – це рідини з густиною порядку 1,0 г/см³, які складаються з висококонденсованих ароматичних і гідридних сполук. Вони використовуються як сировина для коксування і котельного палива.

При термічному крекінгу, крім бензинової, відбирають іноді і газову та газойлеву фракцію, однак продукти цих фракцій мають підвищену схильність до засмолення і їх не використовують як моторні палива, а повертають на повторний крекінг. Із суміші крекінг-гасу з гасом прямого перегону одержують тракторне паливо.

Піроліз. Основне призначення процесу піролізу вуглеводневої сировини – одержання нижчих алкенів. Процес ведуть при 700-1000°C під тиском, близьким до атмосферного.

У промислових умовах для виробництва етилену і пропілену проводять піроліз нафтових фракцій. Найбільш високий вихід етилену досягається при піролізі легких бензинів парафінової групи з великим вмістом вуглеводнів нормальної будови. Поряд з етиленом і алкенами C₃-C₄ утворюється значна кількість рідких продуктів, які містять алкени, циклоалкени, алкадієни C₅ і вище, а також арени C₆-C₈ та ін. компоненти. Вихід продуктів при піролізі різних бензинів складає (% мас.): етилен 22-32; пропілен 10-17; фракція C₄-5-12, арени 6-13.

У зв'язку з ростом цін на прямогінні бензини і недостатні ресурси в ряді країн, як сировину для піролізу застосовують гасо-газойлеві фракції з температурою перегонки 170-380°C. При піролізі газойлів вихід етилену складає 16-23, пропілену – 15, рідких продуктів – 50% (мас.).

Спостерігається стійка тенденція залучення в процес піролізу все більш важкої сировини, що зумовлено недостатньою кількістю низькокиплячих фракцій нафти і підвищенням попиту на більш важкі продукти піролізу (пропілен, бутілен, бутадієн, арени). Однак перехід на більш важку сировину пов'язаний з істотною реконструкцією установок піролізу через підвищення коксоутворення. Вибір сировини зумовлює вартість продукту, тому що на нього припадає понад 70% собівартості етилену.

Коксування проводиться для одержання нафтового коксу і дистилату широкого фракційного складу. Як сировину для нафтового коксу використовують відбензинені нафти, залишки первинної переробки – мазути, напівгудрони і гудрони, продукти вторинного по-

ходження – крекінг-залишки, важкі газойлі каталітичного крекінгу, смоли піролізу, а також природні асфальти і залишки масляного виробництва (асфальти, екстракти).

Промислові процеси коксування поділяють на три типи: безперервні, напівбезперервні і періодичні. Найбільше поширення має напівбезперервний процес в установках уповільненого коксування, що протікає при 505-515°C під тиском 0,2-0,3 МПа. У результаті коксування, крім нафтового коксу, одержують бензин, газ, середні і важкі коксові дистилати, вихід і якість яких залежить від хімічного і фракційного складу сировини.

31. Каталітичні процеси переробки нафти

Каталітичні процеси відрізняються від термічних тим, що пара нафтової сировини пропускається над каталізатором, що прискорює і направляє хід реакцій у бік утворення необхідних продуктів при більш м'яких умовах.

При каталітичному крекінгу, у якому всі процеси перетворення вуглеводнів нафти протікають в умовах гетерогенного каталізу, отримують продукти, різко відмінні за складом від продуктів термічного крекінгу і піролізу.

Каталізатори, які застосовуються в нафтопереробці, поділяють на метали (Ni, Pt, Pd), напівпровідники (Zn, Cr₂O₃, WS₂, MoO₂), ізолятор-алюмосилікатні каталізатори (Al₂O₃). Як каталізатори для крекінгу застосовують або алюмосилікати (природні глини), оброблені і збагачені присадками оксидів різних металів (Ni, Co, Cu, Mn і ін.), або спеціальні синтетичні маси на алюмосилікатній основі, так звані цеоліти і цеолітові системи. Сьогодні використовується близько 150 видів цеолітів, що дозволило залучити до переробки нові види сировини.

Головним завданням каталітичного крекінгу, як і термічного, є розщеплення високомолекулярних вуглеводнів. При температурах 200-300°C переважають реакції деполімеризації, а при 300°C і вище починається власне каталітичний крекінг.

При каталітичному крекінгу легше всього крекінгуються олефіни, потім алкіловані арени і нафтени, а алкани найбільш стійкі, у той час як при термічному крекінгу цей ряд складають алкани, нафтени й арени.

Головні перетворення вуглеводнів при каталітичному крекінгу зводяться до наступного.

1. Алкани. Як і при термічному крекінгу, при каталітичному крекінгу відбувається розщеплення молекул на алкани меншої молекулярної маси й олефіни, однак швидкість крекінгу алканів у цьому випадку в 40-60 разів більше при тій самій температурі, рідкі продукти каталітичного крекінгу мають переважно ізобудову, газоподібні продукти складаються з вуглеводнів C₃ і C₄ (пропілен, пропан, ізобутилен, ізобутан). Ізоалкани крекінгуються з більшою швидкістю, ніж нормальні алкани.

2. При каталітичному крекінгу олефінів головним є розклад, що супроводжується процесами перерозподілу водню. У продуктах їхнього крекінгу виявлена велика кількість ізоалканів і аренів, а також коксу (від 0 до 14%). Швидкість крекінгу в 1 000-8 000 разів більша, ніж при термічному крекінгу.

3. Нафтени в умовах каталітичного крекінгу дегідрують в арени, ізомеризуються чи розпадаються з розривом кільця за C-C-зв'язком. Каталітичний крекінг їх протікає в 1000 разів швидше, ніж термічний.

4. Незаміщені ацени (бензол, нафталін) в умовах каталітичного крекінгу практично не змінюються, крекінг толуолу незначний. Вищі алкіли-бензоли крекінгуються легко і більш швидко, ніж при термічному крекінгу. Розщеплюється не β -, а α -зв'язок C-C бічного ланцюга, крім того, відбувається ізомеризація за рахунок переміщення бічних ланцюгів по кільцю. Багатоядерні ацени дають великий вихід коксу через високу схильність до конденсації.

У присутності алюмосилікатів розщеплення вуглеводнів починається при 300-350 °С, а найбільш інтенсивно протікає при 450-480 °С (не вище 510°C). Каталітичний крекінг проводиться при атмосферному чи невеликому (0,2-0,3 МПа) тиску.

Продуктами каталітичного крекінгу є бензин, газойль, газ і кокс. Найкращий крекінг-бензин виходить при переробці нафтової сировини. При переробці алканів вони мають найбільш низьку якість, а із сировини, що містить багато аценів, одержання продуктів ускладнене інтенсивним коксоутворенням. В середньому за один цикл при каталітичному крекінгу газойля прямого перегону одержують (% мас.) крекінг-бензину – 40-45, крекінг-газойлю – 40-45, газу – 10-25 і коксу – 5. При однаковій вихідній сировині бензин каталітичного крекінгу відрізняється значно меншим вмістом ненасичених вуглеводів і великим вмістом нафтенів і аценів. Він характеризується досить високою хімічною стійкістю і високим октановим числом (78-82).

Крекінг-газойль містить багато алканів і аценів і не піддається повторному каталітичному крекінгу через схильність до коксування, хоча є задовільною сировиною для термічного крекінгу.

Гази каталітичного крекінгу містять понад 40% ізобутану, що є сировиною для одержання алкілату – високооктанового компонента авіабензину.

Для термокаталітичної переробки нафти широко застосовуються процеси, які проходять під тиском водню, оскільки при цьому досягається більший вихід світлих нафтопродуктів, зменшується коксоутворення і різко знижується отруєння каталізатора. Водень гідрату адсорбований на ньому олефіни і перешкоджає як їхньому ущільненню, так і конденсації ароматичних вуглеводнів, яка приводить до коксоутворення. Гідруванням руйнуються небажані в нафтопродуктах сірчисті сполуки і різні гетерокомпоненти з перетворенням їх на вуглеводні і найпростіші сполуки – H_2O , H_2S , NH_3 .

Основні процеси, що протікають під тиском водню, – це гідрокрекінг, гідроочищення, гідродесалкілювання і риформінг. Найбільше поширення ці процеси одержали останнім часом у зв'язку з видобутком великої кількості сірчистих важких нафт, при одночасно зростаючому попиті на високооктановий бензин і ароматичні вуглеводні для нафтохімії.

Гідрогенізаційний крекінг (деструктивна гідрогенізація) дозволяє одержувати значну кількість легких продуктів при використанні як сировини важких нафтових дистилатів, важких нафт, нафтових залишків – малоцінних мазутів. При цьому процесі одержують бензин, дизельне і котлове паливо. Процес протікає в одну чи в дві стадії (у випадку важкої сировини).

Двостадійний процес включає рідиннофазну гідрогенізацію (температура 420-500°C, тиск 3-10 МПа, каталізатор – суспензія оксиду заліза (III)), в результаті якої одержують у невеликих кількостях гас і бензин, а в основному – широку фракцію (200-350°C), що служить сировиною для другого етапу – парофазної гідрогенізації.

Парофазна гідрогенізація (температура 380-420°C, тиск до 10 МПа, каталізатори – сульфідні й оксиди металів, а також Pt, Pd на алюмосилікатах) дозволяє одержувати бензин, гас, газойль і газ, що включає головним чином залишковий водень, якого витрачається 1-3%.

Бензин гідрогенізації з напівгудрону грозненської нафти складається в основному з алканів (47-70%), нафтенів (26-36%), аренів (3-10%) і невеликої кількості олефінів і має октанове число менше 70.

Гідродеалкілювання застосовують для одержання бензолу і нафталіну з нафтових алкілбензолів і алкілнафталінів. Процес проводять при температурі 620-650°C і тиску 6,5-10 МПа. Каталізатори: Pt/Al₂O₃, Mo/Al₂O₃, Cu₂O₃/Al₂O₃.

Гідроочищення застосовується для десульфурації нафтових фракцій і стабілізації (зниження вмісту неграничних вуглеводів). Це головним чином широкі фракції, які використовуються для каталітичного крекінгу і платформінгу, а також масляні фракції низької якості, після легкого гідрування з яких можуть бути отримані високоякісні мастила. Мета процесу – видалення з нафтових фракцій, які містять сірчисті й азотисті сполуки, небажаних компонентів, що можуть або отруювати каталізатори, або погіршувати якість товарних нафтопродуктів.

Як каталізатори застосовують оксиди або сульфідні нікелю, кобальту, молібдену. Температура процесу – 380-420°C, тиск – 3-7 МПа.

Каталітичний риформінг – це процес перетворення низькооктанових бензинів з метою підвищення їх октанового числа або одержання аренів для хімічної переробки.

Для одержання високооктанового бензину сировиною є фракція 80-180°C. Одержують бензин з октановим числом 80-86. Ароматичні вуглеводні одержують з вузьких фракцій: до 85°C (бензол), 85-110°C (толуол) і 110-140°C (ксилоли).

Усі процеси риформінгу підрозділяють на гідроформінг і платформінг.

Гідроформінг проводять з каталізаторами-оксидами молібдену, кобальту, хрому і їх сумішами при температурі 480-550°C і тиску водню 1-2 МПа. Платформінг проводять в присутності платини, нанесеної на оксид алюмінію (0,3-0,7%), активованої HF чи HCl, при 470-540 °C і тиску водню 1,5-5 МПа. Як носій застосовують також алюмосилікати і цеоліти, а як каталізатори – платино-ренієві комплекси.

У процесі платформінгу відбувається в основному перетворення алканів і нафтенів в ариени за рахунок дегідрування шестиланкових нафтенів, ізомеризації циклопентанів у циклогексани з наступним дегідруванням останніх (дегідрізомеризація), дегідроциклізація алканів (каталітична ароматизація).

32. Нафтові палива й мастила

За останні десятиліття розроблено як великий асортимент нафтових палив, так і різні типи двигунів і стаціонарних пристроїв, що у достатній мірі відповідають один одному. Для кожного випадку розроблена оптимальна схема робочого процесу, що дозволяє використовувати паливо найбільш економічно і з утворенням найменшої кількості токсичних продуктів згорання. Однак на практиці доводиться постійно стикатися з відхиленнями від ідеальних моделей, які можна пояснити обмеженими технічними і технологічними можливостями і розмаїтістю факторів, які важко врахувати: від

погодних умов до кваліфікації обслуговуючого персоналу.

Загальна класифікація основних типів двигунів включає двигуни внутрішнього і зовнішнього згоряння, а також стаціонарні газотурбінні установки. Двигунами внутрішнього згоряння устатковуються всі транспортні засоби, за винятком реактивних літаків і деяких річкових і морських суден, які використовують реактивні і газотурбінні двигуни.

32.1. Двигуни внутрішнього згоряння

Двигуни з запалюванням від іскри. В двигунах із запалюванням від іскри використовуються палива, які легко утворюють горючі суміші з повітрям і характеризуються досить високою стійкістю до передчасного самозапалювання. У таких двигунах паливна суміш або готується попередньо в карбюраторі, або утворюється при впорскуванні палива в систему паливopодачі або циліндри. Карбюраторні двигуни є найбільш розповсюдженим типом двигунів, які використовують бензин. В останні роки вони витісняються двигунами з безпосереднім впорскуванням бензину, але в ряді країн, зокрема в Україні, ще довго будуть займати провідне місце. ККД карбюраторного двигуна може досягати 33-36%, однак при епізодичних і часткових навантаженнях він істотно менший і складає 15-20%. Це обумовлюється зменшенням термічного ККД при неповних завантаженнях, коли дроселювання подачі палива приводить до зниження тиску в камері згоряння. З урахуванням того, що в міських умовах автомобільні двигуни працюють у змінному режимі, середній ККД їх невеликий.

Цього недоліку позбавлені двигуни з безпосереднім впорскуванням палива, в яких подача палива регулюється електронною системою в залежності від навантаження двигуна. Такими двигунами обладнується переважна більшість нових легкових автомобілів у США і європейських країнах. Однак системи впорскування палива працюють у жорсткому тепловому режимі і висувають підвищені вимоги до якості палива.

У 1954 р. Ф. Ванкель сконструював роторно-поршневий двигун, який має ряд переваг у порівнянні зі звичайними поршневими. Зокрема, двигун Ванкеля менш чутливий до октанового числа палива, має меншу масу й габарити, легше форсується. Недоліки двигунів Ванкеля – підвищений вміст вуглеводнів у відпрацьованих газах і більш висока, в порівнянні з чотиритактним двигуном, питома витрата палива (на 7-10%), що є перешкодою до широкого застосування. Проте, японська фірма MAZDA на початку 1990-х років випускала близько 150 тис. автомобілів на рік, обладнаних роторно-поршневими двигунами; виробництво мотоциклів і автомобілів з цими двигунами освоєно й у деяких інших країнах.

При роботі двигуна на низькооктанових бензинах і в несприятливих умовах спостерігається детонація, тобто вибухове горіння суміші в камері згоряння з утворенням ударних хвиль. Це приводить до підвищеного зносу деталей двигуна та небезпеки його пошкодження, а також до неповного згоряння палива, підвищеної димності і токсичності відпрацьованих газів. Процеси, які відбуваються в камері згоряння протягом кількох мікросекунд, вивчати досить важко, і тому природа детонації до кінця не з'ясована. Відомо, що основною причиною детонації є самозаймання окремих ділянок горючої суміші в камері згоряння, що відбувається раніше того моменту, як до них

дійде фронт полум'я від свічки запалювання. Перед samozайманням компоненти палива попередньо окиснюються, чому сприяє висока температура, яка розвивається при стисканні. Первинні продукти окиснювання вуглеводнів (пероксиди) розкладаються з вибухом, генеруючи ударну хвилю.

Для запобігання детонації бензини повинні мати достатню стійкість до samozаймання, що виражається октановим числом (ОЧ) палива. Вимоги до октанового числа залежать від ступеня стиску і конструкції камери згоряння. Для кожного двигуна, що використовує бензин, існує оптимальне значення ОЧ, пов'язане зі ступенем стискання (ε) і діаметром (D) емпіричною залежністю:

$$\text{ОЧ} = 125,4 - 413 \cdot \varepsilon + 0,189 \cdot D.$$

Двигуни з запалюванням від стискання (дизельні). Двигун із запалюванням від стискання був запропонований Р.Дізелем у 1897 р. Він виявився менш вимогливим до палива, ніж карбюраторний двигун, і міг працювати практично на всіх видах палива, аж до мазутів. У Росії в 1898 р. на заводі «Російський дизель» був розроблений двигун, що працює на сирій нафті. Протягом ХХ ст. двигун Дізеля одержав величезне поширення. Його термічний ККД вище, ніж у двигунів, що працюють за циклом Отто, і для вихрокамерних двигунів досягає 36%, а для двигунів з безпосереднім впорскуванням – 42%. Якщо ж врахувати, що на різних режимах він практично однаковий, то середній ККД може майже вдвічі перевищувати ККД карбюраторного двигуна. Для всіх типів двигунів при часткових навантаженнях дещо знижується механічний ККД, через витрати потужності на тертя. Це пояснюється високими ступенями стискання, які можуть бути досягнуті на дизельному двигуні. Дизельні двигуни підрозділяють на високо-, середньо- і малообертові, для кожного типу призначене своє пальне. Швидкообертові двигуни встановлюють в основному на автомобілях. Для них призначене паливо, яке називають дизельним. Основні транспортні засоби, які використовують швидкообертові дизелі, – вантажівки, але в деяких країнах заохочується обладнання такими двигунами легкових автомобілів. В Європі, наприклад, за 15 років (1975 – 1990 р.) виробництво легкових автомобілів з дизельними двигунами зросло в 10 разів.

Запалювання палива, впорснутого в камеру згоряння, відбувається не відразу, а після періоду затримки, протягом якого паливо, яке надійшло в камеру згоряння, встигає прогрітись, прореагувати з киснем повітря й утворити первинні продукти окиснення. Чим довший період затримки запалювання, тим більше часу на підготування горючої суміші, і тим активніше вона згоряє. Якщо період затримки запалювання надто великий, то тиск у камері згоряння наростає дуже швидко, зростають ударні навантаження на поршень – спостерігається жорстка робота двигуна.

Оптимальний період затримки запалювання залежить від конструкції камери згоряння і від здатності палива до samozапалювання, що виражається цетановим числом (ЦЧ) палива. Необхідне цетанове число залежить від типу двигуна (його швидкості і ступеня стиску), а також від інших факторів. Оптимальне ЦЧ при різній частоті обертання колінвалу n визначається за формулою:

$$\text{ЦЧ} = 3,5 \cdot n^{1/3}$$

32.2. Авіаційні реактивні і газотурбінні двигуни

На відміну від поршневих двигунів, робочий процес у реактивних двигунах здійснюється безупинно. У камеру згоряння авіаційних реактивних двигунів роздільно подаються паливо з паливних баків і повітря, що забирається з атмосфери. Повітря піддається стиску, проходячи через дифузор (у прямоточних реактивних двигунах) чи турбіну. Відповідно до перетворень, яким піддається горюча суміш, камеру згоряння умовно поділяють на три зони. У першій паливо випаровується й утворює горючу суміш. У другій відбувається згоряння паливно-повітряної суміші. У третій продукти згоряння, температура яких досягає $2\ 300^{\circ}\text{C}$, розбавляються повітрям, після чого їх можна подавати на турбіну, не побоюючись зруйнувати її лопаті. На виході з турбіни гази попадають у форсажну камеру. Сюди при необхідності подається додаткова порція палива, при згорянні якої одержують додаткову потужність.

Згоряння реактивних палив супроводжується утворенням нагару на форсунці, головці і стінках робочої камери. Нагар утворюється тим більше, чим вище температура кипіння, в'язкість і густина палива, а також вміст у ньому ароматичних вуглеводнів. Нагароутворення змінює гідравлічні характеристики форсунок, якість розпилення погіршується, що приводить до підвищеної димності двигуна.

Робочий процес у газотурбінних установках подібний до процесу, що протікає в реактивних двигунах. В тому і в іншому випадку в камеру згоряння роздільно подають паливо і стиснене повітря. У першій зоні відбувається сумішоутворення, потім виникають зони активного горіння і догорання суміші. Продукти згоряння обертають колесо газової турбіни. Істотною відмінністю є те, що в газотурбінних установках немає форсажної камери. У газових турбінах продукти згоряння також розбавляються великою кількістю повітря, у результаті чого температура знижується з $1\ 800\text{--}2\ 000^{\circ}\text{C}$ до $600\text{--}850^{\circ}\text{C}$. Таким чином, загальна кількість повітря, що витрачається, у кілька разів більша за стехіометрично необхідну. Однак кількість первинного повітря, яке подається в камеру згоряння, складає 25-35% від усієї кількості, так що коефіцієнт його надлишку при горінні дорівнює 1,1-1,5. Через великі втрати тепла ККД найпростіших газотурбінних установок складає 20-26%, комбінованих (обладнаних дизель-генератором з наддувом) – до 40%.

Стаціонарні газотурбінні установки при відповідній підготовці можуть споживати усі види палива, включаючи тверде (пилоподібне) і газоподібне.

Вимоги до палив визначаються стандартами чи технічними умовами, а також нормами. Існує комплекс методів їх кваліфікаційної оцінки. Відповідність вимогам стандартів перевіряється для кожної партії палив, кваліфікаційні випробовування проводяться при зміні технології виготовлення палива при постановці нового виду палива на виробництво на конкретному підприємстві. Сукупність усіх нормативних показників точно характеризує експлуатаційні види палив.

Практично усі вимоги, встановлені до палив, важливі в екологічному відношенні, тому що забезпечують нормальне протікання процесу згоряння, при якому має місце мінімальна емісія шкідливих речовин і витрата палива. Важливе значення мають і показники, що характеризують небезпеку палив для обслуговуючого персоналу. Відхилення від оптимальних значень призводять до збільшення емісії шкідливих речовин

і загальної перевитрати палива. Екологічна значимість основних характеристик палив представлена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Екологічна значимість основних характеристик палив

Характеристика	Параметри, що визначають екологічні властивості
Займистість: октанове число	Повнота згоряння палива, ККД двигуна, стукіт
цетанове число	Повнота згоряння палива, ККД двигуна, стукіт, димність ВГ, пускові властивості
Фракційний склад: початок кипіння	Пускові властивості, втрати при випарюванні, протиліодові властивості
кінець кипіння	Повнота згоряння палива, утворення відкладень, фізична стабільність (колоїднохімічний стан)
В'язкість	Ефективність сумішоутворення, витрата палива, димність ВГ
Вміст сірки	Викиди SO_x твердих частинок, утворення відкладення
Ароматичні вуглеводні	Викиди ПЦАВ**, твердих частинок, утворення відкладень у камері згоряння
Фактичні смоли	Утворення відкладень у паливній системі
Олефіни	Утворення відкладень у паливній системі
Свинець	Токсичність палив, викид сполук свинцю, утворення відкладень у камері згоряння
Період індукції й інші показники, що характеризують хімічну стабільність	Утворення осаду при зберіганні палива й утворення відкладень на деталях двигуна і паливної апаратури
Йодне число	Вміст негратичних сполук, що знижують хімічну стабільність
Тиск насиченої пари	Втрати при випарі
Температура спалахування	Пожежонебезпека
Діелектричні властивості	Пожежонебезпека
Зольність	Викиди твердих частинок, теплопередача, ККД котлів і турбін
Густина	Ефективність сумішоутворення
Температури затвердіння і помутніння, гранична температура фільтрування	Пускові властивості, подача палива і час прогріву двигуна

* ВГ – відпрацьовані гази

** ПЦАВ – поліциклічні ароматичні вуглеводні

Рідкі нафтові палива поділяють на дистильовані і залишкові. До дистильованих відносять автомобільні й авіаційні бензини, реактивні, дизельні, грубі і газотурбінні палива, а також малов'язке суднове паливо. Залишкові палива містять нафтові залишки, що не переганяються. Вони представлені моторними паливами ДТ і ДМ, високов'язкими судновими паливами та флотським і котельним мазутом. Як правило, кожне паливо випускається у вигляді окремих марок, що відрізняються октановими чи цетановими числами, вмістом сірки, температурою спалахування тощо. В останні роки розробляються т.зв. екологічно поліпшені палива, що загалом характеризуються зниженим вмістом сірки, ароматичних вуглеводнів, меншою випаровуваністю.

У місцях видобутку нафти на автомобільних і стаціонарних установках застосовують газоконденсатні палива, які одержують переробкою газових конденсатів на промислах за допомогою найпростіших установок невеликої продуктивності, часто обмежуючись прямим перегонном. За якістю такі палива поступаються стандартним і мають лише регіональне значення.

32.3. Палива на основі нафтопродуктів

Вимоги до якості палив постійно підвищуються. Насамперед це стосується вмісту сірки (у всіх видах нафтопродуктів), ароматичних вуглеводнів (у бензинах, дизельних паливах), бензолу, олефінів і летких вуглеводнів фракцій C₄ і C₅ (у бензинах).

Норми на автомобільні бензини в США і, зокрема, у штаті Каліфорнія, представлені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Федеральні й каліфорнійські специфікації на бензини у США

Показник	Федеральні норми		Каліфорнійські норми	
	Існуючі	Перспективні	Середні	Максимальні
Тиск насиченої пари за Райдом, кПа, не більше	59	48	48	48
Олефінів, не більше	9,2	8,0	4,0	6,0
Ароматичних вуглеводнів, не більше	32	28	22	25
Бензолу, не більше, % об'ємн.	1,5	1,0	0,8	1,0
Сірки, не більше, % мас.	0,034	0,01	0,003	0,004

У західноєвропейських країнах вимоги до бензинів наближаються до американських. Нижче наведені норми стандарту ВЛ-228 на неетилований автомобільний бензин у країнах ЄС:

Густина при 15°C, кг/м³ – 730-780

Октанове число, не менше:

моторний метод – 85

дослідницький метод – 95

Вміст, не більше:

свинцю, г/л – 0,013

сірки, % мас. – 0,1

бензолу, % об'ємн. – 0,5

фактичних смол, мг/100 дм³ – 0,5.

У табл. 3.3 наведені дані про норми на дизельне паливо в Каліфорнії (введені в 1993 р.) і екологічно чисті палива у Швеції (введені в 1991 р.). Шведські норми найбільш жорсткі, але водночас у Швеції використовується і дизельне паливо класу 3, близьке за якістю до палива Л-0,2.

Ускладнені вимоги вступають у протиріччя з якістю сировини для виробництва палив. По-перше, змінюються характеристики нафт, що видобуваються. По-друге, з поглибленням процесу переробки нафти в паливному балансі збільшується кількість нестабільних фракцій вторинного походження, що містять багато неграничних вуглеводнів, гетероатомних сполук і металів. Іноді стає важким фракційний склад палив.

Таблиця 3.3 – Вимоги до якості дизельних палив у Каліфорнії (США) і Швеції

Показник	Каліфорнія	Швеція	
		Кл. 1	Кл. 2
Температура початку кипіння, не нижче, °С	170	180	180
Википас 90%, не вище	320	-	-
Википас 95%, не вище	-	285	295
Сірки	0,05	0,001	0,005
АВ*	10	5	20
ПЦАВ**	1,4	0,02	0,1
Мінімальне цетанове число	48	50	47
Густина при 15°C, кг/м ³	830-860	800-820	800-820

*ароматичні вуглеводні; **поліциклічні ароматичні вуглеводні

Історично склалося так, що спочатку видобували малосірчисті нафти, а пізніше почали експлуатувати родовища з великим вмістом сірки. У 2010 р., за прогнозами, доведеться мати справу з нафтами, що містять на 20 – 50% сірки більше, ніж сьогодні. Гарною ілюстрацією щодо цього є історія розробки нафтових родовищ у Росії: у минулому столітті нафти, що видобувалися, містили 0,07-0,4% сірки (Апшерон, Грозний), сьогодні із Західного Сибіру надходить нафта, що містить до 2% сірки, а концентрація сірки в поволзькій нафті ще вища і досягає в окремих випадках 5%.

Що стосується глибини переробки нафти, то вона дозволяє істотно збільшити кількість світлих фракцій у паливному балансі. На початку 1990-х років глибина переробки нафти в технічно розвинутих країнах склала 82-92%, в Росії – 65%, в Україні – 53-54%. При глибині переробки 92% вихід моторних палив складає 78-79% на нафту, а при 65% – на третину менше.

За умови стабілізації і навіть зниження темпів видобутку нафти збільшення виходу світлих фракцій – важливе завдання для України. Воно зумовлюється розвитком процесів деструктивної переробки важких нафтових залишків, насамперед, каталітичного крекінгу.

Октанове число (ОЧ) – умовний показник, що характеризує здатність палива забезпечити бездетонаційну роботу двигунів із запалюванням від іскри. Воно визначається на спеціальних установках шляхом порівняння характеристик горіння випробуваного палива й еталонних сумішей ізооктану з *n*-гептаном. Випробування проводять у двох режимах: жорсткому (частота обертання колінвалу 900 хв⁻¹, температура всмоктуваної суміші 149°C) і м'якому (600 хв⁻¹, температура всмоктуваного повітря 52°C). Одержують відповідно моторне і дослідницьке октанове числа (ОЧМ і ОЧД). Різниця між ними називається чутливістю і характеризує ступінь придатності бензину до різних умов роботи двигуна. Вважають, що ОЧД краще характеризує бензини при їзді в міських умовах, а ОЧМ – в умовах високих навантажень і швидкостей. Середне арифметичне між ОЧД й ОЧМ називають октановим індексом і прирівнюють до дорожнього октанового числа, що нормується стандартами деяких країн (наприклад, США) і вказується на бензоколонках як характеристика палива, яке продається.

При виробництві бензинів змішуванням фракцій різних процесів важливе значення мають т.зв. октанові числа змішування (ОЧЗ), що відрізняються від дійсних октанових чисел окремих компонентів. Октанові числа змішування залежать від природи

нафтопродукту, його вмісту в суміші й деяких інших факторів. У парафінових вуглеводнів ОЧЗ вище дійсних ОЧ, а в ароматичних залежність більш складна. Різниця може перевищувати 20 пунктів. Октанове число змішання важливо враховувати при додаванні в паливо оксигенатів: спиртів і етерів.

До початку 1970-х років проблема підвищення октанового числа бензину вирішувалася винятково за рахунок застосування етилової рідини, що містить тетраетилсвинець (ТЕС). Впровадження каталітичних нейтралізаторів, чутливих до наявності свинцю, привело до необхідності перегляду технічної політики в різних країнах. Були розроблені програми переходу на неетиловані палива. І хоча терміни виконання цих програм неодноразово відкладалися, застосування тетраетилсвинцю добігає кінця. США, Австрія й Японія виробляють повністю неетиловані бензини, в інших країнах обсяг виробництва постійно збільшується.

Проблема вироблення неетилованого бензину зараз вирішується за рахунок модифікації компонентного складу. У товарні бензини додають алкілати, ізомеризати й сполуки, що містять кисень. При цьому одночасно вирішуються інші проблеми: зниження тиску насиченої пари бензину, зменшення конденсації бензолу і забезпечення повноти згоряння палива. Альтернативні свинцю органічні антидетонатори й ті, що містять метал, типу екстраліну одержали не таке широке застосування, як ТЕС. Їх використовують на деяких НПЗ і пропонують власникам автомобілів у якості так званих октан-бустерів, тобто препаратів для корегування октанового числа бензину безпосередньо на місці застосування палива.

Здатність дизельних палив до samozапалювання характеризується **цетановим числом (ЦЧ)**. Цей показник залежить від октанового числа, що виражається емпіричною формулою:

$$\text{ЦЧ} = 60 - \text{ОЧ} / 2.$$

Цетанове число – умовний показник, що дорівнює об'ємній концентрації цетану в еталонній суміші цетану і α -метилнафталіну, займистість якої відповідає займистості випробуваного палива при періоді затримки запалювання, що складає 13 градусів. Оскільки вимірювання цетанового числа – трудомістка і дорога операція, у деяких країнах застосовують розрахунковий показник – **дизельний індекс (ДІ)**, виходячи з анілінової точки (А) у градусах Фаренгейта і густини (d) при 15°C в одиницях (градусах) API:

$$\text{ДІ} = A \cdot d / 100.$$

Формули переходу між одиницями CI і API:

$$C = (F - 32) / 1,8 ;$$

$$\text{Град. API} = 141,5 / d - 131,5 ,$$

де d – густина при 15,6 С (60 F), г/мл.

Між дизельним індексом і цетановим числом існує наступна залежність:

Дизельний індекс 20 30 40 50 60 70

Цетанове число 30 35 40 45 55 60

Часто для палив указують **цетановий індекс** – розрахункове цетанове число, що

визначають за ДСТ-27768, виходячи з густини і 50% точки перегонки палива.

Варто мати на увазі, що всі разрахункові методи не дадуть правильних результатів для палив із присадками, що підвищують цетанове число.

Для оцінки ЦЧ палив із присадками може бути використаний лабораторний метод, заснований на порівнянні температур samozапалювання випробуваного зразка і модельної суміші цетану з α -метилнафталіном. Остання лінійно залежить від вмісту в ній компонентів. Розбіжність з методом визначення цетанового числа на стенді не перевищує 10%.

Паливний баланс на вітчизняних підприємствах у більшості випадків складається таким чином, що товарні палива мають досить високі цетанові числа і введення спеціальних присадок – промоторів запалення – не потрібне. При необхідності використовують присадки на базі алкилнітратів.

Дистилятні палива згоряють у виді пароповітряної суміші. У двигуні ефективне сумішоутворення може бути забезпечене лише паливами необхідного фракційного складу з достатнім рівнем тиску насиченої пари.

Вважають, що пускові властивості бензинів визначаються початком кипіння, вмістом легких фракцій, що в Україні характеризують так званою 10% точкою (температурою, при якій википає 10% палива) і тиском насиченої пари. У США вважають, що пускові властивості бензину краще характеризує кількість палива, що википає до 70 °С.

Як відзначалося вище, основною характеристикою, що визначає пускові властивості дизельних палив, є цетанове число.

Повнота згорання топкових мазутів визначається їх змішуванням з повітрям. Для цього винайдені різноманітні пальники, способи їх розташування і конструкції топкових камер. На сумішоутворення впливають густина, поверхневий натяг і в'язкість мазутів. Діапазон значень густини невеликий: при 50°C для різних мазутів вона змінюється в межах 950-1 050 кг/м³.

В'язкістю, навпаки, легко можна керувати при виробленні мазуту, залишаючи в ньому невилучені дистилятні фракції, а при застосуванні – нагрівають мазут у процесі паливopідготовки. Поверхневий натяг симбатно пов'язаний з в'язкістю мазуту, але градиці його зміни не особливо великі.

Під **фізичною стабільністю** розуміють втрату маси палива від випаровування (легкі фракції) і зміну колоїднохімічного стану, що виявляється в порушенні гомогенності палива і появі окремих фаз. Спроби розробити присадки, що знижують випаровуваність бензинів шляхом створення захисного шару поверхнево-активних речовин на поверхні палива, поки що не увінчалися успіхом.

Гомогенність бензинів, які не містять води і механічних домішок (вони практично миттєво осідають на дно), особливих турбот не викликає. Проблеми виникають при використанні спиртобензинових домішок, особливо виготовлених на базі метанолу. Їх стабілізують добавками спеціальних поверхнево-активних речовин чи речовин третього компонента. Наприклад, у бензини додають метанол, змішуючи його з третинним спиртом – така суміш називається **оксинолом**.

Колоїдно-хімічний стан варто враховувати вже для середньодистилятних палив, що звичайно містять невеликі кількості смолистих речовин. Крім того, при зберіганні палив і в умовах працюючого двигуна їх хімічно нестабільні компоненти утво-

рюють високомолекулярні продукти. Проблема фізичної стабільності палив тісно пов'язана із проблемою їхньої хімічної стабільності і вирішується за допомогою антиокисних і стабілізуючих присадок. Парафіни, що є в середньодистильатних і залишкових паливах, при зниженні температури утворюють упорядковану надмолекулярну структуру. Це призводить до втрати текучості палива і його затвердіння. Поліпшення низькотемпературних властивостей дизельних палив можливе за рахунок зниження температури кінця кипіння або використання депресорних присадок. Фізична стабільність залишкових палив цілком визначається їх колоїдною природою.

Основний вплив на старіння мазутів мають температура і контакт із киснем.

Проблеми хімічної і фізичної стабільності мазутів тісно пов'язані. Тому найкращими стабілізуючими присадками до залишкових палив є композиції антиоксидантів з дисперсантами.

Пожежонебезпечність палив визначається рядом показників, з яких найбільш часто застосовують **температуру спалахування** – мінімальну температуру, при якій пари нафтопродукту спалахують від відкритого полум'я. Її визначають у закритому (світлі палива) чи відкритому (залишкові палива) тиглі. Значення температур спалахування, визначених для того самого зразка різними методами, можуть дещо відрізнитися. Наприклад, для мазутів ця різниця може досягати 30°C. Тому обов'язково вказують метод визначення температур спалахування. Для авіаційних бензинів температура спалахування має негативне значення (від мінус 34 до мінус 38°C), тому її визначають рідко. Для дизельних палив вона нормується в залежності від умов застосування: літні палива для дизелів загального призначення повинні мати температуру спалахування нижче 40°C, а для суднових і тепловозних дизелів – не нижче 62°C.

Сучасні українські стандарти встановлюють межу температури спалахування 61°C, нижче якої палива відносять до легкозаймистих (ЛЗР), вище – до горючих (ГР) рідин. Це визначає категорію роботи з паливом і заходи передбачені технікою безпеки.

Крім температури спалахування, для палив визначають **температуру займання (Тз)** і **температуру самозаймання (Тс)**. Дані з пожежо- і вибухонебезпечності – концентраційні межі займання (КМЗ), температурні межі вибуховості (ТМВ), а також вимоги ДСТУ 12.1010 щодо гранично допустимої вибухонебезпечної концентрації (ГДВК) парів палив у повітрі, представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Показники пожежо- й вибухонебезпечності палив

Паливо	Т _c , °C	ТМВ		КМЗ, %	ГДВК, %
		Верхній	Нижній		
Авіаційний бензин	380-480	-4	-37	0,98-5,5	0,46
Автомобільний бензин	255-300	-7	-	0,75-5,2	0,53
Дизельне зимове	240	119	69	0,52-0,6	0,30

Вибухонебезпечність палив може бути усунута додаванням у пароповітряну суміш інертних газів в досить великих концентраціях щодо суміші: від 8% – для тетра-хлориду вуглецю до 43% – для аргону.

Оскільки палива є діелектриками, на їхній поверхні може накопичуватися ста-

тична електрика, розряди якої приводять до утворення іскри. Особливо це істотно при роботі з реактивними паливами: їх заправлення в баки літаків супроводжується інтенсивним тертям. Тому стежать за питомою електричною провідністю реактивних палив. Електризації палив сприяють такі атмосферні умови, при яких провідність повітря невелика: низькі температури і мала вологість повітря. Для гарантування пожежної безпеки при перекачуванні палив з високими швидкостями (заправлення літаків, завантаження танкерів) у палива вводять антистатичні присадки, що забезпечують інтенсивне розсіювання електростатичних зарядів з маси палива.

За токсичністю нафтові палива становлять меншу небезпеку, ніж продукти згоряння. Вуглеводні, що складають їх основну масу, для людини порівняно нешкідливі. Найбільш токсичні ароматичні, ненасичені і, нарешті, насичені вуглеводні. Особливо токсичний бензол, тому його вміст у бензинах нормується. У залишкових паливах присутні значні кількості конденсованих ароматичних сполук, багато з яких канцерогенні.

Гранично допустимі концентрації пари палив встановлені в перерахуванні на вуглець і коливаються від 100 (реактивне паливо) до 300 мг/м³ (бензин і дизельне паливо). Вміст пари палив у повітрі визначається леткістю і температурою навколишнього середовища. Леткість розраховують за формулою:

$$L=16 \cdot P \cdot M / (273+t),$$

де L – леткість, мг/л; P – тиск насиченої пари, мм. рт. ст.; M – молекулярна маса речовини; t – температура навколишнього середовища °С.

На практиці визначають тиск насиченої пари. Цей показник нормується для палив, що легко випаровуються. Його наближене значення може бути обчислене в такий спосіб:

$$L_g = 2,763 - 0,019 \cdot t_{\text{кип}} + 0,024 \cdot t,$$

де P – тиск насиченої пари, мм. рт. ст.; t – температура навколишнього середовища; $t_{\text{кип}}$ – температура кипіння речовини, °С.

Нафта і залишкові паливні фракції містять істотні кількості поліциклічних ароматичних вуглеводнів, частина з яких виявляє канцерогенну активність. Наприклад, вміст бенз- α -пірену в російських нафтах коливається від 250 (Ладушкинська) до 3 500 мкг/кг (грозненська).

Палива можуть містити токсичні гетероатомні сполуки, концентрація яких збільшується з підвищенням температури кипіння палив. Ці сполуки становлять небезпеку, наприклад, при розігріванні мазутів у процесі паливопідготовки. Проблему зниження токсичності палив не можна вирішити за допомогою присадок, однак у деяких випадках присадки корисні. Застосування депресорів і диспергуючих присадок, наприклад, дозволяє знизити температуру нагрівання залишкових палив.

Нерідко присадки, що вводяться в паливо, самі мають підвищену токсичність. Такі, наприклад, як тетраетилсвинець і ароматичні аміни, використовувані для підвищення октанового числа автомобільних бензинів.

Асортимент присадок до палива нараховує більше 20 основних типів, а кількість композицій, використовуваних на практиці, складає сотні. Здебільшого вони призначені для поліпшення процесів горіння палива і тим самим сприяють зниженню токсичності

продуктів згоряння. Принциповий асортимент присадок, які прямо чи опосередковано поліпшують екологічні характеристики палив, представлений нижче (табл. 3.5):

Антиоксиданти, антидетонатори і промотори запалення вводять у палива на нафтопереробних заводах для забезпечення нормованих показників якості продукції. Антидетонатори на основі тетраетилсвинцю і промотори запалення, що містять алкілнітрати, отруйні і окремо не продаються.

Мийні присадки до бензинів і дизельних палив застосовують у різних варіантах. Заводи випускають спеціальні марки палив із присадками, при цьому нормується показник, що гарантує наявність і ефективність присадки в паливі. Мийні присадки в дрібній розфасовці надходять у роздрібний продаж і використовуються на розсуд споживача. У цьому випадку на споживача лягає відповідальність за регулярне і правильне застосування присадок. З технічної точки зору вдалим варіантом є введення присадок у паливо на великих нафтобазах, якщо там є необхідні для цього умови.

Таблиця 3.5 – Присадки до моторного палива

Присадки	Призначення
Антиоксидантні стабілізатори	Підвищують окисну стабільність палив, тим самим запобігаючи смоло- і осадотворенню
Деактиватори металів	Зв'язують у неактивні комплекси мідь, залізо і інші метали – промотори окиснювання вуглеводнів
Мийні присадки	Зменшують утворення відкладень на деталях двигунів і паливної апаратури, у тому числі двигунів з безпосереднім впорскуванням бензину. Додатково надають паливам протильодові й антикорозійні властивості
Антидимні присадки	Зменшують концентрацію диму в газах дизельних двигунів, але мало впливають на викиди інших токсичних компонентів
Антинагарні присадки	Зменшують нагароутворення в камері згоряння, на клапанах і розпилювачах форсунок дизельних двигунів
Антисажові присадки	Знижують температуру згоряння сажі на поверхні сажових фільтрів
Антидетонатори	Запобігають детонаційному горінню бензинів
Промотори запалювання	Поліпшують запалювання дизельних палив
Антистатичні присадки	Запобігають нагромадженню зарядів статичної електрики в паливах
Біоциди	Запобігають псуванню палива мікроорганізмами
Диспергуючі присадки до мазутів	Підвищують фізичну стабільність залишкових палив, поліпшують їх сумішоутворення з повітрям, мають захисні властивості
Каталізатори горіння мазутів	Підвищують ефективність горіння залишкових палив

Присадки не повинні погіршувати фізико-хімічні й експлуатаційні властивості палив. Але при цьому допустимі відхилення від нормативних показників, що непрямим чином характеризують якість нафтопродукту.

33. Очищення нафтопродуктів

Збільшення обсягу виробництва нафтопродуктів, розширення асортименту і необхідність підвищення якості в умовах, коли безупинно зростає частка сірчистих, високосірчистих і високопарафіністих нафт, потребує прискорення розвитку вторин-

них і особливо каталітичних процесів. За допомогою каталізаторів виробляється близько 70% усіх продуктів хімічної, нафтохімічної і нафтопереробної промисловості, 90% нових хімічних процесів оснований на застосуванні каталізаторів.

У нафтопереробці найбільш поширені каталітичні процеси одержання палив, каталітичний крекінг, риформінг, гідроочищення, алкілювання, ізомеризація і гідрокрекінг. Каталітичні процеси гідроочищення і гідрокрекінгу використовуються також для виробництва високоякісних нафтових мастил і парафінів.

Для видалення небажаних домішок нафтопродукти піддаються очищенню, цілі і методи якого залежать від природи нафтопродуктів і напрямків подальшого використання.

1. Дистиляти первинної перегонки деяких нафт містять нафтеніві кислоти й інші кислі сполуки, видалення яких проводиться лугами.

2. Для очищення газів і рідких фракцій від сірчистих сполук застосовують різні методи. Гази очищають від сірководню і нижчих меркаптанів за допомогою лугу, різних поглиначів, солей, адсорбентів. Для очищення рідких фракцій від сірководню і меркаптанів застосовують лужний метод і різні види окисної демеркаптанізації, наприклад, очищення гіпохлоридом кальцію, хлоридом міді. Видалення більш складних сірчистих сполук – тіофенів, сульфідів, дисульфідів, вищих меркаптанів – проводиться гідрогенізаційним очищенням.

3. Середні дистиляти (гасовий і дизельний), а також мастильні фракції, отримані з парафінистих нафт, піддаються очищенню від парафінів (депарафінізації) для зниження температури затвердіння. Депарафінізація проводиться із застосуванням різних селективних розчинників (ацетон, метилетилкетон, дихлоретан, рідкий сірчистий ангідрид, зріджений пропан, бензин і ін.); карбаміду в кристалічній формі, у водяному чи спиртовому розчині; адсорбентів (молекулярних сит).

4. Очищення парафінів для біохімічної промисловості від аренів проводять сірчаною кислотою високої концентрації, олеумом чи сірчанам ангідридом. Деароматизація освітлювальних газів знижує нагароутворення при їх згорянні.

5. Крекінг-бензини очищаються від сірчистих сполук, алкадієнів і неграничних циклічних сполук, що легко полімеризуються з утворенням смол. Для очищення від неграничних сполук застосовують сірчану кислоту, різні каталізatori й адсорбенти.

6. При одержанні високоякісних мастил використовується комплекс методів очищення для видалення асфальто-смолистих речовин, поліциклічних вуглеводнів з підвищеною коксівністю, смолистих речовин, парафінів, сірчистих і неграничних сполук. Для очищення використовують екстракційні, адсорбційні та гідрогенізаційні методи.

ЧАСТИНА IV. ГАЗОПОДІБНЕ ПАЛИВО

34. Природні горючі гази

Природні горючі гази являють собою суміш газоподібних сполук і елементів, таких, як вуглеводні парафінового ряду від CH_4 до C_5H_{12} , CO_2 , N_2 , H_2 , CO , SO_2 і рідкісних газів – аргону, ксенону, неону, криптону, гелію. Особливістю природних газів є різноманіття утворюючих їх процесів, яке зумовлює відмінність їх складу, форм існування і виявів у природі. Найбільше значення для життя людини серед природних газів мають горючі (вуглеводневі) гази, що є джерелом теплової енергії, а також ряду цінних хімічних продуктів. Ці гази утворюють в гірських породах великі скупчення, або поклади, з яких видають на поверхню мільйони кубометрів газу на добу іноді протягом багатьох років. Частка решти природних газів незначна. Тому на практиці часто під природними газами розуміють саме горючі гази. Природні горючі гази зустрічаються у вільному вигляді, в порожнинах гірських порід земної кори, у розчиненому вигляді (в підземних водах, нафті), а також у вигляді газових потоків, що переміщуються в земній корі.

Гази не утворюють чистих генетичних груп, а мають змішаний характер. Так, найпоширеніші вуглеводневі гази в своєму складі, окрім вуглеводневих компонентів, містять звичайно діоксид вуглецю, азот, сірководень, інертні гази і т.д. Кількість індивідуальних компонентів у складі природних газів досягає іноді 20, включаючи ізосполуки. Генезис складових природних газів може бути різним, крім того, гази володіють дуже високою міграційною здатністю. Все це створює великі складнощі при їх класифікації. Так, наприклад, класифікація К. П. Кофанова не об'єднує всі природні гази, а стосується тільки вуглеводневої їх частини. Автор поділяє всі поклади газів за вмістом в них етану і пропану на групи: 1) етан-пропанова ($\text{C}_2 > \text{C}_4$); 2) пропан-етанова ($\text{C}_4 > \text{C}_2$); 3) змішана, що характеризується однаковими або близькими співвідношеннями C_2 і C_4 .

Перша група найбільш поширена і зустрічається у всіх видах покладів «сухих» газових, газонафтових і газоконденсатних родовищ. Друга група властива тільки газоконденсатним покладам. Третя – змішана – поширена менше і зустрічається як в нафтових, так і в газових родовищах.

Генетична класифікація природних газів, зокрема вуглеводневих, будується авторами залежно від їх поглядів на походження нафти і газу. Тому будь-яка генетична класифікація є суб'єктивною.

Дж. Амікс і ін. виділяють 5 різновидів пластових флюїдів (за фазовим станом).

1. «Сухий газ», який характеризується відсутністю в сепараторі рідини, що конденсується.

2. «Жирний газ» з газовим чинником 10 000–18 000 $\text{м}^3/\text{м}^3$, рідиною густиною менше 0,74 $\text{г}/\text{см}^3$.

3. «Конденсатний газ» з газовим чинником від 1 400 до 12 500 $\text{м}^3/\text{м}^3$ і рідиною густиною між 0,78 і 0,74 $\text{г}/\text{см}^3$.

4. «Нафта з високою усадкою» з газовим чинником від 180 до 1 400 $\text{м}^3/\text{м}^3$ і густиною 0,74–0,80 $\text{г}/\text{см}^3$.

5. «Нафта з низькою усадкою» з газовим чинником менше $180 \text{ м}^3/\text{м}^3$ і густиною більше $0,80 \text{ г}/\text{см}^3$.

«Сухий газ» складається в переважній більшості випадків з метану з домішкою етану і дуже невеликої кількості важких вуглеводневих газів. Азотно-метанові і азотні гази також можна віднести до цієї групи. Рідка фаза в «сухих газах» може утворитися тільки за рахунок конденсації водяної пари, оскільки «сухий газ» може містити воду. Єдиним винятком є скупчення азотних газів, які потрапляють в групу «сухий газ». «Жирний газ» містить набагато більше важких вуглеводнів, ніж «сухий газ». Тому при збереженні пластової температури цей флюїд знаходиться в однофазному газоподібному стані. Термін «жирний газ» виник у зв'язку з тим, що умови, існуючі в сепараторі, відповідають для цього флюїду двофазовій зоні, і в сепараторі конденсується рідка вуглеводнева фаза. При природній міграції флюїду, у випадку попадання його в пласти неглибокого залягання, «жирний газ» може утворити рідку вуглеводневу фазу.

Таким чином, «жирні гази» є проміжною ланкою між «сухими» і «конденсатними газами». З «сухими газами» їх зближує неможливість утворення рідкої фази в системі при температурі пласта, з «конденсатними» – поява рідкої фази в сепараторі і можливість її появи в надрах Землі в процесі субвертикальної міграції флюїду або здіймання товщі при тектонічних переміщеннях.

«Конденсатний газ» в порівнянні з «жирним» містить більше важких компонентів; кількість рідини, що виділяється в сепараторі на 1 м^3 газу, і її густина також збільшуються.

Головна різниця між «конденсатним газом» та «сухим» і «жирним» – це можливість ретроградної ізотермічної конденсації в пластових умовах.

Відмінність між «нафтою з високою усадкою» і «нафтою з низькою усадкою» у тому, що в першому флюїді міститься більше легких вуглеводнів. Критична температура для цих нафт звичайно ближча до пластової, ніж для «нафти з низькою усадкою». В пластових умовах нафти знаходяться в рідкій фазі.

Відмінність між всіма перерахованими типами пластових вуглеводневих флюїдів визначається поступовою зміною складу: зменшенням частки метану в суміші і збільшенням частки його гомологів в ряді від «сухого газу» до «нафти з низькою усадкою». В табл. 4.1 наведені типові склади трьох флюїдів, виражені в мольних відсотках. Необхідно відзначити, що у складі «сухого газу», вибраного для прикладу, відсутній азот і всі неуглеводневі компоненти, а вміст гомологів метану досить високий для «сухого газу». Основну масу запасів в цій групі флюїдів становлять гази, склад яких бідніший важкими вуглеводневими газами і, відповідно, містить більше метану, або при збереженні вмісту метану в межах 90–92% у складі цих газів помітну роль відіграє азот, вміст якого досягає кількох відсотків.

Хімічний склад вільних газових скупчень. Вирішальна роль у формуванні складу газових покладів належить вуглеводневим газам. Дійсно, переважна частина покладів має вуглеводневий склад, в 85% з них вміст вуглеводнів перевищує 80% і лише в 4% він нижче 25%. Ще більш відчутна перевага вуглеводнів у запасах газу. Так, на Російській платформі майже 90% всіх запасів газу представлено газами з концентрацією вуглеводнів понад 90% і лише менше 1% від всіх запасів характеризується азотним

складом з концентрацією азоту більше 90%. В деяких газоносних районах практично всі запаси газу пов'язані з вуглеводневими газами (наприклад, Середньокаспійський басейн). Найвищі концентрації вуглеводнів властиві зонам глибокого прогинання земної кори. Для цих районів характерна і найбільша постійність високих концентрацій вуглеводнів.

Таблиця 4.1 – Порівняння складів різних пластових систем вуглеводнів

Компоненти	Склад, % мольні		
	«Сухий газ»	«Конденсатний газ»	«Нафта з низькою усадкою»
Метан	91,32	87,07	57,83
Етан	4,43	4,39	2,75
Пропан	2,12	2,29	1,93
Бутани	1,36	1,74	1,60
Пентани	0,42	0,83	1,15
Гексани	0,15	0,60	1,59
Гептани і більш важкі	0,20	3,08	33,15

Закономірних змін концентрацій вуглеводнів при зміні глибини залягання газовмісних відкладів, звичайно не спостерігається. Проте поклади з концентрацією вуглеводнів понад 90% знайдені в інтервалі глибин 0-500 м у 55% покладів, 500-1 000 м у 71%, 1 000-2 000 м у 73% і 2 000-4 000 м у 89%. Таким чином, поклади до глибини 2–3 км мають більш різноманітний склад, ніж на великих глибинах, де відбувається стабілізація концентрацій вуглеводнів. Якого-небудь зв'язку концентрацій вуглеводнів з віком газовмісних відкладів не спостерігається, оскільки у відкладах будь-якого віку зустрічається практично весь інтервал коливання концентрації вуглеводнів. Необхідно підкреслити, що тут йдеться про загальну закономірність, в окремих же районах зв'язок вказаних параметрів може виявлятися.

Група вуглеводневих газів характеризується найбільшим діапазоном зміни пружностей від значень менше 1 до 800 – 900 кгс/см². Наприклад, середній вміст вуглеводнів на Пермсько-Башкирському склепінні Російської платформи в покладах кам'яновугільних відкладів складає 75%, а в окремих випадках до 40%, на Жигулівсько-Пугачівському склепінні (верхньопермські відкладення) – 80%. В ордовикських і кам'яновугільних відкладах Західного Внутрішнього басейну Північно-Американської платформи вміст вуглеводнів складає 77 – 81%, тоді як на решті території цього басейну середня концентрація вуглеводнів досягає 91%. У ряді випадків спостерігається досить плавна зміна концентрації вуглеводнів в регіональному плані при переході від приповерхневих ділянок земної кори до глибокозанурених.

Зміна вмісту вуглеводнів в газі супроводжується зміною співвідношення між вуглеводневими компонентами. Як правило, зростання концентрацій вуглеводнів відбувається за рахунок більш швидкого збільшення концентрації метану, який складає основну частину вуглеводнів. В більшості газових покладів його концентрація – в межах 90-95%, а максимальні концентрації досягають 99%. Такі концентрації властиві, наприклад, газовим покладам Адріатичного басейну. Концентрації важких вуглеводнів в газових покладах коливаються від сотих часток до 30%, їх пружність в

переважній частині покладів складає 5-20 кгс/см². Досить прогнозованою є поведінка частки важких вуглеводнів. Ця величина коливається в газах в широких межах (від 0,2 до 8%). Найнижчі її значення характерні для зон прогинів, а найвищі властиві ділянкам піднятого фундаменту на стародавніх платформах.

Нафта завжди в тій або іншій кількості містить розчинені попутні гази. Верхньою межею газонасиченості є тиск насичення, величина якого залежить від складу нафти і газу та умов знаходження покладу. Незважаючи на те, що в нафтогазоносних басейнах газонасиченість нафт коливається в широкому діапазоні, середні її значення залишаються досить близькими. Так, середній газовий чинник для нафт країн СНД в цілому може бути прийнятий рівним 48 м³/т при коливаннях фонових значень в межах 20 – 110 м³/т. Для стародавніх платформ середня газонасиченість (47 м³/т) дещо нижча, ніж для молодих платформ (55 м³/т).

В межах окремих нафтогазоносних басейнів також спостерігаються закономірності в поведінці газонасиченості нафт. Так, для більшості з них спостерігається зростання газового чинника при збільшенні глибини залягання вмісних відкладів з наближенням до зон глибокого занурення фундаменту, а також в районах газонакопичення. Таким чином, слід підкреслити, що величина газового чинника нафт суттєво залежить від місцевих, локальних причин, що викликає істотний діапазон коливань в окремих районах і продуктивних горизонтах. Проте середнє значення газонасиченості, що відображає загальні умови взаємовідношення нафти і газу, зберігається досить постійним.

В попутних газах вуглеводнева фракція відіграє ще більш важливу роль, ніж у вільних. Частка вуглеводнів у попутному газі, найчастіше 90–98%. Лише в 35% всіх досліджених покладів їх концентрація нижча 90%. Таким чином, поведінка газонасиченості нафт в основному зумовлюється поведінкою розчинених вуглеводнів. Тенденція до збільшення концентрації вуглеводневої фракції простежується також в попутних газах зон молодих прогинів і западин.

Співвідношення вуглеводневих компонентів в попутних і у вільних газах різне. В попутних газах концентрація важких вуглеводнів не менше від концентрації метану, а в деяких випадках перевершує її. Фоновий вміст важких вуглеводнів в попутних газах складає 20–40%. Серед гомологів метану звичайно переважає етан, а вміст пропану і бутану різко підвищений в порівнянні з вільними газами.

Частка важких вуглеводнів в попутних газах коливається у широких межах (від 10 до 90%). Поведінка концентрацій кислих компонентів в попутних газах в даний час вивчена дуже слабо. Концентрація вуглекислоти звичайно вища, ніж сірководню.

Вміст азоту в попутних газах може досягати значних кількостей. Так, концентрація азоту в попутних газах в деяких випадках складає 60-70%, а азотний чинник 50-60 м³/м³. Проте загалом для попутних газів характерний низький вміст азоту. Більше 65% всіх нафтових покладів містять попутний газ з концентрацією азоту не вище 12%. Попутний газ епігерцинських платформ характеризується концентрацією азоту 1,5-6% (60% покладів). На стародавніх платформах концентрація азоту в попутних газах звичайно вища. Більше половини всіх досліджених покладів нафти містить попутний газ з концентрацією азоту 6-25%. Цікаво відзначити, що зростання концентрації азоту в попутному газі супроводжується збільшенням частки важких

вуглеводнів. При збільшенні середньої концентрації азоту в попутному газі з 8,4 до 30,2% відбувається зростання частки важких вуглеводнів з 12 до 78%. Фонова концентрація азоту в нафті складає $7,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$. При цьому середні концентрації азоту в нафтах стародавніх і молодих платформ і зон прогинів дещо відрізняються. Найвищими концентраціями характеризуються стародавні платформи. Для нафтогазоносних басейнів Російської платформи середні концентрації азоту в нафті складають близько $5 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Вміст гелію в нафтах коливається в широких межах – від 0,03 до 326 мл/л, а пружність – від 0,008 до 10 кг.с/см^2 . При цьому фонові значення цих параметрів складають відповідно 6-25 мл/л і 0,025-0,4 кг.с/см^2 .

При збільшенні глибини залягання нафт пружність гелію росте як на палеозойських і епігерцинських платформах, так і в зонах прогинів. Фіксується також збільшення пружності гелію в нафтах при зменшенні коефіцієнта положення.

Слід підкреслити залежність гелієвого чинника і пружності гелію від характеру нафтових покладів, зокрема їх прив'язки до стародавніх або молодих платформ, а в їх межах – від віку вмісних відкладів: вони вище в стародавніх геоструктурах. Поведінка концентрації і пружності гелію в нафтах в регіональному плані вивчена досить слабо. Оскільки в цьому ж напрямі зростає газовий чинник нафт, процентний вміст гелію в попутному газі змінюється несуттєво.

Фізико-хімічні властивості цих сумішей залежать від цілого ряду зовнішніх і внутрішніх умов. До зовнішніх умов слід віднести пластові температуру і тиск. Дві суміші однакового складу можуть сильно відрізнятися одна від одної за своїми властивостями, якщо вони знаходяться в різко відмінних пластових умовах. До внутрішніх умов відносяться: а) хімічний склад газової суміші, тобто пропорції, в яких змішані складові її компоненти; б) властивості цих компонентів у чистому стані при певних значеннях температури і тиску; в) відхилення властивостей цих компонентів суміші від їх властивостей в чистому стані, обумовлені взаємним впливом компонентів один на одного.

За хімічним складом горючі гази є сумішшю окремих газоподібних сполук ряду алканів загальної формули C_nH_{n+2} , де n – число від 1 до 5. В атмосферних умовах газоподібними вуглеводнями є метан CH_4 , етан C_2H_6 , пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} і, за деяких умов, пентан C_5H_{12} .

Метан є, звичайно, основною складовою частиною природних горючих газів. В суміші з іншими вуглеводневими газами його вміст часто перевищує 90%. Це безбарвний газ в чистому вигляді з ледве помітним часниковим запахом. Він набагато легший за повітря; при 15°C і нормальному тиску маса 1 м^3 метану становить 0,677 кг.

Метан має високу термічну стійкість. Він починає помітно розкладатися при температурі не менше 600°C . Ізотопний склад вуглецю метану характеризується відношенням $^{12}\text{C}/^{13}\text{C} = 89-92$. Метан має нижчу теплоту згоряння ($34,0-37,2 \text{ МДж/м}^3$) приблизно в 2,0 рази більшу, ніж кам'яне вугілля. Прикладом знаходження в природі чистого метану є так званий болотяний газ.

Метан є основним компонентом природних горючих газів (вміст його іноді досягає 99 %), а також обов'язковим компонентом газу нафтових покладів. Процентна кількість його в попутних газах дещо зменшується за рахунок появи більш важких

вуглеводнів (наприклад, етану, пропану, бутану і ін.). Метан присутній також у вугільних покладах.

Етан – безбарвний газ, дещо важчий за повітря; маса 1 м³ етану за нормальних умов складає 1,270 кг. В чистому вигляді етан в природі не зустрічається, звичайно він супроводжує метан. Нижча теплота згоряння його – від 60,3 до 66,2 МДж/м³.

Пропан – також безбарвний газ, більш важкий, ніж повітря. Маса 1 м³ пропану за нормальних умов рівна 1,9659 кг. Як і етан пропан в чистому вигляді в природі не зустрічається, але є обов'язковим супутником газу нафтових покладів. Теплота згоряння пропану – від 86,5 до 93,9 МДж/м³.

Бутан (нормальний) має в 2 рази більшу густину, ніж повітря. Маса 1 м³ бутану при 15 °С і нормальному тиску становить 2,454 кг. В чистому вигляді в газоподібному стані бутан може знаходитись при температурі вище +0,6 °С.

Також відомий ізобутан, який має той же хімічний склад, але відрізняється від нормального бутану внутрішньою будовою молекули. Його фізичні властивості дещо відрізняються від властивостей нормального бутану.

Бутан, як правило, зустрічається тільки в газах, пов'язаних з нафтовими покладами, що є ознакою, зв'язку газу з нафтою. Нижча теплота згоряння бутану – від 112,3 до 121,4 МДж/м³.

Пентан, як і бутан, має два різновиди: нормальний пентан та ізопентан. Останній є складовою частиною бензину.

Пентан зустрічається у вигляді рідкісної домішки в природних вуглеводневих газах; кількість його звичайно не перевищує 2 об. %, за винятком газів, пов'язаних з нафтовими покладами, де кількість пентану може досягати 10 об. %.

Серед гомологів метану звичайно переважає етан, далі – пропан. Вміст бутану і пентану (та їх ізомерів) різний, але звичайно менший за вміст інших компонентів. Ізотопний склад гомологів метану характеризується такими середніми величинами ¹³C_{сеп}: етан – 3,4%, пропан – 2,9%, бутан – 2,7%.

Крім вуглеводневих компонентів горючі природні гази звичайно містять в різних, іноді значних, кількостях вуглекислий газ, азот і сірководень, в менших кількостях водень, кисень, оксид вуглецю і в малих концентраціях – гелій та інші рідкісні гази. Теплота згоряння (Q_н) природних газів коливається в межах 25,1-33,5 МДж/м³, густина за повітрям – у межах 0,56-0,65.

Природні вуглеводневі гази накопичуються в гірських породах, що мають порожнини (піски, вапняки й ін.). В інших породах (глинах, вугіллі) газ накопичується менше через їхню високу щільність і відсутність порожнин (пор, тріщин).

Породи, здатні вмщувати і віддавати газ, називаються **газовими колекторами**. Вони утворюють в товщах гірських порід величезні підземні природні резервуари, зверху і знизу обмежені непроникними породами.

Такі підземні резервуари мають широке горизонтальне розташування й в основному заповнені водою. Газові скупчення займають лише незначну частину резервуарів, розташовуючись над водою і притискаючись до верхньої малопроникної межі (породи) підземного резервуара.

Газ у підземних резервуарах знаходиться під значним тиском, при його розкритті свердловиною газ здатний **притікати** (фонтанувати) до поверхні з

величезною швидкістю. Деякі газові свердловини здатні дати до 6 млн. м³ газу на добу.

Основними проблемами, що виникають при експлуатації газових свердловин, є регулювання тиску і встановлення оптимального режиму відбору газу.

Досвід експлуатації газових свердловин показав, що зі свердловини повинна відбиратися тільки частина тієї кількості газу, яку вона може дати при вільному фонтануванні.

Як уже вказувалося, природні горючі гази складаються в основному з метану і його гомологів. Крім цих компонентів, у природних вуглеводневих газах, як правило, містяться вуглекислота й азот. Вміст вуглекислоти в більшості випадків не перевищує 6-7%. Однак зустрічаються природні гази, у яких вміст вуглекислого газу доходить до 35% і більше. Такі гази називають **вуглеводнево-вуглекислими**. Наприклад, на Тамані (Кубань), у районі с. Карабетовка, відзначений вихід природного вуглеводневого газу, що складається з метану (65,6%), вуглекислоти (31,4%) і азоту (3,0%). В Угорщині є родовище Тоткомлош, газ якого складається з 50% метану і 50% вуглекислоти.

Вміст азоту в природних вуглеводневих газах, як правило, не перевищує 10%. Однак зустрічаються гази, у яких вміст азоту доходить до 45% і вище. Такі гази називаються **вуглеводнево-азотними**.

Кисень у вуглеводневих газах міститься в незначних кількостях, як правило, не більше 2%.

Вміст сірководню у вуглеводневих газах рідко перевищує 5-6%. Оксид вуглецю і водню в природних газах практично не зустрічаються; у деяких попутних газах ці компоненти є, але в незначних кількостях.

Характерною домішкою природних газів є рідкісні гази і, насамперед, гелій (у деяких газах вміст гелію доходить до 2%); як правило, у природних газах можна знайти лише сліди рідкісних газів.

При розгляді закону Генрі видно, що будь-який газ має здатність тією чи іншою мірою розчинятися в рідині. Відповідно до закону Генрі, кількість газу, здатного розчинитися, залежить від природи рідини і газу і від зовнішніх умов (тиску, температури).

Виникнувши одночасно, нафта і розчинений в ній газ утворили нафтогазові пласти.

Оскільки температура в покладі нафти змінюється мало, кількість розчинених у нафті газів залежить в основному від тиску в пласті і властивостей розчинених газів.

Розчинність газоподібних вуглеводнів у нафті підвищується зі збільшенням молекулярної маси газу. Різна розчинність вуглеводневих газів приводить до того, що в природних умовах, коли нафта і газ укладені в одному підземному резервуарі, гази сепаруються за рахунок майже повного розчинення в нафті при високих тисках більш важких вуглеводнів.

Тому в підземному резервуарі, у якому нафта залягає разом з газом, частина вуглеводневих газів (більш важких) перебуватиме в розчиненому вигляді, а частина (головним чином, більш легка: метан, етан) буде знаходитися над нафтою, утворюючи так звану газову шапку (рис. 4.1). При розкритті пласта свердловиною спочатку починає фонтанувати газ газової шапки, а потім уже, унаслідок падіння тиску, буде виділятися газ з розчину (нафти).

При цьому спочатку з'являться гази, що мають найменшу розчинність, а при значному зниженні тиску почнуть виділятися гази з максимальною розчинністю.

Частина цих газів виділяється з нафти тільки після виходу її на поверхню. Газова шапка є складовою частиною нафтового покладу, що експлуатується з урахуванням максимального використання пластової енергії газу (його тиску) для фонтанного видобутку. Іншими словами, газові шапки газонафтових родовищ не є самостійними об'єктами видобутку газу.

У деяких випадках газ повністю розчинений у нафті; цей газ експлуатується (видобувається) разом з нею. Звичайно газу міститься 200 – 400 м³ на 1 т нафти (цю величину називають газовим фактором). Найбільш часто зустрічаємо прості форми нафтогазових покладів, показані на рис. 4.2.



Рис. 4.1. – Родовище нафти з газовим прошарком

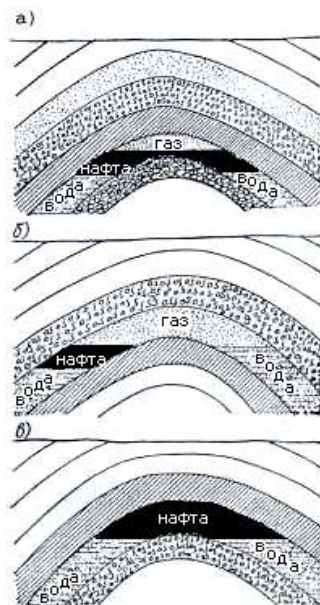


Рис. 4.2. – Нафтогазові родовища

35. Зріджений газ

Основною сировиною для одержання зріджених вуглеводних газів є штучні і природні нафтові гази:

- а) попутний нафтовий газ на газобензинових заводах;
- б) газ термічної і термokatалітичної переробки нафти і нафтопродуктів на установках термічного і каталітичного крекінгу, піролізу і коксування, алкілювання й інших процесів;
- в) штучні гази на заводах синтетичного моторного палива (заводи деструктивно-гідрогенізаційної переробки вугілля і важких нафтопродуктів, синтезу моторного палива з оксиду вуглецю і водню й ін.);
- г) природні гази, які містять, крім метану, певну кількість більш важких вуглеводнів. У природних газах вміст більш важких вуглеводнів (пропану і бутану) невеликий, тому зріджений газ одержують з них дуже рідко;

д) газоконденсатні родовища промислового значення.

Найбільшу цінність для одержання рідких вуглеводневих газів мають попутні нафтові гази. Нафта на виході сепараторів, в залежності від режиму сепарації, також містить значну кількість розчинених у ній важких вуглеводневих газів. Гази, які виділяються з нафти після сепараторів, містять близько 30% пропану, 30-35% бутану і близько 30% газового бензину. Ці отримані в результаті стабілізації нафти гази є цінними для виробництва зріджених газів, які, як правило, вилучаються на газобензинових заводах.

В таблиці 4.2 наведені характеристики газів, одержуваних на промислових установках основних типів деструктивної переробки нафти.

Таблиця 4.2 – Типові склади сумішей, одержуваних при деструктивній переробці нафт (% мас.)

Компоненти	Метод переробки			
	Піроліз газойлю	Піроліз дистилятної фракції	Гази крекінгу	
			Термічного	Каталітичного
Водень	9,1	9,9	3,5	11,7
Азот + оксид вуглецю	-	-	-	15,3
Метан	21,9	24,3	36,8	12,2
Етилен	24,4	22,9	6,7	4,0
Етан	7,6	7,5	29,3	6,8
Пропілен	15,2	13,6	6,5	16,0
Пропан	1,0	1,4	10	8,3
Бутадієн	2,0	2,6	-	-
Ізобутилен	3,8	1,8	2,5	14,3
Бутилен-2	1,0	1,7	-	-
Бутан	0,1	0,1	4,2	10,8
Пентани й вище	12,9	14,4	0,5	0,6

Штучні, заводські нафтові гази, тобто гази, отримані при деструктивній, термічній і термокatalітичній переробці нафти, відрізняються за своїм складом від природних газів, як від попутних, так і у скупченнях (газових родовищах).

Це розходження полягає в тому, що штучні нафтові гази містять значну кількість ненасичених олефінових вуглеводнів, що є дуже цінною сировиною для ряду реакцій органічного синтезу.

Середній вихід вуглеводневих газів, одержуваних при деструктивній переробці нафтопродуктів, складає: при термічному крекінгу 8-14%, при каталітичному крекінгу 16-28%, при піролізі 40-47%.

Вуглеводневі гази деструктивної гідрогенізації вугілля і важких нафтових залишків, на відміну від газів деструктивної переробки нафтопродуктів, характеризуються практичною відсутністю в їх складі ненасичених вуглеводнів. Це пояснюється тим, що цей процес протікає в умовах високих концентрацій водню, що у

присутності каталізаторів зумовлює цілковите насичення неграничних зв'язків вуглеводнів, які утворюються. Гази деструктивної гідрогенізації вугілля, після вилучення з них аміаку, сірководню і відмивання вуглекислоти, є дуже багатою сировиною для одержання зріджених газів. Крім газів ароматизації, ці газові суміші містять зовсім незначну кількість неграничних вуглеводнів.

Отже, основними джерелами для одержання паливних рідких вуглеводневих газів (пропан, бутан) повинні служити попутні газы, газы газоконденсатних родовищ, штучні нафтові газы і газы деструктивної гідрогенізації твердого і рідкого палива. Однак варто вказати, що газы термічної і термокаталітичної переробки нафти і нафтопродуктів, які містять значну кількість реакційно здатних неграничних вуглеводнів, насамперед повинні піддаватися відповідній переробці для фракціонування з наступним використанням у різних синтезах.

Одним з найбільш важливих процесів переробки попутних і аналогічних газів є процес вилучення з них компонентів газового бензину і компонентів рідких горючих газів. Цей процес називається **відбензинуванням нафтових газів**. Він складається з двох послідовних операцій: одержання сирого нестабільного бензину і вилучення із сирого бензину стабільного, звільненого від легких компонентів газового бензину.

Перша операція, тобто одержання сирого нестабільного бензину, здійснюється методом **компресії**, чи **адсорбції**. Друга операція, тобто одержання стабільного бензину, зовсім вільного від пропану і більш легких вуглеводнів з бутаном в обмежених кількостях, здійснюється методом чіткої **ректифікації**.

Для безперебійної і надійної роботи установок відбензинування нафтових газів потрібно, щоб газ-сировина не містив механічних домішок і води. Тому одержання зріджених газів починається з очищення вихідного продукту від механічних домішок і води.

Перспективи зрідження газів. За оцінками експертів виробництво зрідженого газу (ЗГ) – один з найшвидше зростаючих секторів ринку енергоресурсів. До 2010 року його поставки збільшаться майже вдвічі і складуть близько 40% світової торгівлі природним газом. Станом на 2007 рік обсяг продажів зрідженого газу складав близько 27% від світових експортних продажів. Згідно з прогнозами до 2010 року в США на частку ЗГ буде припадати основне зростання імпорту природного газу. У свою чергу багато європейських країн розглядають можливість інвестицій в інфраструктуру імпорту ЗГ, зокрема в потужності з транспортування зрідженого газу. Сьогодні мова вже йде про створення організації країн-експортерів зрідженого газу (на кшталт ОПЕК – організації країн-експортерів нафти).

Сьогодні світовий ринок зрідженого газу контролюють Катар, ОАЕ, Алжир, Малайзія та Індонезія. Зростають поставки ЗГ з Ірану, Нігерії та Австралії. Добрі перспективи для експорту зрідженого природного газу має Росія.

Імпортерами ЗГ в основному східно-азійські: Японія, Корея, Тайвань (разом – близько 60%). Крім того – США (8%), Індія, Туреччина, країни Європи (близько 25%). Перспективним є споживання зрідженого газу і в Україні, що може полегшити розв'язання питання диверсифікації джерел постачання природного газу в Україну без прив'язки до існуючої мережі магістральних газопроводів.

Одним з ключових факторів у ланцюгу виробництва і використання зрідженого природного газу є його транспортування, тому розвиток технологій транспортування ЗГ суттєвим чином визначить перспективи всього напрямку зрідження паливних газів в недалекому майбутньому.

36. Гази вугільних родовищ

В останні роки стає все більш явною об'єктивна необхідність вилучення і використання метану вугільних родовищ як енергоносія для промислових і комунальних потреб.

Шахтний метан як побічна корисна копалина використовується понад 50 років. На метан вугільних родовищ як самостійну корисну копалину за кордоном звернули увагу після нафтової кризи 1973 року. У США ці роботи заохочувалися шляхом знижок податків і кредитів. Запаси метану в США, за даними Нафтової ради й Інституту газової промисловості, складають до глибини 900 м від 8,5 до 14 трлн. м³ при запасах вугілля 2 520 млрд.т. У 1998 році за даними агентства охорони навколишнього середовища США з вугільних пластів великої потужності з метаноносністю від 8,5 до 19,2 м³/т добуто й утилізовано близько 10 млрд. м³ метану, що майже в 12 разів більше, ніж у 1997 році. У США експлуатується понад 5 000 свердловин, які видобувають газ з вугільних пластів. У 2000 році видобуток метану з вугільних родовищ оціночно склав 40 млрд. м³.

Шахтні методи дегазації метану широко застосовуються в Німеччині (ресурси 3-4 трлн. м³), Англії (1,9 – 2,8 трлн. м³), Австралії (6,0 трлн. м³) і інших країнах. У Польщі (ресурси 1,6 – 2,0 трлн. м³), Чехії (1,1 – 1,5), Китаї (25 – 30 трлн. м³) широко ведуться роботи з використання метану як у процесі видобутку вугілля в шахтах, так і на розвіданих вугільних родовищах. Метан вугільних родовищ на 35 – 40% дорожчий за природний газ, однак з урахуванням знижок, організаційно-виробничих заходів, передбачених спеціальним законодавством у США видобуток метану з вугільних пластів цілком рентабельний (рис. 4.3).

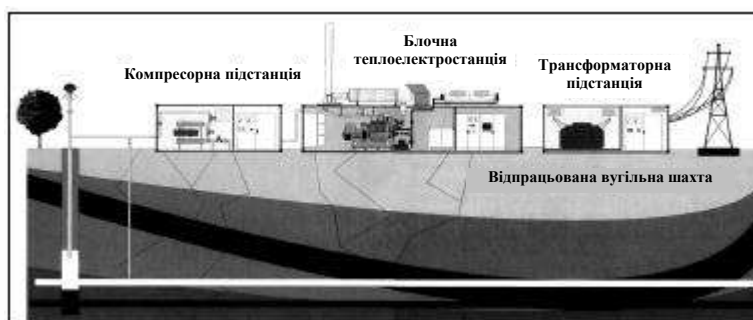


Рис. 4.3.– Схема установки для використання шахтного метану

У Донецькому і Львівсько-Волинському басейнах метаноносність кам'яного вугілля коливається в межах 0,5-25 м³/т, антрацитів до 35-40 м³/т. Ресурси метану в розвіданих кондиційних вугільних шарах до глибини 1 800 м коливаються в межах 450-550 млрд. м³. У бокових породах акумульовано в 1,5-2 рази більше вуглеводних газів, ніж у вугільних шарах, тобто в них не менше 1,5-2 трлн. м³ метану. З

урахуванням Львівсько-Волинського басейну можна вважати, що вугільні родовища України містять 2,5-3,0 трлн. м³ газу.

Для прогнозування метаноносності вуглепородного масиву створене унікальне устаткування, яке дозволяє на реальних зразках вугілля і гірських порід одержувати будь-який напружений стан (у тому числі і нерівнокомпонентний), що відповідає глибині залягання до 10 км. На зазначеному устаткуванні вивчена ефективна поверхнева енергія вугілля, його поведінка в об'ємному нерівнокомпонентному полі стискаючих напруг і закономірності фільтрації метану через вугільну речовину для глибини до 3 км.

На великих глибинах за рахунок нерівнокомпонентності поля чи напруг утворюється додаткова тріщинуватість, рівнозначна максимальній головній напрузі, за якою відбувається фільтрація метану. Для поліпшення метановидалення з вугілля масив необхідно обробляти хімічно-активними речовинами чи витіснити адсорбований метан поверхневоактивними речовинами.

Теоретично й експериментально доведено, що метан у викопному вугіллі знаходиться в трьох станах: вільний в транспортних і закритих каналах і порах (в останні він потрапляє унаслідок твердотільної дифузії), адсорбований на їх поверхні і розчинений в органіці вугільної речовини. З врахуванням метану, який знаходиться в закритих порах і розчинений в органіці вугілля, його кількість у вугіллі, підрахована на спектрометрах ЯМР, повинна в 1,6 рази перевищувати кількість, підраховану за стандартними методиками. На підставі цього вугільні родовища Донбасу слід вважати вуглегазовими.

Газова зональність Донбасу сформувалася в два етапи. **Перший етап** – доінверсійний період розвитку басейну – характеризується потужним осадонакопиченням з інтенсивним процесом газогенізації і формуванням первинної вертикальної газової зональності, що відображає газопродукуючі здатності вугленосної товщі і ступінь насичення вугілля і самих газів в залежності від існуючих термодинамічних умов. **Другий етап** – період геологічного розвитку прогину – характеризується інтенсивним перерозподілом газів в осадовій товщі басейну і руйнуванням первинної газової зональності з трансформуванням її в сучасну вертикальну і площинну зональність. Вона обумовлена закономірними змінами колекторських властивостей вмісних порід.

Незважаючи на значні запаси метану у вуглегазових родовищах, добування його з використанням традиційних технологій видобутку, застосовуваних у газовидобувній галузі, практично неможливе через особливий характер зв'язку метану з вугільною речовиною в порівнянні зі зв'язками природного газу з газовмісними породами.

До останнього часу ставлення до метану, який виділяється при розробці вуглегазових родовищ, було однозначним – він «ворог», вилучення його, за невеликими винятками, визначається вимогами техніки безпеки. Аналіз діяльності об'єднання «Донецьквугілля» за останні 10 років показав, що з 4,5 млрд. м³ метану, що виділився при видобутку вугілля, 80% викинуто в атмосферу системами вентиляції шахт, 18% коптовано системами підземної дегазації і 2% видобуто через свердловини, пробурені з поверхні. Метан, що міститься у вентиляційній суміші, поки що не знайшов застосування в енергетичних цілях. У кооптованій метаноповітряній суміші його концентрація досягає в деяких шахтах 60%, але частіше – нижча 25%, через що використання такого метану в енергетиці не перевищує 9% загальної кількості.

Збільшення його частки в найближчій перспективі пов'язане з технологіями, що дозволяють одержати газ з великою концентрацією метану.

Найбільш перспективними є способи дегазації вуглепородного масиву із застосуванням свердловин, пробурених з поверхні. Ідея роботи по створенню технологій дегазації вуглегазових родовищ свердловинами, пробуреними з поверхні, полягає в розробці і впровадженні способів, які дозволяють вилучати газ з концентрацією метану не нижче 90% для його ефективного використання з одночасним зниженням загазованості виробок. Виходячи зі стану перебування метану в газовому колекторі, впроваджені **три** технології добування метану.

I. Для дегазації масиву, що містить вугільні пласти, породи з розсіяною вугільною речовиною і газоносні пісковики, розроблена технологія, що використовує ефект часткового розвантаження масиву в результаті його підробки, з відводом газу через спрямовані дегазаційні свердловини. Сутність способу полягає в просторовому розташуванні активного стовбура свердловини відповідно до особливостей формування зони повного зрушення вуглепородного масиву при його підробці.

Новим у розробці технології є створення конструкції свердловини, в якій активна частина стовбура в залежності від положення свердловини щодо вибою лави проводиться в зоні повних зрушень по дотичній до напрямку руйнування блоків чи породи до границь зони повного зрушення порід, прилеглих до крайових частин лави. У першому випадку при розриві порід зсув стовбура відбувається в подовжньому напрямку, що, завдяки наявності ковзної не зацементованої перфорованої колони в активній частині свердловини, не виводить її з ладу. Такий механізм деформування найбільш ймовірний за наявності порід, перетнутих активною частиною свердловини, в основному однорідних за фізико-механічними властивостями і характеру руйнування на окремі блоки. В другому випадку за рахунок розміщення активної частини стовбура в незруйнованій частині масиву він зберігається навіть при перетинанні різних літологічних шарів порід, причому основна газоприймальна частина свердловини знаходиться в зоні підвищеного тріщиноутворення і проникності масиву. Для спорудження такої свердловини її нижню частину бурять паралельно одній з меж зони повного зрушення.

II. Попередня дегазація шахтних полів до будівництва застосовується при наявності геологічних структур, що включають антиклінальні, купольні і флексурні системи, які мають газоносні пісковики, покриті шаром герметизуючих порід, – газові “пастки”. Сутність полягає в бурінні дегазаційної свердловини в найбільш продуктивній точці “пастки” з перебуванням продуктивних за газом горизонтів. Свердловину кріплять обсадною колоною (розрахована на тривалий термін експлуатації), перфорованою на ділянці потужності продуктивних горизонтів.

III. Технологія попередньої дегазації вуглепородного масиву із застосуванням гідродинамічного способу обробки вугільних пластів і газоносних порід. Сутність її полягає в накачуванні робочої рідини в пласт у кількості, яка перевищує природну приймальну здатність пласта, і внаслідок цього в багаторазовому збільшенні проникності пласта за рахунок розкриття і розширення природних тріщин, об'єднаних у єдину гідравлічну систему, орієнтовану до свердловини, по якій після видалення рідкого компонента відбувається транспортування газу із пласта до свердловини.

Завдяки розробленим технологіям досягаються наступні цілі: підвищення безпеки

праці при видобутку вугілля; поліпшення екології навколишнього середовища; використання додаткового дешевого енергоносія – метану; підвищення ефективності вуглевидобувного виробництва.

Найбільш ефективним способом використання метану, видобутого при дегазації вуглегазових родовищ, є застосування його як моторного палива (замість нафтового) і для виробництва електроенергії.

Здатність метану вугільних пластів скласти економічну конкуренцію природному газу залежить від чотирьох основних взаємозалежних критеріїв: дебіту і продуктивного життя свердловини; низьких капітальних і експлуатаційних витрат; наявності надійного і конкурентноздатного ринку для збуту видобутого газу; обсягів видобутку (експлуатації). Для успішної розробки метанових покладів, перш ніж говорити про економічну привабливість того чи іншого проекту видобутку метану, необхідно враховувати й оцінювати всі чотири критерії.

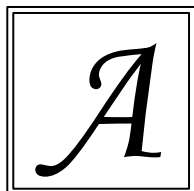
Задача концентрування метану у вихідній структурі може бути вирішена шляхом переведення його у твердий стан у вигляді кристалогідратів, оскільки гідратна технологія дешевша в порівнянні з іншими технологіями. Існують апаратні розробки на рівні лабораторних і напівпромислових установок, для Донбасу підготовлений проект «Метан» по утилізації шахтного метану.



*ЕНЦИКЛОПЕДИЧНИЙ
СЛОВНИК*

**"ТВЕРДІ ГОРЮЧІ
КОПАЛИНИ"**





АБСОЛЮТНА ТЕМПЕРАТУРА, -ої, -и, ж. * р. *абсолютная температура*, а. *absolute temperature*, н. *absolute Temperatur* f – 1) *Температура T*, яка відлічується за термодинамічною шкалою температур від абсолютного нуля температури і вимірюється в *кельвінах* (K). Реперними точками шкали А.т. є абсолютний нуль, при якому припиняється тепловий рух молекул і залишаються тільки їх нульові коливання, та потрійна точка води, при якій лід, вода і водяна пара перебувають у термодинамічній рівновазі. Відстань між цими точками ділиться точно на 273,16 частин, які називаються *кельвінами* (K). Таке число взято для найкращого узгодження *кельвіна* з *градусами* Цельсія (°C) міжнародної температурної шкали. *Температуру* за Цельсієм, визначену ртутним *термометром*, можна перевести в А.т. за допомогою простого співвідношення $T = (t^{\circ}\text{C} + 273,16)\text{K}$. 2) *Температура*, що вимірюється від абсолютного нуля. 3) *Температура* за термодинамічною шкалою температур, визначена в *кельвінах*.

АБСОЛЮТНО ПРУЖНЕ ТІЛО, -ого, -ого, -а, с. * р. *абсолютно упругое тело*, а. *perfectly elastic body*, н. *absolut elastischer Körper* m – *тверде тіло*, у якого *деформації* прямо пропорційні напругам, що їх викликали, і яке відновлює свою початкову форму відразу ж після зняття напруг.

АБСОЛЮТНО ТВЕРДЕ ТІЛО, -ого, -ого, -а, с. * р. *абсолютно твердое тело*, а. *perfectly rigid body*, н. *absoluter Festkörper* m – тіло, яке ні за яких умов не деформується і за всіх умов відстань між двома точками (або точніше між двома частинами) якого залишається постійною.

АБСОРБАТ, -у, ч. * р. *абсорбат*, а. *absorbate*, н. *Absorbat* n – *речовина*, що вбирається, всмоктується іншими речовинами; *речовина*, що *абсорбується*.

АБСОРБЕНТИ, -ів, мн. * р. *абсорбенты*, а. *absorbents*, н. *Absorbent, Absorptionsmittel* n – природні та штучні речовини *речовини*, здатні до *абсорбції* (напр., вода). Основна вимога до А., що використовуються в промисловості, - висока вбирна здатність щодо компонента, який абсорбується. Цінною якістю А. є можливість їх *регенерації*, що здешевлює *технологічний процес*. У ряді випадків А. повинні забезпечувати селективність *абсорбції*. Крім того, А. повинен бути хімічно індиферентним щодо *абсорбату* та хімічно стабільним (не розщеплюватися, не окиснюватися, не осмолюватися тощо), дешевим та корозійно неактивним. Як А. використовують воду, *розчини* лугів або кальцінованої соди, різні масла (олії) тощо.

АБСОРБЕР, -а, ч. * р. *абсорбер*, а. *absorber*, н. *Absorber* m – *пристрій* (металева колона або інша видовжена посудина), де здійснюють *абсорбцію*. Оскільки процес *абсорбції* починається на поверхні поділу фаз, то А. повинен забезпечувати максимальну поверхню контакту газової, рідкої та твердої фаз. За способами утворення цієї поверхні А. поділяють на 4 групи: I - поверхня *абсорбції* - дзеркало *рідини*. Для цих А. характерна фіксована поверхня контакту, що визначається геометрією будови елементів А. II - розпилювальні А., в яких поверхня контакту утворюється шляхом розпилення *рідини* у масі газу на дрібні краплі і визначається гідродинамічним режимом (витратами *рідини*). До найпростіших А. цього типу можна віднести різні системи пиловловлювання у *гірничих виробках*, де використовується розпилена *вода* з *розчинами* ПАР. Основні види розпилювачів: форсункові, швидкісні прямоточні, механічні (обертові). III - барботажні А. Поверхня контакту в цих А. визначається гідродинамічним режимом (витратами газу та *рідини*). IV - пінні А. Поверхня контакту в них створюється при пропусканні газу знизу вгору через *рідину* зі швидкістю, при якій напір газу урівноважує масу *рідини* (аналог - киплячий шар). Внаслідок цього рідина "зависає" в потоці газу і створює з ним шар динамічної *піни* (плівки, струмені, цівочки, бризки рідини), які швидко рухаються впереміш з бульбашками, вихорами газу. Поділ А. на групи I-IV умовний.

АБСОРБЦІЙНА КОЛОНА, -ої, -и, ж. * р. *абсорбционная колонна*, а. *absorption tower, absorber, absorption column*; н. *Absorptionskolonne* f – масотеплообмінний *апарат* для розділення газових сумішей шляхом вибіркового вбирання їх окремих компонентів рідким *абсорбентом*. Застосовується для осушування і очищення природних *газів* під час виробництва сірчаної кислоти, *хлору*, *аміаку* та ін. *Абсорбція* відбувається на поверхні розділу середовищ, тому А.к. мають розвинену поверхню масопередачі між *рідиною* і *газом*.

АБСОРБЦІЯ, -ії, ж. * р. *абсорбция*, а. *absorption*, н. *Absorption* f, *Absorbieren* f, *Aufsaugen* f, *Einsaugen* f, *Aufnahme* f – вбирання *газів* або *рідин*, а також електромагнітних коливань (світла і звуку) всім об'ємом (на відміну від *адсорбції*) *рідини* чи *твердого тіла*, що є *абсорбентом*. А. - один з видів *сорбції* рідини. А. - основа технологічних процесів вилучення *парів* води, вуглеводневих компонентів, сірчаних сполук і т.п. з потоків природного та синтетичного *газів*, очищення (знешкодження) газових

викидів з метою охорони довкілля. Розрізняють хімічну та фізичну А. При хімічній А. компонент, який абсорбується, зв'язується в рідкій фазі у вигляді хімічної сполуки. При фізичній А. розчинення газу не супроводжується хімічною реакцією; поглинання компонента відбувається доти, поки його парціальний тиск у газовій фазі вищий від рівноважного тиску над *розчином*. А. процес вибірковий і оборотний. Величина А. (як наслідок дії), тобто поглинання, вбирання, всмоктування, визначаються розчинністю певного газу в рідкому розчиннику, а швидкість процесу (дії) – різницею концентрацій у газовій суміші і рідині. Якщо концентрація газу в рідині вища, ніж у газовій суміші, то він виділяється із *розчину* (*десорбція*). Вилучення речовини з *розчину* всім об'ємом рідкого *адсорбента* (*екстракція*) та із газової суміші розплавами (*оклюзія*) – процеси аналогічні А. Часто А. супроводжується утворенням хімічних сполук, (*хемосорбція*) і поверхневим поглинанням *речовини* (*адсорбція*). А. набрала значного поширення в коксохімічній промисловості для вловлювання сирого бензолу з *коксогого газу*, а також для аналізу газів, у т.ч. рудникової атмосфери. А. використовується в *збагаченні* к.к. для надання збагачуваним *мінералам* бажаних властивостей або регулювання стану чи властивостей середовища, в якому здійснюється процес *збагачення*, а також для очищення відпрацьованих *газів* (повітря) від *пилу* та шкідливих газових *домішок*. Для реалізації А. використовують спеціальні *пристрої* - *абсорбери*; абсорбційне очищення *газів* провадиться у *скруберах* – *апаратах* зі зрошенням водою, *суспензією* або спеціальним розчином.

АВТОКАТАЛІЗ, -у, ч. * р. *автокатализ*, а. *autocatalysis*, н. *Autokatalyse* f – 1) Явище самочинного прискорення хімічної реакції одним з її продуктів або вихідною чи проміжною *речовиною* (такий *реагент* називають автокаталізатором); швидкість реакції в початковий період зростає, досягає максимуму, а надалі поступово зменшується (кінетична крива має S-подібний вигляд); для таких реакцій є характерним індукційний період. 2) Самочинне прискорення хімічної реакції одним з її продуктів або вихідною *речовиною*.

АВТОКЛАВ, -а, ч. * р. *автоклава*, а. *autoclave*, н. *Autoklav* m, *Druckbehälter* m, *Druckgefäß* n – герметичний *пристрій* для здійснення технологічної обробки *речовин* в герметичній посудині під дією підвищених *температур* та надлишкового *тиску*. Застосовується, зокрема, для приготування зрідженого палива з *вугілля*, а також виробництва вугільних термобрикетів (автоклавно-брикетний комплекс).

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОЕКТУВАННЯ (АСП), -ої, -и, -..., ж. * р. *система автоматизированного проектирования (САПР)*; а. *Computer-Aided Design System (CAD)*; н. *automatisiertes Projektierungssystem* n – АС, призначена для *автоматизації* технологічного процесу проектування об'єкта, кінцевим результатом якого є комплект проектної, конструкторської та програмної документації, достатньої для виготовлення та подальшої експлуатації об'єкта проектування. ДСТУ 2226-93.

АВТОМАТИКА, -и, ж. * р. *автоматика*, а. *automation*, *automatics*, *automatic equipment*, *automated mechanisms*, *automatic machinery (devices)*; н. *Automatik* f – 1) Сукупність *механізмів* і *пристроїв*, що діють без безпосередньої участі людини. 2) Галузь *науки* й *техніки*, що стосується *автоматів*. Термін А. стосується раннього періоду розвитку досліджень і практичних розробок у галузі автомат. регулювання й керування. Зі становленням і швидким розвитком *кібернетики* в її рамках виділилася *кібернетика технічна*, до якої складовою частиною і увійшла А. Сьогодні А. - теорія автоматичного управління технічними засобами і керуючими *пристроями*, *датчиками*, виконавчими механізмами та *пристроями*, що забезпечують взаємодію людини з обчислювальною *технікою* (разом з теоретичними і прикладними основами створення та організацією їх функціонування). Вдосконалення технічних засобів *автоматики* і поширення автоматичних керуючих *пристроїв* сприяли *автоматизації* виробництва.

АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА, -ої, -и, ж. * р. *автоматическая система*, а. *automatic system*, н. *automatisches System* n – сукупність керованого об'єкта й *автоматичних* вимірювальних та керуючих *пристроїв*. На відміну від *автоматизованої системи керування*, А.с. реалізує встановлені функції процеси автоматично, без участі людини (крім етапів пуску та налагодження системи). А.с. - самодіюча система. Прикладом можуть бути А.с. керування конвеєрними лініями у *шахті*.

АВТОХТОННИЙ, -ого. * р. *автохтонный*, а. *autochthonous*, н. *autochthon* – який виник на місці залягання (про *мінерал* і мінеральний комплекс).

АВТОХТОННІ ВІДКЛАДИ, -их, -ів, *мн.* (від автохтон) * р. *автохтонные отложения*; а. *autochthonous deposits*; н. *Autochthoneablagerungen* pl – *відклади*, які утворюються із матеріалу, який міститься або продукується в самому об'єкті (напр., у водному середовищі), а не надходить в нього зовні.

АГРЕСИВНА РЕЧОВИНА, -ої, -и, ж. * р. *агрессивное вещество*; а. *corrosive*, н. *aggressives Material* n, *aggressiver Stoff* m – *речовина*, яка хімічно руйнує іншу *речовину*, напр., соляна кислота.

АГРЕСИВНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, -ого, -а, с. * р. *агрессивная среда*; а. *corrosive medium*; н. *aggressives Medium* n – середовище, яке руйнівню діє на елементи, що з ним контактують, напр. мінералізована *пластова вода*.

АГРЕСИВНІ ВОДИ, -их, вод, *мн.* * р. *агрессивные воды*, а. *agressive waters*, *corrosive water*; н. *aggressives Wasser* n – води, які містять агресивні сполуки, що активно діють на різні

споруди з бетону та металу. Як правило показник рН А.в. знаходиться в межах 2-5 або 9-12.

АГРЕСИВНІСТЬ, -і, ж. * р. *aggressivnostʹ*, а. *corrosivity*; н. *Aggressivität* f – здатність хімічно руйнувати речовину.

АГЕНТ, -у, ч. * р. *агент*; а. *agent*; н. *Agent* m – діюча причина, чинник, фактор, тіло, речовина, що викликає те або інше явище, виконує певну роботу, напр.: антипінний *агент*, витіснювальний *агент*, тампонувальний *агент*, піноутвірний *агент*.

АГЛОМЕРАТ, -у, ч. * р. *агломерат*, а. *agglomerate*, *sinter* (*cake*); н. *Agglomerat* n, *Sintergut* n, *Sinter* m, *Sintererzeugnis* n – 1) геол. Сукупність нескріплених уламків *гірських порід* та *мінералів*. 2) *Аррегат*, напр., вугільно-масляний, вугільно-латексний тощо. Продукт *збагачення*, *зневоднення* та *облагороджування вугілля* при *масляній агломерації* та *грануляції*, а також його полімерній або інш. *флокуляції*. 3) У *петрографії* - пухкі скупчення різнорідних за формою і величиною уламків г.п. і *мінералів*, переважно вулканічного походження. При *цементації* А. утворюють *брекчії*, *туфи* тощо. 4) В *металургії* - дрібна або пилоподібна *руда*, *концентрат*, інш. м-ли, що спеклися в *аррегати*, *грудки* (шматочки). В.С.Білецький.

АГЛОМЕРАЦІЯ, р. *агломерація*, а. *agglomeration by sintering*, *sintering*; н. *Agglomerieren* f, *Agglomeration* f, *Sinterung* f, *Sinterbrennen* n – 1) Спикання дрібнозернистих або пилюватих матеріалів (рудної маси), що є складовою частиною металургійної *шихти*, у *грудкувату* сипку систему (*агломерат*) з метою поліпшення умов використання *руди* в металургійному процесі. 2) Утворення *аррегатів* у різних *технологічних процесах*. Див., напр., *масляна агломерація*.

АГРЕГАЦІЯ, -ії, ж. * р. *агрегация*, а. *aggregation*, *agglomeration*; н. *Aggregation* f – злипання частинок у багатокомпонентний утвір – *аррегат*. Результат *аррегативування*.

АДГЕЗІЯ, -ії, ж. * р. *адгезия*, а. *adhesion*, н. *Adhäsion* f – зчеплення (прилипання, злипання) приведених в контакт різнорідних твердих або рідких тіл (фаз). Може бути обумовлена як міжмолекулярними взаємодіями, так і хімічними зв'язками. Важливе значення в А. відіграють Н-зв'язки *адгезиву* і *субстрату*. Одна з найважливіших характеристик А. – адгезійна міцність, яка характеризує питоме зусилля по руйнуванню адгезійного контакту та використовуване в техніці для оцінки властивостей склеюючих та *зв'язуючих речовин*. Адгезійна міцність залежить від *енергії* зв'язку, що забезпечує А., повноти контакту, що визначається *рельєфом* поверхні, міжфазної поверхневої енергії, змочування та інш. *поверхневих явищ*, а також від умов формування контакту (*тиску*, *температури*, *тривалості контакту* тощо). На значення адгезійної міцності впливають умови її *вимірювання*, розміри зразків, *концентрація* в них механіч. напружень. Руйнування адгезійного контакту може супроводжуватися руйнуванням дотичних тіл. А. рідини до твердого тіла визначається в основному значеннями поверхневої енергії рідини, твердого тіла і міжфазною поверхневою енергією. А. пов'язана з поверхневими явищами, однак вона може визначати і об'ємні властивості дотичних тіл, зокрема їх структуру в зоні контакту, розподіл механіч. напружень в полі зовнішніх сил, кінетику релаксац. процесів. А. вирішальним чином впливає на механіч. властивості композицій матеріалів. З нею пов'язано склеювання, нанесення покриттів, сплавлення, такі технол. процеси, як *спікання*, *гранулювання*, *брикетування*, *флотація*, *агломерація*, гідравлічне знепилення та ін. важливі технологічні процеси *збагачення* та *переробки мінеральної сировини*.

АДИТИВНІСТЬ, -і, ж. * р. *аддитивность*, а. *additivity*, н. *Addition* f, *Additivität* f – 1) Властивість величин, яка полягає в тому, що значення величини, яка відповідає цілому об'єкту, дорівнює сумі значень величин, що відповідають його частинам, незалежно від того, яким чином поділено об'єкт. Напр., А. властива для маси, об'єму і ваги тіла, довжини лінії, площі поверхні тощо. Інший приклад - маса *молекули* є сумою мас *атомів*, які входять до її складу; кожний з замісників, введений у вихідну *молекулу*, вносить адитивний внесок у зміну стандартної енергії Гіббса, що відповідає даній рівновазі. 2) Сумарна фізична властивість суміші, яка визначається як сума добутоків молярних часток компонентів у суміші на властивості цих компонентів (правило адитивності Кея); приклади, для суміші *газів* – критичні *тиск*, *температура*, *об'єм*, *густина* і коефіцієнт стисливості *газу*.

АДІАБАТНИЙ ПРОЦЕС, -ого, -у, ч. * р. *адиабатный процесс*, а. *adiabatic process*, н. *adiabatischer Prozeß* m – термодинамічний процес, що відбувається без теплообміну з навколишнім середовищем.

АДСОРБАТ, -у, ч. * р. *адсорбат*; а. *adsorbate*; н. *Adsorbat* n, *Adsorptiv* n – 1). Речовина, що поглинається поверхнею іншої *речовини* (тіла). 2). *Речовина*, що концентрується на поверхні в процесі *адсорбції*.

АДСОРБЕНТИ, -ів, мн. * р. *адсорбенты*, а. *adsorbents*, н. *Adsorbenzien*, *Adsorbense* n pl, *Adsorbentia* m pl – речовини, здатні до *адсорбції*. Це високодисперсні природні та штучні пористі тверді *речовини* з великою зовнішньою та (або) внутрішньою поверхнею, на якій і протікає *адсорбція* газів чи рідин. Розрізняють А. двох структурних типів: А. з мікропорами (розміри яких близькі до розмірів *молекул* адсорбованих *речовин*) та А. з більшими *порами*. В *техніці* як А. використовуються, як правило, пористі тіла з сильно розвинутою внутрішньою поверхнею. До А. належать *сілікагель*, *активне вугілля*, *алюмогель*, синтетичні *цеоліти* (молекулярні сита) тощо. Застосовують А. для очистки та сушки газів та рідин (у *протигазах*, медицині тощо).

АДСОРБЕР, -а, ч. * р. *адсорбер*, а. *adsorber*, н. *Adsorber* m, *Adsorptionsapparat* m –

пристрій, в якому здійснюють адсорбцію. Див. адсорбційна колона.

АДСОРБЦІЙНА КОЛОНА, -ої, -и, ж. * р. адсорбционная колонна; а. adsorption column, adsorption tower; н. Adsorptionssäule f, Adsorber m – апарат для поглинання одного або декількох компонентів із суміші газів або розчину твердою речовиною – адсорбентом. Застосовується для видалення з газів і рідин різних речовин, які містяться в невеликих концентраціях, летких розчинників з їх сумішей з повітрям або з будь-яким газом, в процесах осушування і очищення природних газів і т.п. Як адсорбент використовуються тверді пористі речовини з великою питомою поверхнею – активоване вугілля, цеоліти, силікагель, йонообмінні смоли (йоніти) та ін. На поверхні або в порах адсорбенту відбувається концентрування компонентів, що видаляються. Розрізняють А.к. з нерухомим шаром адсорбенту, в яких адсорбція здійснюється періодично (відновлюється після десорбції), і з рухомим або “киплячим” шаром, в яких поглинання відбувається безперервно.

АДСОРБЦІЯ, -ії, ж. * р. адсорбция, а. adsorption, н. Adsorption f, Adsorbieren, Adsorbierung f – вбирання (поглинання) газів або рідин поверхневим шаром (на відміну від абсорбції) твердого тіла (адсорбенту). Розрізняють фізичну А. і хемосорбцію. Фізична А. зумовлена ван-дер-ваальсовими, або електростатичними, силами притягання частинки адсорбованої речовини до частинок адсорбенту. При хемосорбції молекули поглинутої речовини вступають у хімічну реакцію з молекулами адсорбенту. Оборотної процесу фізичної А. створює сприятливі умови для послідовного проведення процесів А. (поглинання речовини адсорбентом) та десорбції (вилучення з адсорбенту поглиненої речовини). А. широко застосовується в сорбційній техніці, лежить в основі очистки, розділення газів та рідин тощо. Зокрема А. широко застосовується в хімічній та нафтохімічній промисловості для очищення нафтопродуктів, рекуперації летких розчинників, розділення газів та рідин, глибокої сушки газів. Зокрема, А. – основа технологічних процесів тонкого очищення газових та інших потоків при невисокому початковому вмісті в них цільового компонента (див. адсорбційне очищення газу). А. є одним з головних чинників процесу флотації корисних копалин.

АЕРОБНІ БАКТЕРІЇ, -их, -ій, мн. * р. аэробные бактерии; а. aerobic bacteria; н. aerobe Bakterien f pl – мікроскопічні організми, для життєдіяльності яких потрібний вільний молекулярний кисень.

АЕРОЗОЛІ, -ей, мн. * р. аэрозоли, а. aerosols, н. Aerosole n pl, Luftkolloide n pl, aerosol Schwebstoffe m pl – дисперсні системи, що складаються з дрібних твердих або рідких частинок (дисперсна фаза) та дисперсійного газового середовища (напр., повітря) де зависли ці частинки. А. присутні в атмосфері шахт, кар’єрів, копалень, збагачувальних фабрик, брикетних фабрик тощо. За характером утворення розрізняють диспергаційні і конденсаційні А. Д и с п е р г а ц і й н і А. виникають під час розбризкування рідин, дроблення і подрібнення твердих речовин, особливо тонкого подрібнення в струминних млинах, переходу до завислого стану порошків, руйнування вугільного і породного масивів (буріння шпурів і свердловин, підривні роботи, при роботі комбайнів гірничих, екскаваторів і ін.). К о н д е н с а ц і й н і А. утворюються під час конденсації пари. Швидкість осідання частинок А. дуже мала. Частинки А. мають розміри від найбільших молекул (від 1 нм) до 100 мкм, їх вміст в 1 см³ повітря - від декількох одиниць до декількох тисяч. А. поділяються на тумани (дисперсна фаза - краплі рідини ≥ 10 мкм), дими (частинки 0,1-5 мкм), смог (0,1-50 мкм) та пил (до 10-100 мкм). Тонкодисперсну тверду речовину А. називають порошком. Пил, що осів, та порошок - тотожні поняття. Тверді частинки А., що осіли (тонкий порошок) згідно з термінологією колоїдної хімії називають аерогелем. А. поділяють на полідисперсні та монодисперсні. Тривалість перебування частинки А. у завислому стані залежить від седиментаційної швидкості (швидкості осідання) та швидкості витання. Седиментаційна швидкість - швидкість падіння, яку має частинка А. у спокійному дисперсійному середовищі під дією сили ваги. Швидкість витання - швидкість, якої набуває частинка під дією вертикального висхідного потоку. Від співвідношення цих швидкостей залежить запиленість повітря у гірничих виробках та промислових приміщеннях. Видобування, переробка, транспортування та використання сухих подрібнених речовин часто пов’язані з інтенсивним утворенням шкідливих для здоров’я людини А. (напр., при дробленні, подрібненні г.п., бурінні, висадженні г.п. на кар’єрах тощо). За масовою концентрацією встановлюються санітарні норми пилу в повітрі гірн. підприємств. А. з високим вмістом шкідливого пилу на шахтах, кар’єрах, збагач. ф-ках викликають специфічне захворювання – пневмоконіоз (силікоз, антракоз тощо). А., що містять вугільний, алюмінієвий та інш. види пилу, вибухонебезпечні. Для боротьби з аерозольним забрудненням повітря проводиться провітрювання приміщень, застосовуються індивідуальні засоби захисту та ін.

У вигляді А. спалюють рідке та порошкоподібне паливо на ТЕС, іноді – в малих котлоагрегатах, наносять лакофарбові суміші тощо. Приготування А. з флотаційних реагентів забезпечує підвищену ефективність флотації та зменшення витрат реагентів завдяки більш рівномірному їх розподілу у масі флотаційної пульпи і збільшенню загальної поверхні крапель. А. виникає при деяких процесах зневоднення к.к., напр., методом механічного зриву водних плівок та в інш. технологічних процесах.

АКСІОМА, -и, ж. * р. аксиома, а. axiom, н. Axiom n - 1) Твердження певної теорії, що приймається без доведення як вихідне, таке, що є підставою для доведення інших тверджень (теорем) цієї теорії. 2) Переносно - незаперечна істина, що не потребує доведення.

АКТИВАЦІЯ, -ії, ж. * р. *активация*, а. *activation*, н. *Aktivierung* f – збудження чогось, напр., *молекули*, *атомів*; перехід *молекули* з неактивного стану в стан з *енергією*, достатньою для здійснення хімічної реакції, напр., А. механохімічна.

АКТИВАЦІЯ ВУГІЛЛЯ – 1) Збільшення сорбційної здатності *вугілля*, тобто здатності поглинати і втримувати гази і пари. Розрізняють А.в. штучну і природну. Природна А.в. пов'язана з видаленням при *вуглефікації* летких речовин з кам'яного вугілля і значному збільшенні об'єму мікропор. Найбільшою сорбційною здатністю володіють *антрацити* (об'єм мікропор бл. 75% від усіх пор речовини), найменшою – газове вугілля (об'єм мікропор 12-15%, натомість макропор – 85-88%). 2) Обробка деревного *вугілля* та інших пористих тіл для збільшення їхньої здатності вбирати *гази*, *рідини* тощо.

АКТИВНЕ ВУГІЛЛЯ, АКТИВОВАНЕ ВУГІЛЛЯ, -ого, -...., с. * р. *активный уголь*, *активированный уголь*, а. *activated coal*, н. *Aktivkohle* f – пориста вуглецева *речовина* з високими адсорбційними властивостями та *гідрофобністю*. Характерна властивість А.в. поглинати (адсорбувати) *гази*, *пару* і розчинені *речовини* зумовлена їх розвиненою поровою поверхнею з великим числом активних центрів. А.в. отримують карбонізацією і подальшою активацією органіч. речовин рослинного походження (*торфу*, *бурога вугілля*, *деревних матеріалів*, *відходів паперового виробництва* тощо). Застосовується як *адсорбент* у засобах протигазового захисту, медицині, *хімії*, харчовій промисловості тощо, а також як носій *каталізаторів* у *технологічних процесах*.

АКУМУЛЯТОР, -а, ч. * р. *аккумулятор*, а. *accumulator*, н. *Akkumulator* m – *пристрій*, в якому нагромаджується (акумулюється) *енергія*. Найпоширеніші електричні (кислотні та лужні) А. нагромаджують хім. *енергію* (внаслідок зворотних хім. реакцій між речовиною *електродів* та *електролітом*), а віддають електричну енергію, являючи собою гальванічні елементи. Крім того, розрізняють А. гідравлічні, пневматичні, теплові та інерційні (*гірвозу*). А. широко застосовують в техніці, зокрема в *гірництві*.

АКЦЕПТОР, -у, ч. * р. *акцептор*, а. *acceptor*, н. *Akzeptor* m, *Fänger* m – 1) Частинка, що приєднує *електрони*. 2) В *хімії* комплексних сполук – компонента, яка за певних умов приєднує два *електрони*. 3) В радіаційній *хімії* - частинка, що реагує з вільними *радикалами*.

АЛІФАТИЧНІ СПОЛУКИ, -их, -ук, мн. * р. *алифатические соединения*, а. *aliphatic compounds*, н. *aliphatische Verbindungen* f pl – вуглеводні (*метан*, етан, етилен, *ацетилен* і т.д.) та їх похідні (*кислоти*, *спирти*, *аміни*), вуглеводневі *атоми* в яких пов'язані між собою у відкриті лінійні нерозгалужені, або розгалужені ланцюжки.

АЛКАНИ, -ів, мн. * р. *алканы*; а. *alkanes*; н. *Alkane* n pl – ациклічні насичені *вуглеводні*, в яких атоми *вуглецю* зв'язані між собою простими зв'язками в розгалужені або нерозгалужені ланцюги, загальної формули C_nH_{2n+2} , де $n \geq 1$ (*метан*, етан, пропан і т.д.). Більшість їх хімічних реакцій з різними *реагентами* починається з розриву зв'язку C-H, тоді як їх розпад при високих температурах йде передовсім по зв'язках C-C. *Алкани* складають значну частину вуглеводнів *нафти* і природних *горючих газів*. Із *нафти* і *горючих газів* виділено всі *алкани* нормальної будови, від *метану* до тритриаконтану ($C_{33}H_{68}$) включно. Оскільки алкани містять максимально можливу кількість водню в молекулі, то вони характеризуються найбільшою масовою теплоотою згорання (енергоємністю), а з ростом кількості *атомів* масова *теплота згорання* алканів зменшується (в *метану* 50207 кДж/кг). Внаслідок низької *густини* об'ємна *теплота згорання алканів* менша, ніж *вуглеводнів* іншої будови з такою ж кількістю вуглецевих *атомів* у *молекулі*. За *агрегатним* складом *алкани* діляться на газоподібні (C_1-C_4), рідкі (C_5-C_{15}) і тверді (починаючи з C_{16}), що *кристалізуються* при 20°C. Г а з о п о д і б н і А. здатні з *водою* утворювати, особливо під *тиском*, молекулярні сполуки – *газогідрати*, для яких температура розкладу при тиску 0,1 МПа і критична температура відповідно рівні: з *метаном* – 29 і 21,5°C, з етаном – 15,8 і 14,5°C, з пропаном 0 і 8,5°C. Такі *гідрати* часто вимерзають на внутрішніх стінках *газопроводів*. *Гідрати* – сполуки, включення (клатрати) – являють собою снігоподібні *речовини*, з загальною формулою $M_n \cdot H_2O$, де значення n змінюється від 5,75 до 17 в залежності від складу *газу* і умов утворення. Природні *гази* містять в основному *метан* і менше 20% в сумі етану, пропану і бутану, *домішки* легкокиплячих рідких *вуглеводнів* – пентану, гексану та інш. Окрім цього присутні в малій кількості оксид *вуглецю* (IV), *азот*, *сірководень* й *інертні гази*. Р і д к і А., особливо нормальної будови, можуть у порівняно м'яких умовах окиснюватися *киснем* повітря. Вони є компонентами моторного палива: бензину, газотурбінних (авіаційних, наземних, морських) і дизельних. Т в е р д і А. виділяються із нафтової сировини при виробництві змашувальних олів, оскільки вони викристалізуються із *оливи*, зменшуючи її рухомість і зумовлюючи застигання при високих температурах. Тверді *алкани* діляться на дві групи *речовин* – власне *парафін* і *церезин*.

АЛКЕНИ, -ів, мн. * р. *алкены*, а. *alkenes*, н. *Alkene* n pl, *Alkylene* n pl – органічні сполуки, ненасичені *вуглеводні* з хоча б одним подвійним зв'язком між *атомами* в *молекулі*. Найпростішим А. є етилен. Інша назва - о л е ф і н и.

АЛКІНИ, -ів, мн. * р. *алкины*, а. *alkynes*, н. *Alkine* n pl – органічні сполуки, ненасичені *вуглеводні* з одним потрійним зв'язком між *атомами* в *молекулі*, C_nH_{2n-2} . Найпростішим А. є *ацетилен*.

АЛМАЗ, -у, ч. * р. *алмаз*, а. *diamond*; н. *Diamant* m – *мінерал* класу самородних неметалів, кристалічна кубічна модифікація самородного *вуглецю*.

Структура алмазу. Елементарна комірка просторової кристаліч. *гратки* А. є гранецентрований куб з 4 додатковими *атомами*, розташованими в середині куба. Розмір ребра елементарної комірки $a_0 = 0,357$ нм (при $t = 25^\circ\text{C}$ і $P = 1$ атм). Найкоротша відстань між двома сусідніми *атомами* $c = 0,154$ нм. Атоми *вуглєцю* в структурі А. утворюють міцні *ковалентні зв'язки*, направлені під кутом $109^\circ 28'$ відносно один одного. А. – найбільш тверда з відомих у природі *речовин*.

Морфологія алмазу. *Кристали* А. мають форму октаедра, ромбододокаедра, куба і тетраедра з гладкими і пластинчато-ступінчастими *гранями* або округлими поверхнями, на яких розвинені різноманітні акцесорії. Характерні пласкі, довгасті та складні *кристали* простої і комбінов. форм, *двійники* зростання і проростання, паралельні і довільно орієнтовані *зростки*.

Хімічний склад. У А. присутні *домішки* Si, Al, Mg, Ca, Na, Ba, Mn, Fe, Cr, Ti, B, H, N, O, Ag та ін. *елементів*. *Азот* є гол. *домішкою*, що найбільше впливає на фіз. властивості А. *Кристали* А., непрозорі до УФ випромінення, називаються А. I типу; всі інші належать до типу II. Вміст *азоту* в переважній більшості *кристалів* А., що належать до типу I, складає близько 0,25%. Рідше зустрічаються безазотні А., що належать до типу II, в яких *домішки азоту* не перевищують 0,001%. *Азот* ізоморфно входить в *структуру* А. і утворює самостійно або в сукупності із структурними дефектами (*вакансіями*, *дислокаціями*) центри, відповідальні за забарвлення, *люмінесценцію*, поглинання в УФ, оптичній, інфрачервоній і мікрохвильовій областях, характер розсіювання *рентгенівських* променів та ін.

Фізичні властивості. *Густина* А. - 3,5-3,53. А. можуть бути безбарвними або з ледве помітним відтінком, а також яскраво забарвленими в жовтий, коричневий, рожево-бузковий, зелений, блакитний, синій, молочно-білий і сірий (до чорного) кольори. При опроміненні зарядженими частинками А. набуває зеленого або блакитного кольору. Зворотний процес - перетворення забарвленого А. в безбарвний - досі не вдалося провести. Для А. характерні сильний *блиск*, високий показник заломлення ($n = 2,417$) і сильно виражений ефект дисперсії (0,063), що зумовлює різнокольорову гру світла в *діамантах*. Як правило, в *кристалах* А. виявляється аномальне двопроменезаломлення через напруження, яке виникає у зв'язку зі структурними дефектами і включеннями. *Кристали* А. прозорі; напівпрозорі або непрозорі в залежності від насиченості мікроскопіч. включеннями *графіту*, інш. *мінералів* і газово-рідких вакуолей. При освітленні УФ променями значна частина прозорих і напівпрозорих *кристалів* А. люмінесціює синім, голубим і рідше жовтим, жовто-зеленим, оранжевим, рожевим і червоним кольорами. *Кристали* А. (за рідкісним винятком) люмінесціюють під дією *рентгенівських променів*. В А. проявляється також електро-, трибо- і термолюмінесценція.

Відносна *твердість* А. за *шкалою Мооса* 10. А. дуже крихкий, має довершену *спайність* по грані (111). Модуль Юнга 0,9 ТПа. Чиста поверхня А. має високу *гідрофобність* (крайовий кут - $105\text{-}104^\circ$), але в природних умовах А. покривається тонкими плівками, що підвищують його *гідрофільність*.

Використовують А. для виготовлення, *абразивних* та різальних інструментів, при *бурінні*, в ювелірній справі (див. *діамант*). Вагу А. вимірюють *каратами*.

За останніми дослідженнями (Б.С.Панов, 2000 р.) в Україні виявлені дві перспективні ділянки щодо знаходження алмазоносних *кімберлітів*, які розташовані у Сх. Приазов'ї (Донецчина, Тельманівський р-н та ін.) і на Волині (Рівненщина, с. Кухотська воля).

АЛЬДЕГІДИ, -ів, *мн.* * **р.** *альдегиды*; **а.** *aldehydes*; **н.** *Aldehyde* *m pl* – аліфатичні та ароматичні сполуки, що містять альдегідну групу $\text{HC}=\text{O}$. Для всіх *альдегідів*, крім формальдегіду, дві протилежні сторони карбонільної групи прохіральної (енантіотопні). Здатні утворювати гідратну форму $\text{RCH}(\text{OH})_2$, особливо якщо група R – сильний електронноакцептор. Легко окиснюються до кислот. При відновленні дають *спирти*. Приєднують нуклеофіли, утворюючи ціангідрини або оксинітрили $\text{RHC}(\text{OH})\text{CN}$, ацетали $\text{RHC}(\text{OH})\text{OAlk}$, з воденьмісними нуклеофілами реакція йде далі (з утворенням азометинів, енамінів, оксимів, гідразонів, нітронів). Реакції також перебігають за участю *атома* H-альдегідної групи (бензоїнова, формоїнова конденсації), *альдегиди* здатні приєднуватися до олефінів (реакція Пінса) та ін.

АМБРА, -и, *ж.* * **р.** *амбра*, **а.** *amber*, **н.** *Amber* *m* – жовта або буро-червона тверда викопна *смола*, яка містить 3-5 % янтарної кислоти.

АМБРИТ, -у, *ч.* * **р.** *амбрит*, **а.** *ambrite*, **н.** *Ambrit* *m* – янтароподібна викопна *смола*. *Склад*: $\text{C}_{32}\text{H}_{26}\text{O}_4$. Різновиди: амбрит австрійський (знайдено поблизу м. Габліц, Австрія), амбрит аргентинський (знайдено в Аргентині), амбрит богемський (з вугленосних *пісковиків* у Чехії).

АМБРОЗИН, -у, *ч.* * **р.** *амброзин*, **а.** *ambrosine*, **н.** *Ambrosin* *m* – янтароподібна викопна *смола*. Зустрічається у фосфатних відкладах у шт. Південна Кароліна, США.

АМІДИ, -ів, *мн.* * **р.** *амиды*, **а.** *amides*, **н.** *Amide* *n pl* – 1) Похідні кислот, в яких гідроксильна група заміщена *аміногрупою*, напр. ацетамід-амід оцтової кислоти. 2) Хімічні сполуки, що утворюються заміною одного *атома водню аміаку* атомом *металу*, напр. амід *натрію*.

АМІНИ, -ів, *мн.* * **р.** *амини*, **а.** *amines*, **н.** *Amin* *n pl* – азотовмісні органічні сполуки, похідні *аміаку*. Найважливішим А. є *анілін*. Вживаються, зокрема, як складники *реагентів* при *флотації* та *масляній агломерації (грануляції, флокуляції) вуглєля*.

АМІНОГРУПА, -и, *ж.* * **р.** *аминогруппа*, **а.** *amino group*; **н.** *Aminogruppe* *f*, *Aminoradikal* *n*, *Aminorest* *m*

– одновалентна (див. *валентність*) група $-NH_2$, залишок *аміаку*. Міститься в *амінах*, амінокислотах та інших органічних сполуках.

АМОРФНИЙ, -ого. * р. *аморфный*, а. *amorphous*, н. *amorph*, *gefügelos*, *strukturlos*, *unkristallin* – безформний; той, що не має кристалічної будови. Всі тверді аморфні речовини метастабільні і можуть розглядатися як переохолоджені рідини. Характерна особливість твердих аморфних тіл – плавлення в певному температурному інтервалі. Цим вони відрізняються від *кристалів*, що плавляться при фіксованій температурі.

АМФОТЕРНІСТЬ, -і, ж. * р. *амфотерность*, а. *amphoterism*, *amphoteric behaviour*, н. *Amphoterie* f – здатність сполук проявляти кислотні й основні властивості. Амфотерними сполуками (їх ще називають *амфолітами*) є *вода*, *гідроокиси алюмінію*, *цинку*, *хрому*.

АНАЛІЗ, -у, ч. * р. *анализ*, а. *analysis*, н. *Analyse* f – 1) Метод дослідження, що полягає в мисленому або практичному розчленуванні цілого на складові частини. Протилежне – *синтез*. 2) Уточнення логічної форми (будови, структури) міркування засобами формальної логіки. 3) У *збагаченні* корисних копалин – процес дослідження вихідної сировини та продуктів збагачення з метою визначення їх *складу*, властивостей, придатності для переробки і використання, оцінки ефективності *збагачення* як в цілому, так і в окремих технологічних операціях. 4) Синонім наукового дослідження згаданих вище. Розрізняють: *технічний аналіз*, *фракційний аналіз*, *якісний аналіз*, *кількісний аналіз*, *атомно-флуоресцентний аналіз*, *седиментаційний аналіз*, *спектральний аналіз*, *ситовий аналіз*, *титриметричний аналіз*, *газовий аналіз*, *мікроскопічний аналіз*, *турбідиметрія*, *елементний аналіз*, *люмінесцентний аналіз*, *люмінесцентно-бітумний аналіз*, *магнітний аналіз*, *математичний аналіз*, *мінералогічний аналіз*, *петрографічний аналіз*, *пробірний аналіз*, *радіографічний аналіз*, *радіометричний аналіз*, *рентгеноструктурний аналіз*, *фазовий аналіз*, *хімічний аналіз*, *експрес-аналіз*, *нейтронний гамма-метод*, *аналіз бурового розчину*. Кожен А. виконується за відповідними стандартними методиками.

АНАЛІЗАТОР, -а, ч. * р. *анализатор*, а. *analyzer*, н. *Analysator* m – *прилад*, за допомогою якого роблять *аналіз* речовин, явищ і т. ін. Напр., А. *рентгенівський* типу РАМ -1 м призначено для неперервного вимірювання і запису показників зольності та вологості *вугілля* або ін. продуктів збагачення в потоці (на *конвеєрі*).

АНАЛОГ, -у, -а, ч. * р. *аналог*, а. *analog*, н. *Analog* m – 1) Об'єкт вивчення (*явище*, предмет, *установка*, *схема* чи *пристрій*), схожий (аналогічний) з певним об'єктом. Коли розв'язують техн. задачі, аналогія передбачає наявність певних однозначних співвідношень між характеристиками А. 2) при патентуванні - об'єкт того ж призначення, що й заявлений, схожий з ним за технічною сутністю та за результатом, що досягається при їх використанні.

АНГ'СТРЕМ, -а, ч. * р. *ангстрем*, а. *angstrom unit*, н. *Angström* n, *Ångström* n – одиниця довжини. 1 А. = 10^{-10} м. Застосовують, зокрема, в оптиці та атомній і ядерній *фізиці*. В *гірничій справі* – при розгляді міжфазних явищ і процесів. Від прізвища шведського фізика Й. Анг'стрема.

АНЕМОМЕТР, -а, ч. * р. *анемометр*, а. *anemometer*, н. *Anemometer* n, *Windgeschwindigkeitsmesser* m – *прилад* для вимірювання швидкості руху вітру, газових та рідинних потоків. За конструкцією розподіляються на крильчасті, чашкові та термоелектричні. В *гірничій справі* використовується для контролю повітряного режиму *шахти*, *кар'єру* тощо.

АНЕРОЇД, -а, ч. * р. *анероид*, а. *aneroid*, н. *Aneroid* (*Barometer* n) n – *барометр* з механічним детектором атмосферного тиску. Основною частиною *приладу* є *анероїдний блок*, який складається з пустих безповітряних гофрованих коробок. Під дією атмосферного тиску коробки розширюються або стискаються, а пов'язана з ними стрілка показує величину тиску. Застосовують в *геодезії* та *маркшейдерській справі*.

АНИЗОТРОПІЯ, -ії, ж. * р. *анизотропия*; а. *anisotropy*; н. *Anisotropie* f – 1) Залежність *фізичної величини* від напрямку (здебільш кристалографічного), в якому вона вимірюється. Ця властивість характерна для показника заломлення світла, діелектричної сталої, теплопровідності, магнітних властивостей *кристалів*, проникності *порід* і т.п.; проявляється в *кристалах* низької симетрії та рідких *кристалах*. 2) Залежність фізичних властивостей *гірських порід* від напрямку їх *вимірювання*. Характерна для шаруватих г п при визначенні властивостей (*проникності*, *тріщинуватості* тощо) по нашаруванню і перпендикулярно до нього. 3) Неоднаковість деяких (напр., *проникності*) властивостей *речовини* або тіла в різних напрямках.

АНТИПІРОГЕН, -у, ч. * р. *антипироген*, а. *antipyrogene*, н. *Antipyrogene* – *речовина*, що перешкоджає самозайманню *вугілля* шляхом сповільнення процесу *окиснення*. До А. належать *вода*, розчини *сілікату натрію*. В *шахтах* як А. використовують водні розчини хлориду Са, фосфату, карбонату, нітрату, сульфату *амонію*, манганату К, фенолформальдегідної смоли та ін. У *вугільних кар'єрах*, штабелях і породних *відвалах* застосовують також *фталеву* та *нафтену* кислоти, *фурфурол* та *метанольну воду*, *інгібітори фенольного типу*, *стічні води* коксохімічних заводів, що містять фенольні та піридинові компоненти. У *вугільній промисловості* найбільш розповсюджені розчини хлориду Са і суспензія 5-10% гідроксиду Са. А. нагнітають через *шпури* та *свердловини* в

цілики і скупчення самозаймистого вугілля у вироблені простори. Шпури бурять діаметром 46 мм, на відстані 2-3 м один від одного на глибину 2,5-3 м, глибина герметизації шпурів - 1,0-1,5 м, тиск рідини А. 6-8 МПа. При профілактиці самозаймання найбільш небезпечного в цьому плані малометаморфізованого вугілля відновленого типу рекомендовано 10-15 % розчин карбаміду, а схильного до самозаймання вугілля маловідновленого типу середньої стадії метаморфізму - 10% розчин CaCl_2 . Для запобігання ендогенних пожеж на вугільних шахтах досліджені топкові гази. Молекули вуглекислого газу, які входять до складу топкових газів, сорбуються на вугільній поверхні і гальмують реакції окиснення. Інші компоненти газу нейтралізують дію перекисів, вступаючи з ними у взаємодію. Оцінка впливу А. на процес низькотемпературного окиснення здійснюється за параметром $n = Q/Q_i$, де Q і Q_i - інтегральні теплоти окиснення необробленого та обробленого розчином А. вугілля.

АНТРАЦИТ, -у, ч. * р. антрацит, а. anthracite, hard coal; н. Anthrazit m, Glanzkohle f – найбільш метаморфізований різновид вугілля кам'яного, що має високу теплотворну здатність. Колір чорний або сіруватий, Блиск металічний. Густина 1500... 1700 кг/м^3 , твердість 2...2,5; теплотворність 33...35 МДж/кг. Не спікається. Найбільша к-ть А. утворилася внаслідок регіонального метаморфізму при зануренні вугленосних товщ в область підвищених т-р і тиску. Т-ра при формуванні А. в умовах регіонального метаморфізму знаходилася, імовірно, в інтервалі 350-550°C. А. широко застосовується як високоякісне енергетичне паливо, а також як сировина у чорній та кольоровій металургії, хім. та електротехн. промисловості тощо. А. – вуглецева сировина при виготовленні абразивів, відновлювачів, електродів. В Україні є на Донбасі (Східний Донбас). В структурі балансових запасів вугілля України антрацити складають 11,3%.

АРОМАТИЗАЦІЯ, -ії, ж. р. ароматизація; а. aromatization; н. Aromatisierung f – перетворення неароматичних сполук в ароматичні або гетероароматичні в результаті дегідрування, дегідратації під дією оксидаторів, дегідратуючих чинників.

АСФАЛЬТ, -у, ч. * р. асфальт; а. asphalt; н. Asphalt m – 1) Тверда або в'язка речовина майже чорного кольору, природного походження або штучного виготовлення, яка утворюється з деяких нафт у результаті їх окиснення і випаровування легких фракцій. Є сумішшю окиснених вуглеводнів, розчиняється в скипидарі, хлороформі, сірководні, частково бензолі, спирті. Елементний склад (%): С – 67–88, Н – 7–10, О – 2–23. Густина 1000–1200 кг/м^3 ; $t_{пл}$ від 20 до 80–100°C. А. широко розповсюджений у нафтогазових басейнах у районах неглибокого залягання або виходу на поверхню продуктивних товщ (див. бітуми природні). А. насичує пори пісковиків, тріщини і каверни вапняків і доломітів, часом утворює товсту кору на поверхні великих “нафтових озер” (асфальтове покриття оз. Мертве море; асфальтове море на о.Тринідад). Вміст у породах від 2–3 до 20%. Родовища А. – в Росії, Венесуелі, Канаді, Франції, Йорданії, Ізраїлі. В промислових масштабах А. Видобувають у 9 країнах. Використовують в основному в дорожньому будівництві, електротехніці й хімічній промисловості. 2) Продукт природного окиснення (вивітрювання) нафти – в'язкий чорний бітум, що складається в основному з вуглецю (80%), водню (10%) та кисню (10%).

АСФАЛЬТЕНИ, -н, мн. * р. асфальтены; а. asphaltenes; н. Asphaltene n pl – асфальто-смолисті кисневі компоненти асфальтів, асфальтитів, нафт, бітумоїдів, розсіяної органічної речовини порід. Розчинні у хлороформі, чотирихлористому вуглеці, бензолі; осідають із розчинів при дії легкого петролейного ефіру. Елементний склад (%): С – 73–87, Н – 6–9, S – 0,5–8, N – 0,5–2, O – 4–12. Густина 1140 кг/м^3 . Під час нагрівання понад 300°C розкладаються з утворенням коксу і виділенням газів.

АСФАЛЬТИТИ, -ів, мн. * р. асфальтиты; а. asphaltites; н. Asphaltite m pl – тверді природні бітуми – похідні нафти, які утворюються в результаті її змін на поверхні Землі або на невеликих глибинах. Це одна з груп твердих природних бітумів. Зустрічаються у вигляді жил і пластових покладів. А. розчинні в бензолі, хлороформі, сірководні. Елементний склад (%): С – 76–86, Н – 8–12, S – 0,25–9, N – 0,3–1,8, O – 2–9. А. характерний високий вміст асфальтенів (до 70%) і відносно невисокий вміст масел (до 30%). Серед А. розрізняють гільсоніти (густина 1050–1150 кг/м^3 , $t_{пл}$ – 100–200°C) і більш високомолекулярні граєміти (густина 1150–1200 кг/м^3), плавляться з розкладанням при t 200–300°C.

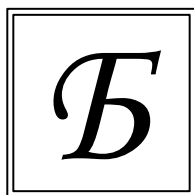
АТМОСФЕРНИЙ ТИСК, -ого, -у, ч. * р. атмосферное давление; а. atmospheric pressure, barometric pressure; н. Luftdruck m – тиск, що здійснює навколосемна атмосфера (повітря навколишнього середовища) на тіла, які знаходяться в ній. На рівні моря А.т. близький до тиску стовпчика ртуті 760 мм заввишки (1013,25 гПа). З висотою знижується.

АТОМ, -а, ч. * р. атом, а. atom, н. Atom n – частина речовини, яка є найменшим носієм хімічних властивостей певного хімічного елемента. Відомо стільки видів атомів, скільки є хімічних елементів та їх ізотопів. Електрично нейтральний, складається з ядра й електронів. Радіус атома має порядок 10^{-8} см.

АТОМНО-АБСОРБЦІЙНИЙ АНАЛІЗ, -...-ого, -у, ч. * р. атомно-абсорбционный анализ, а. atomic-absorption material analysis, н. atomare Absorptionsanalyse f – метод кількісного визначення елементного складу речовини, що досліджується за атомними спектрами поглинання. Базується на здатності атомів вибірково поглинати електромагнітне випромінювання в різних ділянках спектра.

А.-а.а. проводять на спец. *приладах* – абсорбц. спектрофотометрах. *Пробу* матеріалу, що аналізується, розчиняють (звичайно з утворенням солей); *розчин* у вигляді *аерозолу* подають в полум'я пальника. В полум'ї (3000° С) *молекули* солей дисоціюють на *атоми*, які можуть поглинати світло. З загального випромінювання спектральні лінії, що досліджуються, виділяють монохроматором, а їх інтенсивність фіксують блоком реєстрації. А.-а, а. характеризується високою чутливістю, хорошою відтворюваністю результатів, експресністю. А.-а.а. застосовують для визначення як слідів (10^{-6} %), так і макрокількостей приблизно 70 *елементів* в різних *гірських породах, рудах, мінералах, продуктах нафтохімії* тощо.

АЦЕТАТИ, -ів, *мн.* * *р.* *acetаты*, *а.* *acetates*, *н.* *Azetate* *n pl* – слабо вивчені *мінерали* – солі оцтової кислоти – CH_3COOH .



БАКАЛАВР, -а, *ч.* * *р.* *бакалавр*, *а.* *bachelor*, *н.* *Bakkalaureus* *m* – 1) Перший вчений ступінь у ряді країн. 2) Особа, що одержала диплом про закінчення спеціальної освіти.

БАЛАНС, -у, *ч.* * *р.* *баланс*, *а.* *balance*, *н.* *Bilanz* *f* – 1) Рівновага, урівноваження. Рівність між кількістю *речовини* (в одиницях *маси*), що надходить на яку-небудь технологічну або ін. операцію та сумарною її кількістю, яка виходить з неї, напр., з продуктами розділення, переробки, *збагачення*:

$$G_0 = G_1 + G_2 + \dots + G_i$$

або у відсотках:

$$100 = \gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_i$$

2) Система показників, які характеризують співвідношення елементів у будь-якому явищі, що постійно змінюється, напр. бухгалтерський Б., паливний Б., водний Б. 3) Урівноважуючий *пристрій* в механічних системах, напр., для урівноваження обертових мас у *приводах*.

БАРБОТУВАННЯ, -... , *с.* * *р.* *барботирование* *а.* *bubbling, sparging*; *н.* *Varbotage f, Druckluftmischung f, Durchsprudeln* – продавлювання (пропускання) газу через шар *рідини*. Застосовують для нагрівання рідини *парою*, перемішування агресивних рідин і абразивних *пульп*; Б. також супроводжує процеси *абсорбції, ректифікації, флотації, флокуляції*. При *абсорбції* і *ректифікації* Б. відбувається на тарілках т.зв. барботажних колон. При Б. створюється велика міжфазна поверхня на межі рідина-газ, що сприяє інтенсифікації тепло- і масообмінних процесів, а також більш повній хім. взаємодії *газів* з *рідинами*. Може також застосовуватися для *гомогенізації* суспензій та гідросумішей.

БЕЗРОЗМІРНА ФІЗИЧНА ВЕЛИЧИНА, -ої, -ї, -и, *ж.* * *р.* *безразмерная физическая величина*; *а.* *dimensionless quantity; non-dimentional physical quantity*; *н.* *dimensionsloser physikalischer Grad* *m* – величина, в розмірності якої всі степені розмірностей основних величин дорівнюють нулю. ДСТУ 2681-94.

БЕЗСТІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ, -ої, -ї, *ж.* * *р.* *бессточная технология*, *а.* *unoverflow technology*, *н.* *abflusslose Technologie f; Technologie f ohne Abwasser* *n pl* – комплекс технологічних методів переробки *мінеральної сировини*, об'єднаних замкненим водообігом, що виключає забруднення навколишнього середовища.

БЕНЗИН, БЕНЗИНА, -у, -и, *ч.* *ж.* * *р.* *бензин*; *а.* *petrol*; *н.* *Benzin* *n* – суміш *вуглеводнів* різної будови; безбарвна горюча рідина з характерним запахом, яку одержують з *нафти*. Застосовується як моторне *паливо*, розчинник.

БЕТА-СПЕКТРОМЕТР, -...-а, *ч.* * *р.* *бета-спектрометр*, *а.* *beta spectrometer*, *н.* *Beta-Spektrometer* *n* – *прилад*, за допомогою якого досліджують *спектр* (розподіл за *енергією*) *бета-частинок*.

БІНАРНА СИСТЕМА, -ої, -и, *ж.* * *р.* *бинарная система*; *А.* *binary system*; *н.* *binares System* *n* – система, що складається з двох частин, елементів, напр. з *нафти* і вільного газу.

БІОГЕНЕЗ, -у, *ч.* * *р.* *биогенез*, *а.* *biogenesis*, *н.* *Biogenese* *f* – утворення *мінералів* у процесі життєдіяльності організмів.

БІОКОНВЕРСІЯ, -ії, *ж.* * *р.* *биоконверсия*; *а.* *bioconversion*; *н.* *Biokonversion* *f* – біологічний процес трансформації *бактеріями* і грибами (мікро- та макроміцети) високомолекулярних вуглецевих сполук. Б. твердих *горючих копалин* здійснюється з метою біогазифікації, біовилуговування, скраплення *вугілля*, окиснення *метану*, а також для вилучення *концентратів* поліметалів з *розсілів*.

БІОЛІТ, -у, *ч.* * *р.* *биолит*, *а.* *biogenic rock, biolithe*, *н.* *Biolith* *m* – *гірська порода*, що складається з різних органічних залишків. Б. поділяють на горючі (*каустобиоліти*) - буре та кам'яне *вугілля, торф* та ін. та негорючі – *крейда, вапняк, діатоміт* тощо.

БЮФІЛЬТР, -а, ч. * р. *биофильтр*, а. *biological filter*, н. *biologisches Filter* м, п – споруда для біологічного (з застосуванням *мікроорганізмів*) очищення побутових і промислових *стічних вод*.

БІТУМИ, -ів, мн. * р. *битумы*, а. *bitumens*, н. *Bitumen* n pl – 1) Мінеральні комплекси (горючі органічні *речовини*), що складаються з *вуглеводнів*, утворилися з білкових і жирових речовин нижчих організмів. Існують у газовій фазі (земний *газ*), рідкій (*нафта*), твердій (*озокерит*, *земна смола*, *асфальт*). 2) Б. природні (Б.п.) - органічні речовини (дистиляційні рештки *нафти*, *вугілля*), що розчиняються в органічних розчинниках (сірковуглець, *бензол*, *спирт* та ін.). Це к.к. органічного походження з первинною вуглеводневою основою. Залігають в *надрах* у твердому, в'язкому та в'язко-пластичному стані. З генетичної точки зору до Б.п. належать *нафта*, природні *горючі гази*, *газовий конденсат*, а також природні похідні *нафти* (*мальти*, *асфальти*, *асфальтити*, *керити*, *гумінокерити*, *озокерити*, *антраксоліти*) та їх аналоги - *нафтоїди*. Б.п. складаються з високомолекулярних *вуглеводнів* та гетероатомних (кисневих, сірчистих, азотистих, металвмісних) сполук. Фіз.-хім. властивості Б.п.: консистенція - від в'язкорідких (*мальти*) до пухких (гумінокерити); густина відповідно 965; 1500 кг/м³; т-ра розм'якшення від 35°C (*мальти*) до неплавких (*керити*, *антраксоліти*, гумінокерити); розчинність в хлороформі від 100% (*мальти*, *асфальти*) до нерозчинних (антраксоліти). Класифікаційні межі для розчинних Б.п. визначають за вмістом масел: *мальти* 65-40%, *асфальти* 40-25%, *асфальтити* 25-5%; для нерозчинних *бітумів* - за параметрами елементного складу і оптич. даними. *Елементний склад* (С, Н, О, S, N) визначається напівмікро- і макрометодом, спаленням; метали в бітумах встановлюються методами *колориметрії*, *спектроскопії*, нейтронноактиваційним та ін., *груповий склад* - методами висхідної хроматографії. Основні запаси асфальтових (перев. *мальт*) приурочені до *монокліналей*. Род. розташовуються на зовн. бортах мезозой-кайнозойських *крайових прогинів*, що примикають до *щитів* і склепінь древніх *платформ* і які знаходяться в зоні дії активної *інфільтрації*. Найбільші з них (запаси в млрд. т) локалізовані на схилах Канадського, Гвіанського та ін. *щитів*, Оленьокського склепіння. Родов. подібного типу утворилися в епохи інтенсивного підняття *крайових антеклиз*, коли створювалися умови для висхідної латеральної міграції *нафти* з суміжних *прогинів* і *окиснення* її *сульфатами* і *киснем* інфільтраційних вод. Жильні і штокеркові бітумні скупчення формуються на шляхах вертикальної міграції *вуглеводнів* по тектоніч. *тріщинах* і приурочені до локальних розривів на нафтогазоносних структурах (Садкінське, Іванівське, Бориславське та ін. род.), зонах регіональних розривів в передових частинах складчастих систем і на бортах міжгірських западин і *крайових прогинів*. Видобуток Б.п. ведеться кар'єрним, шахтним або свердловинним способами. Б.п. - комплексна сировина, в осн. хім. і енергетична. З асфальтових *бітумів* отримують легкі синтетич. *нафти* і *нафтовий кокс*, компоненти моторного палива та ін. Б.п. і важкі високосмолисті *нафти* - джерела *сірки*, цінних *металів* (V, Ni, Sb, Ge, U та ін.). 3) Штучні Б. (продукти переробки *нафти* й *кам'яного вугілля*) - тверді пластичні або в'язкі суміші *вуглеводнів* і їхніх похідних. Одержують г.ч. з залишків переробки *нафти*, *крекіну*, очистки мастил (нафтові Б.), *кам'яновугільної смоли* (кам'яновугільні Б.), а також шляхом *екстракції з торфу* та бурого *вугілля*. В Україні *екстракцію* Б. з *торфу* та бурого *вугілля* проводять бензолом. Зовнішній вигляд та фізичні якості Б., які виділяються з *торфів* та бурого *вугілля* різні. Вони можуть мати жовте, світло-коричневе, буре або чорне забарвлення. Одні з них - тверді і крихкі, другі - аморфні порошки, а треті - мастилоподібні та смолоподібні продукти різної в'язкості. При аналізах Б. *торфів* та бурого *вугілля* г.ч. визначають дві групи складових речовин – *воски* та *смоли*. Найбільш цінними Б. є ті, які мають у своєму складі більше *восків*. Нафтові Б. застосовують здебільшого у шляховому будівництві (*асфальт*, *дорожній бітум*), покрівельних, гідроізоляційних матеріалів. Найбільш безпечними у канцерогенному відношенні для людини є прямогінні нафтові *бітуми* БН-3 та БН-4, які рекомендовано використовувати при брикетуванні *вугілля*. Кам'яновугільні Б., які мають підвищену канцерогенність використовують у шляховому будівництві тільки після додаткової обробки. Див. також *бітуми вугільні*, *бітуми торфові*. В.І.Саранчук.

БІТУМИ ВУГІЛЬНІ, -ів, -их, мн. * р. *битумы угольные*, а. *coal bitumens*; н. *Kohlenbitumen* n pl – продукти, які вилучають з деяких типів вкопного *вугілля* органіч. розчинниками. Вихід Б.в. залежить від природи органіч. *речовини*, її складу, ступеня *метаморфізму*, умов вилучення і коливається, як правило, в межах 1-22%; з підвищенням ступеня *вуглефікації* вихід Б.в. падає. Так у *вугіллі* Дніпровського буровугільного бас. вміст *смол* 2,3-20,9%, *вугіллі* Підмосковного бас. - 1,3-4,8%, у землистому бурому *вугіллі* Німеччини - 6,3-36,6%, в американському бурому *вугіллі* - 1,6-14,2%. Найбільш високий вихід характерний для бурого *вугілля* групи Б1. Осн. практич. цінність має воскова частина (сировина для одержання буровуг. *воску* - "монтан-воску"). Екстракційні *смоли* використовуються також як пом'якшувачі у виробництві лаків, гум та пластмас і як замітники *фенолів* у виробництві лаків, клеїв тощо. У Дніпровському буровуг. бас. виділено гумусове та гумітоліптіобіолітове *вугілля*, яке має високий вихід Б. (8-20%) при низькому вмісті *смол* (до 25%) і є перспективною сировиною для виділення буровугільного *воску*.

БІТУМИ ТОРФОВІ, -ів, -их, мн. * р. *битумы торфяные*; а. *peat bitumens*; н. *Torfbitumen* n pl – продукти, що вилучають з *торфу* органіч. розчинниками; осн. складові Б.т. - *віск*, *смоли*, *парафіни*.

Вміст бітумів в торфі залежить від його генетич. типу і від міри його розкладу. Найбільш бітумінозним є верховий торф високої міри розкладу трав'яної (пушицевої) групи. При екстракції бітумів з такого торфу бензолом вихід продуктів досягає 15% (на органіч. масу), бензином - до 9%. У торфах України кількість бітумів складає 5,6-28,5 %. За елементним складом Б.т. містять (в розрахунку на органічну масу): вуглецю - 65-75%, водню - 9-12%, кисню 12-22%. Найбільш цінним продуктом, який екстрагується з торфу є торфовий віск. Б.т. використовують в ливарному виробництві, у виробництві пластмас, композицій для полірування та захисту паперу, шкіри, дерева, а також в медицині, побутовій техніці. Див. також *торфовий віск*.

БІТУМІНІЗАЦІЯ, (БІТУМІЗАЦІЯ), -ії (-ії), ж. * р. *битуминизация (битумизация)*, а. *bituminization, bituminous grouting of rock*; н. *Bituminierung f von Gesteinen* n pl – 1) Штучне заповнення тріщин у ґрунтах і гірських породах розплавленим природним бітумом. Призначена для створення гідроізоляц. завес при будівництві гірн. виробок і підземних споруд. Б. гірських порід вперше застосована в США в 1926. В процесі Б. гірських порід розплавлений бітум під тиском нагнітають у свердловини. Охолоджуючись, він твердне і запобігає проникненню води у виробку. 2) Анаеробний процес розкладання багатих на жири й білки органічних речовин (органічних решток) із втратою кисню, внаслідок якого збільшується вміст вуглецю та водню й утворюються парафіни й нафтену.

БІТУМІНОЗНЕ ВУГІЛЛЯ, -ого, -..., с. * р. *битуминозные угли*, а. *bituminous coal*, н. *bituminöse Kohle* f – згідно з класифікацією вугілля США – клас вугілля з виходом легких речовин 14-35%, вуглецю бл. 80%, кисню бл. 10%. Приблизно відповідає українським маркам коксівного вугілля Ж, К, П.

БІТУМОЇДИ, -ів, мн. * р. *битумоиды*, а. *bitumoides*; н. *Bitumoides* pl – компоненти органіч. речовин порід, ґрунтів. Б. розчиняються в органічних розчинниках. Входять до складу природних бітумів. Розрізняють синбітумоїди (сингенетичні вмісним породам) та епібітумоїди (мігруючі у вмісні породи з інших порід).

БОРИСЛАВІТ, -у, ч. * р. *бориславит*, а. *boryslawite*, н. *Boryslawit* m – тверда крихка відміна озокериту.

БРИКЕТУВАННЯ, -..., с. * р. *брикетирование*, а. *briquetting*, н. *Brikettierung* f – різновид ґрудкування, фізико-хімічний процес термомеханічної переробки дрібних к.к. - слабкоструктурних руд, концентратів та відходів виробництва, який дозволяє одержати механічно і термічно міцний сортовий продукт – брикет, що має певну форму, розмір і масу. Брикетують дрібні залізні руди і концентрати, сировину для виробництва феросплавів та дрібні феросплави, різні відходи чорної металургії (окаліну, стружку, металургійний пил, шлак, шлам), торф, буре вугілля, дрібні класи кам'яного вугілля та антрацитів, напівкоксівий та коксовий дріб'язок, побутові відходи тощо. В залежності від властивостей вихідної сировини Б. виконується без зв'язуючих речовин (молоде буре вугілля, торф) під дією тиску 100-250 МПа і зі зв'язуючими (кам.вуг. та рудний дріб'язок, антрацитовий штиб та ін.) під дією тиску 20-80 МПа. Феноменологічна схема Б. включає таку послідовність субпроцесів: - підготовку сировини до пресування, подрібнення, грохочення, сушку; препарування зв'язуючих речовин; дозування компонентів брикетної шихти; їх змішування; нагрівання і охолодження брикетної шихти перед пресуванням; - пресування брикетної шихти; - обробку "сирих" брикетів з метою їх швидкого затвердіння: охолодження, пропарку, карбонізацію, сушку, відновлювальне випалення. Б. підвищує теплоту згоряння кам. вуг. дріб'язку, антрацитових штибів, бурого вугілля, торфу, поліпшує ККД спалювання, транспортабельність, умови зберігання та використання цих видів паливної сировини. Крім того, Б. створює додаткові сировинні ресурси для виробництва малодимного та бездимного палива, а також рудної і нерудної сировини завдяки утилізації відходів різ. виробництв (колошниковий пил, металіч. стружка, окаліна, шлаки, відходи пром-сті нерудних буд. матеріалів, ряду хім. виробн. та ін.), розширює сировинну базу коксування за рахунок використання в коксових шихтах недефіцитних марок кам. вугілля. Б. широко розвинуте в ФРН, Польщі, Румунії, США, Японії, Франції, Великобританії, Канаді. В Україні накопичений великий досвід промислового брикетування кам'яного та бурого вугілля, створено наукові основи процесу брикетування вугілля зі зв'язуючими.

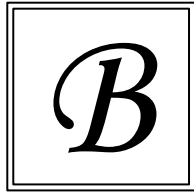
БРУТТО-ФОРМУЛА, -...-и, ж. * р. *брутто-формула*, а. *brutto-formula* – формула, яка вказує тільки на валовий хімічний склад мінералу, не розкриваючи особливостей його кристалічної структури.

БУРШТИН, -у, ч. * р. *янтарь*, а. *amber, karabe, saka(l), kahruha*; н. *Bernstein* m – природна органічна сполука, щільна і в'язка (скам'яніла) вилупна смола хвойних дерев. Склад: $C_{40}H_{64}O_4$ (або $C_{10}H_{16}O$). Містить домішки сірки. Аморфний. Густина 1,05-1,10. Тв. 2-3. Колір жовтий, червоно-коричневий. Блиск смоляний. Зустрічається у вигляді зерен, жовен і пластин розміром від дек. мм до 50 см. Часто прозорий, колір переважно жовтий (сукцинит), оранжевий до вишнево-червоного (руменіт, бірміт), відомі восковий ("бастард") і молочно-білий ("кістяний") Б. Т-ра плавлення 250-300°C, легко згоряє. Б. має органічне (рослинне) походження: смоли пер. хвойних дерев в процесі фосилізації зазнавали окиснення і полімеризації з утворенням абіетинової і інш. органіч. к-т, частково сукцинітової. На стадії катагенезу Б. ущільнюється і набуває більш темного забарвлення (руменіт, бірміт). Пром. значення мають г.ч. вторинні розсіпні прибережно-морські родовища. В Україні у відкладах палеогену та неогену є в Рівненській, Київській, Житомирській, Львівській та Харківській областях. За кордоном відомі родов. Б. у Примор'ї, Італії, Польщі, Бірмі, Канаді, США, Домініканській

Республіці, Мексиці. Розрізняють Б. апеннінський, Б. істрійський, Б. канадський, Б. мексиканський, Б. моравський, Б. сіцилійський, Б. швейцарський, Б. японський та інш. Використовується як *виробне каміння*, кращі зразки - як *дорогоцінне каміння*. Хороший електроізоляційний матеріал. Те саме, що і *янтар*. Синоніми: *дамштейн, делятиніт*.

БУТАН, -у, ч. * р. *бутан*, а. *butane*, н. *Butan* n – органічна сполука, газ без кольору й запаху. Міститься в *нафті* і *природних газах*. Застосовують як *паливо*, а також для одержання *бутадієну*.

БУТАН ТОВАРНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *бутан товарний*; а. *commercial butane*; н. *Warenbutan* n – вуглеводнева *рідина*, що містить не менше 93% *бутанів* або бутенів і має пружність *пари* не більше 0,5 МПа при 45 °С. При *атмосферному тиску* температура випаровування Б.т. (об'ємна частка 95%) не повинна перевищувати 1,2 °С. Вміст *домішок* пропану-пропілену обмежується 4%. Рідкий залишок при 20 °С обмежується 2%, вміст *сірководню* – 50 мг/м³ газу, пентанів – до 35%.



ВАЖКІ ВУГЛЕВОДНІ, -их, -ів, мн. * р. *тяжелые углеводороды*; а. *heavy hydrocarbons*; н. *schwere Kohlenwasserstoffe* m pl – для *газу* – газоподібні гомологи *метану*, які зустрічаються в *газах природних*; для *нафти* – високомолекулярні рідкі і тверді *вуглеводні*, які входять до складу висококиплячих фракцій *нафти*.

ВАЖКОСЕРЕДОВИЩНІ СЕПАРАТОРИ, -их, -ів, мн. * р. *тяжелосредные сепараторы*, а. *heavy medium separator*, н. *Schwerabscheider* m pl – *машини* і *апарати* для гравітаційного *збагачення корисних копалин у важкому середовищі (суспензії)*. Діє за принципом *розшарування* вихідного матеріалу у мінеральній *суспензії* на легкий (спливаючий) та важкий (осідаючий) продукти з вивантаженням окремо кожного з них. Розрізняють В.с.: # за кількістю одержуваних продуктів – дво- та трипродуктові (відповідно безступінчаті та двоступінчаті); # за конструкцією корпусу – пірамідальні, барабанні, коритні; # за конструкцією органу для вивантаження важкого продукту – колісні (з вертикальним або похилим елеваторним колесом) та скребкові. Область застосування В.с. за *густиною* матеріалу - 1200-5200 кг/м³, *крупністю* матеріалу 6-300 мм. Продуктивність 120-600 т/год. Ефективність розділення: $E_p = 0,02-0,05$. *Машини* та *апарати*, в яких розділення відбувається під дією відцентрових сил, підрозділяють на *центрифуги* й *гідроциклони*. Останні набули значного поширення. У *важкосередовищних гідроциклонах* ефективно розділяють матеріали *крупністю* до 0,15-0,2 мм. З 1970 р. Луганським заводом вугільного машинобудування ім. Пархоменка почато промислове виробництво вітчизняних двопродуктових *сепараторів* типу СКВП з вертикальним елеваторним колесом, розроблених Діпромашвулгезбагаченням. О.А.Золотко.

ВАКУУМ, -у, ч. * р. *вакуум*, а. *vacuum*, н. *Vakuu* n – 1) Розріджений стан *газу*. Розрізняють високий, середній і низький В. Високим називається В., при якому вільний пробіг *молекул газу* перевищує лінійні розміри посудини, в якій міститься *газ*; якщо вільний пробіг *молекул газу* і лінійні розміри посудини є сумірними величинами, то В. називається середнім, а якщо вільний пробіг *молекул газу* менший за лінійні розміри посудини - низьким. 2) Простір, у якому зовсім немає *речовини* і який є фізичним полем у незбудженому стані. 3) Середовище без частинок *речовини* і *квантів* поля. Це найнижчий стан квантової системи, при якому її *енергія* є мінімальною. Згідно з теорією невизначеностей для такого В. певна частина фізичних величин не може бути точно визначеною.

ВАЛЕНТНІСТЬ, -ності, ж. * р. *валентность*, а. *valence, active valence*; н. *Valenz f, Wertigkeit f* – 1) Число, яке показує, з скількома одновалентними *атомами* може сполучатися *атом* одного *елемента* або сполуки; скільки таких *атомів* він може замінити. 2) Здатність *атомів* віддавати або приєднувати певне число *електронів* з утворенням *хімічного зв'язку*. В. поряд зі *ступенем окиснення (ступенем окисації)* та *координаційним числом* є основною хім. властивістю *елемента*.

ВАРІАНТНІСТЬ, -ості, ж. * р. *вариантность*, а. *variance, variability, variation*; н. *Variation f* – число змінних, які можна змінювати в певних межах.

ВАТ, -а, ч. * р. *ватт*, а. *watt*, н. *Watt* n – одиниця *потужності*. 1 Вт - *потужність*, при якій за 1 с виконується *робота* в 1 Джоуль. Від прізвища англійського фізика Дж. Ватта.

ВАТ-ГОДИНА, -...-и, ж. * р. *ватт-час*, а. *watt-hour*, н. *Watt-unr f* – одиниця *енергії* або *роботи*, що дорівнює *роботі*, виконаній за 1 год при *потужності* в 1 ват (3600 Вт-с).

ВАТ-СЕКUNDA, -...-и, ж. * р. *ватт-секунда*, а. *Watt-second*; н. *Watt-Sekunde f* – одиниця *енергії* або *роботи*, що дорівнює *роботі*, виконаній за 1 с при *потужності* в 1 Вт.

ВАТМЕТР, -а, ч. * р. *ваттметр*, а. *wattmeter*, н. *Wattmeter* n – *прилад* для *вимірювання* активної *потужності* електричного струму.

ВЕБЕР, -а, ч. * р. *вебер*, а. *weber*, н. *Weber* m – одиниця магнітного потоку в Міжнародній системі одиниць. 1 В. - магнітний потік, рівномірне зменшення якого до нуля за 1 с спричиняє виникнення в контурі провідника, що охоплює цей потік, електрорушійної сили в 1 *вольт*. Від прізвища німецького фізика В.-Е. Вебера.

ВИВІТРЮВАННЯ, -..., с. * р. *выветривание*, а. *erosion, weathering, degradation, disengagement*; н. *Verwitterung* f – процес руйнування і змін *гірських порід* в умовах земної поверхні або недалеко від неї під впливом екзогенних факторів - механічної і хімічної дії компонентів атмосфери, води та живих організмів. Відповідно виділяють фізичне, хімічне і біогенне(органогенне) *вивітрювання*; розрізняють наземне (атмосфера) й підводне (*гальміроліз*) *вивітрювання*. Процеси *вивітрювання* призводять до утворення різних *осадових гірських порід* та кори *вивітрювання*. Див. *родовища вивітрювання, десилікація*.

ВИВІТРЮВАННЯ ТА ОКИСНЕННЯ ВУГІЛЛЯ – окиснення *вугілля* в *пластах*, при видобуванні, транспортуванні і зберіганні, що призводить до його *вивітрювання*, зміни хімічних і технологічних властивостей. Кожний *пласт* вугілля має у верхній частині зону *вивітреного вугілля*, розмір якої та склад *вугілля* в ній залежать від геологічних факторів та властивостей вугілля (генетичного типу, ступеня *вуглефікації*, розміру наносів над вугільним пластом). *Окиснення і вивітрювання* кам'яного *вугілля* призводить до появи у нього здатності до взаємодії зі слабкими розчинами лугів, тобто за властивостями воно наближається до бурого *вугілля*, хоч продукти, які отримують при цьому, не можна назвати гуміновими кислотами, оскільки при *вуглефікації* бурого *вугілля* гумінові кислоти зазнають незворотних змін і утворюють у кам'яному вугіллі речовини нейтральні до слабких лужних розчинів. Хоч не всі тверді горючі копалини схильні до самозаймання, однак, всі без виключення змінюють при *вивітрюванні* та окисненні фізичні і хімічні властивості. Завдяки цим процесам зменшується міцність *вугілля* і змінюється його *гранулометричний склад*: знижується вміст великих зерен, які внаслідок розтріскування розсипаються на більш дрібні. Змінюється поверхня зерен (грудок) вугілля, зменшується блиск *вітриніту*, з'являються бурі, жовті, білі нальоти, зумовлені відкладенням *сульфатів* за рахунок окиснення *піриту* і гідроксидів *заліза, карбонатів* тощо. Маса вугілля спочатку збільшується (до 8%), - за рахунок приєднання *кисню* і поглинання *води*, - а потім зменшується. Різко зростає *пористість* вугілля за рахунок збільшення об'єму *макропор*. Змінюється також елементний склад органічної маси, причому вміст *вуглецю і водню* меншає, а *кисню* зростає. Ці зміни особливо помітні при окисненні вугілля в умовах підвищених температур. Знижується вихід і змінюється елементний склад *легких продуктів*, що утворюються при *напівкоксуванні* вугілля. У *легких продуктах* збільшується частка *кисню* і зменшується вміст *вуглецю та водню*. Значно зростає вміст у *вугіллі* карбоксильних, альдегідних, кетонних і хіноїдних карбоксильних груп, фенольних і спиртових *гідроксильних груп*, метоксильних і складноєфірних сполук. Зміна елементного складу і хімічної будови *вугілля* внаслідок окиснення впливає на вихід *легких речовин і теплоту згоряння*, яка особливо помітно знижується при окисненні малометаморфізованого *вугілля*. Вихід *легких речовин* спочатку, як правило, збільшується, а потім зменшується, причому для високометаморфізованого *вугілля* зростання виходу *легких речовин* більш значне. По мірі збільшення глибини *окиснення* в складі *легких речовин* зменшується вміст *водню, метану, етану* і зростає кількість *СО і СО₂*. Характерною ознакою окиснення *вугілля* є помітне зростання вмісту гігроскопічної вологи. Внаслідок збільшення кількості кисеньвмісних груп на поверхні вугільних частинок вона стає гідрофільною, що різко знижує флотованість *вугілля*. При окисненні кам'яного *вугілля* також знижується його *спікливість*, що призводить до погіршення якості коксу. Внаслідок зміни хімічної будови органічної маси *вугілля* при окисненні спостерігається зниження виходу смоли *напівкоксування*, збільшення вмісту кисеньвмісних сполук у *смоли* і первинному газі, зростання виходу підсмольної *води*. При високотемпературному коксуванні окисненого *вугілля* помітно знижується вихід кам'яновугільної *смоли* і сирого бензолу, підвищується вихід пірогенетичної вологи і меншає *теплота згоряння* коксового газу внаслідок збільшення у ньому кисеньвмісних компонентів. *В.І.Саранчук*

ВИМІРЮВАННЯ, -..., с. * р. *измерение*, а. *measurement*, н. *Messung* f – дія, знаходження значення *фізичної величини* дослідним шляхом, порівнюючи її з одиницею виміру за допомогою спеціальних технічних засобів. У більшості випадків *вимірювання* - це багаторазове спостереження величини, що вимірюється. При цьому одержують групу значень, які необхідно сумісно обробити для одержання результату. Виправлений результат *вимірювання* одержують шляхом виключення систематичних *похибок*. Остаточний результат отримують після виключення всіх *похибок вимірювання*. Якість результатів *В.* характеризується надійністю, правильністю і точністю. Існують три складові частини загальної *похибки В.* і відповідні їм показники якості результатів *В.*: *грубі, систематичні і випадкові похибки*. Відсутність *грубих похибок* (промахів) характеризує надійність результатів і досягається організацією *В.* Виключення систематичних *похибок* характеризує правильність результатів і досягається за допомогою введення спеціальних коефіцієнтів або поправок. Випадкові *похибки* є неминучими, а їх величини і закон розподілу характеризують точність результатів *В.*

В. класифікують: - за характеристиками точності – на *В.* однакової та неоднакової точності; - за

числом вимірювань у ряді вимірювань – на разові та багаторазові; - за характером В. – на статичні та динамічні; - за призначенням – на технічні та метрологічні; - за відображенням результатів В. – абсолютні та відносні; - за загальними прийомами одержання результатів В. – прямі; непрямі; сумісні; сукупні.

ВИМІРЮВАННЯ НЕРІВНОТОЧНІ – *вимірювання*, виконані при неоднакових умовах; вони характеризуються різними середніми квадратичними *похибками*.

ВИМІРЮВАННЯ РІВНОТОЧНІ – *вимірювання*, виконані з однаковими середніми квадратичними *похибками*; їх можна одержати тільки при *вимірюванні* однорідних величин одним чи одного класу *приладами*, тобто величин, що мають те саме найменування, ту саму розмірність. *В.С.Білецький*.

ВИПАРОВУВАНІСТЬ (ВИПАРОВНІСТЬ), -ості, ж. * *р. испаряемость*; *а. (e)vaporability, volatility*; *н. Verdampfungsfähigkeit f* – потенційно можливе *випаровування* з поверхні *рідини* за даних умов. В. кількісно більша від *випаровування* у значенні 2.

ВИПРОМІНЕННЯ, -..., с. * *р. излучение, а. radiation, emanate*; *н. Strahlung f* – промениста енергія електромагнітних хвиль, що випромінюються (випускаються) матеріальним тілом. В. розрізняється за потужністю (кількісна характеристика) і за спектральним складом (якісна характеристика). Розрізняють монохроматичне і складне В. Монохроматичне — випромінення визначеної довжини хвилі, характеризується потужністю або потоком; складне — випромінення, що складається або з кінцевого числа монохроматичних випромінювань (переривчастий лінійчатий спектр), повна характеристика якого визначається потужністю монохроматичних випромінювань, що увійшли до його складу, або з безперервного ряду монохроматичних випромінювань. У цьому випадку воно характеризується загальною потужністю і її безперервним розподілом по довжинах хвиль усередині всього спектрального діапазону. Власне дія, процес випускнення електромагнітних хвиль матеріальним тілом – випромінювання. *В.С.Білецький*.

ВИСОКОКОНЦЕНТРОВАНІ ВОДОВУГІЛЬНІ СУСПЕНЗІЇ (ВВВС), -них, -них, -ій, *мн.* * *р. высококонцентрированные водоугольные суспензии (ВВУС), а. highly loaded coal-water slurries* – водовугільні *суспензії* з підвищеною концентрацією вугільної речовини. *Склад ВВВС: 62-65 % вугілля* подрібненого до рівня 0-(100-250) мкм., 37-34 % води та біля 1% хімічних добавок - *пластифікаторів*. У деяких видах ВВВС вміст *вугілля* досягає 80%. *В'язкість* кондиційних ВВУС, як правило, знаходиться в межах 0,5-1,2 Па·с, седиментаційна стабільність – 30 діб. Найбільш технологічним, економічним і сприятливим фактором для максимальної щільної упаковки частинок твердої фази в одиниці об'єму *суспензії*, є бімодальний характер розподілу частинок за розмірами з певним співвідношенням крупної (100-250 мкм) і дрібної (менше 40 мкм) *фракцій*. Доцільна частка дрібної *фракції* від маси твердої фази *суспензії* – 30-40%. Забезпечення оптимального *гранулометричного складу* розв'язується індивідуально для кожного виду *вугілля* і залежить від його марки і властивостей: *зольності, вологості, ступеня окиснення, індексу твердості* і т.і. Найбільш перспективною технологією одержання ВВВС є *мокре подрібнення вугілля у млині*. Найперспективнішими є *домішки* на основі технічних лігносульфонатів (відходи при виробництві паперу за сульфітною технологією), *гуматні реагенти* (натрієві солі гумінових кислот різних *фракцій*), поліфосфати, які ефективно діють в лужному середовищі (при pH = 9-11). Виробництво седиментаційно стійкої ВВВС на основі збагаченого (малозольного) *вугілля (зольністю менше 8%)* потребує більш складної технології, зв'язаної з обов'язковим двостадійним помелом *вугілля* для забезпечення бімодального *гранулометричного складу*, а також проведення процесу приготування ВВВС на двох паралельних технологічних лініях, на яких застосовуються неоднакові *домішки-пластифікатори*. Продукти двох паралельних технологічних ліній змішують з одержанням стабільної *суспензії*. ВВВС використовують для гідравлічного транспортування (переважно в магістральних гідротранспортних системах), транспортування в автомобільних та залізничних цистернах та як *рідке паливо* (див. також *водовугільне паливо - ВВП*). В останні роки виділилося три напрямки в теорії і практиці ВВВС: 1. ВВВС зі звичайного енергетичного вугілля. 2. ВВВС з надчистого (низькозольного) вугілля. 3. ВВВС з вугільних шламів (високозольне вугілля). *А.С.Макаров*.

ВИТРАТОМІР, -а, ч. * *р. расходомер; а. flowmeter; н. Verbrauchsmesser m, Durchflussmesser m* – *пристрій* або *устаткування* для *вимірювання витрат* в однофазних потоках *рідини (нафти, води тощо)* чи *газу* або *сипкої речовини*. У нафтовидобуванні частіше за все застосовують об'ємні і тахометричні В., а для *вимірювання витрат газу* – В. перепаду *тиску*. Дія об'ємних В. основана на *вимірюванні часу* заповнення об'єму мірної ємності або на *обрахунку порцій* вимірюваної *речовини* камерою певного об'єму. В іншому випадку *витрата* визначається як сума об'ємів порцій, що віднесені до контрольного проміжку часу відліку. В тахометричному В. вимірюється частота обертання чутливого елемента (найчастіше турбінки, іноді диска або кульки тощо), що встановлений у каліброваному каналі, напр., у трубі. Для *вимірювання витрати та об'єму товарної нафти*, а також *води* використовується *прилад*, що кріпиться на горизонтальній ділянці *трубопроводу*, а чутливим елементом його є турбінка, вісь якої обертається в підшипниках. Характеристикою В. є допустима мінімальна та максимальна *витрати рідини*, при якій досягається необхідна точність. В. змінного перепаду *тиску* складається із *звужувального пристрою* (найчастіше *діафрагма*), який створює у

струмені рідини або газу перепад тиску, величина якого залежить від величини витрати, і диференційного манометра, який вимірює цей перепад і відградуваний в одиницях витрати. Див. витратомір Вентурі, витратомір змінного перепаду тиску, витратомір постійного перепаду тиску. В.С.Бойко.

ВИХІД ЛЕТКИХ РЕЧОВИН, -у, -..., ч. * р. *выход летучих веществ*, а. *yield of volatiles*, н. *Gehalt m an flüchtigen Bestandteilen* m pl – показник якості та структурних особливостей твердих горючих копалин (ТГК), що враховується при визначенні їх раціонального пром. використання. Характеризує кількість термічно нестабільних атомних угруповань в ТГК. Леткі речовини - газоподібні і пароподібні продукти, що виділяються при нагріванні горючих копалин. Експериментальні умови визначення В.л.р. стандартизовані. В Україні стандартом передбачено нагрівання наважки (1 г) в порцеляновому тиглі з кришкою протягом 7 хв. В заздалегідь розігрітій до $850 \pm 50^\circ\text{C}$ муфельній чи тигельній печі. В.л.р. знаходять як відношення маси летких речовин до одиниці маси сухого палива (у %). В розрахунку на сухий беззольний стан палива V^{daf} характеризує склад і ступінь вуглефікації. Зі збільшенням ступеня вуглефікації В.л.р. зменшується. Для торфу V^{daf} складає бл. 70%, для горючих сланців - 70-85%, для бурого вугілля: гумусового - 60-33%; ліптіобіолітового - 60%; сапропелітового - 66-86%; кам. вугілля 50-8%, антрацитів 9-2%. Донецьке вугілля кам'яне - 44-9%. Величина V^{daf} використовується як один з осн. параметрів класифікації кам. вугілля на марки; для класифікації антрацитів визначається об'ємний В.л.р. - об'єм газів розкладання одиниці маси антрациту V^{daf} м³/кг. Аналіз вуг. на V^{daf} проводиться на пробах з зольністю не вище 10%. Властивість твердих нелетких залишків, які утворюються при визначенні В.л.р. з ТГК тигельним методом, залежить від природи і ступеня вуглефікації. Ці залишки класифікують на: порошокподібні, неспечені, злипли, слабкоспечені, спечені, сплавлені, неспучені, спучені, дуже спучені. З торфу, бурого вугілля і антрацитів утворюються неспечені порошокподібні тверді нелеткі залишки. З кам'яного вугілля неспечені тверді залишки дають пісне, а також деякі види довгополуменового вугілля. Кам'яне вугілля решти марок утворює корольки різних типів. Сапропелітове та ліптіобіолітове вугілля, малозольні горючі сланці утворюють спечений тигельний кокс. Зовсім не спікаються фіозиніти (інертиніти). Вітриніти утворюють тверді нелеткі залишки, в яких спіклькість, сплавленість та спученість змінюються за кривою з максимумом для вугілля марок К та Ж. У пісному та довгополуменовому вугіллі, а також в антрацитах вітриніти не спечені. Лейптиніт (екзиніт) у вугіллі марок Д, Г і Ж утворює завжди спечені тверді нелеткі залишки, часто сплавлені, але не спучені. Таким чином, чим більше у вугіллі вітриніту та лейптиніту і менше фіозиніту, тим краща його спіклькість. При коксуванні і напівкоксуванні викопного вугілля, в процесі терміч. обробки горючих сланців леткі речовини вловлюються і використовуються як цінна хім. сировина. Див. також леткі речовини. В.І.Саранчук.

ВІДВАЛ, -у, ч. * р. *отвал*, а. *spoil bank, spoil*; н. *Kippe f, Abraumkippe f, Halde f, Abraumhalde f* – насип, що утворюється внаслідок укладання на місцевості відходів збагачення або пустої породи. В залежності від способу укладання розрізняють такі В.: к о н і ч н і (або терикони) – найчастіше утворюються при відкатці породи рейковим транспортом (в перекидних вагонетках або скіпах) з поступовим нарощуванням колії; х р е б т о в і - утворюються при вивезенні породи вагонетками підвісної канатної дороги або конвеєрами (стаціонарними чи пересувними), а також відвалоутворювачами розкривних порід; п л а с к і - утворюються при вивезенні відходів (порід) у самоскидах та формуванні штабелю за допомогою бульдозерів. За місцем розташування виділяють внутрішні (у виробленому просторі кар'єрів), зовнішні – за межами кар'єру та комбіновані. У залежності від механізації відвальних робіт, в. розподіляють на екскаваторні, бульдозерні, конвеєрні та гідравлічні. Див. також терикон, екскаваторний відвал, породний відвал, озеленіння відвалів.

ВІДКРИТА ПОРИСТІСТЬ, -ої, -і, ж. * р. *открытая пористость*; а. *open porosity*; н. *offene Porosität f* – наявність сполучених пор у гірській породі, через які можливий рух рідин у природних умовах. Див. пористість гірських порід.

ВІДКРИТА ПУСТОТНІСТЬ, -ої, -і, ж. * р. *открытая пустотность*; а. *open rock cavities*; н. *offene Leere f* – наявність у гірській породі сполучених між собою порожнин різних розмірів і обрисів. Див. пустотність гірських порід.

ВІДНОВЛЕНІСТЬ ВУГІЛЛЯ ВИКОПНОГО, -ості, -..., ж. * р. *восстановленность угля ископаемого* – умовний термін для позначення генетичних типів вугілля: *a genetic type* – слабо (мало) відновленого і відновленого *a reduced (r) and low-reduced (lr)*, які характеризуються різними властивостями вітриніту і вугілля з перевагою вітриніту (понад 75%), і що мають однакову ступінь вуглефікації. Вугілля кожного типу складає пласт, пачку або шар пласта. Відновлений тип знаходиться, як правило, у верхній частині пласта. Ця особливість вугілля встановлена у Донецькому басейні (В.В.Відавський, Харків, 1932, 1941) на прикладах дослідження властивостей ізометаморфних пар вугілля (пластів, розташованих поруч, з однієї свердловини або одного шахтного поля) однакового петрографічного складу, які суттєво відрізняються за властивостями. За присутністю в одному вугіллі тонкодисперсного піриту (відомої ознаки відновлювального стану середовища при діагенезі осадових порід) і відсутності піриту в інших їх

визначили як відновлений і слабковідновлений типи. *Вугілля* слабковідновленого типу на відміну від відновленого характеризується більшим вмістом *вуглецю* і *кисню*, меншим – *водню*, *азоту* та *сірки*, меншою теплотворною здатністю і меншим виходом *летких речовин*, *смоли* коксування і напівкоксування, гіршим розчиненням в органічних розчинниках, більшою механічною міцністю і твердістю, більш високою відбивною здатністю та анізотропією відбивання світла для всіх *мацераліе* групи *вітриніту*.

За петрографічними ознаками зовнішній вигляд вугілля слабковідновленого типу характерний чіткою шаруватістю, кутастим нерівним зломом з шорсткою поверхнею, високою міцністю та спаяністю тріщин, сірчато-чорним кольором. *Вугілля* відновленого типу мають монолітну структуру, плаский напівраковинний злам з гладкою поверхнею, відкриті тріщини, смолисто-чорний колір. Відомі ознаки *вугілля* слабковідновленого і відновленого типів визначаються під *мікроскопом* – колір *вітриніту* в прохідному та відбитому світлі, *антрацитів* – у відбитому поляризов. світлі в стані згасання і просвітлення; ступінь збереженості структури вітринізованих залишків рослинного матеріалу; присутність тонкодисперсного *піриту* і *вміст* в пробі *вугілля* мікролітотипів з тонкодисперсним піритом (використовується як показник типу за відновлюваністю, Г.П.Маценко, 1983). Характерна ознака типу за відновленістю – літолого-фаціальний склад порід *покрівлі*. В *покрівлі* вугільних *пластів* відновленого типу залягають *породи* з ознаками впливу моря, в т.ч. *вапняки*; в *покрівлі* *вугілля* слабковідновлюваного типу – *породи* річкових та озерних *відкладів*. У двовимірній класифікації вугілля та антрацитів виділено три типи: слабковідновлений, середньовідновлений і відновлений, позначені малими літерами алфавіту – а, б, в, або 5 типів з виділенням особливослабковідновленого типу – оа та високовідновленого – вв. Різні властивості *вітриніту* відновленого та слабковідновленого *вугілля* – це прояв їх різної хімічної структури.

Типи за відновленістю враховуються при компонуванні *шихти* (побічно за вмістом *сірки*), при виборі *вугілля* і *антрацитів* для непаливного використання (виробництва сульфувугілля, термоантрацитів і т.ін.). Визначаються при геологорозвідувальних роботах як один з показників властивостей *вугілля*. Використовуються для прогнозу схильності до *самозаймання* та *раптових викидів*. Г.П.Маценко.

ВІДНОВЛЕННЯ, -..., с. * р. *восстановление*, а. *reduction*, н. *Desoxydation*, *Wiederherstellung* f, *Regenerierung* f, *Reduktion* f – у хімічних реакціях - зниження ступеня окисації *елемента* у *молекулі* чи *кристалі*, зумовлене приєднанням *електронів* при окиснювально-відновних реакціях. Під В. розуміють також приєднання *водню* сполукою, що супроводжується зменшенням кількості кратних зв'язків у *молекулі*. Розрізняють В. електродічне (реакція В., що протікає на *катоді* під час *електролізу*), В. за Берчем (В. ароматичних та гетероароматичних сполук, в т.ч. конденсованих, а також стероїдів в дигідроароматичні за допомогою *натрію* та *спирту*), В. за Бешаном (В. ароматичних нітросполук дією залізних стружок в розведених мінеральних кислотах або в розчинах *електролітіє*), В. за Буво-Бланом (В. аліфатичних естерів до первинних спиртів дією металічного *натрію* в *спиртах*) та ін. Відновник - *реагент*, що віддає *електрони* відновлюваній *речовині* і сам при цьому окисдується.

ВІДСАДЖУВАННЯ, -..., с. * р. *отсадка*, а. *jigging*, н. *Setzen* n, *Setzarbeit* f – дія, власне розділення зернистого матеріалу за *густиною* у вертикальному пульсуючому потоці *води* або *повітря* знакоперемінної швидкості.

ВІДСАДЖУВАННЯ ОСНОВНЕ - первинне *збагачення* матеріалу у *відсаджувальних машинах*.

ВІДСАДЖУВАННЯ КОНТРОЛЬНЕ - повторне *збагачення* проміжного продукту в контрольній *відсаджувальній машині*.

ВІДСАДКА, -и, ж. * р. *отсадка*, а. *jigging*, н. *Setzen* n – процес гравітаційного *збагачення корисних копалин*, який базується на розділенні зернистого матеріалу за *густиною* у вертикальному пульсуючому потоці *води* або стисненого повітря знакоперемінної швидкості. За типом середовища розділення розрізняють гідравлічну, пневматичну, суспензійну і В. з водоповітряною сумішшю. Висхідний потік викликає розпушення *відсаджувальної постелі*, низхідний - її ущільнення з поступовим формуванням на решеті шару зерен важкого продукту. При цьому постіль переміщується в поздовжньому напрямку, і в кінці шляху відбувається роздільне вивантаження важкого (нижнього) та легкого (верхнього) продуктів *відсадки*. При *збагаченні руд* корисний продукт зосереджується в нижньому шарі постелі, а *луста порода* - у верхньому. При *збагаченні вугілля*, навпаки, *концентрат* зосереджується у верхньому шарі, а *порода* відкладається на решеті. У технол. схемах *збагач.* ф-к В. застосовується як осн. операція *збагачення* з отриманням кінцевих продуктів, так і допоміжна операція в комбінації з *концентрацією на столах*, *магнітною сепарацією*, *флотацією* і інш. методами *збагачення*.

В теоретичних дослідженнях В. визначилися два принципових напрямки: детерміністське та масово-статистичне. В основі першого - вивчення закономірностей руху окремого зерна в стиснутій умови, другого - сукупності зерен. Перший напрям розроблений на рівні т.зв. детерміністської *моделі*, другий - суспензійної, енергетичної та масово-статистичної *моделі* (*гіпотези*) В. Д е т е р м і н і с т с ь к а *модель* В. розглядає швидкості і прискорення окремих частинок як функції їх фізичних властивостей - *густини*, *крупності*, форми і т.д. Вона включає *гіпотезу* початкових швидкостей та

початкових прискорень і дозволяє якісно оцінити параметри процесу В., виділити фактори, що впливають на розшарування матеріалу, встановити тенденції переміщення частинок у *відсаджувальній постелі*. Суть суспензійної моделі полягає в тому, що *відсаджувальна постіль* розглядається як важка суспензія, в якій розділення матеріалу за густиною протікає за законами, чинними для важкого середовища. Енергетична гіпотеза (Ф.Майєра) - це тлумачення, згідно з яким *відсаджувальна постіль* є механічно нестійкою системою, що має запас потенційної енергії. При підведенні зовнішньої енергії для розпушення відсаджуваного матеріалу постіль займає більш енергетично вигідне положення, що супроводжується розшаруванням матеріалу за густиною. Основна задача масово-статистичної моделі - є визначення фізичних факторів та закономірностей формування *відсаджувальної постелі*. Основне припущення цієї гіпотези: число частинок, які виділилися у свій шар рівноваги, пропорційне числу цих же частинок в зоні розділення.

Область застосування гідравлічних В. охоплює мінеральну сировину з густиною від 1200 до 15 600 кг/м³, за різницею густини корисного компонента та пустої породи - від 300 до 13 000 кг/м³, за крупністю збагачуваного матеріалу - від 0,05 (0,074) до 250 мм. Пневматична В. придатна лише для збагачення матеріалів густиною 1200-2600 кг/м³, напр., для бурого або кам'яного вугілля з органічної (вугільної) маси не вище 1400 кг/м³. В. застосовується для збагачення руд чорних металів (зокрема, бурого залізняка, мартиту, псиломелану, манганіту, піролюзиту), розсипних руд (каситериту, вольфраміту, танталіту, ніобіту, а також титано-цирконієвих, торієвих руд, золота й платини, алмазів), корінних руд вольфраміту, каситериту. При переробці вугілля В. є одним з основних процесів гравітаційного збагачування. Розрізняють В. крупного вугілля (> 10-13 мм.), дрібного вугілля (<10-13 мм.), В. ширококласифікованого вугілля - спільне збагачення у *відсаджувальній машині* крупних та дрібних класів вугілля (як правило, 0,5-80 або 0,5-100 мм.), В. некласифікованого вугілля. В.С.Білецький, О.А.Золотко.

ВІДСІВ, -у, ч. * р. *отсев*, а. *smalls*, н. *Siebrückstand* m – дрібний клас вугілля або антрациту (0-6 мм або 0-13 мм), який відсівається від рядового вугілля для використання в незбагаченому вигляді окремо від крупнорядового палива, переважно збагаченого.

ВІДСТІЙНИКИ, -ів, мн., * р. *отстойники*, а. *settlers for waste waters*, *settling tanks for waste waters*, н. *Absetzbecken* n, *Absetzer* m – штучні резервуари або водойми для виділення з шахтних, кар'єрних і виробнич. стічних вод завислих домішок, осадження їх при невеликій швидкості потоку, а також для очищення стічних вод за допомогою реагентів. Для попереднього очищення води влаштовуються В. у спеціальних свердловинах (глухі труби, що встановлюються нижче фільтрів), в шахтних стволах, біля насосних станцій головного і дільничного водовідливу (головні і дільничні водозбірники), а для остаточної очистки води - на поверхні Землі. У гірничій практиці для заключного очищення вод, які скидаються шахтами, кар'єрами, збагач. ф-ками, застосовують ставки-відстійники і резервуари. Ставки-відстійники до 0,3 км² (в ср. 0,13 км²) розміщують в залежності від рельєфу місцевості: на пологих майданчиках, узгір'ях, в балках. Іноді став може обслуговувати дек. шахт (кар'єрів). Зливе відстояної води з них проводиться через спец. поріг. Воду з ставків-відстійників відводять до стаціонарних насосних станцій і відкачують споживачам і в річки. Іноді перекачку води з ставка-відстійника здійснюють плавучими насосними станціями, змонтованими на понтонах. В. за видом резервуарів поділяються на нетипові і типові. Нетипові являють собою ємкості на поверхні Землі різних розмірів і форми (звичайно прямокутної). Після заповнення до граничної висоти прояснена вода відкачується насосами. Типові залізобетонні В. розділяють на радіальні, вертикальні і горизонтальні. Радіальний В. являє собою круглий резервуар діаметром до 100 м з коніч. днищем. Вертикальний В. являє собою круглий (діаметр 5-10 м і висотою циліндрич. частини до 7 м) або квадратний в плані резервуар (14X14 м) з коніч. днищем (нахил стінок 50-70°). Очищена вода рухається знизу вгору і після відстою зливається в кільцевий жолоб; твердий компонент осаджується в конічні частини В. Горизонтальні В. являють собою довгасті по ходу руху води резервуари. Відстояна вода надходить через розподільчий лоток і дірчасту перегородку в робочу частину В. Для видалення осаду вздовж робочих коридорів по грязьовому прямку укладаються перфоровані труби, з яких осад видавлюється внаслідок дії тиску води. Прояснена (відстояна) вода збирається лотком або перфорованою трубою. Для інтенсифікації процесу осадження у В. застосовують різні коагулянти і флокулянти (сірчаноокислий алюміній, сірчаноокисле залізо, вапно, поліакриламід та ін.), що подаються в спец. камери. Очищені шахтні і кар'єрні води використовуються на виробничі потреби підприємства (гасіння відвалів, гідрозакладка, боротьба з пилом на поверхні шахт і кар'єрів, мокре збагачення тощо). Див. також пірамідальний відстійник. О.А.Золотко.

ВІДСТОЯВАННЯ, -..., с. * р. *отстаивание*, а. *settling*, *gravity sedimentation*; н. *Abklärung* f, *Klären* n, *Abstehen* n, *Absetzen* n – розділення рідкої гroudисперсної системи (гідросуміші, суспензії, емульсії) на фази під дією сили тяжіння (за умов спокою або повільного руху потоку рідини). У процесі В. частинки (краплі) дисперсної фази випадають з рідкого дисперсійного середовища в осад або спливають на поверхню. В. як технологічний прийом використовують для виділення диспергованої

речовини або очищення *рідини* від механіч. *домішок*. При В. в системі не повинно бути інтенсивного перемішування, сильних конвекційних потоків, а також структуроутворення, що перешкоджає *седиментації*. У найпростішому разі вільного руху сферич. частинок швидкість осідання (спливання) визначається законом Стокса. У полідисперсних *суспензіях* спочатку в *осад* випадають великі частинки, а дрібні утворюють повільно осідаючу "каламутність". У концентрованих *суспензіях* спостерігається не вільне, а солідарне, або колективне осідання, при якому швидко осідаючі великі частинки захоплюють за собою дрібні, прояснюючи тим самим верхні шари *рідини*. При наявності в системі колоїдно-дисперсної *фракції* В., як правило, супроводжується укрупненням частинок внаслідок *коагуляції* або *флокуляції*. У пром. умовах В. проводять у відстійних *басейнах* (*резервуарах*, *чанах*) і спец. *апаратах* - *відстійниках* (*зсушувачах*) різних конструкцій. В. широко використовують при очищенні *води* в системах гідротехн. споруд, водопостачання, каналізації; при *зневодненні* і *знесолюванні* сирової *нафти*; в багатьох процесах хім. технології. В. застосовують також при очищенні бурових промивних рідин; очищенні рідких *нафтопродуктів* (масел, палива) тощо. Див. також *гравітаційне відстоювання*. О.А. Золотко.

ВІСК, -у, ч. * р. *wax*, а. *Wachs* n – органічна речовина рослинного або тваринного походження, утворена зі складних ефірів – вищих жирних кислот і вищих, переважно одноатомних, спиртів.

ВІСКОГРАМА, -и, ж. * р. *вискограмма*; а. *viscogram*; н. *Viskogramm* n – графік залежності коефіцієнта в'язкості рідини від температури.

ВІСКОЗИМЕТРИЯ, -ії, ж. * р. *вискозиметрия*, а. *viscosimetry*, н. *Viskosimetrie* f – сукупність методів вимірювання в'язкості.

ВІТРЕН, -у, ч. * р. *vitren*, а. *vitrain*; н. *Vitrit* m, *Vitrain* n – одна з гол. *петрографічних* складових макрокомпонент *вугілья* *викопного*. В. характеризується чорним *кольором*, сильним *блиском*, раковинним і напіраковинним або згладженим *зламом*, однорідністю структури, вираженою ендегенною *тріщинуватістю*. Утворюється при зміні лігніно-целюлозних тканин рослин внаслідок розкладання в умовах обводнених торфових *боліт* при недостатньому доступі *кисню*. Присутній у *вугільлі* у вигляді *ліній* або *смуг* різної товщини. В. – найменш зольна складова *вугілья*. Розрізняють В. безструктурний – однорідний геліфікований фрагмент з різкими контурами, без ознак клітинної будови рослинних тканин і В. структурний – геліфікований фрагмент, який зберіг контури і сліди клітинної будови рослинних тканин. Обидва різновиди належать до мікрокомпонентів групи *телініту*.

ВІТРИНЕРТИТ, -у, ч. * р. *vitrinertit*, а. *vitrinertite*, н. *Vitrinertit* m – бімацеральний *мікролітотип*, що містить мінімум 95 % *мацералів* групи *інертніту* і *вітриніту*, кожного з яких повинно бути як мінімум 5% (за об'ємом). Термін «вітринертит» був введений Алперном і Номарскі (1954 р.), змінений Міжнародним комітетом з *петрології* *вугілья* і органічної речовини (МКПВОР) на термін «вітринертит» і прийнятий для позначення *мікролітотипу*, що складається, в основному, з мацералів мацеральних груп *інертніту* і *вітриніту*.

Співвідношення мацералів групи *інертніту* і *вітриніту* суттєво варіює, наприклад, *вітринертиту* і *вітринертиту* означають вітринертити, багаті відповідно інертнітовими або вітринітовими мацералами. *Інертніт* може бути представлений тільки уламками різних *мацералів* (*інертодетриніт*) або чистим *мікринітом* (в заповненнях клітин). Мінеральні домішки представлені глинистими *мінералами*, рідше - сингенетичним *піритом*.

Густина В. варіює між 1,35 і 1,7 г/см³ в залежності від ступеня *вуглефікації* *вугілья*. При цьому густина *вугілья* змінюється пропорційно вмісту *інертніту*. Міцність В. вища, ніж у *вітриніту* відповідного ступеня *вуглефікації*.

Хімічний склад залежить від мацерального складу і ступеня *вуглефікації* *вугілья*. Вітринертиту має більш низький вміст *вуглецю*, але більш високий вихід *екстрактів* і летких, ніж вітринертиту того ж ступеню *вуглефікації*. З підвищенням останнього хімічна реактивність меншає і властивості обох типів В. стають схожими.

В. може мати первинне походження або бути продуктом *вуглефікації*. Суміші *вітринертиту* і *інертодетриніту* з невеликою кількістю диспергованого *ліптиніту* (< 5% за об'ємом) свідчать про піоавтохтонні відклади в струмках і водоймищах (Діссель, 1992 р.).

Автохтонний *інертніт* і вітринертит може свідчити про окиснювальну деградацію (Діссель, 1992 р.). В. - результат перетворення *резиніту* і *мікриніт* на відносно низьких стадіях *вуглефікації* (Тейхмюллер, 1944, 1974 рр.). У середньовуглефікованому *вугільлі* Гондвани присутність В. можна пояснити частим висиханням *боліт*. В. у високовуглефікованому *вугільлі* формувався, головним чином, з колишнього *дуриту* або *тримацериту*, оскільки в такому *вугільлі* *ліптинітові* мацерали не розпізнаються у відображеному світлі.

Вітринертиту є частиною *кларена*, а вітринертиту утворює *дюрен*. В. рідкісний в палеозойському низько- і середньометаморфізованому *вугільлі* північної півкулі, однак типовий для *вугілья* юри північного заходу Європи. (Петерсен і Андсбьєрг, 1996 р.; Петерсен і інш., 1998 р.). В. характерний для зрілого *вугілья*.

Технологічні властивості В. займають проміжне положення між властивостями *вітриніту* та *інертиту*. Він слабо розтріскується і має тенденцію до концентрування в *гранули* крупністю > 1 мм.

Походження слова: vitrus (лат.) - скло, inertus (лат.) - інертний. Синонім: вітринертит.

ВІТРИНІТУ ГРУПА, -у, -и, ч. * р. *vitrinита група*, а. *vitrinites*, н. *Vitrinitgruppe* f – група мікрокомпонентів викопного *вугілля* (*мацералів*), що ідентифікується при петрографічних дослідженнях *вугілля* під *мікроскопом*; включає *мацерали*, які розрізняються за оптичними властивостями: кольору, ступеню відбиття, *анізотропії*: - в кам'яному вугіллі низької і середньої стадії *вуглефікації* в прохідному і відбитому світлі з імерсією; - в кам'яному *вугіллі* високої стадії *вуглефікації* не розрізняються (але помітні після окиснювального або йонного травлення на полірованій поверхні); - в *антрацитах* у відбитому поляризованому світлі при не зовсім схрещених *ніколях* в положенні прояснення і згасання (при обертанні столика *мікроскопа*) на вертикальних (перпендикулярно нашаруванню) полірованих зрізах *антрацитів*, а також при травленні поверхні. *Мацерали* виділяють за двома основними факторами утворення *вугілля*: 1 за умовами відкладення і перетворення рослинного матеріалу при торфоутворенні; 2 за природними особливостями вихідного рослинного матеріалу – *речовина* і типу тканин рослин, ідентифікованих за морфологічними ознаками і ознаками систематичної приналежності. За першим фактором виділяють *мацерали*: телініт (з ознаками рослинної *структури*), колініт і вітродетриніт. Більш детальна характеристика *мацералів* за умовами збереженості структури позначається літерами $\alpha, \beta, \gamma, \Delta$. Відповідно ці *мацерали* для м'якого бурого *вугілля* називаються: гумотелініт, гумоколініт, гумодетриніт; за зниженням збереженості *структури* тканини – текстиніт, текстозульмінит, ульмінит, евульмінит. За іншою номенклатурою *мацералів* твердого бурого *вугілля* це: гелініто-телініт, гелініто-пост-телініт, гелініто-преколініт, гелініто-колініт. За другим фактором виділяють *мацерали* з ознаками особливостей природної речовини, які відрізняються за оптичними властивостями, формою, *структурою*, визначеним за вихідною речовиною елементом структури тканин, наприклад: ксилініт і лігнітит, у відбитому світлі відповідно більш темний і світло-сірий та ін., склеренхініт-корпоколініт, флобафініт та ін. За типом тканин розрізняють *мацерали*: деревних тканин – ксилініт, лігнітит, листуватих – філопаренхініт, зовнішніх оболонок спорангії – спорангінит. За анатомічними ознаками *структури* тканин розрізняють *мацерали* певних типів рослин – хвойних, листових, в *карбоні* – лепідофітів, кордаїтів, папоротникових. Колір *вітриніту* на низькій стадії *вуглефікації* варіює (в залежності від природи *речовини*) в прохідному світлі від яскраво-оранжево-червоного до жовто-бурого, у відбитому світлі відповідно від темно-сірого до світло-сірого. Показники відбиття та *анізотропії* відбиття *вітриніту* всіх *мацералів* незалежно від природи *речовини*, ступені збереження *структури* розрізняють в залежності від типу за відновлюваністю *вугілля* при однаковому ступені *вуглефікації*. *Мацерали* групи *вітриніту* переважають у складі блискучого і напівблискучого *вугілля* і у великій або малій кількості в інших типах. Показник відбиття *вітриніту*, визначений за типовим кольором *мацералів* – основний показник ступеня *вуглефікації*, який використовується для промислової класифікації *вугілля* та його марочної належності. *Мацерали* ідентифіковані за вихідним рослинним матеріалом використовуються для визначення кореляції вугільних пластів. Г.П.Маценко.

Термін *вітриніт* введений М.-Т.Стопс. Ним за ICCP System означають групу *мацералів* сірого кольору, які за відбивною здатністю займають проміжне положення між асоційованими більш темними *лігнінітами* і більш світлими *інертнітами* в діапазоні *вуглефікації*, в якому можна легко ідентифікувати ці три мацеральні групи. Термін «*вітриніт*» охоплює 3 підгрупи і 6 *мацералів*, що є похідними гумусової речовини (Таблиця 1). *Вітриніт* зустрічається у *вугіллі* у вигляді: відносно чистих шарів або лінз товщиною від декількох мікронів до декількох сантиметрів; суцільної фази основою маси (матрикса), що зв'язує інші компоненти *вугілля* або аморфного заповнення осередків, пор і тріщин. У осадових породах *вітриніт* залягає або у вигляді ізольованих шарів і лінз, або кутастих і закруглених зерен.

Таблиця 1. Підрозділ мацеральної групи вітриніту відповідно до системи Міжнародного комітету з петрології вугілля і органічної речовини (МКПВОР), 1994 р.

Підгрупа	Мацерал
Теловітриніт	Телініт
Детровітриніт	Колотелініт ^а
	Вітродетриніт Колодетриніт ^б
Геловітриніт	Корпогелініт ^в
	Гелініт ^г

Примітка: у відповідності з МКПВОР: ^ателоколініт; ^бдесмоколініт; ^вкорпогелініт; ^ггелоколініт.

Колір, і відбивна здатність В. поступово змінюються зі ступенем *вуглефікації*. У *вугіллі* низької стадії *вуглефікації* *вітриніт* характеризується темно-сірим кольором і термально незрілими відкладами, тоді як середньо- і високовуглефіковане *вугілля* і *осадові породи* мають колір, що варіює від ясно-сірого до білого. Відбивна здатність, виміряна в імерсії в даному діапазоні кольору, становить від 0,5 до бл. 7,0%. Нижня межа відбивної здатності визначалася як величина відбивної здатності, що розділяє бітумінозне і буре *вугілля* згідно з класифікацією ЕСЕ (Міжнародна система кодифікації середньо- і високовуглефікованого вугілля). Подвійна відбивна здатність також збільшується зі зміною стадії *вуглефікації* за винятком тих випадків, коли *вуглефікація* викликана контактним *метаморфізмом*. Вимірювання максимальної відбивної здатності рекомендується проводити при величині вище за 1,3 % R_g. Величини відбивної здатності *вітриніту* в одинарному *пласті* або відкладенні можуть змінюватися в залежності від походження вітринітових *мацералів*, змін при *діагенезі* або внаслідок повторних термальних впливів. Всі ці впливи призводять до того, що розподіл даних вимірювання відбивної здатності починає носити характер негауссового (ненормального) розподілу. Це особливо помітно для

вугілля низької стадії вуглефікації. Для високоякісного вугілля і відповідних осадових порід варіації у відбивній здатності вітриніту можуть також викликатися зміною від одноосової до двоосової симетрії.

Хімічні властивості. Вітриніт характеризується відносно високим вмістом кисню в порівнянні з мацералами інших груп. Елементарний склад залежить від категорії і варіює таким чином:

Вуглець:	77-96 %; іноді 98 %
Водень:	6-1 %; 0,2 % в перантрацитах
Кисень:	16-1 %

Вітриніт багатий ароматичними структурами. Їх вміст підвищується зі ступенем вуглефікації від 70% С в ароматичній зв'язці в суббітумінозному вугіллі до понад 90 % в антрациті. Чим нижче атомні відношення Н/С і О/С, тим вище вміст ароматичних сполук. Концентрація гетероатомів (O, N, S) меншає з підвищенням ступеня вуглефікації. Кисневі функціональні групи -COOH, -OH, >C=O, -C-O-C-; N, головним чином, знаходяться у вигляді амінів, а S – у вигляді тіолів і сульфідів в гетероциклічних кільцях. Вітриніт також містить різні аліфатичні сполуки.

Вітриніт є похідним паренхімних (волокнистих) і деревних волокон коріння, стебел, кори і листя, що складаються з целюлози і лігніну. Структура первинних клітин частково зберігається.

Відклади вітриніту у вугільних пластах утворилися в результаті збереження лігноцелюлозного матеріалу в анаеробних умовах боліт. Вітриніт у вугільних сланцях утворився в умовах швидкого поховання рослинного матеріалу і мінеральних речовин.

Вітриніт є основним компонентом блискучого вугілля, що містить мікролітотиби вітрит, вітринертизм і кларит. Вітриніт – основний компонент більшості вугільних родовищ світу, найчастіше зустрічається в пластах кам'яновугільного періоду в північній півкулі (60-80 % об'ємних), у вугіллі Гондвани < 20 % об'ємних. На вітриніт багате третинне вугілля.

Оскільки вітриніт є основним компонентом більшості видів вугілля, від його властивостей залежить більшість промислових процесів, в яких воно використовується. У разі вугілля середньої якості вітриніт легко плавиться в ході коксування, і ця властивість також відбивається на протіканні і продуктах гідрогеїзації і спалення. Окиснення в процесі зберігання приводить до погіршення якості вітриніту, включаючи термопластичність у разі бітумінозного вугілля.

ВІТРИТ, -у, ч. * р. vitrum, а. vitrite, н. Vitrit m – мономацеральний мікролітотип, що містить мінімум 95 % вітринітових мацералів, з яких найчастіше зустрічається мацерал колотелініт. Термін введений Р. Потоньє (1924 р.). З 1955 р. за рішенням Міжнародного комітету з петрології вугілля і органічної речовини (МКПВОР) термін застосовується для позначення мікролітотипа, який в основному складається з вітриніту.

В. є найбільш однорідним мікролітотипом вугілля. Розрізняють два типи В. – з чарунковою структурою і без неї. Структурований В. складається з телініту, іноді разом з корпогелінітом. Неструктурований може включати колотелініт, колодетриніт і гелініт.

За фізичними властивостями, зокрема флуоресціюючою здатністю, твердістю адекватний вітриніту. Мікротвердість і міцність В. (за Віккерсом) залежить від ступеня вуглефікації. Від молодого вугілля до антрациту В. змінює свої фізичні властивості від пластичних до еластичних (Альперн, 1956 р.). Окиснений В. також еластичний (Нанді і інш., 1977 р.). Міцність варіює між 25 і 80 кг/мм². Мінімум відповідає 90% С. Коефіцієнт мікротвердості, міцність і модуль Юнга залежать від ступеня вуглефікації. Густина В. варіює від 1,27 до 1,7 г/см³ в залежності від ступеня вуглефікації. Мінімум відповідає 87% С.

Велика частина В. походить від деревних залишків. У середньовуглефікованому вугіллі можна розрізнити різні рослинні тканини, особливо після травлення. Високий вміст В. характерний для умов вологих лісових боліт. Розкладання лігніну і целюлози відбувається в анаеробному середовищі (Діссель, 1992 р.). Невеликі включення спориніту або інертодетриніту всередині В. свідчать про детритове (уламкове) походження. В. м'якого бурого вугілля утворюється з гумусових колоїдів, які формуються в процесі торфоутворення і вітринізації рослин. Ці колоїди заповнюють порожнини або пустоти. Сингенетичні мінеральні домішки (глинисті мінерали, сульфіді, карбонати) вказують на підводне відкладення різного окиснювально-відновного потенціалу.

В. – основний мікролітотип блискучого вугілля (вітрен). Найчастіше він зустрічається у вугіллі кам'яновугільного періоду в північній півкулі (мінімум 40-50% за об'ємом), рідше – у вугіллі пермсько-кам'яновугільного періоду південної півкулі (20-30% за об'ємом) або пластах крейди в Північній Америці (Е.Штах і інш., 1982 р.). У вугіллі середнього ступеня вуглефікації третинного періоду вміст В. може перевищити 80% (за об'ємом) (Рамірес Кастро, 1980 р.). У глинистих сланцях і алевролітах В. може зустрічатися у великих кількостях, якщо процес відкладення поблизу берега йшов швидко.

В. є основним реакційно здатним мікролітотипом в багатьох технологічних процесах типу коксування, газифікації, спалення і зрідження, хоч його реакційна здатність залежить від ступеня вуглефікації. В. можна співвіднести з морфотипами напівкоксу, отриманого після спалення, а саме з так званими красі-сферами і тенюі-сферами (Розенберг і інш., 1996 р.). В. – це основне джерело природного газу первинного походження.

Походження слова: vitrum (лат.) – скло. Синоніми: мікровітрен (Кейді, 1942 р.), антраксилон (Тіссен, 1920 р.).

ВІТРОДЕТРИНІТ, -у, ч. * р. *vitrodetritum*, а. *vitrodetritite*, а. *Vitrodetritit* m – мацерап підгрупи *детровітриніту*, що залягає у вигляді невеликих вітринітових уламків різної форми, які стають помітними в оточенні невітринітового матеріалу. Термін введено в 1970 р. Міжнародним комітетом з петрології вугілля і органічної речовини (МКПВОР).

Максимальна крупність закруглених *гранул* складає менше 10 мкм, мінімальна крупність ниткоподібних фрагментів становить 10 мкм. Фрагментарний характер частинок В. є важливим критерієм в його розпізнаванні, чому сприяє травлення. *Флуоресценція* В. відповідає флуоресценції *мацералів теловітриніту*, якщо по контуру В. знаходиться *інертодетриніт*. У *осадових породах* флуоресценція може бути більш інтенсивною в тих випадках, коли породи багаті *альгінітом* (наприклад, *горючі сланці*). За хімічними властивостями В. схожий з *вітринітом*.

В. – результат інтенсивного подрібнення паренхімних і деревних волокон коріння, стебел і листя, що складаються з целюлози і лігніну. До перенесення і відкладення або після осадження В. зазнав *геліфікації*.

В. є складником мікролітотипів *вітринертиту*, *тримацериу* і рідко *дуриту*. Високий вміст В. у матовому смугастому *вугіллі*. У осадових породах *вітродетриніт* разом з *колотелінітом* є основним компонентом *керогену* типу III. Походження слова: *vitrum* (лат.) - *скло*, *detritus* (лат.) - *абразія*.

ВОДЕНЬ, -ю, ч. * р. *водород*, а. *hydrogen*, н. *Wasserstoff* m, *Hydrogen* n – хім. елемент. Символ H, ат.н. 1., ат.м. 1,0079. Відомо три *ізотопи* В.: протій, дейтерій, тритій. В. - безбарвний газ без запаху і смаку. В. - один з осн. компонентів всіх природних органічних сполук. В. реагує з неметалами, з металами утворюються гідриди. Суміш В. з *киснем* (гримучий газ) вибухає при підпалюванні. В. - відновник. Сировина для пром. отримання В. - *гази* нафтопереробки, *гази природні*, продукти *газифікації* вугілля і інш. Осн. способи отримання В.: реакція *вуглеводнів* з водяною *парою*, неповне *окиснення* вуглеводнів, конверсія окису *вуглецю*, *електроліз* води. Застосовують для синтезу *аміаку*, метилового спирту, в процесах *гідрогенізації*, при зварюванні і різанні металів тощо. В. - перспективне газоподібне паливо. Дейтерій і тритій знайшли застосування в атомній енергетиці.

ВОДНЕВИЙ ЗВ'ЯЗОК, -ого, -у, ч. * р. *водородная связь*, а. *hydrogen bond*, н. *H-Verbindung* f – тип *хімічного зв'язку*, спричинений частковим перенесенням електронної хмарки від *атома* дуже електронегативного *елемента* (F, O, Cl та інш.) однієї *молекули* до сильно поляризованого і рухливого *атома водню* іншої *молекули* тієї ж або різних сполук. В.з. буває внутрішньо-молекулярний та міжмолекулярний. Зумовлює багато важливих явищ: асоціацію *молекул* різних сполук (*води*, *спиртів* та ін.), зміцнення кристалічної *ґратки кристалів* тощо. Виявлений, зокрема, в міжфазній зоні вугілля-зв'язує при *брикетуванні*, *масляній грануляції*, *агломерації*.

ВОДНЕВИЙ ПОКАЗНИК, -ого, -а, ч. * рН, р. *водородный показатель*, рН; а. *pH-value*, н. *pH-Wert* m, *Wasserstoffexponent* m – характеризує *концентрацію* (активність) *йонів водню* в розчинах; чисельно дорівнює від'ємному десятичному логарифму концентрації йонів *водню* (в грам/йонах на 1 літр): $pH = -\lg [H^+]$ -йон/л, де $[H^+]$ - *концентрація* йонів *водню*. Поняття рН введено на поч. ХХ ст. для зручності розрахунків, пов'язаних з концентрацією йонів *водню*. рН водних *розчинів* змінюється від 0 до 14. *Розчини*, що мають рН менше 7 вважаються кислими, рН=7 - нейтральними, рН більше 7 - лужними. В.п. впливає на напрямки та швидкість протікання хім. реакцій та біохім. процесів. рН - важливий фактор у процесах *флотації*, *гідрометалургії*, *флокуляції*, *масляної агломерації* та ін.

ВОДОВУГІЛЬНЕ ПАЛИВО (ВВП), -ого, -а, с. * р. *водоугольное топливо* (ВУТ), а. *Coal-Water Slurry Fuel* (CWSF), н. *Wasserkohlebrennstoff* m – композиційне штучне рідке *паливо* на основі *вугілля* та *води*. ВВП - *висококонцентрована водовугільна суспензія* (ВВВС), яка має задані реологічні (*в'язкість*, *напряга зсуву*), седиментаційні (зберігання однорідності у статичних та динамічних умовах) і паливні (енергетичний потенціал, повнота вигорання органіки) характеристики та призначена для безпосереднього спалювання у топках котлоагрегатів. *Склад* ВВП адекватний *складу* ВВВС. *Концентрація* ВВП - 60-80 % *вугілля* подрібненого до рівня 0-(100-250) мкм. ВВП *зниженої концентрації* (45-50% мас.) використовується як додаткове *паливо* при сумісному спалюванні з пилоподібним *вугіллям*. Порівняно з сухим меленим (пилоподібним) *вугіллям*, застосування ВВП в теплоенергетиці дозволяє зменшити викиди у *атмосферу* на 20-35% оксидів *азоту*, *сірки* і *чадного газу*, а також забезпечує повноту вигорання органічної маси до 99%, що значно поліпшує екологічну ситуацію *довкілля*. В котлоагрегатах ВВП може замінювати *газ* і *мазут*.

Інтенсивні наукові дослідження по створенню ВВП почалися у 80-і рр. ХХ ст. в Японії, США, Італії, ФРН, Китаї, а з 1985 р. – у СРСР (інституті "ВНИИПИгидротрубопровод" - м.м. Москва, Донецьк, Новокузнецьк; Інституті колоїдної хімії та хімії води ім. А.В.Думанського НАН України – м.Київ; Інституті фізико-органічної хімії та вуглехімії НАН України – м.Донецьк; Донецькому політехнічному інституті, Інституті фізичної хімії АН СРСР та ін.). Вітчизняні науково-дослідницькі організації у співробітництві з фірмою «Снампрожетті» (Італія) розробили, збудували і запустили в експлуатацію в 1990 р. дослідно-промисловий магістральний *вуглепровід* Білово-Новосибірськ (Росія) довжиною 260 км з продуктивністю 3 млн. т. *вугілля* за рік на суху масу. Для здійснення цього

проекту науково-дослідними інститутами України було зроблено біля 50 винаходів. В останнє десятиліття ХХ ст. Японія і Китай нарощували потужності з виробництва та спалювання ВВП (щорічний рівень споживання ВВП цими країнами близько 1500 тис.т). В останні роки в Японії, Росії, США на основі збагаченого *вугілля* (зольністю менше 1 мас%) розроблені *технології* виробництва і раціональний *склад* ВВП, яке може бути ефективним *паливом* для дизельних двигунів залізничного і морського транспорту. У майбутньому ці розробки можуть мати велике стратегічне значення.

ВОЛОГА, -и, ж. * р. *влага*, а. *moisture*, н. *Feuchtigkeit* f, *Nässe* f – власне *вода*, що міститься в *речовині*, напр., *мінералі* в його природному стані і не відділяється від його частинки без прикладення зовнішніх зусиль. Розрізняють такі види В.: • адсорбційну - у вигляді *молекул* води, які утримуються на поверхні *мінералу* поверхневими силами і можуть бути видалені дією механічних сил або теплової енергії; • гідроксильну - у вигляді гідроксильних груп аніонів OH^- ; • молекулярну - у вигляді *води*, що утримується силами молекулярної взаємодії (як на зовнішній, так і на внутрішній поверхні); • конституційну - у вигляді *води*, що входить в кристалічну *ґратку мінералу* і потребує для свого видалення високих *температур*; • капілярну - у вигляді *води* капілярних *пор, тріщин* та ін. *порожнин* мінералу; • кристалізаційну, яка входить до складу *молекул* речовини. Така класифікація виникла історично і має свої вади, зокрема близькість понять “адсорбційна” та “молекулярна” В. Загальноприйнятою в нашій країні є класифікація видів В. в твердих матеріалах П.А.Рєбіндера, який розподіляє їх за *енергією* зв'язку з твердим тілом на: - хімічно зв'язану (гідроксильну та кристалізаційну); - фізико-хімічну (адсорбційну); - фізико-механічну (капілярну і вільну). Ця класифікація знайшла найбільше застосування в теорії термічної *сушки* матеріалів. Найбільш повна класифікація видів *вологи* стосовно умов механічного *зневоднення* матеріалів запропонована українськими вченими (2000 р). *Волога* поділяється на дві великі групи – внутрішню та зовнішню. Внутрішня – на хім. зв'язану, капілярну внутрішню, В. макропор. Капілярна внутрішня – на В. мікропор, мезопор (підгрупи адгезійної та міцно зв'язаної). В. макропор поділяється на капілярну, плівкову (підгрупи міцно зв'язаної та адгезійної), гравітаційну. Зовнішня *волога* поділяється на хім. зв'язану та гравітаційну (вільну), плівкову (міцно зв'язану та адгезійну) і капілярну зовнішню. Див. також *вода адсорбційна, вода гідроксильна, вода кристалізаційна, вода молекулярна, вода конституційна*. В.С.Білецький, П.В.Сергєєв.

ВОЛОГА ВУГІЛЛЯ - баластна *домішка*, наявність якої знижує теплотворну здатність *вугілля*. Для практичних цілей застосовують таку класифікацію видів В.в.: з о в н і ш н я - включає адсорбційну та капілярну, яка може видалятися механічними засобами та термічною *сушкою* – це частина загальної *вологи*, яка видалається при його висушуванні до повітряно-сухого стану; *волога* п о в і т р я н о - с у х о г о *вугілля* - г.ч. є адсорбційно-зв'язаною, що перебуває в гідродинамічній рівновазі з навколишнім середовищем (рівнозначний показник - гіроскопічна *волога*); з а г а л ь н а В.в. - сумарна величина зовнішньої та гіроскопічної В.в.; п і р о г е н е т и ч н а В.в. – та *волога*, яка не видалається з *вугілля* та його мінеральних *домішок* при *температурах* визначення загальної *вологи* та її складових, але видалається в процесах термічного розкладу *вугілля* (*коксування*, напівкоксування, прокалювання); г і д р а т н а - *волога* мінеральних *домішок вугілля*. Розрізняють також *вологу* аналітичної *проби* – *вміст* *вологи* в пробі з *крупністю* зерен менше 0,2 мм. Загальна

волога в розрахунку на робочий стан *вугілля* W_t^r - один з головних показників його якості. Масова частка її знижується з підвищенням ступеню *метаморфізму вугілля* від 60 % та більше в м'якому *вугіллі бурому*, до 40-17% у щільному *вугіллі бурому*, від 16 до 3-5% у кам'яному; в *антрацитах*

W_t^r коливається в межах 4-6%. У неокисненому кам'яному *вугіллі* та *антрацитах* значення

W_t^r близькі до величин максимальної *вологоємності* W_{max} , в окисненому кам'яному і бурому *вугіллі*

W_{max} та W_t^r можуть суттєво відрізнятися. В.С.Білецький, П.В.Сергєєв.

ВОЛОГИСТЬ АБСОЛЮТНА, -ості, -ої, ж. * р. *абсолютная влажность*; а. *absolute humidity* н. *absolute Feuchtigkeit* f – *вологість*, що визначається *густиною* водяної *пари* (відношення маси водяної *пари*, що міститься у *газі*, до об'єму цього *газу*).

ВОЛОГИСТЬ ГІРСЬКИХ ПОРІД, -ості, -..., ж. * р. *влажность*, а. *humidity of rocks, moisture content of rocks*; н. *Bergfeuchte* f, *Wassergehalt* m *der Gesteine* n pl – міра насиченості водою *пор, тріщин* та інш. *пустот* г.п. у природних умовах. Розрізняють вагову В.г.п. – відношення маси води, що міститься в зразку, до його маси після висушування; об'ємну В.г.п. - відношення об'єму *води* в зразку до об'єму зразка; приведену В. - відношення об'єму *води* в зразку *породи* до об'єму її скелета; відносну В.г.п. - відношення об'єму *води* в зразку до об'єму *пор* в ньому. В. в лабораторних умовах визначається ваговим методом (висушування *породи* при 105-110 °С і подальше її зважування), в масиві г.п. – методами, що базуються на кореляції різних фіз. властивостей *породи* (*теплопровідності, електропровідності* та ін.) з В.г.п. Найбільшу *здатність* насичуватися *вологою* мають *торф, буре вугілля, туф, глина, лес*. У залежності від мінерального і *гранулометричного*

складу порід, форми частинок та ін. співвідношення кількості різних видів води в породах може бути різним. Напр., піски містять в осн. гравітац. воду; глини, лес і суглинки - молекулярну і капілярну. У кварцових пісках вміст молекулярної води бл. 0,2%, в лесі 5%, в глинах 10-30%. В.г.п. - одна з найважливіших характеристик порід і к.к. Зволоження г.п. змінює практично всі їх фіз. властивості. Вологість к.к. регламентується держ. стандартами.

ВОЛОГІСТЬ ТВЕРДИХ ГОРЮЧИХ КОПАЛИН - міра насиченості горючих копалин водою, як правило відсотковий вміст загальної вологи у вугіллі (*антрациті тощо*). Визначається відношенням маси зовнішньої вологи та вологи повітряно-сухого вугілля до маси вихідної проби вугілля В.т.г.к. пов'язана як з генетичними факторами торфо- і вуглеутворення та умовами залягання вугілля в надрах, так і з засобами їх видобутку, зберігання і переробки. Вся волога, яка міститься в твердих горючих копалинах, які знаходяться у природних умовах, називається природною (W_{np}). Розрізняють загальну В. на суху масу (W_t^d) або загальну робочу В. (W_t^r) видобутого вугілля. При зберіганні вугілля у відкритих приміщеннях частина вологи втрачається за рахунок випаровування і має назву зовнішньої (W_{ex}), волога, яка залишається при цьому у вугіллі - гіроскопічна волога (W_h), або волога повітряно-сухого палива. Внутрішню або гіроскопічну вологу називають також адсорбційною, лабораторною або вологою аналітичної проби (W_a). Аналітичну називають пробую, відібрану та підготовлену до аналізу відповідно до вимог стандартів з розміром частинок менше 0,2 мм. Викопне вугілля, з якого видалена зовнішня волога, називають повітряно-сухим, якщо видалена і внутрішня волога - абсолютно сухим. В.т.г.к. залежить від генетичного типу і ступеня вуглефікації. Вологість аналітичної проби (W_a) становить: торфу - до 30-45%; бурого вугілля: гуміти - 5-25%, ліптовіоліти - 5-8%, сапропеліти - 4-8%; кам'яного вугілля Донбасу марок: Д - до 9%, Г - до 5%, Ж - до 3,5%, К - до 2,5%, ОС - до 1,5%, П - до 1,0%, А - до 4,0%, ліптовіоліти - 1,5-3,0%, сапропеліти - до 2,5%, горючі сланці - 4,5%. В одному і тому ж вугіллі найбільшу вологість має вітриніт, найменшу - фюзиніт (інертиніт). Вологість вугілля впливає на його технологічні та фіз.-хім. властивості - окиснення, самозаймання, спучування, хід процесу коксування тощо. Методи визначення В.т.г.к. стандартизовані і в основному пов'язані з процесом сушки. Розрізняють звичайні і пришвидшені методи визначення В.т.г.к. Крім того, розроблені способи визначення масової частки вологи методом дистиляції, на основі контролю електропровідності вугілля у високочастотному електричному полі. Останні використовуються для автоматичного контролю вологості вугілля в його потоці (на конвеєрі). Див. вологомір. В.І.Саранчук.

ВОЛЮМОМЕТРИЯ, ВОЛЮМЕТРИЯ, -її, ж. * р. *волюметрия*, а. *volumetry*, н. *Volumetrie* f – методи хімічного аналізу, що ґрунтуються на вимірюванні об'ємів витраченого реактиву чи виділеного або поглинутого газу. Під В. розуміють методи об'ємного аналізу.

ВОЛЬТ, -а, ч. * р. *вольт*, а. *volt*, н. *Volt* n – одиниця різниці електричних потенціалів, напруги та електрорушійної сили в Міжнародній системі одиниць. 1 В - електрична напруга, що спричиняє протікання постійного струму в 1 А при потужності 1 ват. Від прізвища італійського фізика А. Вольти.

ВСМОКТУВАННЯ, -..., с. * р. *впитывание*; а. *imbibition, absorption, seepage*; н. *Aufsaugen* n, *Aufsaugung* f – захоплення рідини гелем або пористою речовиною, що може супроводжуватися або й не супроводжуватися набряканням.

ВУГІЛЛЯ, -..., с. * р. *уголь*, а. *coal*, н. *Kohle* f – тверда горюча копалина органічного походження. Колір від бурого до чорного. Густина 0,92-1,70. Тв. 1-3. Розрізняють вугілля буре та вугілля кам'яне, а також вугілля коксівне, вугілля енергетичне, вугілля солоне, антрацит. Синонім - вугілля викопне.

ВУГІЛЛЯ БУРЕ, -..., -ого, с. * р. *уголь бурый*, а. *brown coal*, н. *Braunkohle* f – тверда горюча корисна копалина, нижчий член вуглефікаційного ряду вугілля викопного, гіпотетично – перехідна форма від торфу до вугілля кам'яного. Колір від світло-бурого до чорного. Теплоота згоряння горючої маси 24...31 Мдж/кг. Має малу твердість, значну гіроскопічність. За речовинним складом належить до гуматів. Сапропеліти і перехідні гумусово-сапропелеві відміни мають підлегле значення і зустрічаються у вигляді прошарків у пластах, складених гумітами. Більшість різновидів В.б. складається з мікрокомпонентів групи вітриніту (80-98%) і тільки в юрському В.б. Сер. Азії переважають мікрокомпоненти групи фюзиніту (45-82%); для нижньокарбонового В.б. характерний високий вміст лейптиніту. Розрізняють: м'яке В.б. (іноді називають лігнітом) з вмістом вуглецю в органічній речовині 63-71% і вологістю 40-60% та щільне В.б. з вмістом вологи 17-40%. За деякими класифікаціями В.б. поділяють в залежності від стадії метаморфізму (вуглефікації) на три категорії: O_1 , O_2 і O_3 і класи 01, 02, 03. Основою такого розподілу прийнята відбивна здатність вітриніту в маслі R^0 ; величина її, що нормується для стадії O_1 , - менша за 0,30; O_2 - 0,30-0,39; O_3 - 0,40-0,49. Пром. класифікаціями В.б. за вологістю робочого палива (W^r) поділяється на три технол. групи: B_1 , B_2 , B_3 з $W^r(\%)$ відповідно: 40-58; 30-40; 19-30. В.б. України за виходом первинної смоли напівкоксування поділяють на чотири групи (T_{sk}^{daf} понад 25%; 20-25%; 15-20%; 15% і менше), а за питомою теплоотою згоряння - на чотири підгрупи (Q_s^{daf} понад 31,5; 31-31,5; 29-31 і менше 26 МДж/кг). За міжнар. класифікацією, прийнятою Європ. економіч. комісією (1957), В.б. поділяють на шість класів за вологістю (до 20; 20-30; 30-40; 40-50; 50-60; 70), і п'ять груп за виходом смол напівкоксування. За класифікацією США В.б. відповідає суббітумінозне вугілля В і С, лігніти А і В.

З підвищенням ступеня метаморфізму у В.б. підвищуються вміст *вуглецю*, питома *теплота згоряння*, знижується вміст *кисню*. Для В.б. характерний підвищений вміст *фенольних*, карбоксильних і гідроксильних груп, наявність вільних *гумінових кислот*, вміст яких знижується з підвищенням ступеня метаморфізму від 64 до 2-3% і смол від 25 до 5%. Найбільші *басейни* і род. характерні для мезозойсько-кайнозойських відкладів. Виняток складає В.б. *Сх.-Європейської платформи* (Підмосковний бас.). У Європі *поклади* В.б. пов'язані майже виключно з *відкладами* неоген-палеогенової доби, в Азії - перев. *юрської*, меншою мірою *крейдової* і палеоген-неогенової, на інших *континентах* - *крейдової* і палеоген-неогенової доби. В Україні осн. запаси В.б. приурочені до палеогенових *відкладів*. Значна частина В.б. залягає на невеликих глибинах у *вугільних пластах* (*покладах*) потужністю 10-60 м, що дозволяє відпрацьовувати їх відкритим способом. В окремих родов. потужність *покладів* 100-200 м. Загальні світові ресурси В.б. оцінюються (до глиб. 600 м) в 4,9 трлн. т (1981). Світові запаси В.б. підраховані в кількості 1,3 трлн. т. Осн. запаси зосереджені в Росії, США, Україні, ФРН, Польщі, Чехії, Австралії. В Україні *поклади* бурого *вугілля* зосереджені в *Дніпровському буровугільному басейні*, на Закарпатті, Передкарпатті, Придністров'ї. В структурі балансових запасів *вугілля* України Б.в. складає 6,6%. Світовий видобуток В.б. - 950 млн.т на рік. Осн. вугледобувні країни: ФРН (258 млн.т), Чехія (95), США (45), Польща (37), Австралія (33). В.б. використовують переважно для спалення на ТЕС як побутове *паливо*, в менших масштабах - для *брикетування*, *газифікації*, виробництва *вуглелужних реагентів* та *монтан-воску*. У Німеччині В.б. використовується для одержання металург. коксу (коксобрикетів). Перспективне *скраплення* В.б., його комплексна переробка.

ВУГІЛЛЯ ВИКОПНЕ, -..., -ого, с. * р. *уголь ископаемый*, а. *fossil coal (mineral)*, н. *fossile Kohle* f – тверда горюча копалина органічного походження. Утворилося переважно з рослинних решток. *Колір* – від бурого до чорного. *Густина* 0,92...1,7, *твердість* 1...3. Виділяють *гумоліти* (*вугілля кам'яне*, *вугілля буре* та *антрацити*), *сапропеліти* й *сапрогумоліти*. В.в. - один з найбільш поширених видів к.к., вони виявлені на всіх *континентах* земної кулі. Відомо бл. 3000 *вугільних родовищ* і *басейнів*. Існують різні оцінки загальних світових запасів В.в. - від 3,7 до 16 і більше трлн.т (1990). В.в. складає бл. 87,5% *випального палива* Землі. Розвідані запаси *вугілля* Світовим енергетичним конгресом 1998 р. в млрд.т.у.п. були оцінені так: світові – 799,8; Європа – 72,6; Україна – 34,0. У світовому паливно-енергетичному балансі В.в. складає бл.25%.

В.в. - переважно чорна, блискуча, тьмяно-блискуча, матова *речовина*, що характеризується різними відтінками *кольору* і *блиску*, різною *текстурою* (землистою, шаруватою, мономітною) та *структурою* (смугастою, штриховою, однорідною та ін.) та поверхнею *зламу* (зернистою, гладенькою, напівраковинною та ін.), різною *тріщинністю* з плитчастою, кутасто-грудкуватою та ін. *відмінами*; поодинокими включеннями *вуглефікованих фрагментів* різних частин рослин; прошарками *осадових порід* та мінеральних включень. У *складі* В.в. виділяють *фітерали* (залишки рослинного матеріалу) та *мацерали* (вуглеутворюючі компоненти). Осн. компоненти В.в.: органіч. *речовина*, мінеральні *домішки* і *волога*. Маса органіч. *речовини* становить 50-97% від загальної маси сухого *вугілля*. Хімічний *склад* органічної частини В.в. включає С, Н, О, S, N та ін. *хім. елементи*. Переважає *вуглець*, на частку якого припадає 60-98% маси вуг. речовини. Мінеральні *домішки* розсіяні в органіч. масі у вигляді *кристалів*, *конкрецій*, тонких *прошарків* і *лінз*. Найбільш поширені глинисті *мінерали*; *вміст* їх в середньому становить 60-80% від загальної маси неорганіч. матеріалу. Підлегле значення мають *карбонати*, *сульфіди заліза* і *кварц*. У незначн. кількостях містяться *сульфіди* кольорових і *рідкісних металів*, *фосфати*, *сульфати*, *солі лужних металів*. Відносний *вміст* мінеральних *домішок* в сухій речовині *вугілля* коливається в широких межах (*зольність* 50-60%). *Волога* В.в. в осн. сорбційна, капілярна та порова, частково *волога* входить до *складу* органіч. маси або міститься в кристалізаційних ґратках *мінералів* (пірогенетична *волога*). Масова частка сумарної *вологи* коливається від 60% в м'яких пухких до 16% в щільному бурому *вугіллі*, знижуючись до 6-10% в кам. *вугіллі* і *антрацитах*. Мінімум *вологості* (до 4%) має середньометаморфізоване кам. *вугілля*. Величина цього показника - один з осн. параметрів класифікації бурого *вугілля*. Вища *теплота згоряння* сухого беззольного *вугілля* коливається в межах (МДж/кг): для бурих 25,5-32,6, для кам'яних 30,5-36,2 і для *антрацитів* 35,6 33,9. Нижча *теплота згоряння* в перерахунку на робоче паливо (МДж/кг): 6,1-18,8 для бурого *вугілля*, 22,0-22,5 для кам. *вугілля* і 20-26 для *антрацитів*.

Промислові *класифікації* В.в. відображають практику їх використання, що склалася. В Україні основа традиційної пром. класифікації В.в. - їх марочна приналежність. *Марка* вугілля - умовна назва різновидів *вугілля*, близьких за генетич. ознаками і осн. енергетич. і технол. властивостями. Все буре *вугілля* належить до однієї *марки* Б, а *антрацити* - до *марки* А. В середині *марок* виділяють технол. групи В.в. Буре *вугілля* за *вмістом* робочої *вологи* поділяється на 3 технол. групи: 1Б (W понад 40%), 2Б (31-40%), 3Б (W менше 30%), *вугілля* Дніпровського бас. технол. групи 1Б додатково поділяють на 4 групи за виходом *смол* і кожна з них на 4 підгрупи за величиною вищої *теплоти згоряння* (по бомбі). За *класифікацією*, введеною у 1990 р (ГОСТ 25543-88), передбачено таке віднесення *вугілля*: до бурого при сер. показнику відбивання *вітриніту* R_0 менше 0,60% і вищій *теплоті згоряння* в перерахунку на вологий беззольний стан (Q_{af}^{af}) менше 24 МДж/кг; до кам.

вугілля - при сер. величині R_o 0,40-2,59%, Q_s^{daf} 24 МДж/кг і більше і виході *летких речовин* в перерахунку на сухий беззолний стан (V^{daf}) 8% і більше; до *антрацитів* - при серед. величині R_o від 2,20% і більше і V^{daf} менше за 8%. Передбачене визначення наступних генетич. параметрів вугілля: міри їх *метаморфізму* (встановлюється за R_o), особливості петрографіч. *складу* - мінім. сумарний *вміст* фюзенованих опіснюючих компонентів - ОК, %; макс. вологоємність на беззолний стан W_{max}^{af} %, для бурого вугілля, вихід *летких речовин* V^{daf} %, для кам'яного вугілля, і V_v^{daf} , см³/г, для *антрацитів*; вихід *смола* напівкоксування T_{sk}^{daf} для бурого вугілля, спікливість за товщиною пластич. шару u , мм, і *індексу Рога* R_I для кам'яного вугілля, *анізотропія* відображення *вириніту* A_R , % для *антрацитів*. За перерахованими показниками виділено 50 класів вугілля з R_o від 0,20 до 5,0% і більше, 8 категорій з ОК від ≈ 10 до $\approx 69\%$, 6 типів бурого вугілля з W_{max}^{af} від ≈ 20 до 70%, 11 - кам'яного з V^{daf} від ≈ 48 до 8% і 4 - *антрацитів* з V_v^{daf} від ≈ 200 до ≈ 100 см³/г, 4 підтипи бурого вугілля з T_{sk}^{daf} від ≈ 20 до $\approx 10\%$, 23 - кам'яного за показниками спікливості і 6 - *антрацитів* за показниками анізотропії відбиття *вириніту*. За сукупністю генетичних параметрів вугілля кодується семизначним кодовим числом. Відповідно до генетич. параметрів визначаються технол. *марка*, група і підгрупа вугілля. Всього виділено 17 марок, з них по одній для бурого (Б) вугілля і *антрацитів* (А) і 15 для кам'яного вугілля: довгополуменеве (Д), довгополуменеве газове (ДГ), газове (Г), газове жирне опіснене (ГЖО), газове жирне (ГЖ), жирне (Ж), коксове жирне (КЖ), коксівне (К), коксове опіснене (КО), коксове слабкоспікливе низькометаморфізоване (КСН), коксове слабкоспікливе (КС), опіснене спікливе (ОС), пісне спікливе (ПС), слабкоспікливе (СС) і пісне (П). Інші варіанти цієї *класифікації* виділяють 16-18 марок вугілля кам'яного. В подальшому така *класифікація* була вдосконалена.

За Стандартом України "Вугілля буре, кам'яне та антрацит" (ДСТУ 3472-96) в залежності від значень середнього показника відбивання *вириніту* R_o , виходу *летких речовин* V^{daf} , *теплоти згоряння* на сухий беззолний Q_s^{daf} або вологий беззолний Q_s^{af} стан та *спікливості*, яка оцінюється товщиною пластичного шару "Y" і *індексом Рога* R_I вугілля України поділяється на *марки* у відповідності з таблицею:

Марка вугілля	Позначення	R_o , %	V^{daf} , %	"Y", мм	R_I	Q_s^{daf} , МДж/кг
Буре	Б	<0,40	50-70	-	-	<24,0*
Довгополуменеве	Д	0,40-0,60	35-50	<6	-	-
Довгополуменеве газове	ДГ	0,50-0,80	35-48	6-9	-	-
Газове	Г	0,50-1,00	33-46	10-16**	-	-
Жирне	Ж	0,85-1,20	28-36	17-38	-	-
Коксівне	К	1,21-1,60	18-28	13-28	-	-
Піснувате спікливе	ПС	1,30-1,90	14-22	6-12	13-50	-
Пісне	П	1,60-2,59	8-18***	<6	<13	35,2-36,5
Антрацит	А	2,60-5,60	<8	-	-	<35,2

* Q_s^{af} , ** при значенні показника R_o , <0,83% та $Y = 16$ мм вугілля належить до марки Г; *** $V^{daf} < 8\%$ та $Q_s^{daf} < 35,2$ МДж/кг вугілля належить до марки П.

У зарубіжних класифікаціях В.в. прийнятий підрозділ їх на бурі, кам'яні і *антрацити* з додатковим виділенням *лігнітів* або ототожненням останніх з бурим вугіллям. Більш дрібні підрозділи в цих класифікаціях ґрунтуються на ступені їх *вуглефікації* і зумовлених нею таких найважливіших показниках пром. властивостей, як питома теплота згоряння і спікливість. У класифікації Грюнера, поширеній в зарубіжних європ. країнах, прийняті такі осн. параметри: елементний склад, вихід і властивості нелеткого залишку. У США В.в. поділене на 4 класи: *лігніти*, суббітумінозне і бітумінозне вугілля, *антрацити*. У кожному класі виділені групи для *лігнітів* і неспікливого (суббітумінозного) вугілля за величиною вищої пит. теплоти згоряння беззолного вугілля, а для вугілля, що спікається (бітумінозного) і *антрацитів*, - за *вмістом* зв'язаного вуглецю і виходом *летких речовин*. Див. також *класифікація вугілля*.

Осн. напрями сучасного використання В.в., крім енергетики, - одержання металург. *коксу*, хім. сировини (більше 300 найменувань речовин), *газифікація* і інш. Перспективні напрями переробки В.в. - *гідрогенізація* і *піроліз* вугілля з метою отримання рідкого і газоподібного *палива*, а також продуктів для органіч. синтезу, нових видів пластмас, вилучення *сірки*.

Найбільші загальні ресурси В.в. знаходяться в США, КНР, РФ, Австралії, Канаді, ФРН, ПАР, Великобританії, Польщі, Індії. В Україні поклади вугілля викопного зосереджені в *Донецькому, Львівсько-Волинському та Дніпровському басейнах*. За геологічними запасами В.в. Україна посідає перше місце в Європі. Розвідані запаси В.в. в Україні складають 34,0 млрд. т. у.п. або бл. 50 млрд. т (1998). Прогнозні запаси - бл. 120 млрд. т. В структурі балансових запасів представлені всі *марки* від вугілля бурого до високометаморфізованих *антрацитів*. Питома вага *марок* вугілля складає (%): буре (Б) - 6,6; довгополуменеве (Д) - 22,4; газове (Г) - 36,1; газове-жирне (ГЖ) - 4,1%; жирне (Ж) - 4,7%; коксівне (К) - 3,1%; піснувате спікливе (ПС) - 3,3%; пісне (П) - 8,4; антрацити (А) - 11,3%.

За прогнозними оцінками світова потреба вугілля у 2010 р. складе 4293 млн. т., при цьому на країни ЄС припаде 2057 млн. т., Зах. Європу 406, Сх. Європу 610, Півн. Америку 1040. Видобуток

вугілля відповідно досягне 4300, 2013, 122, 607, 1285, імпорт 630, 352, 290, 36, 19, експорт 637, 308, 5, 33, 270 відповідно. Імпорт в Зах. Європу виростає з 150 до 290 млн.т. На виробництво енергії в країнах ЄС витрачається 60% вугілля, у світі – 45%. Найбільшими вугледобувними країнами в цей період будуть: Австралія, Індія, Китай, Польща, ПАР, Росія, США, Україна. Вони будуть давати бл. 85% кам'яного вугілля. Частка ЄС зменшиться з 52% (1990) до 46% (2010).

ВУГІЛЛЯ КАМ'ЯНЕ, -..., -ого, с. * **р.** уголь каменный, **а.** black, bituminous, mineral coal; **н.** Steinkohle f – тверда горюча корисна копалина рослинного походження, різновид вугілля викопного, проміжний між бурим вугіллям і антрацитом. Щільна порода чорного, іноді сіро-чорного кольору. Блиск смоляний або металічний. В органіч. речовині В.к. міститься 75-92% вуглецю, 2,5-5,7% водню, 1,5-15% кисню. Містить 2-48 % летких речовин. Вологість 1-12 %. Вища теплота згоряння в перерахунку на сухий беззолний стан 30,5-36,8 МДж/кг. В.к. належить до *гумолітів*; *сапропеліти* і гумітосапропеліти присутні у вигляді ліній та невеликих *прошарків*.

Утворення В.к. характерне майже для всіх геол. систем - від *девону* до *неогену* (включно); вони активно утворювалися в *карбоні*, *пермі*, *юрі*. Залягає В.к. у формі пластів і лінійовидних *покладів* різної потужності (від десятків см до дек. десятків і сотень м) на різних глибинах (від виходів на поверхню до 2500 м і глибше). В.к. утворилося з продуктів розкладу органіч. залишків рослин, що зазнали зміни (*метаморфізм*) в умовах високого тиску навколишніх порід *земної кори* і порівняно високої т-ри. В.к. характеризується нейтральним складом органіч. маси. Воно не реагує зі слабкими *лугами* ні в звичайних умовах, ні під *тиском*. *Бітуми* В.к., на відміну від вугілля *бурого*, представлені перев. сполуками ароматич. структури. У В.к. не виявлені *жирні кислоти* і естери, мало сполук зі структурою *парафінів*. В.к. розділяють на блискуче, напівблискуче, напівматове, матове. У залежності від переважання тих або інших петрографіч. компонентів виділяють вітренове, кларенове, дюрено-кларенове, кларено-дюренове, дюренове і фюзенове В.к. Пласти вугілля можуть бути складені одним з вказаних *літотипів*, частіше їх чергуванням. Як правило, блискучі відміни вугілля малозольні внаслідок незначного вмісту *мінеральних домішок*.

Серед структур органічної речовини вугілля виділене в 4 типи (телінітова, посттелінітова, преколінітова і колінітова), які є послідовними стадіями єдиного процесу розкладання лігніно-целюлозних тканин. До генетич. груп В.к., крім цих 4 типів, додатково включено лейптинітове вугілля. Кожна з 5 генетичних груп за типом *речовини* мікрокомпонентів вугілля поділена на відповідні класи.

При зануренні вугленосної товщі на глибину в умовах підвищення тиску і т-ри відбувається послідовне перетворення органіч. маси, зміна її хім. складу, фіз. властивостей і молекулярної будови. Всі ці перетворення позначаються терміном "регіональний метаморфізм вугілля". На кінцевій (вищій) стадії *метаморфізму* В.к. перетворюється в *антрацит* з яскраво вираженою кристаліч. структурою *графіту*. Крім регіонального *метаморфізму*, іноді (рідше) мають місце перетворення від впливом тепла вивержених порід, що знаходяться поряд з вугленосними товщами (перекривають або підстилають їх) - термальний *метаморфізм*, а також безпосередньо у вугільних *пластах* - контактний *метаморфізм*. Зростання міри *метаморфізму* в органіч. *речовині* В.к. прослідковується послідовним збільшенням віднозн. вмісту *вуглецю* і зменшенням вмісту *кисню* і *водню*. Послідовно знижується вихід *летких речовин* (від 50 до 8% в перерахунку на сухий беззолний стан); змінюються також *теплота згоряння*, здатність спікатися і фіз. властивості вугілля. Зокрема лінійно змінюються блиск, відбивна здатність *вітриніту*, насипна маса вугілля та інш. властивості. Інші важливі фіз. властивості (*пористість*, *густина*, *щільність*, *спікливість*, *теплота згоряння*, пружні властивості та ін.) змінюються або виразно за яскраво вираженим параболіч. законом або за змішаним.

Як оптичний критерій стадії *метаморфізму* вугілля використовується показник відбивної здатності *вітриніту*; він застосовується також і в нафт. *геології* для встановлення стадії катагенного перетворення осадової товщі, що вміщає органічну *речовину*. Відбивна здатність *вітриніту* в масляній *імерсії* (R^0) послідовно зростає від 0,5-0,65% для вугілля марки Д до 2-2,5% для вугілля марки Т. *Щільність* та *густина* В.к. залежать від петрографіч. складу, кількості і характеру мінеральних домішок та міри *метаморфізму*. Найбільшою *густиною* (1300 -1500 кг/м^3) характеризуються компоненти групи *фюзиніту*, найменшою (1280-1300 кг/м^3) - групи *вітриніту*. Зміна *густини* з підвищенням міри *метаморфізму* відбувається за параболіч. законом з *інверсією* в зоні переходу до групи жирних; в малозольних відмінах вона знижується від вугілля марки Д до марки Ж в середньому від 1370 до 1280 кг/м^3 і потім послідовно зростає для вугілля марки Т до 1340 кг/м^3 . Загальна пористість вугілля змінюється також за екстремальним законом; для донецького вугілля марки Д вона становить 22-14%, вугілля марки К 4-8% і збільшується (мабуть, внаслідок розпушення) до 10-15% для вугілля марки Т. Пори у вугіллі розділяють на макропори (сер. діаметр 500×10^{-10} м та мікропори $(5-15) \times 10^{-10}$ м. Проміжок займають мезопори. Макропористість зменшується зі збільшенням стадії *метаморфізму*, а мікропор - навпаки. Ендогенна (розвинена в процесі утворення вугілля) тріщинність, що оцінюється к-стю тріщин на кожні 5 см блискучого вугілля, контролюється стадією *метаморфізму* вугілля: вона зростає до 12 тріщин при переході бурого

вугілля в довгополуменеве, має максимум в 35-60 для коксівного *вугілля* і послідовно меншає до 12-15 *тріщин* при переході до *антрацитів*. Такій же закономірності підлеглі зміни пружних властивостей *вугілля* - модуля Юнга, коеф. Пуассона, модуля зсуву (зрізу), швидкості ультразвуку. Механічна *міцність* В.к. характеризується їх дробимістю, *крихкістю* та *твердістю*, тимчасовим спротивом стисненню. Вугільна *речовина* є неферомагнітною (діамагнітною), *мінеральні домішки* характеризуються парамагнітними властивостями. Магнітна сприйнятність *вугілля* зростає зі збільшенням їх стадії *метаморфізму*. За своїми тепловими властивостями В.к. наближається до теплоізоляторів.

Гол. технол. властивості В.к., що визначають його цінність: спікливість і коксівна здатність. Стандартний показник *спікливості* - індекс Рога (RI) і товщина пластич. шару в *апараті* Л.М.Сапожникова.

Існує багато видів *класифікації В.к.*: за речовинним складом, петрографічним складом, генетичні, хіміко-технологічні, промислові та змішані. Генетичні *класифікації* характеризують умови накопичення *вугілля*, речовинні і петрографічні - його речовинний та петрографічний *склад*, хіміко-технологічні - *хімічний склад* вугілля, процеси формування та промислової переробки, промислові - технологічне групування видів *вугілля* в залежності від вимог промисловості. *Класифікації вугілля в пластах* використовуються для характеристики *вугільних родовищ*. За основу пром. *класифікації* В.к. в окремих країнах приймаються різні параметри властивостей і складу *вугілля*: в США В.к. класифікують за теплою згоряння, *вмістом* зв'язаного *вуглецю* і відносним вмістом *летких речовин*, в Японії - за *теплотою згоряння*, т. зв. паливним коеф. і міцністю *коксу* або нездатністю до *коксування*. У СРСР до 1954 як осн. пром. *класифікація* діяла розроблена в 1930 р. В.С.Кримом т.зв. Донецька *класифікація*. Вона називається іноді "марочною", одночасно є і генетичною, оскільки покладені в її основу зміни властивостей *вугілля* віддзеркалюють їх зв'язок з генетич. розвитком органіч. речовини *вугілля*. В Україні використовувалася стандартизована *класифікація вугілля*. За середнім виходом *летких речовин* (V^{daf}) і характеристикою нелеткого залишку з урахуванням спікливості і величини *теплоти згоряння* В.к. поділяли на 10 основних *марок*: довгополуменеве (Д), газове (Г), газожирне (ГЖ), жирне (Ж), коксове жирне (КЖ), коксівне (К), коксове друге (К₂), слабкоспікливе (СС), опіснене спікливе (ОС) і пісне (П). Від *марки* Д до *марки* П вміст *вуглецю* послідовно збільшується від 76 до 92%, а вихід *летких речовин* зменшується з 42 до 7-12%. У кожній з *марок*, крім Д і Г, за технол. властивостями виділяють декілька технол. груп. Для Донбасу виділяють такі *марки вугілля*: Д, Г, ГЖ, Ж, К, ОС, П; для *Львівсько-Волинського басейну*: Д, Г, ГЖ, Ж. *Класифікація вугілля* весь час удосконалюється. Однією з перспективних вважається геолого-промислова *класифікація*, концепція якої запропонована в останні роки ХХ ст. українськими вченими (С.Д. Пожидаєв та ін.). Останній варіант *класифікації* вугілля унормовано За Стандартом України "Вугілля буре, кам'яне та антрацит" (ДСТУ 3472-96) – див. *вугілля викопне*.

Найбільші розвідані запаси В.к. в Україні зосереджені в *Донецькому кам'яновугільному басейні* та у *Львівсько-Волинському вугільному басейні*. За кордоном - в Карагандинському, Південно-Якутському, Мінусинському, Бурейнському, Тунгуському, Ленському, Таймирському, Аппалачському, Пенсильванському, Нижньорейнсько-Вестфальському (Рурському), Верхньосілезькому, Остравсько-Карвінському, Шаньсі, Півд.-Уельському басейнах.

В.к. використовується як технологічна, енерго-технологічна і енергетична сировина, при виробництві *коксу* і *напівкоксу* з отриманням великої к-сті хім. продуктів (*нафталін*, *феноли*, *пек* тощо), на основі яких одержують добрива, пластмаси, синтетичні волокна, лаки, фарби і т.і. Один з найбільш перспективних напрямів використання В.к. – *скраплення* (зрідження) - *гідрогенізація* вугілля з отриманням рідкого *палива*. При переробці В.к. отримують також активне *вугілля*, штучний *графіт* і т.д.; в пром. масштабах вилучається *ванадій*, *германій* і *сірка*; розроблені методи отримання *галію*, *молібдену*, *цинку*, *свинцю*. Існують різні схеми неенергетичного використання В.к. на основі термо-хім., хім. та ін. переробки з метою їх повного комплексного використання і забезпечення охорони *довкілля*. Для задоволення потреб економіки Україна щорічно використовує бл.100 млн.т *вугілля*, з яких майже 80 млн.т видобувається вітчизняними підприємствами.

ВУГІЛЛЯ КОКСІВНЕ, -..., -ого, с. * р. *уголь коксующийся*, а. *coking coals*, н. *Kokskohle* f – *вугілля кам'яне* сер. стадій *вуглефікації*, з якого в умовах пром. *коксування* в сумішах (*шихтах*) з інш. *вугіллям* або без змішування отримують *кокс*. В.к., на відміну від інш. кам. *вугілля*, при нагріванні вище за 300 °С без доступу повітря переходить в пластичний стан і спікається при одночасному виділенні *летких речовин*. При підвищенні т-ри до 500-550 °С маса твердне, утворюючи спечений твердий залишок - *напівкокс*, який далі втрачає *кисень*, *водень*, *сірку* і зазнає структурно-молекулярної перебудови, переходить в твердий вуглецевий продукт - *кокс*. В.к. характеризується в незбагаченому вигляді або в концентратах *зольністю* меншою 10% і *вмістом* S менше 3,5%, *вихід летких речовин* (V^{daf}) 15-37%. За здатністю до коксування В.к. поділяють на 5 категорій - коксове, жирне, опіснене коксове, газове і слабкоспікливе. В Україні віднесення *вугілля* до цієї групи передусім базується на його придатності для виробництва кондиційного доменного *коксу*. До В.к. відносять *вугілля* марок Г, ГЖ, Ж, КЖ, К, К₂, ОС і СС з поділом на технол. групи за спікливістю. В.к.

відоме у вугленосних формаціях від карбону до палеогена включно, однак понад 90% його запасів сконцентровано в басейнах і родов. карбону і пермі. Значні запаси В.к. знаходяться в Донецькому бас. (Україна), Печорському, Кізельовському, Кузнецькому, Півд.-Якутському, Тунгуському бас. (РФ), Аппалачському, Західному, Юнта, Грін-Рівер (США), Нортамберлендському, Півд.-Уельському, Ланкаширському і Йоркширському бас. (Великобританія), Нижньорейнсько-Вестфальському, або Рурському, Нижньовестфальському (ФРН), Верхньо- і Нижньосілезькому, Люблінському (Польща), Льежському (Бельгія), Бокаро, Ранігандж, Джхарія (Індія), Альберта (Канада), Боуен, Новий Півд. Уельс (Австралія), Шаньсі, Датун (Китай), а також в Монголії, Чехії та ін.

ВУГІЛЛЯ РЯДОВЕ, -..., -ого, с. – Див. *рядове вугілля*.

ВУГІЛЛЯ СОЛОНЕ (ВС), -..., -ого, с. * р. *солёный уголь*, а. *salty coal*, н. *saline Kohle f, Salzkohle f* – це вугілля викопне, здебільшого низького ступеня метаморфізму, з високим вмістом сполук (солей) лужних металів, насамперед, натрію. Звичайне вугілля має вміст оксиду натрію (Na_2O) у золі менше 1-2%, тоді як солоне - від декількох до десяти і більше відсотків. Більшість дослідників як критерій "солоності" вугілля використовують вміст оксиду натрію у вугіллі або його золі. У США солоними вважають вугілля із вмістом Na_2O понад 0,5% на суху масу або понад 4% в золі, в ФРН до солоних відносять вугілля з вмістом Na_2O в золі понад 2%. У СРСР деякі дослідники за критерій солоності приймали вміст оксиду натрію 2% в золі або 0,3% на суху масу вугілля. У той же час всесоюзний теплотехнічний інститут (ВТИ, 90-і роки ХХ ст.) прийняв як пороговий вміст Na_2O у вугіллі 0,4%. Інститутом геологічних наук НАН України вирішено вважати солоним вугілля, що містить 5,5% оксидів натрію в золі. У Англії і Австралії прийнято два критерії виділення солоного вугілля - за вмістом оксиду натрію (порогові значення: 4,5% у золі і 1% у сухому вугіллі) і вмісту хлору на суху масу вугілля - 0,5% хлору вважається гранично допустимим. Сучасна методика віднесення вугілля до солоних за вмістом в них (або їх золі) оксиду натрію на думку українських вчених недосконала. При підвищеному вмісті у вугіллі сполук натрію з високою температурою плавлення (силікатний натрій) негативних явищ, пов'язаних зі шлакуванням при їх спаленні, не відбувається. Вони мають місце тільки при наявності легкоплавких сполук Na - хлориду, сульфату або гуматів натрію. Виходячи з цих уявлень в Інституті фізико-органічної хімії і вуглехімії НАН України запропонований більш досконалий спосіб віднесення вугілля до солоного, за яким враховують тільки легкоплавкі сполуки натрію. Внаслідок високого вмісту легкокиплячих солей лужних металів при спалюванні такого вугілля виникають труднощі через шлакування поверхонь нагріву, корозію обладнання, а також забруднення доквілля виками хлорвмісних речовин та токсичних сполук мікроелементів. За сучасними геологічними даними вугілля такого типу розповсюджене в різних куточках світу: у Європі (Німеччина, Чехія, Польща, Велика Британія, Росія, Україна), Америці (США), Азії (Казахстан, Росія), Австралії. В Україні відомі значні поклади (понад 10 млрд. т) солоного вугілля: Новомосковське (Дніпропетровська область) та Богданівське (Луганська область) родовища. Перше з названих містить солоне вугілля з дуже високим вмістом солей (Na_2O у золі 4-16%). Питання про джерело та час "засолонення" складають і досі предмет дискусій. Найбільш розповсюджене є точка зору про епігенетичне (тобто після формування покладів палива) походження солоності - завдяки багатократній дії морської води. Однак ця гіпотеза не є загальноприйнятною. Застосування сучасних методів дослідження (рентгенофазовий аналіз, озолення у низькотемпературній плазмі, скануюча електронна мікроскопія, спектральні аналізи) протягом останніх десяти років допомогло встановити більш детально не тільки особливості складу природних мінералів солоного вугілля Новомосковського родовища, а й структурну організацію їх органічної маси. За сучасними уявленнями органічна маса солоного вугілля (ОМВ) представлена як природна сполука включення, де частинками - "господарями" є макромолекулярні впорядковані структурні одиниці з функціональними групами і хелатоуворюючими фрагментами, а частинками-"гостями" є гідратовані йони натрію, хлору та заліза. При цьому у ВС спостерігається поєднання властивостей вугілля низької та високої стадій метаморфізму. Одержані дані щодо Новомосковського солоного вугілля дозволили запропонувати нетрадиційні шляхи їх використання (як природні сорбенти благородних металів, як сировину для одержання агломерованого палива із зниженим вмістом солей та підвищеною калорійністю, як джерело синтетичного рідкого палива та гумінових кислот, що мають великий практичний попит). Крім того, розроблено ряд технологій, що передбачають знесолення вугілля водною промивкою або його розбухування (збіднювання) перед використанням. Розвідані запаси ВС в Україні оцінюються в 12 млрд. т. – 10 млрд. т. в Західному Донбасі і 2 млрд. т. у Північному Донбасі. Т.Г. Шендрік.

ВУГІЛЬНА ПРОМИСЛОВІСТЬ, -ої, -і, ж. * р. *угольная промышленность*, а. *coal industry*, н. *Kohleindustrie f* – базова галузь господарства, що здійснює розвідування й видобування кам'яного та бурого вугілля. Видобуток кам'яного вугілля розпочався в Україні у другій половині XVIII ст., але він набрав розмаху тільки у 1870-х роках. Його ріст видно з таблиці.

На 1.01.1996 у вугільній промисловості працювало 740 тис. чол. Основний вугільний басейн України — Донецький. Значна частина вугілля залягає у Львівсько-Волинському кам'яновугільному та Дніпровському буровугільному басейнах. Освоюються нові вугільні райони — Західний Донбас

(Дніпропетровська область) і Південний Донбас (між Донецьком і Маріуполем). В.п. України постачає свою продукцію для потреб електроенергетики (майже 38 % від загального обсягу поставок), коксохімії (22 %), населення (11 %), комунально-побутових (3 %) та інш. споживачів (26 %).

Рік	1880	1890	1900	1910	1913	1920	1925	1929	1935
Вугілля, млн.т	1,3	2,9	10,7	16,3	23,5	4,1	18,2	30,5	59,7
Рік	1940	1945	1950	1955	1959	1961	1963	1965	1967
Вугілля, млн.т	83,3	30,1	76,4	116,3	167,3	171,5	179,7	194,3	199,0
Рік	1969	1971	1973	1975	1976	1977	1979	1981	1983
Вугілля, млн.т	204,4	209,4	112,6	215,7	218,1	217,2	204,7	191,1	190,9
Рік	1985	1987	1990	1996	1999	2000	2001	2002	2003
Вугілля, млн.т	189	191,9	164,8	75,4	81	81,1	83,4	81,8	79,3
Рік	1880	1890	1900	1910	1913	1920	1925	1929	1935
Вугілля, млн.т	1,3	2,9	10,7	16,3	23,5	4,1	18,2	30,5	59,7
Рік	1940	1945	1950	1955	1959	1961	1963	1965	1967
Вугілля, млн.т	83,3	30,1	76,4	116,3	167,3	171,5	179,7	194,3	199,0
Рік	1969	1971	1973	1975	1976	1977	1979	1981	1983
Вугілля, млн.т	204,4	209,4	112,6	215,7	218,1	217,2	204,7	191,1	190,9
Рік	1985	1987	1990	1996	1999	2000	2001	2002	2003
Вугілля, млн.т	189	191,9	164,8	75,4	81	81,1	83,4	81,8	79,3

Галузь є складним виробничо-технічним комплексом, що складається з кількох підгалузей. У складі В.п. діють бл. 250 шахт і 6 розрізів, біля 60 збагачувальних фабрик, 3 шахтобудівні комбінати, 17 заводів вугільного машинобудування, 20 галузевих інститутів, гірничорятувальна служба, спеціалізовані об'єднання і виробництва з ремонту, налагодження й обслуговування гірничо-шахтного устаткування, розв'язання екологічних проблем, геологічної розвідки, залізничного та автомобільного транспорту, торгівлі, об'єкти соціальної сфери тощо. Видобуток вугілля в 1995-97 рр. складав 70-100 млн.т на рік. У вугільній промисловості практично повністю завершено механізацію виймання вугілля, доставку вугілля в очисних вибоях, відкатуку вугілля, навантаження вугілля у залізничні вагони. Програма розвитку В.п. до 2005 р. як один з стратегічних напрямків передбачає реструктуризацію галузі з необхідністю закриття нерентабельних шахт. До 2005 р. до цієї категорії потенційно віднесено близько 100 шахт, 30 з яких забезпечені запасами до 5 років. В.С.Білецький.

ВУГЛЕВОДНІ, -ів, мн. * р. углеводороды, а. hydrocarbons, н. Kohlenwasserstoffe m pl – органічні аліфатичні, аліциклічні та ароматичні сполуки, молекули яких складаються з атомів вуглецю і водню. Напр., CH_4 (метан), $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ (етилен), C_6H_6 (бензол) тощо. В. утворюють гомологічні ряди. У природі В. зустрічаються в рідкому, твердому і газоподібному стані. У розсіяному вигляді присутні в атмосфері, воді, (кероген) в концентрованому - у покладах вугілля, нафти, газу, газогідратів. У залежності від будови розрізняють ациклічні (аліфатичні) В., в молекулах яких атоми утворюють лінійні або розгалужені ланцюги, та ізоциклічні, (карбоциклічні) В., молекули яких являють собою цикли (кільця) трьох і більше атомів С. А ц и к л і ч н і В. поділяються на насичені (аліфатичні), що мають тільки прості зв'язки (метан і його гомологи), і ненасичені, в молекулах яких є кратні зв'язки - подвійні і потрійні. Наявність кратних зв'язків зумовлює здатність В. цих гомологіч. рядів до реакцій приєднання і полімеризації. Насичені В. метанового ряду (алкани, парафіни) є осн. складовою частиною нафти і газів природних горючих. І з о ц и к л і ч н і В. поділяються на аліциклічні і ароматичні з кільцеподібною структурою з 6 вуглецевих атомів (бензолне кільце). Ароматичні поліциклічні структури властиві гумусовим відмінам речовини органічної і к-ть їх зростає по мірі метаморфізму, з наближенням структури органіч. речовини до структури графіту. Завжди присутні в нафтах, але рідко переважають в їх складі над інш. В.

ВУГЛЕВОДНІ АЛЬТЕРНАНТНІ, -ів, -их, мн. * р. альтернантные углеводороды; а. alternant hydrocarbons; н. alternante Kohlenwasserstoffe m pl – кон'юговані вуглеводні, як ароматичні, так і неароматичні, в яких кількість почергово позначених і не позначених атомів вуглецю однакова, напр., $\text{C}^*\text{H}_2=\text{CH}-\text{C}^*\text{H}=\text{CH}_2$ (альтернантний), $\text{C}^*\text{H}_2=\text{CH}=\text{C}^*\text{H}-\text{CH}=\text{C}^*\text{H}_2$ (неальтернантний).

ВУГЛЕЗБАГАЧЕННЯ, -..., с. * р. углеобогащение, а. coal preparation, н. Kohlenaufbereitung f – галузь вугільного виробництва, яка здійснює механічну переробку вугілля викопного в концентрати для коксування, теплоенергетичних, побутових потреб та технологічних виробництв. Див. комбайни вуглемийні, відсаджувальні машини, важкосередовищні сепаратори, флотація.

ВУГЛЕКИСЛИЙ ГАЗ, -ого, -у, ч., вуглеводню діоксид, -..., -у, ч. * р. углекислый газ, а. carbon dioxide, н. Kohlensäure f, gasförmige Kohlensäure f, Kohlendioxyd n – (CO_2), тривка хімічна сполука, поширена в природних газах, що містять його в кількості від декількох відсотків до практично чистого В.г. Безбарвний, має кислуватий смак і запах. Є кінцевим продуктом окиснення вуглецю, не горить, не підтримує горіння і дихання. Токсична дія В.г. виявляється при його вмісті в повітрі 3-4% і полягає в подразненні дихальних шляхів, запамороченні, головному болі, шумі у вухах, психічному збудженні, непритомному стані. При виділенні В.г. з підшви виробки і відсутності активного струменя повітря в нижній частині її можуть утворюватися застійні зони з високою концентрацією. В рудниковій атмосфері В.г. присутній завжди, бо утворюється у великій кількості за рахунок біохімічних та хімічних реакцій

окиснення, що протікають в *гірничих виробках*. Звичайно виділення природного В.г. в гірничі *виробки* незначні, винятками є виділення В.г. магматичного походження в деяких вугільних та калійних *родовищах*. Граничний допустимий *вміст* CO₂ в шахтному повітрі 0,5-1 % (за об'ємом). При 10% наступає непритомність, при 20-25% - смертельне отруєння. Перша допомога при отруєнні полягає у винесенні потерпілого на свіже повітря, проведенні штучного дихання.

ВУГЛЕПРОВОДИ, -ів, *мн.* * *р.* *углепроводы*, *а.* *coal pipelines*, *н.* *Kohlenrohrleitung* *f* – засіб гідравлічного транспортування *вугілля*. Промислові В. застосовуються при транспортуванні *вугілля* з *гідрошахти* на поверхню і далі до *збагачувальної фабрики*. Магістральні В. призначені для передачі *вугілля* на далекі відстані - від сотень до тисяч *км*). Найбільший з діючих *вуглепроводів* - Блек-Меза (Black Mesa), США. Його довжина - 440 *км*, діаметр робочої труби - 457-366 *мм.*, вантажопотік - 4,4 *млн. т* на рік, *крупність вугілля*, яке транспортується В. - 0-1,2 *мм*. Див. також *гідравлічний транспорт*.

ВУГЛЕПРОЯВИ, -ів, *мн.* * *р.* *углепроявления*, *а.* *coal show*; *н.* *Kohlenauftreten* *n* – природне скупчення *викопного вугілля* невеликих або нез'ясованих розмірів. При позитивних результатах наступної розвідки В. може бути переведено в розряд *родовищ*.

ВУГЛЕСОРТУВАЛЬНЯ, -і, *ж.* * *р.* *углесортировка*, *а.* *coal sorter*, *н.* *Kohlensortierung* *f* – промислове підприємство, яке входить до складу *шахти*, для розсортування *вугілля* на *класи*, а також його попереднього *збагачення*.

ВУГЛЕУТВОРЕННЯ (ВУГЛЕТВОРЕННЯ), -..., *с.* * *р.* *углеобразование*, *а.* *coalification*; *н.* *Kohlenbildung* *f* – послідовне перетворення відмерлих рослин у *вугілля викопне*. У загальному процесі В. виділяють дві фази: торфоутворення і *вуглефікацію*. Ідеальним середовищем торфоутворення були *болота* з водою, збідненою *киснем* з лужною рН. *Торф*, який утворився в результаті біохім. реакцій залишків вищих наземних рослин, був вихідним матеріалом осн. маси *викопного вугілля* - *гумолітів*. Осн. процесами перетворення рослинних залишків у першій фазі В. були: **геліфікація** лігніно-целюлозних тканин рослин в анаеробних умовах і перехід продуктів розкладу цих тканин до колоїдного стану з подальшим *обезводненням* і затвердінням *гелів* і утворенням однорідної маси, яка цементувала ін. компоненти; **фюзенізація** - *обезводнення* і *окиснення* в аеробних умовах лігніно-целюлозних тканин і продуктів первинної їх геліфікації з частковим обвуглюванням рослинного матеріалу; **елювіація** - винесення з *торфу* проточними водами колоїдних продуктів, що супроводжувалося збагаченням *торфу* ліпоїдними стійкими до розкладу компонентами рослин; **ілювіація** - привнесення на площу торф'яника розчинених гумінових речовин. Бітумінізація - анаеробний процес розкладу багатих на жири і білки речовинних комплексів нижчих рослин і відмерлих мікроорганізмів (зоопланктону), який призводив до утворення *сапропелю* - осн. вихідного матеріалу *сапропелітів*, та *сапрогумолітів*. Друга фаза В. - *вуглефікація* - починалася і протікала після поховання *торфу* в *надрах* Землі (перекриття його кластичними *осадами*). У результаті *діагенезу* торф перетворювався у м'яке *буре вугілля*. Наступний *метаморфізм* привів до формування широкого спектра природних різновидів *викопного вугілля* - від бурого вуг. до суперантрацитів. В. - регіональний процес, який протікав з різною інтенсивністю в окр. періоди геол. історії Землі на великих площах і локальних ділянках всіх *континентів*, де виникало сприятливе поєднання фітологіч., кліматич., палеогеографіч. і геотектоніч. передумов. Початок масштабної В. датується сер. *девоном*. Природним завершенням В. був процес руйнування *вугленосних формацій*, що стали внаслідок загального підйому *материків* і горотворчих процесів областю розмиву. Цей процес особливо виразно виявився у верхньопалеозойських кам.-вуг. бас., які сформувалися в складних *авлакогенах* (Донбас), великих глибоких *прогинах* пригеосинклінальних і складчастих областей (Кузнецький, Горлівський, Карагандинський бас.). Див. *рослини-вуглеутворювачі*

ВУГЛЕФІКАЦІЯ, -ії, *ж.* * *р.* *углефикация*, *а.* *coalification*; *н.* *Inkohlung* *f*, *Kohlenbildung* *f*, *Kohlung* *f* – природний процес структурно-молекулярного перетворення (метаморфізації) органічної речовини *вугілля* під впливом високого *тиску* та *температур*. В. - фаза *вуглеутворення*, в якій похований в *надрах* Землі *торф* послідовно перетворюється (за відповідних умов) спочатку в *буре*, потім в *кам'яне вугілля* і *антрацит*. При цьому підвищується вміст *вуглецю*, знижується вихід *легких речовин*, збільшується відбивна здатність геліфікованих компонентів. Виділяють 2 стадії В.: *діагенез* і *метаморфізм вугілля*. У стадії *діагенезу* завершуються *гуміфікація* рослинного матеріалу, старіння і затвердіння *колоїдів*, відбуваються дегідратація, виділення *газів* та ін. *діагенетич.* перетворення органіч. і мінеральних компонентів, складається петрографіч. склад *вугілля*.

ВУГЛЕХІМІЯ, -ії, *ж.* * *р.* *углехимия*, *а.* *coal fuel chemistry*, *н.* *Kohlechemie* *f* – галузь *хімії*, що вивчає походження, склад, будову, властивості твердих горючих копалин, а також розробляє та здійснює процеси і методи термічної, хімічної переробки вугілля. В. — теоретична основа *коксохімії*, процесів хіміко-технологічної переробки *торфу* в *сланців*, *газифікації* та *гідрогенізації вугілля*.

ВУГЛЕЦЬ, -ю, *ч.* * *р.* *углерод*, *а.* *carbon*, *н.* *Kohlenstoff* *m* – *хімічний елемент*. Символ С, ат.н. 6, ат.м. 12,011. Відомо 4 кристаліч. *модифікації* В.: *графіт*, *алмаз*, карбін і лонсдейліт, які сильно розрізняються за своїми властивостями. Карбін - штучно отриманий різновид В. який являє собою дрібнокристаліч.

порошок чорного кольору, кристаліч. *структура* якого характеризується наявністю довгих ланцюжків атомів В., розташованих паралельно. *Густина* 3,23-3,30. Лонсдейліт виявлений у *метеоритах* і отриманий штучно; його *структура* і фіз. властивості остаточно не встановлені. Для В. характерний також стан з нерегульованою *структурою* - т. зв. аморфний В. (*сажа, кокс, деревне вугілля*). Фіз. властивості "аморфного" В. в значною мірою залежать від *дисперсності* частинок і від наявності *домішок*. За звичайних умов В. хім. інертний, при високих т-рах сполучається з багатьма *елементами*, виявляючи сильні віднов. властивості. Найважливіша властивість В. - здатність його атомів утворювати міцні хім. зв'язки між собою, а також між собою та ін. *елементами*. Здатність В. утворювати 4 рівнозначні валентні зв'язки з ін. атомами дозволяє будувати вуглецеві скелети різних типів (лінійні, розгалужені, циклічні); саме цими властивостями і пояснюється виключна роль В. в будові всіх органіч. сполук і, зокрема, всіх живих організмів. Сер. *вміст* В. у *земній корі* $2,3 \cdot 10^{-2}$ % (мас); при цьому осн. маса В. концентрується в *осадових* г.п. В. накопичується у верх. частині *земної кори*, де його присутність пов'язана в осн. з живою речовиною, кам. *вугіллям, нафтою, антрацитом*, а також з *доломітами* і *вапняками*. Відомо понад 100 *мінералів* В., з яких найбільш поширені *карбонати кальцію, магнію і заліза*. Важливу роль В. має і в космосі; на Сонці В. займає 4-е місце за поширеністю після *водню, гелію і кисню*, бере участь у ядерних процесах.

ВУГЛИСТИЙ СЛАНЕЦЬ, -ого, -нцю, ч. * **р.** *углистый сланец*, **а.** *coal shale, carbon shale*, **н.** *Kohlenschiefer* т – ущільнена сланцева глиниста *гірська порода* чорного кольору збагачена вуглистою речовиною. *Домішки*: *кварц, слюда*. Часто зустрічається серед сильно метаморфізованих вуглистих товщ.

В'ЯЗКІСТЬ, -ості, ж. * **р.** *вязкость*; **а.** *viscosity*; **н.** *Viskosität f, Zähigkeit f* – 1) Властивість *рідин* та *газів* чинити опір взаємному переміщенню сусідніх шарів (внутрішнє тертя). Розрізняють В. відносно, динамічну, кінематичну, ньютонівську, питому, приведену і структурну. Згідно з законом Ньютона В. характеризується коефіцієнтом пропорційності μ , Па·с між опором зсуву τ Н/м² і *градієнтом* швидкості руху шарів $D=dv/dy$, с⁻¹, перпендикулярним напрямку зсуву (поверхні шарів): $\tau = \mu(dv/dy)$. Цей коефіцієнт називають динамічним коефіцієнтом *в'язкості*. Виділяють також кінематичний коефіцієнт *в'язкості* ν , що є відношенням динамічного коефіцієнта В. до *густини* ρ речовини $\nu = \mu/\rho$. Одиниці вимірювання коефіцієнтів В. (СІ): динамічного – 1 (Н·с)/м² = 1 Па·с; кінематичного – 1 м²/с (коефіцієнт ν на відміну від μ виражається величинами, які не пов'язані з масою рідини, тобто величинами, які носять, так би мовити, кінематичний характер, у той час як μ носить динамічний характер; звідси походять їх назви – динамічний, кінематичний). В. технічних продуктів часто характеризують умовними одиницями – градусами Енглера (°Е) і Барб'є (°В), секундами Сейболта (°S) і Редвуда (°R). В. залежить від тиску, температури, а також іноді від *градієнта* зсуву D (ньютонівські середовища; їх В. охоплює і т. зв. структурну В.) Рідини, В. яких не залежить від D , називають ідеально в'язкими (ньютонівськими). В. рідин у загальному випадку з підвищенням тиску незначно збільшується, а з підвищенням температури зменшується.

Кількісно В. динамічний коефіцієнт дорівнює діючій силі F , яку треба прикласти до одиниці площі зсувної поверхні шару S , щоб підтримати в цьому шарі ламінарний рух із сталою швидкістю відносного зсуву U , що дорівнює одиниці. При однорідному зсуві В. д. к. визначається за Ньютоном:

$$\mu = P/U, \text{ де } P = \frac{F}{S} - \text{напряга зсуву; } U = \frac{d\varepsilon}{dt} - \text{швидкість відносного зсуву;}$$

$$(\varepsilon = \frac{\Delta v_0}{h} \text{ дорівнює } \text{градієнту швидкості } \frac{dv}{dz} = \frac{v_0}{h}). \text{ У загальному випадку в'язкість визначається}$$

узагальненим законом Ньютона:

$$\text{для } i = j \quad P_{i,j} = -p + 2\mu \varepsilon_{i,j} - \left(\frac{2}{3}\mu - \mu' \right) \tau;$$

$$\text{для } i \neq j \quad P_{i,j} = 2\mu \varepsilon_{i,j}.$$

де P_{ij} – *тензор* напруг; $\varepsilon_{i,j}$ – *тензор* швидкостей деформації; p – *тиск*; τ – швидкість об'ємної *деформації*; μ, μ' – два коефіцієнти *в'язкості*; i, j – *індекси* від 1 до 3. Коефіцієнт μ пов'язаний із швидкістю *деформації* зсуву (звичайний динамічний коефіцієнт *в'язкості*); μ' – другий коефіцієнт *в'язкості*, який пов'язаний зі швидкістю об'ємної *деформації* рідин (для нестисливих рідин дорівнює 0). В. – одна з найважливіших технічних характеристик *нафти*, продуктів її переробки, *газових конденсатів* і *фракцій*; визначає характер процесів видобування *нафти*, її піднімання на денну поверхню, промислового збирання і підготовку, умови перевезення і перекачування продуктів, *гідродинамічного опору* під час їх транспортування по *трубопроводах* та ін. Для деяких видів *палив*

та мастил V . служить нормованим показником. V . пластових *нафт* зростає при тисках нижче тиску насичення. Визначається впливом двох факторів: виділенням розчиненого газу, що приводить до збільшення V . залишкової *нафти*, і об'ємним розширенням *нафти* при зниженні тиску, що приводить до зменшення V . Великий вплив має перший фактор. V . газів помітно збільшується як з підвищенням тиску, так і температури. Вуглеводневі флюїди, які насичують гірські породи в природних умовах, залежно від густини мають динамічний коефіцієнт V ., який відрізняється на багато порядків – від сотих часток мПа·с (для газів) до сотень тисяч і навіть мільйонів мПа·с (високов'язкі важкі нафти). Основна частина розроблюваних традиційними способами родовищ містить у продуктивних пластах нафту з динамічним коефіцієнтом V . в межах 0,5–25 мПа·с, рідше до 70 мПа·с. V . розгазованих нафт значно вища. При цьому вуглеводневі флюїди з динамічним коефіцієнтом V . понад 12–15 мПа·с вважаються нафтами підвищеної V . Родовища нафти з високою V ., в т.ч. структурною, розробляються із застосуванням спеціальних методів видобування на основі використання теплового впливу, а також загущених або хімічно активних витіснювальних агентів.

V . вод, які містяться у гірських породах, змінюється в широких межах залежно від мінералізації, температури пласта і внутрішньопорового тиску. На невеликих глибинах динамічний коефіцієнт V . маломінералізованих вод біля 1 мПа·с, у глибоких пластах з високою температурою (60–70°C і вище) динамічний коефіцієнт V . мінералізованих вод зменшується до десятків часток мПа·с. У процесах збагачення твердих корисних копалин V . впливає на швидкість відносного переміщення частинок у суспензії, є основним параметром збагачення у важких середовищах. V . залежить не лише від густини суспензії (співвідношення твердого і рідкого), але й від величини та гідрофільності частинок. Утворення тиксотропних сіток-структур у суспензії приводить до різкого зростання її V . за рахунок виникання крім звичайної (ньютонівської) структурної складової V . Остання залежить від градієнта швидкості течії і оборотно руйнується в турбулентних потоках, при вібраціях і механічних впливах.

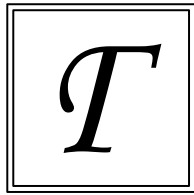
В основу методів вимірювання V . і їх класифікації покладено математичні залежності, які описують різні види течії середовищ. Вимірювання V . здійснюють віскозиметрами.

2) Властивість твердої тіла – гірської породи необоротно поглинати енергію в процесі її деформування. V . зумовлена пластичною деформацією і непружністю гірських порід. При пластичній деформації V . кількісно характеризується відношенням величини дотичних напруг, які виникають у верстві, що підлягає зсуву, до швидкості пластичної течії, яке змінюється від 10^{13} до 10^{20} Па·с. Величина V ., яка пов'язана з непружністю (пружна післядія, термопружний ефект, пружний гістерезис) гірських порід, пропорційна коефіцієнту механічних втрат (декременту згасання), значини якого коливаються від 10^{-1} до 10^{-3} . При руйнуванні V . оцінюється як робота деформування гірської породи, віднесена до одиниці площі зразка. Визначається за результатами ударних випробувань зразків на копрі (ударна V .). Може бути розрахована як добуток коефіцієнта пластичності на межу міцності гірських порід. На практиці визначають коефіцієнт відносної V . (спеціальними зарядами, які закладаються в досліджуваний масив) як відношення зусилля, необхідного для відділення деякої частини гірської породи від масиву, до величини зусилля, необхідного для відділення від масиву вапняку, взятого за еталон. Величина цього коефіцієнта змінюється від 0,5 до 3 (напр., для мармуру 0,7; пісковика 1,2; граніту 1,3; кварциту 1,9; базальту 2,2). Із збільшення V . зростає поглинання пружних хвиль, зменшуються повзучість і набрякання порід, зростає енергоємність процесів дроблення і розкришення порід під час переробки корисних копалин і вибухових робіт.

V . твердих тіл і рідин обернено пропорційна коефіцієнту самодифузії і з підвищенням температури зменшується за експоненціальним законом. V . залежить від періоду релаксації пружних дотичних деформацій. V . речовин враховують у гідродинаміці, кінетиці хімічних реакцій, у технологічних і біологічних процесах, змашуванні машин і механізмів тощо. Ю.Г.Світлий, В.С.Білецький.

В'ЯЗКОПРУЖНІСТЬ, -ості, ж. * р. *вязкоупругость*; а. *viscoelasticity*; н. *viskose Elastizität f, Viskoelastizität f* – реологічна властивість аморфних в'язкоплинних полімерів, які по відношенню до раптових і короткотривалих сил поведуться як в'язка рідина, показуючи зростаючу з часом деформацію; наявність V . зумовлює набагато швидший перебіг релаксації, ніж в типових твердих тілах, але повільніший, ніж в типових рідинах.

В'ЯЗКОСТІ ІНДЕКС, -ості, -у, ж. * р. *вязкости индекс*; а. *viscosity index*; н. *Viskositätsindex m* – безрозмірна величина, яка визначається за встановленою шкалою і характеризується зміною в'язкості масла в залежності від температури.



ГАГАТ, -у, ч. * р. *gagam*; а. *gagate*; н. *Gagat m* – чорний блискучий різновид *вугілля викопного*. Деревина, перетворена у структурний *вімпен*, іноді з включеннями *смоли*. Г. характеризується високим виходом *летких речовин* – до 50-55%, вмістом *водню* до 5-6%, виходом *дьюгтю* при перегонці до 30%. Зустрічається окремими шматками в *гірських породах* і в *пластах бурого та слабкометаморфизованого кам'яного вугілля*. Утворення Г. пов'язують з *метаморфізмом* деревини у морських *мулах*. Використовують Г. у ювелірній справі.

ГАЗ, -у, ч. * р. *газ*; а. *gas*; н. *Gas n, Erdgas n* – 1) *Арреатний стан* речовини при *температурі*, вищій за критичну, для якого характерні великі відстані між частинками, порівняно з твердим і рідинним станами, мала міжмолекулярна взаємодія між ними, неупорядкованість, а середня кінетична *енергія руху молекул* набагато більша за *енергію* взаємодії між ними. 2) *Речовина*, здатна вільно поширюватися в усьому доступному для неї просторі, рівномірно заповнюючи його.

ГАЗ ВІЛЬНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *газ свободный*; а. *free gas*; н. *freies Gas n* – газіві компоненти, в яких частинки *газу (молекули, атоми)* рухаються вільно, рівномірно заповнюючи за відсутності зовнішніх сил увесь наданий їм об'єм у пористих та тріщинуватих *гірських породах*, у повітряній атмосфері Землі. В.г. може знаходитися над *нафтою* в *нафтовому пласті* або в будь-якому *резервуарі* над рідиною (*водою, нафтою* і т.п.) в рівновазі з тим же *газом* у розчиненому стані. В.г. може виділятися із *вугільних пластів у шахтах* і створювати небезпеку в разі недотримання правил *техніки безпеки*. В.г. може переходити у зв'язаний (сорбований) стан і навпаки, він може виділятися у вигляді струменів із природних виходів на поверхню Землі, викидатись під великим *тиском* із жерла *вулкана* під час виверження тощо.

За умовами знаходження в природі розрізняють В.г. *атмосфери* та В.г. *літосфери*; за формами прояву – газогенний, газоаккумулятивний (газове скупчення), циркуляційний (повітряний), змішаний; за хімічним складом: вуглеводневий, вуглекислотний, азотний, сірководневий, гелієвий тощо. Кожний з цих типів зустрічається в природі як у чистому вигляді, так і в різних сумішах. Великі скупчення В.г., що мають промислову цінність, утворюються в *літосфері*. За хімічним складом В.г. *літосфери* – суміш *вуглеводнів* від CH_4 до C_5H_{12} , *азоту* (N_2), *вуглекислого газу* (CO_2), *сірководню* (H_2S), *водню* (H_2), *гелію* (He), *оксиду вуглецю* (CO), *аргону* (Ar), *пари ртуті* (Hg) тощо. В.г. вуглеводневого типу, в якому переважає метан при порівняно невисокому *вмісті* (0,1%) важких *вуглеводнів*, відносяться до *сухих, пісних газів*. При вмісті гомологів *метану* від 1 до 5% В.г. називається *напівсухим*. В.г., що характеризується підвищеним вмістом гомологів *метану* (25% та більше), відносять до *жирних газів*. Чим вище тиск і *температура*, тим більша кількість *вуглеводнів* міститься у В.г. Під час розробки *покладів* В.г. можливе виділення (випадання) рідких *вуглеводнів (конденсату)* в *пласті*.

ГАЗ ІДЕАЛЬНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *идеальный газ*; а. *ideal gas*, н. *ideales Gas n* – газ, при описі властивостей якого повністю можна знехтувати об'ємом *молекул* і взаємодією між ними (тобто і їх природою); для нього є дійсним рівняння стану (ідеального газу) Клапейрона-Менделєєва:

$$pV_m = R_m T \text{ або } pV = MRT, \text{ або } \frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0},$$

$$\text{або } pV = p_0 V_0, \text{ або } \rho = \rho_0 \frac{p}{p_0}, \text{ або } pV = \frac{M}{\mu} R_m T$$

де p – тиск; V_m – молярний об'єм; R_m – універсальна (молярна) *газова стала*; T – температура; V – об'єм; M – маса; R – індивідуальна *газова стала*; ρ – *густина* газу; індекси "о" означають початкові умови; $R_m = 8,314$ Дж/(моль·К) для *метану*; $R = 287,2$ Дж/(кг·К) для *повітря*; μ – *молекулярна маса*. В.С.Бойко.

ГАЗ КОКСОВИЙ, -у, -ого, ч. * р. *газ коксовый*, а. *coke-oven gas*, н. *Koksgas n* – горючий газ, що утворюється в процесі *коксування* кам'яного *вугілля*, тобто при нагріванні його без доступу *повітря* до 900-1100°C. Г.к. містить *водень, метан, оксид вуглецю* та ін.

ГАЗ НАСИЧЕНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *газ насыщенный*; а. *saturated gas*; н. *gesättigtes Gas n* – газ *вологий*, в якого парціальний тиск *пари* дорівнює тиску насичення при заданій температурі.

ГАЗ НАФТОВИЙ, -у, -ого, ч. * р. *газ нефтяной*; а. *petroleum (associated) gas*; н. *Fettgas n, Ölgas n* – суміш газоподібних і пароподібних вуглеводневих і неуглеводневих компонентів, які виділяються з *нафти* під час її розгазування.

ГАЗ НЕНАСИЧЕНИЙ, -у, ого, ч. * р. *газ ненасыщенный*; а. *unsaturated gas*; н. *ungesättigtes Gas* – газ вологий, в якого парціальний тиск пари є меншим тиску насичення при заданій температурі.

ГАЗ СКРАПЛЕНИЙ НАФТОВИЙ, -у, -ого, -ого, ч. * р. *сжиженный нефтяной газ*; а. *LPG (liquefied petroleum gas)*; н. *verflüssigtes Erdölbeleitgas* п – газ нафтовий, переведений під впливом високого тиску в рідинний стан (переважно пропан і бутан) для полегшення зберігання та перевезення.

ГАЗ СКРАПЛЕНИЙ ПРИРОДНИЙ, -у, -ого, -ого, ч. * р. *сжиженный природный газ*; а. *LNG (liquefied natural gas)*; н. *verflüssigtes Erdgas* п – природний вуглеводневий газ, який за нормальних температури й тиску навколишнього середовища перебуває в газоподібному стані, але за дуже низької температури переходить у рідинний стан, що полегшує його зберігання і перевезення.

ГАЗГОЛЬДЕР, а, ч. * р. *газгольдер*, а. *gas-holder*; н. *Gasbehälter* m – стаціонарне газосховище – металічний резервуар для нагромадження і зберігання газу. За принципом роботи розрізняють Г. змінного і постійного об'єму, за формою - сферичні і циліндричні. Г. змінного об'єму поділяються на мокрі і сухі. "Мокрі" — з водяним басейном і рухомим дзвоном, під яким збирається газ; "сухі" — з металевим поршнем або гнучкою мембраною. Працюють при тиску до 4 кПа, величина якого залишається практично незмінною в процесі наповнення або випорожнення Г. Мокрі Г. являють собою вертикальну конструкцію, виконану з двох-трьох рухомих ланок, верх. пересувної частини (дзвону) і стаціонарної нижньої (водяного басейну). Об'єм мокрих Г. 100-30000 м³, сухих - до 110000 м³. Г. змінного об'єму в Україні практично не застосовуються; поширені в країнах Зах. Європи і США. М. постійного об'єму працюють при тиску 4 кПа - 3 МПа, величина якого, на відміну від Г. першого типу, змінюється в процесі їх наповнення і випорожнення. Виконуються сферичними і циліндричними (горизонтальними або вертикальними). Об'єм перших 300-4000 м³ (діам. 9-20 м), других - 50-270 м³ (діам. 3,2 м). Газгольдер є низького типу () і високого типу, де газ зберігається під тиском 0,7...3 МПа. Газгольдер застосовують у хімічній, нафтовій і газовій промисловості. В.С.Бойко.

ГАЗИ ВУГЛЕВОДНЕВІ, -ів, -их, мн. * р. *газы углеводородные*, а. *hydrocarbonaceous gases*; н. *Kohlenwasserstoffgase* n pl – гази, в складі яких присутні метан та його вищі гомологи: етан, пропан і бутан. Характерні для нафтогазових скупчень, а також ділянок зон глибинних розломів, які контролюють гідротермальне мінералоутворення (ртуть, поліметали тощо).

ГАЗИ ОТРУЙНІ, -ів, -их, мн. * р. *газы ядовитые*, а. *gases poisonous*, н. *Giftgase* n pl – в гірн. справі – гази (загалом NO₂ і CO), які утворюються при вибуху зарядів ВР. На деяких рудниках з масиву г.п. виділяється також сірководень, аміак. Встановлені граничні допустимі концентрації для кожного з Г.о. з врахуванням їх токсичності.

ГАЗИ ПРИРОДНІ, -ів, -их, мн. * р. *газы природные*; а. *natural gases*; н. *Erdgase* n pl, *Naturgase* n pl – гази, що утворюються в результаті природних процесів. Розрізняють Г.п.: 1) атмосферні; 2) земної поверхні; 3) осадової товщі; 4) метаморфічних порід; 5) вивержених порід. Г.п. – це сукупність газових компонентів, які зустрічаються в природі в різних станах: вільному (повітряна атмосфера Землі, газові поклади і течії в пористих та тріщинуватих гірських породах, у вугільлі), розчиненому (в гідросфері, підземних водах і нафтах), сорбованому породами і твердому вигляді (у вигляді кристалогідратів). Г.п. в основному горючі (вуглеводневі), вони утворюють в літосфері великі скупчення і є об'єктами видобування. Частина інших Г.п. є незначною. За хімічним складом Г.п. – суміш вуглеводнів від CH₄ до C₅H₁₂, азоту, вуглекислого газу, сірководню, кисню, водню, окису вуглецю, сірчистого газу, аргону, ксенону, неону, гелію, криптону, пари ртуті, легких жирних кислот та ін. Газові компоненти представлені як окремими атомами, так і складними хімічними сполуками. Г.п. класифікуються за умовами знаходження в природі: гази атмосфери (суміш газів хімічного, біохімічного і радіогенного походження: N₂, O₂ з домішками CO₂, H₂, O₃, благородних газів та ін.); гази біля земної поверхні (ґрунтові і підґрунтові, болотні, торфові в основному біохімічного походження: CO₂, N₂O₂, CH₄ з домішками CO, NH₃, H₂ та ін.); гази осадових порід (у нафті і вугільлі кам'яному, змішані, г.ч. хімічного походження: CH₄, N₂, CO₂, CH₄ з домішками H₂ та ін.); гази океанів і морів (біохімічного, хімічного і радіогенного походження: CO₂, N₂ з домішками H₂, O₂, NH₃ та ін.); гази метаморфічних порід (хімічного походження: CO₂, N₂, H₂ з домішками CH₄ та ін.); гази магматичних порід (хімічного походження: CO₂, H₂ з домішками N₂, H₂S, SO₂ та ін.); гази вулканічні (хімічного походження: CO₂, H₂, SO₂, HCl, HF – з домішками N₂, CO, NH₃ та ін.); гази космосу (реліктові, дисиповані із зовнішніх шарів атмосфер зірок або викинені під час вибухів нових і наднових зірок: H₂, He, йонізований водень, домішки CO, радикали CH, OH та ін.). Кількість Г.п. в геосферах Землі збільшується з глибиною планети. Загальна маса газів у осадовому шарі 0,214·10¹⁵ т, в ґранітному і базальтовому шарі 7,8·10¹⁵ т і у верхній мантії 435·10¹⁵ т. З Г.п. видобувають гелій, сірку, ртуть, гомологи метану та ін. В США та інших країнах видобувають CO₂ (використовується для нагнітання в нафтовий пласт з метою підтримання пластового тиску); з газу родовища Гронінген видобувають у промислових масштабах ртуть. З використанням Г.п. виробляється 80% сталі, 85% чавуну, біля 40% прокату, 20% кольорових металів, 60% цементу, 86% добрив. Див. також вільний газ. Див. газ скраплений природний. В.С.Бойко.

ГАЗИ ПРИРОДНІ ГОРЮЧІ, -ів, -их, -их, мн. * р. *газы природные горючие*, а. *combustible natural*

gases; н. *natürliche Brenngase* n pl – суміші газів *земної кори* – *вуглеводні* метанового ряду і неуглеводневих компонентів - здатних горіти. Зустрічаються в *осадовому чохлі* земної кори у вигляді вільних скупчень, а також у розчиненому (в *нафті* і *пластових водах*), розсіяному (сорбовані *породами*) і твердому (в *газогідратних покладах*) станах. Представлені *метаном* (вміст до 85-90%), етаном, пропаном, бутанами і пентаном (сумарний вміст 0,1-20%), а також парами легких рідких *вуглеводнів*. *Вуглеводні*, важчі від пентану, наявні в основному в газах *нафтових* і *газоконденсатних родовищ*. *Теплотворна здатність* 32,7 МДж/м³. Неуглеводневі компоненти представлені г.ч. *азотом*, *вуглекислим газом*, *водяними парами*, *сполуками сірки* (*сірководень*, меркаптани, сірчистий оксид *вуглецю* тощо), *гелієм*, аргоном, зустрічаються *водень*, *ртуть*, пари легких жирних к-т. Вміст *вуглекислого газу* змінюється від часток відсотка до 10–15%, часом більше, напр., в Астраханському *родовищі* концентрація CO₂ 22%. Концентрація азоту в Г.п.г. звичайно не перевищує 10% (часто 2–3%), в *газах* окремих нафтогазоносних *басейнів* його вміст може сягати 30–50% (напр., у Волго-Уральському) і більше; відомі *родовища* з переважним вмістом азоту (Чу-Сарисуйська газонасна область: Амангельдинське *родовище* – 80% N₂ і 16% CH₄; Учаральське *родовище* 99% N₂). Кількість *сірководню* звичайно не перевищує 2–3%, як виняток відомі *газові поклади* із вмістом *сірководню* 15–20% і більше (Астраханське *родовище* – 22,5%). Концентрації *гелію* переважно складають соті і тисячні частки відсотка; в США і Канаді є *родовища* із вмістом *гелію* 5–8% (Ратлснейк – 7,6%; Модл-Дом – 7,2%). Факторами, які визначають *вологість* газу, є *тиск*, *температура*, *склад*, а також кількість *солей*, розчинених у *воді*, яка контактує з даним *газом*. Чим більше в Г.п.г. важких *вуглеводнів* і *азоту*, тим нижча його *вологість*. Наявність *сірководню* і *вуглекислого газу* збільшує його *вологість*. При промисловій обробці, транспортуванні і переробці Г.п.г. наявність пари води в них зумовлює утворення *конденсату* водяної пари і льодяних пробок, що ускладнює експлуатацію газопроводів і апаратів. Наявність *вологи* в *газах* при підвищеному тиску і зниженій температурі зумовлює утворення і відкладання в *газопроводах* і технологічних *апаратах* гідратів *вуглеводневих газів*. Для видалення *вологи* з газів використовують різні фізичні і фізико-хімічні методи *осушування газів*.

Щодо походження Г.п.г., більшість дослідників дотримується органічної теорії походження *вуглеводнів*. Згідно з цією теорією газоподібні *вуглеводні* генеруються, г.ч. в процесі перетворення гумусової і сапропелевої органіч. *речовини*. Згідно неорганіч. або абіогенної теорії, *нафта* і *газ* утворюються внаслідок *синтезу* з *вуглецю* і *водню* в умовах високих т-р і тиску глибинних зон *земної кори*. Формування *газових покладів* відбувається внаслідок міграції *газу* з материнських товщ і *аккумуляції* їх в природних *резервуарах*.

Переважає частина *розвіданих запасів* природного газу (понад 90%) укладена в чисто *газових* або *газоконденсатних родовищах*. Розвідані запаси газу в світі - понад 80 трлн. м³. З *надр* видобуто бл. 50 трлн. м³. Щорічно видобувається бл. 2 трлн. м³ газу. За оцінками Світового енергетичного конгресу (1998) розвідані запаси газу складають в млрд. т. у.п.: світові 172,8; Європа – 6,5; Україна - 1,1. За прогнозами "Римського клубу" вичерпання планетарних запасів Г.п.г. з урахуванням нових розвіданих ресурсів слід очікувати бл. 2050 р. Усього в світі відомо більше 10 тис. газових родов., однак осн. запаси газу зосереджені в невеликому числі унікальних (більше за 1 трлн. м³) і найбільших (0,1-1,0 трлн. м³) *газових* і *газоконденсатних родовищ*. Аналіз розподілу початкових запасів газу по 180 найбільш великих родов. світу показує, що в *кайнозойських* відкладах зосереджено 11 %, в *мезозойських* - 65,5% і *палеозойських* 23,5%. На глиб. до 1000 м міститься 13,6% запасів газу, в інтервалі 1000-3000 м - 73,4%, 3000-5000 м - 12,9% і нижче за 5000 м - 1,1%. З піщаними *колекторами* пов'язано 76,3% запасів, з карбонатними - 23,7%. Глинистими покриттями контролюється 65,7% запасів газу, солоносними - 34,3%. Переважна більшість запасів газу (91%) зосереджена в *пастках* структурного типу. Г.п.г. - високоефективний енергоносіє і цінна хім. сировина. Вони дозволяють здійснювати принципово нові технол. процеси - швидкісне конвекційне і радіаційне нагрівання, безпосереднє спалення в *рідинах* і розплавах, безокиснювальне нагрівання *металів* і т.і. З Г.п.г. виробляють метанол, формальдегід, оцтову к-ту, ацетон і т.д. Г.п.г. широко застосовують для отримання *аміаку*, спиртів, олефінових *вуглеводнів*, передусім етилену і пропілену, які в свою чергу є сировиною для пластич. мас, синтетич. каучуків, шт. волокна і т.і. Сірчисті природні гази використовують для отримання елементарної *сірки*. На території України відкрито понад 120 *родовищ* Г.п.г. — у Придніпровсько-Донецькій і Передкарпатській нафтогазоносних областях та Причорномор'ї і акваторії Азовського моря.

У багатьох технологічних процесах дуже ефективна заміна електроенергії і *пари* продуктами згоряння Г.п.г. Так, при заміні електроенергії коефіцієнт використання первинного *палива* зростає з 0,35 до 0,6–0,7. Застосування Г.п.г. скорочує питому витрату *палива* в доменному виробництві на 10% (з підвищенням продуктивності на 2–4%), в мартенівському виробництві на 5–7% (з підвищенням продуктивності на 7–10%), в процесах нагрівання металу на 2–5%, при виробництві *метанолу* на 8–10%. Г.п.г. дають змогу здійснити принципово нові технологічні процеси – швидкісне конвекційне і радіаційне нагрівання, спалювання безпосередньо в *рідинах* і розплавах, безокислювальне нагрівання металів і т.д. Г.п.г. – цінна хімічна сировина для виробництва

метанолу, формальдегіду, оцтової кислоти, ацетону та інших органічних сполук. Конверсією киснем або водяною парою з метану (основного компонента Г.п.г) отримують синтез-газ ($\text{CO} + \text{H}_2$), широко застосовуваний для отримання аміаку, спиртів та інших органічних продуктів; піролізом і дегідрогенізацією метану – ацетилен, сажу і водень. Г.п.г. застосовують також для отримання олефінових вуглеводнів, перш за все етилену і пропилену, які в свою чергу є сировиною для подальшого органічного синтезу. З них виробляють пластичні маси, синтетичні каучуки, штучні волокна та ін. Сірководневмісні гази використовують для отримання елементарної сірки. В.С.Бойко.

ГАЗИ СІРКОВОДНЕВМІСНІ, -ів, -их, мн. * р. газы сероводородсодержащие; а. hydrogene sulphide containing gases, acid gases; н. schwefelwasserstoffhaltige Gase n pl – гази, до складу яких входить сірчистий водень (H_2S). Містяться у вулканічних газах, мінералізованих водах та інших. Гази, що містять сірководень, можуть бути присутні в шахтній атмосфері, при видобуванні і переробці сірчистих нафт і в ряді інших випадків. Гранично допустима концентрація сірчистого водню в повітрі 0,01 мг/л. Суміш газу, що містить сірководень з повітрям, вибухонебезпечна, тому робота при наявності газу, що містить сірководень, вимагає суворого дотримання правил техніки безпеки.

ГАЗИФІКАЦІЯ, -ії, ж. * р. газификация, а. gasification, н. Vergasung f, Gasifikation f, Gasifizierung f – 1) Штучне перетворення твердого або рідкого палива на гази. 2) Застосування горючих газів як палива в різних галузях народного господарства та в побуті, а також як сировини для хімічної промисловості.

ГАЗИФІКАЦІЯ ВУГІЛЛЯ ПІДЗЕМНА, -ії, -ої, -ої, ж. * р. газификация угля подземная, а. coal gasification in situ, underground gasification of coal; н. unterirdische Kohlenvergasung f, Flözvergasung f – спосіб розробки вугільних родовищ, який базується на фіз.-хім. перетворенні вугілля в горючі гази в надрах за місцем залягання. Г.в.п. – фізико-хімічний геотехнічний процес. Включає буріння свердловин для подачі повітряного або парокиснево-повітряного дуття та відводу газу, що утворюється, створення в пласті між свердловинами реакційних каналів, в яких вугілля взаємодіє з потоками газу. Ці канали виконуються шляхом збірки свердловин. Через бурові свердловини до пластів вугілля постійно подають повітря, рідше — його суміш з киснем: відбувається взаємодія оксидів вуглецю і водяної пари, що утворилися в зоні спалювання вугілля, з вуглецем стінок пласта. Одержані горючі гази використовують як паливо, іноді — як технологічну сировину. Переваги Г.в.г.: невеликий обсяг підземних робіт, малий вплив на довкілля, мала собівартість одержуваного палива. Недоліки: невеликому теплоті згоряння газу (3,3 МДж/м³ для бурого і до 5 МДж/м³ для кам'яного вугілля), труднощі контролю розповсюдження фронту газифікації. Перша в світі промислова станція підземної газифікації вугілля стала до ладу 1937 року в Горлівці (Донбас). В різні роки працювало до шести дослідно-промислових і промислових станцій Г.в.п. Сьогодні використовується дві з них – Південно-Абінська (Росія, Кузбас) та Ангрєнська (Сер. Азія). Дослідно-промислові установки є в США, ФРН, Великобританії, Канаді, Австралії. Наукові дослідження з підземної газифікації в Україні ведуться у Державній гірничій академії України, Інституті геології та геохімії горючих копалин НАН України, Донецькому науково-дослідному вугільному інституті. В.С.Білецький.

ГАЗИФІКАЦІЯ ВУГІЛЛЯ ПРОМИСЛОВА, -ії, -ої, -ої, ж. * р. газификация угля промышленная, а. coal gasification, gasification of coal; н. Kohlenvergasung f – високотемпературний процес взаємодії вуглецю вугільного палива з окисниками, який здійснюється з метою одержання суміші горючих газів (H_2 , CO , CH_4). Як окисники (газифікуючі агенти) застосовують кисень, водяну пару та ін. Методи Г.в.п. класифікують за: 1. видом дуття: повітряна, повітряно-киснева, паро-повітряна, парокиснева; 2. за тиском: при атмосферному тиску (0,1-0,3 МПа), середньому (до 2-3 МПа), високому (понад 3 МПа); 3. за розміром вихідного палива: газифікація грудкового, дрібнодисперсного та пилоподібного вугілля; 4. за конструктивними особливостями реакційної зони: у щільному шарі палива, в псевдозрідженому шарі, в пиловугільному факелі; 5. за способами виділення смоли; 6. за способами підводу тепла: автотермічна (за рахунок внутр. джерел), алотермічна; 7. За теплою згоряння одержуваного газу (в МДж/м³): низької (до 6-7); середньої (12-18) та високої (30-35) теплоти згоряння; 8. За призначенням газів: для енергетичних і технологічних цілей (синтезу, виробництва водню, технічного вуглецю). 9. За температурою газифікації: низькотемпературна (до 800°C), середньотемпературна (800-1300°C), високотемпературна (1300°C). Г.в.п. була широко розвинена в першій половині ХХ ст. і до 1960 р. Напр., в 1958 р. в СРСР працювало понад 350 газогенераторних станцій, на яких в 2500 генераторах вироблялося 35 млрд м³ газу на рік. У зв'язку з бурхливим розвитком газодобувної галузі Г.в.п. різко скоротилася. Перспективними галузями застосування Г.в.п. є переробка високосірчистого і високозольного вугілля, переробка вугілля у районах віддалених від газопроводів, а також виробництво синтез-газу, газів-відновників та водню для потреб хімічної промисловості.

ГАЗОАДСОРБЦІЙНА ХРОМАТОГРАФІЯ, -ої, -ії, ж. * р. газoadсорбционная хроматография, а. gas adsorption chromatography; н. Gasadsorptionschromatographie f – метод розділення і аналізу сумішей газо- або пароподібних речовин, оснований на їх різній адсорбції твердими адсорбентами. Найважливіші способи Г.х. – фронтальний, елюентний, витискний та хроматотермографічний. Для аналізу речовин використовують газові хроматографи. Для ідентифікації і кількісного визначення

компонентів сумішей широко застосовують хромато-мас-спектрометричний метод, який поєднує в собі два методи - газову *хроматографію* і масспектрометрію. Чутливість Г. х. може досягати 10^{-8} - 10^{-9} мг/мл. Відносна середня похибка визначення становить 1-2%, мінімальна - 0,01-0,02%.

ГАЗОАНАЛІЗАТОР, -а, ч. * р. *газоанализатор*, а. *gas analyser*, *gas alarm*, *gas indicator*, н. *Gasanalysator m*, *Gasprüfer m* – *прилад* для визначення якісного і кількісного складу сумішей газів. Робота Г. основана на *вимірюванні* фіз., фіз.-хім. характеристик газової суміші або її окр. компонентів. На підприємствах *вугільної пр-сті* застосовують Г.: автоматичні стаціонарні, автоматичні, напівавтоматичні та інтерферометричні переносні. Автоматичні стаціонарні, автоматичні і напівавтоматичні переносні Г. призначені для безперервного автоматичного визначення вмісту *метану* в *шахтній атмосфері*, забезпечення при концентраціях *метану* 0,5-4% звукової і світлової сигналізації, а також автоматичного відключення електроенергії при *гранично допустимій концентрації* метану, безперервної передачі інформації про *вміст* метану в межах 0-2% і реєстрації її на поверхні *шахти*. Переносні інтерферометричні Г. застосовують для роздільного визначення концентрації *метану* і *вуглекислого газу* безпосередньо в *гірничих виробках* шахт при *концентрації* цих газів 0-6%. За допомогою переносних Г. експрес-методом контролюється *концентрація* в *повітрі* двоокису *вуглецю*, оксиду *вуглецю*, оксидів *азоту*, сірчистого *газу* і *сірководню*, а також *хлору*, *аміаку*, *парів* бензину, бензолу, ацетону, парів етилового ефіру, *вуглеводнів нафти*, толуолу, ксилолу і т.д. На підприємствах *нафт.* і *газової пром-сті* для контролю повітряного середовища на *вміст* горючих і токсичних *домішок* на робочих місцях (а також на бурових майданчиках), під час ремонтних робіт (в середині різних *ємностей*, *апаратів*) використовують переносні Г., які ґрунтуються на термokatалітичному (ПГФ-2М1 і ін.) і калориметричному (УГ-2) принципах дії. Г. першої групи використовують для визначення *концентрації* горючих газів і *парів у повітрі* в межах від 2,5 до 80 мг/л, в перерахунку на бензин Б-70. Прилад ПГФ-2М1 використовується в основному для встановлення ступеня вибухобезпечності горючих *домішок у повітрі*. Для визначення *вмісту* парів бензину і *легких нафтопродуктів у повітрі* в межах допустимих санітарних норм використовується Г. УГ-2. Автоматичний контроль і реєстрація вмісту *метану* під час буріння *свердловин* (з використанням *бурових розчинів* і газоподібних *агентів*) здійснюються установкою АУСГ; при виникненні небезпечних концентрацій *метану* (в точках його відбирання на *аналіз*) подається світловий і звуковий сигнали.

ГАЗОВИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. * р. *газовый анализ*, а. *gas analysis*, н. *Gasanalyse f* – *аналіз* суміші газів для визначення їх кількісного й якісного складу. Методи газового *аналізу* ґрунтуються на хімічних, фізико-хімічних і фізичних властивостях компонентів газової суміші, особливо на різних температурах конденсації і кипіння.

ГАЗОВИЙ БЕНЗИН, ГАЗОВА БЕНЗИНА, -ого, -у, ч., -ої, -и, ж. * р. *газовый бензин*; а. *gas petrol*; н. *Erdgasbenzin n* – суміш в основному ізопентану (*i*-C₅H₁₂), нормального пентану (*n*-C₅H₁₂), амілену (C₅H₁₀) і гексану (C₆H₁₄). Для підрахунку ресурсів припускається, що Г.б. складається із 1/3 бутану і 2/3 пентану (за масою). Вважають, що в газовий бензин цілком переходить пентан плюс вищекиплячі і частина нормального бутану, за величиною рівна половині вмісту пентану плюс вищекиплячі.

ГАЗОВИЙ КОНДЕНСАТ, -ого, -у, ч. * р. *газовый конденсат*, а. *gas condensate*; н. *Gaskondensat n*, *Erdgasflüssigkeit f* – суміш рідких *вуглеводнів* (C₅H₁₂ і вищі), що виділяються із природних газів при експлуатації газоконденсатних *родовищ*. Концентрація Г.к. в *пластових газах* коливається від 5-10 до 500 -1000 г/м³. Вміст *конденсату* в *газі* залежить від *пластових термобаричних умов* (чим вищий тиск і температура, тим більша кількість рідких *вуглеводнів* може бути розчинена в *газі*), від складу *пластового газу* (гомологи *метану* і СО₂ сприяють розчиненню в *газі* бензиново-гасових компонентів і підвищенню вмісту Г.к.), наявності *газових облямівок* і *концентрації* в них *легких фракцій*, умов міграції газоконденсатних сумішей під час формування *покладів*. Фракційний і *вуглеводневий склад* Г.к. варіює в широкому діапазоні і залежить від умов *залягання*, *відбору* і часу експлуатації *покладу*. Г.к. складається з бензинових (інтервал кипіння від 30–80 до 200°C), гасових (200–300°C) і, в меншій мірі, більш висококиплячих компонентів. Для більшості Г.к. вихід бензинових *фракцій* становить 70-85%. Г.к. з *покладів*, розміщених на значних глибинах, складається в основному з *гасово-газових фракцій*. Найбільш поширені Г.к. з переважанням метанових при значній частині нафтових *вуглеводнів* (метано-нафтовий тип). Рідко зустрічаються Г.к., які складаються г.ч. з ароматичних (65% на *низькокиплячу фракцію*) або нафтових *вуглеводнів* (до 70–85% на *вказану фракцію*). Густина *конденсатів* 660-840 кг/м³, вміст *сірки* - соті, рідше десяті частки %. Розрізняють сирий і стабільний Г.к., з якого видалені розчинені *гази* (метанбутанова *фракція*). Г.к. транспортується спеціальними *продуктопроводами* і після очищення використовується як цінна вторинна сировина *газових родовищ* (зокрема як *дизельне паливо*). Г.к. доставляються споживачу наливним транспортом (стабільний Г.к.) або з допомогою спеціальних конденсатопроводів під власним тиском (сирий Г.к.).

ГАЗОВИЙ СЕПАРАТОР, -ого, -а, ч. * р. *газовый сепаратор*, а. *gas separator*; н. *Gasabscheider m*, *Gasseparator m*, *Gasabtrennapparat m* – *апарат* для очищення продукції газових і газоконденсатних

свердловин від води, вуглеводневого конденсату і механіч. домішок. Входить до складу установок комплексної підготовки газу (УКПГ). Г.с. встановлюється на компресорних станціях, збірних і газорозподільних пунктах, газопереробних з-дах. Г.с. бувають автономного і секційного виконання. Г.с., як правило, мають секції: попередньої сепарації (для видалення домішок); відстійна (для збору і відстою рідини); краплевловлювальна. Г.с. комплектується приладами для контролю тиску, температури газу і рівня рідини. За принципом дії Г.с. розділяють на гравітаційні, інерційні, відцентрові і змішаного типу; за геом. формою і положенням у просторі - на циліндричні (вертикальні, горизонтальні, похилі) і сферичні; за робочим тиском - низького (до 0,6 МПа), середнього (0,6-2,5 МПа) і високого (понад 2,5 МПа) тиску. Ефективність гравітац. Г.с. 75-90%, інерційних - до 95...99%. Найбільш довершені прямооточні відцентрові Г.с. однопоточного і мультициклонного типів. Вони забезпечують ефективність сепарації твердих частинок 98-99,5%. При цьому їх габарити та металоемність менші, ніж у гравітаційних й інерційних Г.с. Пропускна здатність Г.с. 0,5-15 млн. м³/добу (при тиску 0,6-16 МПа, т-рі газу від 40 до 100 °С, початковому вмісті рідини 1-200 см³/м³ і гідравлічному опорі 0,01-0,05 МПа). Швидкість газу: в гравітаційних Г.с. 0,05-0,2 м/с, інерційних 0,2-1 м/с, відцентрових 1-5 м/с. Основні напрямки підвищення ефективності сепарації і зниження металомісткості Г.с.: коагуляція аерозолу у фільтрах, сітчастій насадці та ін.; вдосконалення аеродинаміки потоку в камері сепарації, застосування апаратів колонного типу багатофункціонального призначення.

ГАЗОВОЛЮМЕТРІЯ, -ії, ж. * р. газоволюметрия, а. gas volumetry, н. Gasvolumetrie f – метод кількісного аналізу, в якому визначуваний компонент перетворюють у газоподібну сполуку й вимірюють її об'єм.

ГАЗОГЕНЕРАТОР, -а, ч. * р. газогенератор, а. gas generator, н. Gaserzeuger m – генератор, де з твердого або рідкого палива, піддаючи його термічній обробці в середовищі повітря, кисню, водяної пари або їхньої суміші (дуття), виробляють генераторні гази. Стационарні генератори застосовують у хімічній промисловості, металургії тощо, транспортні генератори — головним чином в автомобільних газогенераторних установках.

ГАЗОЄМНІСТЬ ВУГІЛЛЯ (ЗАГАЛЬНА), -ості, -... (-ої), ж. * р. газоемкость угля (общая), а. gas content of coal, н. Gasaufnahmevermögen von Kohle - кількість газу, що поглинається за певних умов одиницею об'єму або маси вугілля. Кількість поглинутого газу подається в об'ємних або масових одиницях, а також у грам-молекулах (молях).

ГАЗОЄМНІСТЬ ГІРСЬКИХ ПОРІД, -ості, -..., ж. * р. газоемкость горных пород, а. gas content of rock, gas-bearing capacity of rock; н. Gasaufnahmevermögen von Gesteinen n pl – характеристика здатності г.п. поглинати гази. Оцінюється об'ємним вмістом газів в одиниці об'єму або маси породи.

ГАЗОЙЛЬ, -ю, ч. * р. газойль, а. gasöl, н. Gasöl n – фракція нафти, застосовувана переважно як паливо для дизелів і як сировина для каталітичного крекінгу.

ГАЗОМЕТР, -а, ч. * р. газометр, а. gasometer, н. Gasometer n – лабораторна посудина (прилад) для збирання, зберігання й вимірювання об'ємів різних газів.

ГАЗОМІР, -а, ч. * р. газомер; а. gas (flow) meter; н. Gasmesser m, Gasuhr f – прилад для вимірювання кількості та витрат газу, що проходить через газопровідну трубу; газовий лічильник.

ГАЗОПРОВІД, -а, ч. * р. газопровод; а. gas pipeline, gas conduit; н. Gasleitung f – система трубопроводів і допоміжних споруд для транспортування та розподілу газу.

ГАЗОПРОВІД МАГІСТРАЛЬНИЙ, -а, -ого, ч. * р. газопровод магистральный, а. trunk gas pipeline, gas main; н. Ferngasleitung f – трубопровід, призначений для транспортування природного газу з району видобутку або виробництва до пунктів споживання. Г.м. – один з основних елементів газотранспортних систем. Сучасний Г.м. споруджується із сталевих труб діаметром до 1420 мм на робочий тиск 7,5 МПа з пропускною спроможністю до 50-60 млрд. м³ газу на рік. Прокладають на глиб. 0,8-1 м (до верхньої труби) – підземне прокладання; на опорах – надземне; в насипних греблях – наземне. Для транспортування газу з морських газових промислів на берег споруджуються підводні Г.м. До складу споруд Г.м. входять: головна і проміжні компресорні станції, призначені для компримування газу в початковому і проміжному пунктах траси; пункти осушування газу і його очищення від H₂S і CO₂ на головній компресорній станції, приймальний термінал. На компресорних станціях Г.м. великого діаметра (1020-1420 мм) після відцентрових нагнітачів установлюють апарати повітряного охолодження газу. На Г.м. менших діаметрів газ встигає охолоджуватися за рахунок теплообміну з ґрунтом. На кінцевому пункті Г.м. і кінцевих пунктах відгалужень від Г.м. газ надходить у газорозподільну станцію, де його тиск знижується до величини, яка допускається в даній газорозподільчій системі. Для компенсації сезонної нерівномірності газоспоживання поблизу кінцевого пункту Г.м. споруджуються підземні газосховища або сховища скрапленого природного газу, в яких влітку створюється запас газу для подальшого його використання взимку або при збільшенні споживання. Захист труб Г.м. від ґрунтової корозії здійснюється зовнішньою протикорозійною ізоляцією і катодним захистом трубопроводів. Г.м. оснащуються системами телемеханіки і зв'язку для можливості контролювання роботи компресорних станцій з центрального диспетчерського пункту, обладнаного автоматизованою системою керування технологічним процесом транспортування газу. Для надання природному газу специфічного запаху проводиться його одоризація на головній компресорній станції і на

кінцевому пункті Г.м. Надійність Г.м. забезпечується створенням резерву газоперекачувальних *airperami* на компресорних станціях, застосуванням високоякісних сталевих труб, прокладанням паралельних ліній Г.м. з перемичками між ними.

Перші на території України Г.м. споруджено в 1924-29 рр.: “Дашава-Стрий” та “Дашава-Дрогобич”, “Дашава-Львів”.

ГАЗОРІДИННА ХРОМАТОГРАФІЯ, -ої, -ії, ж. * р. *газожидкостная хроматография*, а. *gas-liquid chromatography*, н. *Gasflüssigkeits-Chromatographie* f – метод розділення й аналізу сумішей газо- або пароподібних *речовин*, оснований на їх різній розчинності в тонкому шарі *рідини*, нанесеної на твердий носій. Метод Г.х. запропонований англ. вченими А. Джеймсом і А. Мартіном у 1952. Відносна похибка визначень коливається від 2 до 5%. Г.х. широко застосовують для аналізу *газів*, *рідин* і *твердих речовин*.

ГАЗОСПОЖИВАННЯ, -..., с. * р. *газопотребление*; а. *gas consumption*; н. *Gasverbrauch* m – використання природного горючого газу промисловими і побутовими об'єктами. Виділяють Г. побутовими, комунальними, промисловими об'єктами, електростанціями, а також пов'язане з опаленням і вентиляцією. Величину Г. визначають на кінець розрахункового періоду: Г. побутового (із врахуванням перспективи розвитку об'єктів споживання газу) – за нормами, розрахованими на 1 людину; комунального – віднесеними на одиницю продукції; пов'язаного з опаленням і *вентиляцією* – за нормами, які враховують теплову характеристику будівель і кліматичні умови; решта сфер Г. – за даними фактичної витрати або за нормами витрати інших видів палива. В зв'язку з непостійною в часі витратою газу розрізняють нерівномірності Г.: добову, тижневу, сезонну; відображаються відповідно в добовому, тижневому і річному графіках Г. Річні графіки Г., які складаються за осередненими даними кожного місяця добовими витратами, враховуються при плануванні видобутку газу; виборі і обґрунтуванні заходів, які забезпечують регулювання нерівномірності Г., забезпеченні надійності і підвищенні ефективності роботи газорозподільних систем. Добова і тижнева нерівномірності Г. пов'язані з режимами використання газу на побутові потреби і промисловими об'єктами, сезонна – в основному з опалювальним навантаженням. Із збільшенням кількості об'єктів нерівномірність Г. зменшується. Сезонну нерівномірність Г. компенсують за рахунок запасів газу в підземних сховищах, резерву продуктивності магістральних газопроводів, буферних споживачів газу. Добова і тижнева нерівномірності Г. регулюються з допомогою станцій пікового Г., до яких належать сховища скраплення вуглеводневих газів (метану, пропану і бутану) і устаткування регазифікації, а також акумулюючих ємностей газопостачальної системи.

ГАММА-АБСОРБЦІЙНИЙ АНАЛІЗ, -...-ого, -у, ч. * р. *гамма-абсорбционный анализ*, а. *gamma-ray absorption analysis*; н. *Gamma-Absorptionsanalyse* f – метод аналізу г.п., оснований на кількісному визначенні елементного складу *речовини* за поглинанням рентгенівського (пулюєвого) та *гамма-випромінювання*. Вміст елементів з великим ат.н. в середовищі породотвірних елементів за допомогою Г.-а.а. можна визначити з відносною помилкою 1%. Г.-а.а. дозволяє визначати вміст Fe, W, Hg, Pb в *рудах* і продуктах їх переробки, не тільки в сухих *пробах* і *розчинах*, але також в *пульхах*, контролювати вміст елементів у пром. продуктах і *концентратах*. Крім того, Г.-а.а. використовують для контролю зольності *вугілля*, визначення сірки в *нафтах* і *газах*; метод може бути застосований для контролю елементів у потоці.

ГАММА-АКТИВАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ, -...-ого, -у, ч. * р. *гамма-активационный анализ*, а. *gamma-ray activation analysis*; н. *Gamma-Aktivierungsanalyse* f – метод кількісного аналізу елементного складу *речовини* за оцінкою індукованої *радіоактивності*, що виникає внаслідок збудження атомних ядер при опроміненні зразка *гамма-променями*. За характером радіоактивності *ізотопів* (типом розпаду, енергією випромінювання) судять про якісний склад г.п., а за інтенсивністю *випромінювання* - про кількісний. Для контролю якості *мінеральної сировини* і продуктів її переробки використовується діапазон енергій *гамма-квантів* 5-20 МеВ. Їх отримують за допомогою малопотужних прискорювачів *електронів* - мікротрона, бетатрона або лінійного прискорювача. Г.-а.а. застосовується для виявлення C, O, Na, Mg, Si, Ca, Ti, Fe, Mn, Zn, Zr, Ge, Se, Sr, Ag, Cd, Er, Lu, Hf, Ir, Au та інш. елементів у геол. зразках.

ГАММА-ДЕФЕКТОСКОПІЯ, -...-ії, ж. * р. *гамма-дефектоскопия*; а. *industrial gamma (-ray) radiography*, *gamma-ray inspection*, *gamma-ray testing*; н. *Gamma-Defektoskopie* f – сукупність методів виявлення дефектів металів і виробів за допомогою *гамма-апарата*.

ГАММА-ПРОМЕНІ, -...-ів, мн. * р. *гамма-лучи*, а. *gamma-rays*, н. *Gammastrahle* m pl – електромагнітні хвилі, довжина яких менша за довжину хвиль *рентгенівських променів* (менша від 10^{-10} м). Виникають Г.-п. при радіоактивних перетвореннях ядер багатьох *ізотопів* водночас з альфа- або бета-частинками, при гальмуванні заряджених частинок великої енергії, анігіляції частинок з античастинками. Г.-п. спричиняють іонізацію *атомів* речовини, мають велику проникність, не заломлюються, породжують електронно-позитронні пари.

ГАММА-СПЕКТРОСКОПІЯ, -...-ії, ж. * р. *гамма-спектроскопия*, а. *gamma-spectroscopy*, н. *Gamma-Spektroskopie* f – розділ ядерної *спектроскопії*, в якому досліджується енергетичний склад *гамма-проміння*.

ГАРМОНІЧНИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. * р. *гармонический анализ*, а. *harmonic analysis*; н. *harmonische*

Analyse f – розділ *математики*, в якому вивчаються способи представлення *функцій* однієї чи багатьох змінних за допомогою рядів Фур'є за тригонометричною та іншими системами функцій чи за допомогою *інтегралів* Фур'є, а також різноманітні застосування цих представлень. Витоки Г.а. пов'язують з іменем Ж.Фур'є. Г.а. широко застосовують у *гірництві* при описанні та вивченні коливальних процесів.

ГАС, -у, ч. * **р.** керосин; **а.** kerosene, kerosine; **н.** Kerosin n, Leuchtöl n – горюча *рідина*, продукт перегонки *нафти*. Безбарвна або жовтувата *рідина*. Википає в інтервалі т-р 110-320°C. *Густина* 0,75-0,78. *Теплота згоряння* бл. 43 Мдж/кг. Застосовують як пальне, розчинник, *реагент* при *збагащенні* к.к. (*флотація*, *масляна агрегація*), сировина нафтопереробної промисловості.

ГЕЛІ, -ей, *мн.* * **р.** гели, **а.** gels, **н.** Gele n pl – 1) Драглеподібні *дисперсні системи*, з просторовою структурою, в якій дисперсна фаза утворює ґраткову порувану просторову структуру, заповнену рідким *дисперсійним середовищем*. Виникнення в об'ємі *рідини* такої просторової сітки зумовлюється: в колоїдних системах зчепленням частинок дисперсної фази, в розчинах *полімерів* – хімічним зшиванням лінійних *макромолекул*, тривимірною полімеризацією або поліконденсацією. Це надає *гелям* досить малої граничної напруги зсуву, механічних властивостей *твердих тіл*. *Гелям* властиві пластичність і еластичність, а також тиксотропні властивості. *Гелі* утворюються при *коагуляції* золів. Залежно від типу розчинника (*дисперсійного середовища*) розрізняють гідрогелі, алкогелі, бензогелі тощо. Застосовують як *флокулянти*, *адсорбенти* тощо. 2) Гель – частина назви *мінералів*, для яких характерна колоїдна структура *речовини*. Розрізняють: гелі-анатаз (колоїдно-дисперсна відміна *анатазу*); гелі-берtrandит (колоїдно-дисперсна відміна *берtrandиту*; зустрічається в порожнинах вилуговування епідидиміту, звичайно в тісному *парагенезисі* з іншими продуктами його зміни; відомий в Ловозерському масиві (Кольський півострів). Рідкісний); гелі-варисцит (колоїдно-дисперсна відміна *варисциту*); гелі-галуазит (аморфна відміна *галуазиту*); гелі-ґетит (*лімоніт*); гелі-діадохіт (діадохіт); гелі-доломіт (аморфна відміна *доломіту*); гелі-кальцит (колоїдальна відміна *кальциту*); гелі-каситерит (арандизит); гелі-кристобаліт (*опал*); гелі-магнетит (колоїдальна відміна *магнетиту*); гелі-монтморилоніт (аморфна відміна *монтморилоніту*); гелі-нонtronіт (аморфна відміна *нонtronіту*); гелі-пірит (мельниковіт); гелі-пірофіліт (*пірофіліт*); гелі-рутил (колоїдно-дисперсна відміна *рутилу*); гелі-сидерит (колоїдно-дисперсна відміна *сидериту*); гелі-тенорит (гелеподібна відміна *тенориту*); гелі-фішерит (колоїдальна відміна *вавеліту*); гелі-циркон (аршиновіт).

ГЕЛІЙ, -ю, ч. * **р.** гелий, **а.** helium, **н.** Helium n – *хімічний елемент*, символ He, ат.н. 2, ат.м. 4,0026, газ без кольору і запаху. За розповсюдженістю у Всесвіті займає 2-е місце після *водню*. На Землі Г. мало - в 1 м³ повітря є 5,24 см³ Г., в *літосфері* міститься 3 x 10⁻⁷% Г. Застосування Г. пов'язане з такими його унікальними властивостями як інертність, висока проникність тощо: зварювання, виробництво надчистих напівпровідників, хроматографія, кріотехніка.

ГЕЛІНІТ, -у, ч. * **р.** гелинит, **а.** gelinite, **н.** Helinit m – *мацерал* мацеральної підгрупи *геловітриніту* в мацеральній групі *вітриніту*, що складається з безструктурних – гомогенних і аморфних заповнень тріщин і інших пустот. Термін введений в 1971 р. Міжнародним комітетом з петрології вугілля і органічної речовини (МКПВОР) для класифікації компонента гумінової групи, що складається з чистого колоїдного гелю. Г. відповідає первинному поняттю «повторно осадженого гелю», для якого М.-Т.Стопс запропонувала назву «колініт».

Г. має вторинне походження. Він може залягати у вигляді основної маси з вкрапленнями мілонітизованих вугільних часточок в мікророзломах всередині вугільних *пластів* або може заповнювати клітинні порожнини *склеротиніту*, *семіфюзиніту* і *фюзиніту*. Розмір і форма часточок варіюють в залежності від конфігурації заповненої пустоти. Масивні заповнення можуть характеризуватися тріщинами.

Відбивна здатність Г. часто трохи вище, ніж у інших попутних вітринітових мацералів. Аморфний матеріал, що заповнює пустоти, може містити окремі смуги з різною відбивною здатністю.

Інтенсивність *флуоресценції* слабша, ніж у попутних мацералів *колотелініту* і *колодетриніту*, або ж відсутня. Серед *мацералів* вітринітової групи Г. має найменшу *твердість*.

Мацерал формується з гумусових колоїдів, що сформувалися на ранній стадії діагенезу рослинного матеріалу, потім просочили початковий матеріал і осади у вигляді колоїдного гелю. *Гелініт* у молодому вугіллі може бути попередником *гелініту* вугілля середнього і високого ступеня *вуглефікації*.

Г. – найбільш рідкісний *мацерал* вітринітової групи. Найчастіше його можна виявити у *вугіллі*, що зазнало тектонічних порушень на ранніх стадіях *вуглефікації*. У пустотах Г. може залягати попутно з колорезинітом. Г. є частиною *керогену* типу III.

Походження слова: gelu, us (лат.) - мороз, твердіння (тіл з віком). Синоніми: колініт, гелоколініт (буре вугілля).

ГЕЛІТ, -у, ч. * **р.** гелит, **а.** heolite, **н.** Heolit m – органічна сполука – C₁₄H₈O₂. Утворюється на стінках порожнин внаслідок згону при вугільних *пожежах*.

ГЕЛОВІТРИНІТ, -у, ч. * **р.** геловитринит, **а.** gelovitrinite, **н.** Gelovitrinit m – мацеральна підгрупа групи *вітриніту*, що складається з колоїдних заповнень пустот, які були раніше у вітринітовому матеріалі. Термін введений в 1994 р. Міжнародним комітетом з петрології вугілля і органічної речовини (МКПВОР)

для класифікації підгрупи мацералів, утворених в процесі желування гумусових розчинів, які не відповідають конкретним рослинним тканинам.

Складається з мацералів *корпогелініту* і *гелініту*. *Корпогелініт* має вигляд окремих тіл, що представляють, головним чином, первинні флорафенові заповнення порожнин клітин, що залягають *in situ* (лат. на місці, в місці знаходження) або ізольовано в межах вугільної або мінеральної материнської породи; *гелініт* являє собою вторинні гомогенні заповнення мікротріщин, щілин або інших раніше пустих порожнин. Розміри можуть варіювати.

Фізичні і хімічні властивості – див. *вітриніт*, *корпогелініт*, *гелініт*.

Г., ймовірно, має не одне походження, але, загалом, вважається, що він є похідним від рослинних клітин або гумусових рідин, що утворилися з рослинних тканин в процесі розкладання і *діагенезу* і які згодом відклалися як колоїдні гелі в пустотах або порожнинах всередині початкового матеріалу.

Залягання і практична значущість – аналогічні *корпогелініту* і *гелініту*.

Походження слова: *gelu, us* (лат.) - мороз, твердіння (тіл з віком), *vitrum* (лат.) - скло.

Синонім: гумоколініт (буре вугілля).

ГЕНЕЗИС (ГЕНЕЗА), -у, ч. * р. *генезис*, а. *genesis* н. *Genesis* f – походження, виникнення; процес утворення.

ГЕНЕТИЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ВУГІЛЛЯ, -ої, -ії, -..., ж. * р. *генетическая классификация угля*, а. *genetic classification of coal*; н. *genetische Kohlenklassierung* f – розподіл *вугілля* за хімічною природою і походженням. Перша Г.к.в. була запропонована німецьким палеоботаніком Потоньє. Він виділив у вихопному вугіллі три основних класи: *гуміти*, *сапропеліти*, *біоліти*. Пізніше Ю.А.Жемчужников запропонував власну Г.к.в., у якій виділяв дві групи (*гумоліти* і *сапропеліти*), а кожну з груп розділив на два класи (1 – *гуміти*, 2 – *ліптобіоліти*, 3 – *сапропеліти* і 4 – *сапроколіти*). Гуміти утворилися з вищих рослин, а *сапропеліти* – з нижчих і *планктону*. Пізніше був виділений проміжний клас гуміто-сапропелітового вугілля. Аронов і Нестеренко розділили *вугілля* на чотири генетичних класи: *гуміти*, *ліптобіоліти*, *сапропеліти* і особливо тверді горючі копаліни. Перераховані класифікації не мають принципових відмінностей і використовуються для дослідження впливу *генезису* вугілля на його властивості. З усіх класів вугілля найпоширенішими і найповніше вивченими є *гуміти*. У більшості випадків гумусове вугілля макроскопічно не цілком однорідне, а складається з частин (*інгредієнтів*, *літотипів*), які в площинах, перпендикулярних нашаруванню, помітні неозброєним оком. У 1919 р. М.Стокс поділила *інгредієнти* (*літотипи*) гумусового вугілля на *вітрен*, *кларен*, *дюрен* і *фюзен*. *Вітрен* (блискучий) являє собою чорні шари з дуже сильним блиском і раковистим *зламом*. Часто він крихкий і розітнений безліччю тонких тріщин, внаслідок чого розшаровується на кубики, а при видобутку сильно подрібнюється. У гумусовому вугіллі *вітрен* зустрічається у вигляді шарів потужністю понад 3-10 мм. *Кларен* (проміжний) за блиском займає проміжне положення між *вітреном* і *дюреном* і складається з шарів *вітрену*, *дюрену*, а іноді і *фюзену*. *Дюрен* (матовий) може бути чорного або сірого кольору, але завжди матовий. Він дуже міцний і тому розколюється при руйнуванні на великі шматки з шорстким *зламом*. Шари *дюрену* зустрічаються рідше, ніж шари *вітрену* та *кларену*, але іноді вони мають відносно велику потужність (до 10 см) і добре витримані за простяганням. *Фюзен* (чорний) має шовковистий блиск, чорний колір. Він м'який і пухкий, бруднить руки при дотику. Як правило *фюзен* зустрічається у *пласті* у формі *лінз* товщиною декілька міліметрів і декілька сантиметрів завдовжки. У *пластах*, які особливо багаті на *фюзен*, зустрічаються його шари потужністю до 20 см і довжиною декілька метрів. У більшості вугілля *фюзен* відіграє лише другорядну роль. Сапропелеве вугілля (*сапропеліти*) істотно відрізняється від *гумітів* відсутністю шаруватості, однорідним складом і дуже високою *густиною*. *Сапропеліти* низького ступеня *вуглефікації* мають високий вміст *водню* і великий вихід *легких речовин* з високим виходом газу і смоли. Їх розділяють на *кеннелі*, *богхеди* і перехідні різновиди. *Кеннель* – вугілля чорного кольору, матове, однорідне і компактне, розколюється з раковистим *зламом*, під мікроскопом має правильну мікروشаруватість. Характерна особливість всіх *кеннелів* – майже однаковий розмір складових частинок. *Кеннелі* зустрічаються у більшості вугільних басейнів світу. У вигляді прошарків від декількох міліметрів до десятків сантиметрів знайдені у гумусовому вугіллі Донбасу. *Богхеди* візуально дуже схожі на *кеннелі*, але мають буруватий колір і коричневу риску. Їх характерною складовою є *альгініт*, якого майже немає у справжніх *кеннелях*. Існує багато перехідних форм від *кеннелів* до *богхедів*. Якщо у *кеннелях* міститься велика кількість водоростей, але не більше, ніж спор, то це вказує на перехідний тип. Справжній *богхед* майже не містить спори. *Ліптобіоліти*, що утворилися з найбільш стійких частин рослин (воску, смол), складають невеликі за потужністю шари у вугіллі нижнього *карбону* Західного Донбасу і окремі пласти Ткібульського родовища у Грузії. Ткібульські *ліптобіоліти* легко займаються від сірника, що пов'язано з особливостями їх складу. Основним матеріалом для їх утворення слугувала смола хвойних рослин, кутикули листя і пагінци вищих наземних рослин. Смолисті *ліптобіоліти* характеризуються підвищеною пористістю, містять вуглецю на 3-6% менше, а водню на 0,5-3% більше, ніж сусідні пласти *гумітів*. При високих температурах *ліптобіоліти* розкладаються з виділенням великої кількості газоподібних органічних речовин, у зв'язку з чим легко запалюються. При низьких

температурах вони хімічно більш інертні, ніж *гуміти*. Початковий матеріал, його біохімічні та геохімічні перетворення в різних умовах обумовили формування численних однорідних за своїми оптичними і фізико-хімічними властивостями мікрокомпонентів вугілля, виділенням і описом яких займається вугільна *петрографія*. Мікрокомпоненти вугілля, на відміну від *мінералів*, широко варіюють за хімічним складом і фізичними властивостями.

ГЕОХІМІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ, -ої, -її, -..., ж. * р. *геохимическая классификация элементов*, а. *geochemical classification of elements*, н. *geochemische Elementenklassifizierung* f – класифікація хім. елементів на основі спільних закономірностей поведінки в геол. процесах. Загальноприйнятими є класифікації В.І.Вернадського (1922, 1927) і В.М.Гольдшмідта (1924). В основу своєї класифікації Вернадський поклав 4 принципи, що визначають історію елементів у земній корі: хім. активність, участь в циклічних процесах у біосфері, перевага розсіяного стану, висока радіоактивність. Ним були виділені групи: благородних газів (He, Ne, Ar, Kr, Xe); благородних металів (Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au, Ag); цикліч. елементів (H, Na, K, Cu, Mg, Ca, Zn, B, Al, C, Si, Ti, Zr, Pb, N, P, V, O, S, Cr, Mo, F, Cl, Mn, Fe, Co, Ni і інш.); розсіяних елементів (Li, Rb, Cs, Sc, Y, Ga, In, Tl, Br, J); сильнорадіоактивних елементів (Po, Rn, Ra, Ac, Th, Pa, U); рідкісноземельних елементів (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu). Гольдшмідт поділив всі елементи на групи відповідно до стійкості різних типів їх сполук в природі. У основу були покладені закони розподілу елементів по трьох принципових фазах метеоритів: силікатної (кисневої), сульфідної і металевої. "Еталоном", відносно якого класифікують всі елементи, є Fe - елемент з високою поширеністю, що входить до складу всіх принципових фаз метеоритів. Відповідно виділені: літофільні елементи, які збагачують силікати (O, Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, V, Al, Y, TR, Si, Ti, Zr, Hf, Th, U, Nb, Ta, W і інш.); халькофільні елементи, що збагачують сульфіди (S, Se, Te, As, Sb, Bi, Cu, Ag, Zn, Cd, Hg, In, Tl і інш.), і сидерофільні елементи, що збагачують металіч. фазу (Ni, Co, P, C, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au, Mo). Ряд елементів з проміжними властивостями потрапили в дек. груп: Ga, Ge, Sn, Nb, Ta, W. Крім того, Гольдшмідт виділив додаткові групи елементів: атмофільні, для яких в умовах земної поверхні характерний газоподібний стан і накопичення в атмосфері (H, N, C, O, Cl, Br, J та інертні гази), і біофільні елементи, що є гол. компонентами організмів (C, H, O, N, P, S, Cl, J, B, Ca, Mg, K, Na, V, Mn, Fe, Cu). Повторення елементів в різних групах природне, оскільки при виділенні додаткових груп використані різні принципи. Ця класифікація дозволяє передбачити гол. тип хім. сполук елементів у природі і тим самим чинники, що приводять до їх концентрації. Так, халькофільні елементи концентруються у вигляді компонентів сульфідних руд, більшість сидерофільних елементів (Au, група Pt) концентруються в самородному стані; літофільні елементи нагромаджуються в складі гол. або другорядних мінералів магматичних і осадових порід.

ГЕОХІМІЯ, -її, ж. * р. *геохимия*, а. *geochemistry*, н. *Geochemie* f – наука, що вивчає поширення, розвиток і процеси міграції *хімічних елементів* та їх стабільних *ізотопів* на Землі. За визначенням В.І.Вернадського, Г. - наука, що вивчає "історію хімічних елементів планети". Досліджує хімічний склад Землі, окремо *геосфер*, *порід* і *мінералів*, на хімічній основі пояснює походження та історію Землі. *Геохімія* як наука виникла на початку ХХ ст. Розвиток і становлення *геохімії* пов'язані з іменами В.І.Вернадського, О.Є.Ферсмана, О.П.Виноградова та ін. Складається з регіональної *геохімії*, *геохімії елементів* і процесів, *геохімії ізотопів*, *гідрогеохімії*, біогеохімії, радіогеохімії та ін. Методологія Г.: метод глобальних і локальних геохім. констант - *кларків елементів*; *геохімічний цикл*; геохім. картування і районування, датування - абс. *геохронологія*; методи фіз.-хім. аналізу парагенезисів *мінералів*. Геохімічні дослідження в Україні проводить інститут *геохімії* і фізики *мінералів* НАН України, Інститут *геології* та *геохімії* горючих копалин НАН України та відповідні кафедри вузів.

ГЕРМЕТИЗАЦІЯ, -її, ж. * р. *герметизация*, а. *sealing*, н. *Abdichtung* f, *hermetische Abdichtung* f, *hermetisches Verschießen* n, *Luftdichtigkeit* f, *Luftdichtheit* f, *luft- und gasdichter Abschluß* m – забезпечення непроникності стінок і з'єднань, що обмежують потрапляння *рідин* і *газів* у внутрішні об'єми *апаратів*, *машин*, приміщень, споруд.

ГЕТЕРОПОЛЯРНИЙ ЗВ'ЯЗОК, -ого, -у, ч. * р. *гетерополярная связь*, а. *heteropolar linkage*, н. *heteropolarer Kontakt* m – *хімічний зв'язок*, що супроводжується зміщенням електронної *пари* до одного із *атомів* і наступною взаємодією утворених *йонів*.

ГІГРОСКОПІЧНІСТЬ, -ості, ж. * р. *гигроскопичность*, а. *hygroscopicity* (of rock), н. *Hygrokopizität* f (der Gesteine) - 1) Здатність кристалічних та аморфних тіл легко поглинати *вологу* з повітря, зволожуючись або розтікаючись при цьому. 2) Г. *вибухових речовин* - здатність *гідрофільних* ВР поглинати *пари* води за рахунок хімічної чи фізичної *адсорбції*. 3) Г. *гірських порід* - здатність *речовин* вбирати *вологу* з *повітря*. Розрізняють неповну і максимальну Г. Неповна Г. характеризується к-стю *вологи*, яка поглинається г.п. при даній відносній *вологості* повітря; макс. - найбільшою к-стю *вологи*, що поглинається г.п. з *повітря* при повному його насиченні водними *парами*. Сильно гігроскопічні *торф*, *буре вугілля*, *крейда*, *мергель*, *лес*, *глина*, *кам'яна сіль*, *карналіт*. Слабка Г. у скельних метаморфіч. і магматич. порід, щільного кам. *вугілля*, бітумінозних *пісковиків*.

ГІДРАВЛІКА, -и, ж. * р. *гидравлика*, а. *hydraulics*, н. *Hydraulik* f – наука про закони рівноваги й руху

рідини, а також застосування їх для розв'язання практичних завдань. Прикладна або технічна *гідромеханіка*. Під *рідиною* у Г. розуміють крапельні *рідини*, що їх вважають нестисливими, а також *гази*, якщо швидкість їхнього руху значно менша швидкості звуку. Г. вивчає рух *рідини*, оточеної та спрямованої твердими стінками, напр., трубами (т.зв. внутрішня задача).

ГІДРАВЛІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ, -ої, -ії, ж. * р. *гидравлическая классификация*, а. *hydraulic classification*, н. *Hydroklassierung f, Stromklassierung f* – процес розділення суміші частинок у *рідини* на окремі класи за швидкістю їх осідання. Г.к. може бути самостійною, допоміжною або підготовчою операцією перед *відсадкою* або *флотацією*. *Крупність* матеріалу, який піддають Г.к., як правило, не перевищує 3-13 мм. Розділення матеріалу головним чином протікає у стиснених умовах при турбулентному режимі.

ГІДРАТ, (КРИСТАЛОГІДРАТ), -у, ч. (-у, ч.) * р. *гидрат, [кристаллогидрат]*; а. *hydrate*; н. *Hydrat m* – речовина, яка містить зв'язані молекули води, що можуть входити і в її структуру. Стійкі Г. виділяються з розчинів у формі *кристалогідратів*. *Кристалогідрати* характерні для природних горючих газів. Див. *гідрати природних газів*.

ГІДРАТИ ВУГЛЕЦЕВИХ ГАЗІВ, -ів, ..., мн. * р. *гидраты углеродных газов*, а. *hydrates of carbon gases*, н. *Hydrate m pl von Kohlenstoffgasen n pl* – сполуки включення (клатрати), в яких молекули вуглецевих газів заповнюють порожнечу кристаліч. *ґратки* льоду. Зустрічаються у вигляді газогідратних *покладів* у багаторічномерзлих породах. Виникають також у газопроводах, утруднюючи їх експлуатацію.

ГІДРАТИ ПРИРОДНИХ ГАЗІВ, -ів, ..., мн. * р. *гидраты природных газов*; а. *hydrates of natural gases*; н. *Hydrate m pl von Erdgasen n pl* – тверді кристалічні сполуки *вуглеводнів з водою*. Прийняті формули *гідратів* свідчать, що із збільшенням густини газу зростає кількість зв'язаної води. Відносна густина гідрату $\bar{\rho}_{\text{гидр}}$

у залежності від відносної густини газу $\bar{\rho}_\Gamma$ описується формулою:

$$\bar{\rho}_{\text{гидр}} = 0,873 + 0,063\bar{\rho}_\Gamma.$$

Умови утворення (тиск і температура) *гідратів* за відомого складу газу визначаються константами рівноваги окремих компонентів:

$$\sum (y_i / K_i) = 1,0,$$

де y_i – мольні частки компонентів, які входять у суміш газів; K_i – константи рівноважного стану компонентів у точці гідратування.

Сірководень і двоокис вуглецю внаслідок кращої розчинності у воді підвищують температуру гідратування за постійного тиску. Таке ж явище спостерігається в разі зростання густини газу. Для визначення температури гідратування суміші *вуглеводнів* за тисків від 42 до 70 МПа використовують вираз:

$$T = 2,157\sqrt{C},$$

де 2,157 – розмірний коефіцієнт; C – константа, яка залежить від виду газу.

Попередження гідратування в газових потоках у *свердловинах*, промислових мережах і устаткованніях підготовки газу пов'язане, виходячи з природи *гідратів*, зі зниженням тиску, підвищенням температури чи видаленням вологи.

Для забезпечення безгідратного транспортування газу від *свердловин* до устаткування підготовки газу на *гірлі свердловин* можна здійснювати підігрівання газу чи уведення *інгібітора* гідратування. Під час підігрівання газу в підігрівачах, які встановлюються на *гірлі свердловин*, доцільно будувати шлейфи *свердловин* від *гірла* до устаткування підготовки газу з теплоізоляційним покриттям. Це дає змогу уникнути зайвих витрат на підігрівання і запобігти гідратування. Створення вакуумної теплоізоляції, як показує порівняння коефіцієнтів теплопровідності перліту, поліуретану і вакууму, може призвести практично до виключення втрат тепла під час транспортування газу і рідини:

Вид ізоляції	Перліт	Поліуретан	Вакуум
Коефіцієнт теплопровідності, кДж/(год·м·К)	0,137	0,075	$5,6 \cdot 10^{-5}$

У разі можливості утворення *гідратів* на *гірлі* чи в *стовбурі свердловин* основним способом запобігання гідратування є подача *інгібітора* (*метанол*, водні розчини *гліколів*, хлористого *кальцію* тощо) в потік газу. Вибір способу уникнення гідратування обґрунтовується техніко-економічним розрахунком.

Під час розрахунку необхідної витрати *інгібітора* гідратування вважають, що основна маса *інгібітора* гідратування забезпечує зв'язування води, яка вільно виділяється з газового потоку (наприклад, різниця вологості газу в пластових умовах і на вході в устаткування підготовки газу). Частина *інгібітора* гідратування втрачається внаслідок випаровування в газовий потік, а частина – внаслідок розчинення в *газовому конденсаті*, причому ці втрати збільшуються внаслідок зростання вмісту кислих компонентів (H_2S і CO_2) у *газовому конденсаті*. Розраховану таким чином витрату *інгібітора* гідратування множать на нормативний коефіцієнт експлуатації, який включає можливі втрати *інгібітора* від витікання, розливання та інших технологічних втрат. Таким чином, витрата *інгібітора* гідратування

$$g_{i.г} = k_e (g_{зв} + g_v + g_p),$$

де $g_{зв}$ – витрата *інгібітора* гідратування на зв'язування води, яка вільно виділяється з газового потоку; g_v – витрата *інгібітора* від його випаровування у газовий потік; g_p – витрата *інгібітора* на його розчинення в конденсаті; k_e – коефіцієнт експлуатації ($k_e = 1,05-1,2$).

Витрата інгібітора гідратуутворення на зв'язування води, яка вільно виділяється з газу (в кг/1000 м³ газу), залежить від вологості газу і концентрації інгібітора (регенерованого і відпрацьованого):

$$g_{зв} = \frac{(w_1 - w_2)c_2}{c_1 - c_2},$$

де w_1, w_2 – вологовміст газу відповідно до і після введення інгібітора гідратуутворення (наприклад, вологовміст у пластових умовах і на вході в устаткування підготовки газу), який визначається за заданих тисків і температур, кг/1000 м³ газу; c_1, c_2 – масова концентрація відповідно регенерованого (який уводиться) і відпрацьованого інгібітора гідратуутворення, %.

Концентрація c_2 відпрацьованого інгібітора гідратуутворення залежить від перепаду ΔT температури гідратуутворення і фізичних властивостей інгібітора гідратуутворення:

$$c_2 = \frac{M\Delta T}{M\Delta T + k} \cdot 100;$$

$$\Delta T = \frac{kc_2}{M(100 - k)},$$

де c_2 – концентрація відпрацьованого інгібітора гідратуутворення, %; M – молекулярна маса інгібітора; k – константа інгібітора гідратуутворення:

Інгібітор	Метанол	Етиленгліколь	Діетиленгліколь
M	32	62	106
k	1295	1220	2430

Присутність мінеральних солей у воді, яка надходить з газом, знижує питому витрату інгібітора гідратуутворення на зв'язування рідинної частини води ($w_1 - w_2$) у газовому потоці.

Витрата інгібітора гідратуутворення, що зв'язана з втратами від випаровування у потік газу, який обробляється, залежить від леткості інгібітора. Так, для метанолу ця витрата (в кг/1000 м³) може бути знайдена за формулою:

$$g_b = 0,001c_2a,$$

де c_2 – масова концентрація відпрацьованого метанолу, %; a – відношення вмісту метанолу в газі, що необхідний для насичення газу, до концентрації метанолу в рідині, г/1000 м³ газу на кожен 1% метанолу в рідині.

Витрата g_b інгібітора гідратуутворення, що зв'язана з втратами його від розчинення в газовому конденсаті, зростає з підвищенням вмісту газового конденсату в газовому потоці і збільшенням кислих компонентів (H₂S і CO₂), розчинених у газовому конденсаті.

Застосування метанолу для боротьби з гідратуутворенням обмежується його токсичними властивостями, а також значними втратами від випаровування в газ та розчинення в конденсаті. Допускається використання метанолу на родовищах у холодних кліматичних умовах з наступним його уловлюванням, регенерацією і повторним застосуванням.

Використання хлористого кальцію в якості інгібітора гідратуутворення обмежується необхідністю проведення заходів, що скеровані на зниження його корозійної активності (знекиснення розчину хлористого кальцію, нейтралізація домішок тощо).

Застосування гліколю в якості інгібіторів гідратуутворення обмежується їх високою вартістю. Напр., використання 70-80 % ДЕГ на устаткованні низькотемпературної сепарації обмежується за економічними міркуваннями його втратами до 60 г/1000 м³ оброблюваного газу. В. С. Боїко.

ГІДРАТАЦІЯ, -ії, ж. * р. *гидратация*; а. *hydration, hydratation*; н. *Hydratation* f – оборотне приєднання води до речовин, що перебувають у розчиненому або вільному стані, з утворенням *гідратів* (кристалічні – кристалогідрати), де вона зберігає свою структурну цілість і здатна термічно або під дією дегідратуючих засобів відщеплюватися (процес *дегідратації*). Г. є різновидом *сольватації* – приєднання до речовин будь-якого розчинника. Розрізняють Г. *електролітів, молекул у розчинах*, Г. з утворенням твердих *гідратів*, Г. *оксидів*, органічних, високомолекулярних сполук та ін. На відміну від *гідролізу* Г. не супроводжується утворенням водневих та гідроксильних *йонів*. Г. *електролітів* у *розчинах* є головною причиною їх дисоціації на *йони* – вона зумовлює стійкість *йонів* у *розчинах* і утруднює асоціацію *йонів*. Г. найбільш виражена в сильних *електролітів*. Якщо процес *гідратації* супроводжується *дисоціацією* молекули *води* на H⁺ і OH⁻ і їх приєднанням до кратних зв'язків (зокрема гетерозв'язків), то це так звана ковалентна *гідратація*, особливо характерна для гетероциклічних сполук. В. С. Білецький.

ГІДРАТАЦІЯ МІНЕРАЛУ – процес *адсорбції* води, а також входження *молекул* води чи *йонів* H₃O⁺, OH⁻ у кристалічну *ґратку* мінералу.

ГІДРАТНИЙ ШАР, р. *гидратный слой*, а. *hydrate layer*, н. *Hydratschicht* f – тонкий шар, утворений орієнтованими молекулами *води* біля границі розділу фаз внаслідок *гідратації* мінералу (повітряної бульбашки). *Вода* в Г.ш. має аномальні властивості: підвищену в'язкість, знижену розчинність, знижену дифузію розчинених речовин та ін. Наявність Г.ш. визначає його технологічні властивості у фізико-хімічних процесах *збагачення – флоатації*, масляній та полімерній *агрегації* тощо.

ГІДРОГЕЛЬ, -ю, ч. * р. *гидрогель*; а. *hydrogel*; н. *Hydrogel* n – *гель*, в якому *дисперсійним середовищем* є *вода*.

ГІДРОГЕНІЗАЦІЯ, -ії, ж. * р. *гидрогенизация*, а. *hydrogenation*, н. *Hydrogenisation* f, *Hydrierung* f,

Kohlenverflüssigung f – приєднання водню до простих та складних речовин при наявності каталізаторів. Гідрогенізацію застосовують у виробництві аміаку, метилового спирту, моторного палива тощо. Г. твердого палива є універсальним методом отримання з нього синтетич. рідкого палива. Для процесу Г. найбільш придатні тверді горючі корисні копалини, в яких відношення C:H=8-16, вихід легких речовин на горючу масу не нижче за 35-36%. Г.- важливий резерв для заміни сирової нафти горючими сланцями, бітумами, вугіллям. За прогнозними оцінками Світової Енергетичної Ради, у 2050 р. на частку зріджуваного вугілля припадатиме 50% всього енергетичного вугілля, що видобуватиметься. Розвиток досліджень в галузі Г. починається 1897-1900, коли французький вчений П. Сабат'є і російський хімік М.Д.Зелінський зі своїми учнями розробили основи гідрогенізац. каталізу органіч. сполук. Пром. застосування Г. твердого палива уперше отримала в 30-40-х рр. в Німеччині. Під час 2-ї світової війни, 1939 -1945 рр., в Німеччині працювали 27 заводів по виробництву синтетичного палива загальною продуктивністю 5-6 млн.т на рік, що повністю задовольняло потреби в авіаційному і на 75% - в рідкому паливі. Вихід моторного палива досягав 55%, газоподібних вуглеводнів – 30%, води – до 10%, непрореагований залишок складав 5% за масою. Перед 2-ю світовою війною установки по Г. вугілля і вугільних смол працювали також у Великобританії, Італії, Кореї. Сьогодні в США, Великобританії, ФРН, ПАР, Росії, Японії, Індії, Австралії, Польщі розробляється ряд процесів по Г. вугілля. Найбільш відомі - процеси прямого скраплення вугілля: SRC-I, SRC-II (фірми PAMCO і GULF), Donor Solvent Process (Exxon); двостадійного скраплення - CFS (CONOCO); H-Coal (фірма HRI), скраплення із застосуванням хлористого цинку (фірми CONOCO, SHELL), процес фірми DOW. На основі великого експериментального матеріалу встановлено, що вугілля з хорошою гідрогенізаційною здатністю містить 65-85% C^{daf}, понад 5% H^{daf}, має вилід легких речовин V^{daf} понад 30%, зольність менше 10-12%, показник відбиття вітринітму 0,35-0,95.

ГІДРОЕКСТРУЗІЯ, -ії, ж. * р. *гидроэкструзия*, а. *hydraulic extrusion*, *hydrostatic extrusion*; н. *hydraulische Extrusion* f – обробка (продавлювання крізь формуючі пристрої) матеріалів тиском, створюваним за допомогою спеціальних компресорів рідиною.

ГІДРОЗАТВОР, -а, ч. * р. *гидрозатвор*, а. *hydraulic shutter*, н. *Hydraulikventil* n, *hydraulischer Abschluß* m – 1) Пристрій для герметизації гирла свердловин. 2) Пристрій для виведення фільтрату з вакуумної системи вакуум-фільтрів у вигляді вертикальної труби висотою не менше 10330 мм, нижній кінець якої занурений у збірник фільтрату для урівноваження атмосферного тиску.

ГІДРОЗОЛЬ, -ю, ч. * р. *гидрозоль*; а. *hydrosol*; н. *Hydrosol* n – золь, в якому дисперсною фазою є вода.

ГІДРОЛІЗ, -у, ч. * р. *гидролиз*, а. *hydrolysis*, н. *Hydrolyse* f – реакція обмінного розкладу між речовиною й водою, один із видів сольволізу. При Г. солей утворюються к-ти та луги. Органічні сполуки гідролізуються в присутності к-т. (кислотний Г.) або лугів (лужний Г.). Г. піддаються частіше за все зв'язки вуглецю з галогенами.

ГІДРОТОРФ, -у, ч. * р. *гидроторф*, а. *hydropeat*, н. *Hydrotorf* m – спосіб розробки торфового покладу з застосуванням гідромеханізації і продукція, яку отримують цим способом. Вперше застосований в Росії в 20-ті рр. Способом Г. було видобуто бл. 187 млн. т повітряно-сухого торфу. Гідравлічний спосіб в 1950-60-і рр. замінений поверхнево-пошаровим способом видобутку торфу.

ГІДРОФІЛЬНІСТЬ, -ості, ж. * р. *гидрофильность*, а. *hydrophilics*, *wetting ability*, *water receptivity*; н. *Hydrophilie* f – здатність деяких речовин змочуватися водою. Г. - окремий випадок ліофільності (ліофільність у відношенні до води). Це сильно виражена взаємодія між молекулами води та речовини, яка переважає міжмолекулярну взаємодію між молекулами одного виду, тобто це здатність деяких речовин змочуватися водою. Г. речовин можна підсилити доданням в суспензію або гідросуміш спеціальних речовин-змочувачів.

ГІДРОФОБНІСТЬ, -ості, ж. * р. *гидрофобность*, а. *hydrophoby*, *water-repellency*; н. *Hydrophobie* f – властивість деяких речовин не змочуватися водою. Г. - окремий випадок ліофобності. Г. розглядають як малий ступінь гідрофільності, оскільки абсолютно гідрофобних речовин не існує. Г. розглядають як малий ступінь гідрофільності. Природна Г. матеріалу може бути підсилена або придушена доданням спеціальних речовин-гідрофобізаторів, активаторів, депресорів, змочувачів.

ГІДРОЦИКЛОН, -а, ч. * р. *гидроциклон*, а. *hydrocyclon*, *hydraulic cyclone*, н. *Hydrozyklon* m, *Wasserzyklon* m – 1) Апарат для розділення суспензій, емульсій, аерозолей у полі відцентрових сил. 2) Циліндроконічний апарат для розділення у відцентровому полі швидкостей у водному середовищі зерен мінералів, що відрізняються масою. За призначенням розрізняють Г.: к л а с и ф і к а ц і й н і - для розділення мінеральних зерен за їх крупністю, напр., на тонкозернистий та грубозернистий шлам; з г у щ у в а л ь н і - для одержання осаду з підвищеною концентрацією твердих частинок і зливу; з б а г а ч у в а л ь н і - для розділення мінеральної маси на продукти за густиною. Гідроциклон застосовують у вугільній, гірничій та інших галузях промисловості. Вперше Г. використані в 1939 р. на вуглезбагач. ф-ці в Нідерландах, в Україні - на поч. 50-х рр. В залежності від тиску на вході розрізняють напірні Г., надлишковий тиск – понад 100 кПа, низьконапірні - менше 100 кПа і вакуумні (сифонні) - тиск на вході менший від атмосферного. В останніх початкове прискорення пульпи на вході до апарата досягається за рахунок розрідження, що створюється

сифоном для примусового вивантаження зливного продукту. Вони встановлюються на всмоктувальній лінії насоса і попереджують потрапляння твердих абразивних частинок до його робочих органів. Г. складається з короткої циліндричної (верхньої) частини з патрубком для тангенціального введення пульпи (по дотичній до поверхні циліндра) і конічної (нижньої) частини з отвором біля вершини конуса для розвантаження пісків (грубозернистої, згущеної або важкої фракції пульпи). Кут конусності для класифікації і згущення 10-20°, прояснення - 10-20°, збагачення у важких суспензіях - 30-45°, збагачення у воді - 90-120°. Верхня частина циліндра закривається кришкою, в центрі якої встановлено зливний патрубок, що слугує для розвантаження тонкозернистої, розрідженої пульпи.

ГІДРУВАННЯ, -..., с. * р. *hydrowanie*, а. *hydrogenation, hydrogenization*, н. *Hidrierung* f – 1) Те саме, що й *гідрогенізація*. 2) Приєднання водню, напр., по ненасиченим зв'язкам. *Гідрогенізація* – поєднання реакцій термічної деструкції та Г.

ГІРСЬКИЙ ВІСК, -ого, -у, ч. * р. *горный воск*, а. *mineral wax, ozocerite*; н. *Bergwachs, Erdwachs, Montanwachs, Ozokerit* – мінерал, основу якого складають органічні сполуки, одна із складових частин торф'яних та буровугільних бітумів, яка залишається після розчинення бітумних смол в ацетоні. Кількість воску у бітумах верхових торфів 16,6-55,7%, низинних - 42,4-80,9%. Одержують Г.в. хімічною переробкою торфу та бурого вугілля, шляхом екстракції бітумів органічними розчинниками і наступного очищення від смол. Широке застосування Г.в. обумовлене унікальністю його фізико-хімічних властивостей: високою вологостійкістю, хімічною стійкістю до кислот та різних окисників, механічною міцністю і здатністю створювати тверді блискучі покриття, відносно високою температурою плавлення (до 90°C), високою розчинністю в органічних розчинниках, малою електропровідністю, здатністю давати стійкі композиції з парафіном, стеарином, що підвищує температуру плавлення суміші. Г.в. застосовують більш ніж у 20 галузях промисловості, він входить до складу багатьох продуктів побутової хімії (паст, кремів, фарб, лаків тощо). *Гірським воском* називають також озокерит. В Україні у 1959 р. було введено в експлуатацію Семенівський з-д Г.в. в м. Олександрії (Кіровоградщина). Як сировина для виробництва Г.в. тут використовується буре вугілля Дніпровського буровугільного басейну, яке має до 25 % смоли в продуктах екстракції. Див. також бітуми.

ГІСТЕРЕЗИС, у, ч. * р. *гистерезис*; а. *hysteresis*; н. *Hysteresis* f – явище або властивість, що характеризуються неоднозначною залежністю змін фізичної величини, яка означає стан тіла, від фізичної величини, яка визначає зовнішні умови, дію зовнішніх сил на тіло. Г. означає ненакладання перебігу змін у протилежних напрямках (незбіжність кривих, що описують такі зміни). Спостерігається у випадках, коли стан системи залежить від її минулого (історії). Розрізняють Г. магнітний, діелектричний, пружний, магнітострикційний, термомагнітний та інші.

ГОМОГЕНІЗАЦІЯ, -ії, ж. * р. *гомогенизація*, а. *homogenization*, н. *Homogenisierung* f – надання однорідної структури або однорідних властивостей мінеральній масі, сумішам, сполукам, розчинам або емульсіям шляхом механічного перемішування, усереднення, хімічного чи температурного впливу на них. Для одержання гомогенних сумішей використовуються спеціальні апарати - *гомогенізатори*.

ГОМОЛОГИ, -ів, мн. * р. *гомологи*; а. *homologues*; н. *Homologen* n pl – сполуки, що належать до даного гомологічного ряду, тобто відрізняються в такому ряді на певну структурну одиницю, напр., CH_2 : CH_4 , CH_3CH_3 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ і т.д.

ГОМОЛОГІЧНІ РЯДИ, -их, -ів, мн. * р. *гомологические ряды*, а. *homological series*, н. *homologe Reihen* f pl – групи органічних сполук з однаковими хімічними властивостями й схожою будовою, що різняться однією або кількома групами $=\text{CH}_2$ у складі вуглеводневого радикала молекули.

ГОРІННЯ, -..., с. * р. *горение*, а. *burning*, н. *Brennen* n – складний фіз.-хім. процес на основі екзотермічних реакцій окиснення-відновлення, який характеризується значною швидкістю перебігу, виділенням великої кількості тепла і світла, масообміном з навколишнім середовищем. При Г., як правило, утворюється полум'я. Г. може початися спонтанно внаслідок *самозаймання* або бути ініційованим запалюванням. Стосовно до ВР розрізняють стаціонарне або нормальне Г. (постійна швидкість розповсюдження від часток см/с до сотень см/с) та нестационарне або вибухове (нестабільна швидкість до сотень м/с).

ГОРЮЧИЙ ГАЗ, -ого, -у, ч. * р. *горючий газ*, а. *combustible gas*; н. *Brenngas* n, *Heizgas* n – природні та штучні суміші водню, окису вуглецю, сірководню, газоподібних вуглеводнів (метану, етану, пропану, етилену та інших), які здатні горіти.

ГОРЮЧІ КОРИСНІ КОПАЛИНИ, -их, -их, -н, мн. * р. *горючие полезные ископаемые*, а. *combustible minerals*, н. *Brennbodenschätze* m pl – природні органічні сполуки, що мають здатність горіти. Використовуються як джерело теплової енергії. Поширені в природі у твердому (кам'яне та буре вугілля, торф, горючі сланці, сапропеліти), рідкому (нафта, нафтоподібні речовини - рідинні та затверділі - природні асфальти, озокерит, кір тощо) й газоподібному (гази природні горючі) стані. Г.к.к. складаються з горючої маси (вуглець, водень, кисень, сірка) і баласту (золи). З усіх твердих Г.к.к. найважливішим є вугілля. Великі промислово-енергетичні центри створені, як правило, в районах, багатих на вугілля (Донбас, Рур, Кузбас та ін.). При *коксуванні* вугілля

одержують до 1000 різних речовин, які використовуються у *металургії*, хімічній промисловості, сільському господарстві, на залізничному та автотранспорті. В порівнянні з іншими найбільш поширеним Г.к.к. в *земній корі* є *кероген горючих сланців* (бл.650 трлн т). Геологічні запаси *нафти* складають оціночно бл. 2 трлн т. *Нафта* та *газ природний* є основою сучасної енергетики і промисловості органічного синтезу. З *нафти* виробляють *паливо* для двигунів внутрішнього згоряння (*бензин, газ, дизельне паливо*), *паливо* для ТЕС (*мазути*), котельних установок, великий асортимент мастил, *бітуми* для шляхового покриття, сажі для гумової та електротехнічної промисловості, *кокс* для *електродів* і багато ін. продуктів. З *нафти* та *нафтопродуктів* синтезовано більше 20 000 органічних сполук. За підрахунками Світового енергетичного союзу, світові запаси *вугілля* будуть вичерпані за 250 років, *газу* - за 60 років, *нафти* (без нафтоносних *пісків*) - за 40 років. Прогноз вичерпання ресурсів Г.к.к. "Римського клубу" менш оптимістичний: запаси *вугілля* вичерпаються за 150 років, *нафта* – за 50 років, *газ* – за 49 років. Очікується, що світове споживання енергії протягом 1990-2010 рр. зросте на 42% - щорічно на 1,8% (в 1970-1990 рр. світовий попит на всі види енергії щорічно зростає на 2,5%). При цьому світове споживання *вугілля* протягом 1990-2010 рр. збільшуватиметься найповільнішими серед інших Г.к.к. темпами - на 1,1% щорічно. Темпи приросту споживання *нафти* будуть більшими - бл.2,1% щорічно. У країнах Східної Європи і пострадянського простору, включаючи Україну, щорічний приріст споживання *нафти* очікується на рівні 1,6%, *газу* - 1%, *вугілля* - 0,4%. В 2000-2003 рр. внутрішні потреби України в продуктах нафтопереробки можуть збільшитися в 1,5-2 рази в результаті розширення автомобільного парку, стабілізації роботи промислових підприємств та агропромислового комплексу. У 2020 р. у виробництві електроенергії на *вугілля* припадатиме 34,5%, *газ* – 25%, відновлювальні джерела – 22%, *ядерне паливо* – 9,5%, *нафту* – 9%.

ГОРЮЧІ СЛАНЦІ, -их, -ів, мн. * **р.** *горючие сланцы* **а.** *petroliferous shale; oil (bituminous) shale*; **н.** *Brennschiefer* **т.** *Ölschiefer* **т** – тверда горюча *корисна копалина*, осадова (глиниста, вапнякова та піщаниста) *гірська порода* карбонатно-глинистого (мергелистого), глинистого або кременистого складу, що містять 10-50%, рідше до 60% органіч. речовини (*керогену*), сингенетичної осадонакопиченню. Як правило, це рештки найпростіших водоростей. Мінеральна речовина - *кальцит, доломіт, гідролюди, кварц* тощо. Забарвлення Г.с. коричневе, коричнево-жовте, сіре, оливково-сіре. *Текстура* листовата або масивна. За співвідношенням сапропелєвих і гумусових компонентів Г.с. поділяються на *сапропеліти* і сапрогуміти. Органічна речовина Г.с. характеризується високою вмістом *водню* (7-10%), великим виходом *летких речовин* при терміч. переробці (до 90%), високою *пит. теплою згоряння* - 29-37 МДж/кг. Мінімальна *теплота згоряння* - 5 МДж/кг. Загальні потенційні ресурси Г.с. в світі оцінені в 650 трлн. т (26 трлн. т *сланцевої смоли*). Осн. ресурси - бл. 430-450 трлн. т (24-25 трлн. т *сланцевої смоли*) зосереджені в США (шт. Колорадо, Юта, Вайомінг) і пов'язані з формацією Грін-Рівер. Великі *поклади* Г.с. є в Бразилії, КНР, менші - в Болгарії, Великобританії, Росії, ФРН, Франції, Іспанії, Австрії, Канаді, Австралії, Італії, Швеції, Югославії. На території України є на правобережжі Дніпра, в межах *Дніпровсько-Донецької западини*, в *Карпатах* і *Кримських горах*. Геологічні запаси мінералізованих Г.с. в Україні до глибини 200 м складають понад 500 млрд.т. Вони залягають потужними *пластами* від десятків до 1500 м смугою вздовж Східного схилу Карпат і в долинах, які прилягають до гірського масиву від кордону з Польщею на півночі до Румунії на півдні. Кількість горючих речовин в українських Г.с. 12-35%, *теплота згоряння* 3,75-10,0 МДж/кг, середній вихід *летких речовин* – 50% на органічну масу, вміст *водню* і *кисню* в горючій речовині відповідно 6,5-7,5% та 16-20%. Вміст сірки на суху масу 1,5-3,5% (65% - сульфіди та дисульфіди, 5-15% – сульфати). Осн. частина сланців використовується для спалення на ТЕЦ і ДРЕС. *Смола* може використовуватися як *рідке паливо*, хімічна сировина.

ГРАДУС, -а, ч. * **р.** *градус, а. degree, н. Grad* **т** – 1) Одиниця виміру *температури*. Розрізняють Г. шкали Кельвіна (K), Цельсія (°C), Реомюра (°R), Фаренгейта (°F). 1 K = 1 °C = 0,8 °R = 1,8 °F. 2) Позасистемна одиниця вимірювання плоского кута, яка допущена міжнародним стандартом для застосування без обмеження терміну нарівні з одиницями СІ. *Градус* (...°) дорівнює ($\pi/180$ рад = $1,745329 \cdot 10^{-4}$ рад). Коло ділиться на 360°. Число 360 має 22 дільники і тому є зручним для практичного застосування. Г. ділиться на 60 мінут (...'). Мінута дорівнює ($\pi/10800$ рад = $2,908882 \cdot 10^{-4}$ рад) і ділиться на 60 секунд (..."). Секунда дорівнює ($\pi/648000$ рад = $4,848137 \cdot 10^{-6}$ рад). 3) Умовна одиниця різноманітних фізичних та хімічних величин - *жорсткості води, концентрації сірчаної кислоти* (Г. Боме), спирту, *в'язкості* рідин (Г. Енглера) і т.і.

ГРАМ, -а, ч. * **р.** *грамм, а. gramme, н. Gramm* **п** – 1) Одиниця *маси*. 2) Одиниця *сили*, зокрема *ваги*.

ГРАМ-АТОМ, -...-а, ч. * **р.** *грамм-атом, а. gramm-atom, н. Grammatom* **п** – кількість грамів *хімічного елемента*, що дорівнює його *атомній масі*. Напр., Г.-а. міді становить 63,54 г (ат. м. міді 63,54)

ГРАМ-ЕКВІВАЛЕНТ, -...-а, ч. * **р.** *грамм-эквивалент, а. gramm-equivalent, н. Grammäquivalent* **п** – кількість грамів *хімічного елемента* або сполуки, що чисельно дорівнює масі їхніх *хімічних еквівалентів*.

ГРАМ-МОЛЕКУЛА, -...-и, * **р.** *грамм-молекула, а. gramm-molecule, mole; н. Grammol[fekül], Mol* **п** – кількість *грамів* речовини, що дорівнює її *молекулярній масі*.

ГРАФІТ, -у, ч. * р. *графит*, а. *graphite*, н. *Graphit* m – мінерал класу самородних неметалів, найстійкіша у земній корі кристалічна різновидність *вуглецю*. *Домішки*: Н, N, CO₂, CO, CH₄, NH₃, H₂S, H₂O. *Структура* шарувата. *Колір* чорний, сірий. *Сингонія* гексагональна. *Густина* 2,09-2,23. *Твердість* 1. *Блиск* металічний, іноді матовий, землистий. Утворюється переважно внаслідок неглибинного *метаморфізму гірських порід*, що містять органічні рештки, і при контактово-пневматолітових процесах. Г. утворює лускаті, стовпчасті, масивні, брунькоподібні, сферолітові, циліндричні зональні *агрегати*. Природний Г. розрізняють за величиною *кристалів* і їх взаємним розташуванням на явнокристалічний (*кристали* понад 1 мкм) і прихованокристалічний (менше 1 мкм). У пром-сті за величиною *кристалів* виділяють крупнокристалічний Г. (понад 50 мкм), дрібнокристалічний (менше 50 мкм) і тонкокристалічний (менше 10 мкм) Г. жирний на дотик, береться до рук. Анізотропний. Розрізняють три типи графітових руд: лускаті, щільнокристалічні, прихованокристалічні. Родов. л у с к а т о г о Г. локалізуються в *гнейсах*, *кварцитах*, мармурах (родов. Росії, Австрії, Чехії, ФРН, Індії, Бразилії, КНР, Канади, України - Забайльське родов. - в межах *Українського щита*). Вміст *вуглецю* в руді лускатого Г. складає в сер. 3-18%. Щ і л ь н о к р и с т а л і ч н и й Г. складає *жили* і *лінзи* в родовищах гідротермально-пневматолітового *генезису* або *гнізда*, *лінзи* і вкрапленість в контактово-реакційних *родовищах*. Руди складені *польовим шпатом*, *кварцом*, рідше *слюдою*, *карбонатом*; в скарнових зонах вони збагачені *гранатом*, *воластонітом*, *піроксенном*, *скаполітом*, а також *мінералами лужних* і *габродічних порід*. Вміст Г. в таких рудах 15-40% (іноді до 60-90%). Відомі родов. - Богала (Шрі-Ланка) і Ботогольське (Росія). П р и х о в а н о к р и с т а л і ч н и й Г. відрізняється незавершеною текстурою, часто містить *домішку* тонкодисперсної вуглецевої *речовини*. Складає потужні і протяжні пластові *поклади*, іноді *перехідні у вугілля*. Вміст вуглецю становить 80-90%. Осн. родов. розташовані Мексичі (шт. Сонора), Півд. Кореї, Австрії і т.д. Збагачується *флотацією*. Г. використовують у виробництві *вогнетривів*, електротехнічного обладнання, мастил, олівців, ядерної техніки.

ГРАФІТИЗАЦІЯ, -ії, ж. * р. *графитизация*, а. *graphitization* н. *Graphitisierung* f, *Graphitbildung* f – процес перетворення викопних органічних сполук на *графіт*.

ГРАФІТОІДИ, -ів, мн. * р. *графитоиды*, а. *graphitoids*, н. *Graphitoide* n pl – перехідна група між *графітом* і *вугіллям*.

ГРИМУЧИЙ ГАЗ, -ого, -у, ч. * р. *гремучий газ*, а. *fire-damp*, н. *Knallgas* n – суміш двох об'ємів *водню* та одного об'єму *кисню*. При підпалюванні вибухає, в присутності губчатої *платини* горить. Воднево-кисневе полум'я має температуру до 2800 °С. Використовується для плавки *кварцу*, *платини* та інш., різання та зварювання металів.

ГРОХОТ, -а, ч. * р. *ерохот*, а. *screen, griddle, (sizing) screen, grizzly*; н. *Sieb* n, *Klassierer* m, *Siebrost* m – *пристрій* для механічного розділення (сортування) сипких (грудкуватих) матеріалів за *крупністю* частинок шляхом просівання їх через *просіювальну поверхню* (*решітку*, *решето*, *сито*) з заданою шириною *щілини* або отвору. За принципом дії розрізняють такі типи Г.: • нерухомі (колосникові, *гідрогрохоти*, конусні та дугові), • з рухомими елементами: - коливаними та вібраціями робочого органу (інерційні, резонансні, плоско-хитні, гіраційні); - обертальними робочим органом (барабанні та *ерохоти-дробарки*, відцентрові, конусні самоочисні, імовірнісні); - рухомою просіювальною поверхнею (валкові, шнекові, з пружно-деформованим ситом, з безпосереднім збудженням сита). За розташуванням просіюючої поверхні розрізняють: похилі та горизонтальні. Відповідно до форми просіюючої поверхні *ерохоти* поділяють на плоскі, зі змінним кутом нахилу, дугові, конічні, циліндричні (барабанні), а також призматичні та пірамідальні. За призначенням Г. розділяють на: попередньої класифікації (80...100 мм і більше); підготовчої класифікації (*крупність* матеріалу 3, 6, 10, 13, 25 мм); дешламаційні (для мокрого відокремлення дріб'язку до 0,5...1,0 мм); зневоднювальні; Г. для розсортування (г.ч. *вугілля*). Найефективнішими є рухомі грохоти (вібраційні або інші) з одним-двома ситами, що мають максим. ефективність, продуктивність і надійність. Г. для *класифікації* та розсортування виготовляють у односитному, двоситному або триситному виконанні. У спецвиконанні Г. можуть мати більше ніж 3 сита. *Грохотами* сортують будь-які сипкі матеріали - *руду*, *вугілля*, *сланці*, *агломерати*, *шлаки*, *щебін* тощо; зневоднюють та знешламлюють деякі матеріали.

ГРОХОЧЕННЯ, -..., с. * р. *ерохочение*, а. *screening, screen sizing*; н. *Siebung* f, *Sieben* n, *Klassierung* f, *Siebklassierung* f – процес розділення сипучого матеріалу за *крупністю* на *просіювальних* (*просіюючих*) *поверхнях*. За технологічним призначенням розрізняють Г. п о п е р е д н ь о (виділення крупних грудок з рядового матеріалу, які не можуть прийматися збагачувальними апаратами або потребують окремої обробки, напр., *породовибірки*), п і д г о т о в ч е (одержання машинних *класів*), о с т а т о ч н е (самостійна операція для отримання на вуглесортувальнях різних сортів *палива*, яке направляють безпосередньо споживачу) та д о п о м і ж н е (для видалення дріб'язку перед *дробленням*). Крім того, є Г. о б е з в о д н ю в а л ь н е - видалення основної маси води, яка міститься у оброблюваному матеріалі, напр., у продуктах мокрого *збагачення*, а також виділення *суспензії*, *знешламлення*. В залежності від середовища, в якому здійснюють операцію Г. розрізняють сухе і мокре Г. За послідовністю виділення *класів крупності*

розділяють Г.: 1) від крупних до дрібних; 2) від дрібних до крупних; 3) комбіноване. За *крупністю* найбільших грудок у вихідному матеріалі і необхідних *класів крупності* розрізняють Г.: крупне (до 1200 мм) - на *класи* від -300 до +100 мм; середнє (до 350 мм) - на *класи* від -60 до +25 мм; дрібне (до 75 мм) - на *класи* від -25 до +6 мм; тонке (до 10 мм) на *класи* від -5 до +0,5 мм; особливо тонке Г. (до 0,045 мм). Наведені межі крупності умовні. Розділення часток розміром 1 мм - 40 мкм здійснюють, як правило, *класифікацією*. Осн. технол. показники процесу Г. - ефективність та продуктивність, які пов'язані зворотною залежністю: при збільшенні продуктивності якість та знижується, і навпаки. Ефективність Г. залежить від тривалості розсівання, гранулометрич. і речовинного складу вихідного матеріалу, а також його вологості. Важливим фактором є геом. форма зерен матеріалу. Найбільш сприятлива - округла форма зерен. На технол. показники Г. впливають конструктивні і режимні параметри: конструкція *сита*, форма і розмір отворів, відношення довжини *просіюючої поверхні* до її ширини, рівномірність подачі матеріалу у часі, кут нахилу, частота і траєкторія коливальних *грокота*. Син. – грохотіння (рідко).

ГРУДКУВАННЯ, -..., с. * р. *окускование*, а. *aggregation, agglomeration*, н. *Sintern n, Stückigmachen n, Stückigmachung f, Aggregatbildung f* – процес переробки дрібних класів *корисних копалин* у грудки (*гранули, брикети*). Грудкують матеріали *крупністю* часток менше 10 мм. Застосовують три способи Г.: *агломерацію, брикетування, обкатування*. У результаті Г. часток одержують: при *агломерації* - *агломерат* крупністю 5 -60 мм, при обкатуванні – *котуни (обкатиши)* в осн. *крупністю* 9-16 мм, при *брикетуванні* - *брикети* різної геом. форми та необхідних габаритів і маси. Із загального виробництва грудкованої сировини *агломерат* займає бл. 70%, *окатиши* 28% і *брикети* 2%. Г. широко застосовується при *агломерації залізородних концентратів* та *брикетуванні вугілля*. У зв'язку з безперервним зниженням *крупності* металургійної і вугільної сировини актуальність Г. зростає.

ГУДРОН, -у, ч. * р. *гудрон*, а. *tar, oil tar, flux*; н. *Goudron m* – чорна смолиста маса, що її одержують після вилучення з *нафти* легких та більшості масляних *фракцій*. Застосовують Г. у виробництві *бітуму*, як дорожньобудівельний матеріал, як пом'якшувач у гумовій промисловості тощо.

ГУМАТИ, -ів, мн. * р. *гуматы*, н. *Humaten pl* – солі гумінових кислот, які вилучають з *торфу* та бурого гумусового *вугілля* слабкими водними розчинами лугів. Г. - багатофункціональні сполуки, що мають різноманітні хімічні та біологічні властивості. Основними напрямками використання Г. є: • у сільському господарстві - як біоактивні сполуки - регулятори росту та адаптогени; • при бурінні свердловин - як стабілізатори і регулятори якості бурових розчинів; • у тваринництві та рибальстві - для підвищення стійкості молодняка та мальків у перші дні життя; • у будівництві - як пластифікатори та суперпластифікатори цементних розчинів; • як складних мінеральних добрив; • як стабілізатор та регулятор характеристик водовугільних суспензій; • як сировина для ліків. У промисловому масштабі в Україні на Семенівському заводі гірничого воску (м.Олександрія) виробляють гумат натрію, який під назвою "вуглелужний реагент" використовують для зниження в'язкості і як стабілізатор глинистих розчинів при бурінні *свердловин*. Ця ж речовина під назвою "гумат натрію" використовується як біоактивна речовина в сільському господарстві.

ГУМІНІТУ ГРУПА, -..., -и, ж. * р. *гуминита группа*, а. *huminite group*, н. *Humegruppe f* – термін для позначення *мацералів* бурого *вугілля*, які утворюються з гуміфікованих залишків рослинного матеріалу відмерлих вищих рослин. Характеризується чітко виділеними особливостями біохімічного розкладу, ступеню розкладеності і типу вихідного рослинного матеріалу. Г.г. включає три підгрупи *мацералів*: гумотелініти, гумодетриніти і гумоколініти. За ступенем збереженості структури фрагментів тканин гумотелініти розділяють на текстиніт, текстюльмініт, ульмініт та евульмініт. *Мацерали* підгрупи *гумодетриніту* за ущільненням скупчень мікрочасточок гуміфікованої речовини поділяють на атриніт та денсиніт. До підгрупи *гумоколініту* віднесені мацерали *гелініт* та *корпогелініт*. За іншими класифікаціями виділяють *мацерали* за типом тканин, їх систематичною приналежністю. Г.П.Маценко.

ГУМІНОВІ КИСЛОТИ, -их, -лот, мн. * р. *гуминовые кислоты*, а. *humic acids*, н. *Huminsäuren f pl* – неплавкі аморфні темно забарвлені *речовини*, входять до складу органічної маси торфу, бурого *вугілля* і *грунту*. За хімічною структурою — високомолекулярні гідрооксикарбонові ароматичні кислоти (часто містять також карбонільні й метоксильні групи), які утворюють солі *гумати*. *Вміст* Г.к. в *торфах* до 50-60%, землістому бурому *вугіллі* до 60%, в щільному бурому і перехідному *вугіллі* їх *вміст* зменшується (до порядку 20-40%), а в бурому і кам. вивіреному *вугіллі* складає від 0 до 100% органіч. маси. *Вміст* у *грунті* до 10%. За розчинністю у *воді* та етанолі діляться на фульвокислоти, гематомеланові та гумусові кислоти. Перші розчиняються у *воді*, другі - в етанолі, треті нерозчинні ні у *воді*, ні в етанолі. Здатність органічної речовини *торфів, вугілля, ґрунтів* накопичувати ряд *хімічних елементів* пояснюється *сорбцією*, комплексуванням та йонним обміном в першу чергу з Г.к. Їх застосовують у виробництві свинцевих *аккумуляторів*, як стимулятори росту рослин, складові частини добрив, як компоненти *розчинів* при бурінні *свердловин*, антисептики для лікування шкірних захворювань у сільськогосподарських тварин.

ГУМІТ, -у, ч. * р. *гумит*, а. *humite*, н. *Humit m* – 1. Силікат *магнію* острівної будови з додатковим

гідроксиллом і флуором – $Mg_7[(OH, F)_2SiO_4]_3$. Склад у % (з родовища Сома, Італія): MgO – 56,45; SiO_2 – 36,63; H_2O – 2,45; F – 3,08. *Домішки*: FeO . *Сингонія* ромбічна. Ромбо-дипірамідальний вид. *Обрис* кристалів ізометричний, діжкоподібний. *Густина* 3,20-3,32. Тв. 6. *Колір* жовтувато-білий до жовтувато-бурого. *Блиск* скляний. Рідкісний мінерал, який зустрічається в контактних утвореннях серед *вапняків* або *доломітів*. 2. Відміна *вугілья*, яка містить *гумінові кислоти* й комплексні органомінеральні сполуки. *Гуміт* – гумусове *вугілья*, що складає основу *вугілья викопного*. Належить до гр. *гумолітів*. Вперше виділене Потоньє (1908 р.). Являє собою *вугілья*, яке виникло г.ч. з лігнін-целюлозних тканин вищих рослин на противагу *ліптобіолітам* та *сапропелітам*. Син.: *вугілья гумусове*.

Розрізняють: *гуміт*¹ берилієвий (відміна *гуміту*, яка містить до 1 % BeO); *гуміт*¹ залізистий (відміна *гуміту*, яка містить до 4,5 % FeO).

ГУМІФІКАЦІЯ, -ії, ж. * р. *гумификация*, а. *humification*, н. *Humifizierung f, Humifikation f* – процес мікробіол. перетворення тканин вищих рослин в гумусові *речовини* (див. *гумус*). Г. відбувається в ґрунті у вологому середовищі і при утрудненому доступі *кисню*. Сприятливі чинники: лужне середовище, наявність азотних сполук та оптимальна для життєдіяльності мікроорганізмів т-ра; несприятливі - кисле анаеробне середовище з антибіотиками.

ГУМОДЕТРИНІТ, -у, ч. * р. *гумодетринит*, а. *humodetrynite*, н. *Humodetrynit m* – *мацерали* бурого *вугілья*, які являють собою тонкі частинки різних форми й ступеню *гелесфікації* розміром менше 10 мкм. Відповідають детритовітриніту кам'яного *вугілья*.

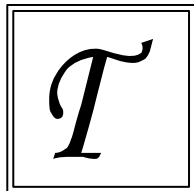
ГУМОЛІТИ, -ів, мн. * р. *гумолиты*, а. *humololiths, liptobiolitic coals, humus coals, humic coals*; н. *Humolithe m pl* – група *вугілья викопного*, що утворилося в осн. з продуктів перетворення відмерлих вищих рослин. Відмінності в початковому матеріалі, процесах його розкладання і перетворення обумовили велику різноманітність в мікрокомпонентному складі, фіз. і технол. властивостях, хім. складі Г. Характерна особливість Г. – шарувата *текстура*, а на поперечному зрізі – *смуриста структура*. Шари мають різний *блиск* і розрізняються за складом *мацералів*, визначаються як *літотипи* та *мікролітотипи* (ISO 7404-1-84). За видом початкової *речовини* Г. поділяють на підгрупи: *г у м і т и* (власне гумусове *вугілья*), що складають осн. масу *вугілья викопного*. Початковим матеріалом тут є лігніно-целюлозні тканини рослин. Друга підгрупа - *л і п т о б і о л і т и*, складені стійкими компонентами вищих рослин. Одночасно за переважанням *мацералів* однієї з груп, - *вітриніту*, *фюзиніту* (*інертиніту*) та *лптиніту*, - виділяють відповідно 4 класи Г.: *гелітоліти*, *фюзеноліти*, *ліпоідоліти* і *мікстогумоліти* (змішаний *склад* без переважання якої-небудь групи). Існують також класифікації Г. окремих *басейнів*.

ГУМОТЕЛІНІТ, -у, ч. * р. *гумотелинит*, а. *humotelinite*, н. *Humotelinit m* – *мацерали* бурого *вугілья*, які являють собою решітки рослинних тканин, що зберегли свою *структуру*. Відповідають *телініту* кам'яного *вугілья*.

ГУМУС, -у, ч. * р. *гумус*, а. *humus*, н. *Humus m* – органічна частина *ґрунту*, яка утворюється при *гуміфікації*. Інша назва - *п е р е г н і й*.

ГУМУСОВЕ ВУГІЛЛЯ, -ого, -..., с. * р. *гумусовый уголь*, а. *humic coal*, н. *Humuskohle f* – тверда *горюча корисна копалина* органічного походження (з решток вищих рослин). До гумусового *вугілья* належить основна маса бурого і кам'яного *вугілья*. Див. *гумоліти*.

ГУСТИНА, -и, ж. * р. *плотность*, а. *density*, н. *Dichte f, Dichtheit f, Dichtigkeit f* – одна з основних характеристик *речовини*; чисельно дорівнює масі одиниці об'єму *речовини*, тобто це міра заповнення об'єму *речовиною*, з якої складається *порода*. У Міжнародній системі одиниць виражається в кілограмах на кубічний метр ($кг/м^3$). Середня Г. неоднорідного тіла визначається за формулою: $\rho = m/V$ (m – маса, V – об'єм) і вимірюється в $кг/м^3$. Г. неоднорідної *речовини* в певній точці – границя відношення маси тіла до його об'єму, коли об'єм стягується до цієї точки. Г. *речовин*, як правило, зменшується з ростом температури і збільшується з підвищенням тиску. При переході *речовини* із одного *агрегатного стану* в інший Г. змінюється стрибкоподібно. Одна з найважливіших фізичних величин для опису та оцінки процесів *гравітаційного збагачення* корисних копалин.



ГЕНЕРАТОРНИЙ ГАЗ, -ого, -у, ч. * р. *генераторный газ*, а. *generator gas, producer gas*; н. *Generatorgas n* – вид газоподібного *палива*, що його одержують у газогенераторах газифікацією *вугілья*, *торфу* тощо. Склад *газу* залежить від природи *палива*, типу *окисник*, температури процесу та його технологічного оформлення. Див. також *газифікація*.

ГЛОБУЛИ, -л, мн. * р. *глобулы*, а. *globulas*, н. *Globuli m pl* – 1) Загальна назва дрібних округлих утворень.

Напр., латексу, мінеральних утворень, округлі виділення *анальциму* з трахібазальтів Шотландії розміром 0,5-2 мм. 2) Округлі виділення *анальциму* з трахібазальтів Шотландії розміром 0,5-2 мм, які оточені ідіоморфними кристалами *піроксену* й *польового шпату* і містять включення цих *мінералів*.

ГЛОБУЛЯРНИЙ, -ого. * р. *глобулярний*, а. *globular*, н. *globulär, kugelig, kugelförmig, sphär[oloth]isch, globulitisch* – кулястий. Глобулярну структуру мають молекули деяких *реагентів*, які застосовують для *флокуляції* тонкодисперсних *фракцій* перед *флотацією вугілля* (напр., латексу).

ГРАДИРНЯ, -і, ж. * р. *градирня*, а. *(water-)cooling tower*; н. *Gradierwerk n, Gradierhaus n, Kühlturm m* – споруда у вигляді *башти* для охолодження води атмосферним повітрям. Застосовується г.ч. в системах оборотного *водопостачання* промислових підприємств (зокрема на *шахтах*) та кондиціювання повітря.

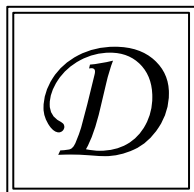
ГРАДІЄНТ, -а, ч. * р. *градиент*, а. *gradient*, н. *Gradient m* – міра зростання або спадання в просторі якоїсь фізичної величини на одиницю довжини.

ГРАНУЛИ, -л, мн. * р. *гранулы*, а. *granules*, н. *Granulen pl* – дрібні щільні грудочки будь-якої речовини, що мають вигляд зерен і утворилися з більш дрібних частинок цієї речовини внаслідок довільної (самогрануляції) або цілеспрямованої *грануляції (агрегації)* за допомогою сторонньої зв'язуючої речовини або без неї.

ГРАНУЛЯТ, -у, ч. * р. *гранулят*, а. *granulat*, н. *Granulat n* – продукт *грануляції*, напр., вуглемасляний *гранулят* – *концентрат*, який одержують при *збагаченні* і *зневодненні* тонкодисперсного *вугілля* методом *масляної грануляції* – це моно- або полідисперсний продукт *крупністю* від 0,5-0,7 до 7-10 мм.

ГРАНУЛЯТОР, -а, ч. * р. *гранулятор*, а. *granulator, granulating mill, granulating machine*; н. *Granulierapparat m, Granulatformer m, Granulierschirm m, Granulator m* – пристрій для *грануляції (срудкування, агрегації)* тонкорозмелених матеріалів. Застосовується переважно при підготовці рудних *концентратів*, а також при *масляній грануляції (агрегації) вугілля* і термічній *грануляції* вугільних *шламів*. Розрізняють барабанні, конусні, стрічкові, вібраційні та ін. Г.

ГРАНУЛЯЦІЯ, -ії, ж. * р. *грануляция*, а. *granulation*, н. *Granulierung f, Granulation f* – 1) Результат *гранулювання*. 2) Процес утворення в *грануляторі* з сипкого або диспергованого у водному або газовому (повітряному) середовищі дрібного матеріалу грудкованої маси – *гранул* з застосуванням зв'язуючої речовини, напр., обмаслюючих добавок (масляна Г.), термічної обробки (термогрануляція). Можливе також довільне утворення *гранул* – самогрануляція.



ДАТЧИК, -а, ч. * р. *датчик*, а. *sensing element, detector, transducer sensor*; н. *Meßgeber m, Geber m, Fühler m* – первинний вимірювальний перетворювач величини, що вимірюється і контролюється, у вихідний сигнал для дистанційної передачі та використання в системах керування. В *гірничій справі* широко застосовуються *датчики* зольності, вологості, сірчистості, рівня матеріалу (напр., у *бункерах*), кінцеві *датчики* (напр., на *конвеєрах*) тощо. Син. – *давач*.

ДЕАЕРАЦІЯ, -ії, ж. (від лат. преф. *de-* зі знач. припинення) * р. *деаэрация*, а. *deaeration*, н. *Entgasung f, Entlüftung f* – видалення з *рідини* розчинених у ній *газів*.

ДЕБІТ, (від франц. *debit* – збут, витрачання) -у, ч. * р. *дебит*; а. *discharge, flow rate, yield, production rate*; н. *Förderrate f, Zuflußrate f, Entnahmerate f, Ergiebigkeit f* – 1) У нафтовій і газовій промисловості – кількість (об'єм) *рідини (води, нафти)* або *газу*, що надходить на поверхню за одиницю часу з природного чи штучного джерела (*свердловини, колодязя*). 2) У *гірництві* *дебіт газу* – об'єм газу, який надходить в атмосферу, у виробки або дегазаційну систему за одиницю часу. Залежить від розмірів колектора газу, газопроницності порід, їх газонасиченості. 3) *Дебіт вентиляторів* – кількість повітря, яке проходить через нього за одиницю часу. *Дебіт насоса* – кількість рідини, яка проходить через нього за одиницю часу.

Дебіт вимірюється в л, м³, т за секунду, хвилину, годину, добу (л/с, м³/с, м³/хв, м³/год, м³/доб). Синоніми – *витрата, продуктивність (м³/с, м³/добу тощо)*.

ДЕГАЗАЦІЯ НАФТИ, -ії, -..., ж. * р. *дегазация нефти*; а. *degassing of crude oil*; н. *Erdöhlentgasung f* – видалення з видобутої *нафти* розчинених у ній низькомолекулярних *вуглеводнів* – *метану, етану* і частково *пропану*, а також *сірководню, азоту* і *вуглекислого газу*.

ДЕГІДРАТАЦІЯ, -ії, ж. * р. *дегидратация*, а. *dehydration*, н. *Dehydratation f, Dehydratisierung f* – відщеплення води від *молекул* хімічних сполук (*мінералів*), звичайно під впливом тепла. Протилежне – *гідратація*.

ДЕГІДРОГЕНІЗАЦІЯ, -ії, ж. * р. *дегидрогенизация*, а. *dehydrogenation*, н. *Dehydrieren n*,

Dehydrierung f – відщеплення водню від молекул хімічних сполук. Протилежне – *гідрогенізація*.

ДЕГРАДАЦІЯ, -ії, ж. * р. *деградация*, а. *degradation*, н. *Degradierung* f – поступове погіршення якості, втрата цінних властивостей. Д. *корисних копалин* (напр., *вугілля*) спостерігається під час тривалого зберігання їх на відкритому повітрі або в умовах тривалого гідравлічного транспортування (особливо це стосується коксівного *вугілля*).

ДЕДУКЦІЯ, -ії, ж. * р. *дедукция*, а. *deduction*, н. *Deduktion* f – метод дослідження, який полягає в переході від загального до окремого; одна з форм умовиводу, при якій на основі загального правила з одних положень, як істинних, виводиться нове істинне положення.

ДЕЗІНТЕГРАЦІЯ, -ії, ж. * р. *десинтеграция*, а. *disintegration*, н. *Desintegration* f – 1) Розпад цілого на складові частини. Технологічна операція розбивання, *подрібнення*, розпушення, іноді з одночасним промиванням водою *мінералів* або мінеральної *суміші*, яка утворена відносно слабо зв'язаними між собою складовими частинами. 2) у *мінералогії* - процес роздрібнення мінеральних *артемітів*, під час якого кожне мінеральне зерно відокремлюється від інших, які оточують його.

ДЕКАНТАЦІЯ, -ії, ж. * р. *декантация*, *отмучивание*; а. *decantation*, *elutriation*, *desliming*; н. *Dekantation* f, *Dekantieren* n – відокремлення *рідини* від *осаду* шляхом її зливання, повільно осідаючих дрібних частинок полідисперсної *суспензії* від швидко осідаючих, - більш великих і важких часток, - шляхом зливу (*декантації*) *рідини*, яка містить ще не осілі частинки, з *осаду*, що відстоявся. Д. як технол. прийом дозволяє очищати або розділяти на *фракції* за *крупністю* або компонентами подрібнені матеріали і *породи*. Д. використовується і як аналітичний метод для визначення *гранулометричного складу*. Д. застосовують при *збагащенні* мінеральної сировини, отриманні тонких порошоків, очищенні *глин*, зокрема *каолінових*, від механічних *домішок* (уламкового матеріалу з розміром часток понад 0,01 мм): *кварцу*, *польового шпату*, *слюди* та ін. Принцип Д. використовують при гідравліч. *класифікації* подрібнених к.к. за розмірами, формою і *густиною* частинок. У найпростішому випадку Д. проводять у *відстійниках* (басейнах, чанах, камерах), послідовно сполучених переливними патрубками або *жолобами*. Середовище, що, як правило, застосовується - *вода*, іноді з пептизуючими або коагулюючими добавками *електролітів*, ПАР або високомол. сполук. Д. здійснюється г.ч. з метою дослідження (Див. також *центрифуга*).

ДЕМІНЕРАЛІЗАЦІЯ, -ії, ж. р. *деминеерализация*, а. *demineralization*, н. *Demineralisation* f, *Entmineralisieren* n, *Entfernen mineralischer Substanzen* – по відношенню до *води* – пом'якшення *води*, видалення завислих твердих частинок та розчинених мінеральних солей з *води* для її використання як питної або у спеціальних технологічних виробництвах.

ДЕНСИМЕТР, -а, ч. * р. *денсиметр*, а. *densimeter*, *hydrometer*; н. *Densimeter* n, *Dichtemesser* m – *ареометр* сталої ваги, проградуїований в одиницях *густини*, або *ареометр* для вимірювання *концентрації* розчинів у % (*спиртометр* тощо).

ДЕНСИМЕТРИЯ, -ії, ж. * р. *денсиметрия*, а. *densimetry*, н. *Densimetrie* f, *Dichtebestimmung* f – сукупність методів *вимірювання* відносної *густини* рідин і *твердих тіл*.

ДЕСЕГРЕГАЦІЯ, -ії, ж. * р. *десеегрегация*, а. *desegregation*, н. *Desegregation* f – ліквідація *сегрегації*, тобто *усереднення*.

ДЕСМІНІТ, -у, ч. * р. *десминит*, а. *desminite*, н. *Desminit* m – групова назва *мацералів* бурого *вугілля*, в яких не збереглася рослинна структура.

ДЕСОЛЬВАТАЦІЯ, -ії, ж. * р. *десольватация*; а. *desolvation*; н. *Desolvation* f – явище, протилежне *сольватації*.

ДЕСОРБЕР, -а, ч. * р. *десорбер*, а. *desorber*, *stripper*, н. *Desorber* m, *Austreiber* m, *Stripper* m – *апарат* для здійснення *десорбції*, масообмінний колонний *апарат* для вилучення з насиченого *абсорбента* компонентів, що були поглинені в процесі *абсорбції*, і одержання реґенерованого *абсорбенту*. Застосовується при *абсорбції* вилученні з природного газу водяної *пари*, вуглеводневих і кислих компонентів та ін., а також в абсорбційних холодильних *машинах*. Для інтенсифікації процесу реґенерації *абсорбентів* використовують поєднання принципів *десорбції* і ректифікації. Конструктивно *десорбер* аналогічний абсорбційній колоні.

ДЕСОРБЦІЯ, -ії, ж. * р. *десорбция*; а. *desorption*; н. *Desorption* f – процес видалення адсорбованої (*адсорбату*) або адсорбованої (*адсорбату*) *речовини* з поверхні *адсорбенту* або із об'єму *адсорбенту*. Протилежне – *сорбція*, *адсорбція* або *абсорбція*. Зумовлюється зменшенням *концентрації* адсорбованої *речовини* в оточуючому адсорбент-середовищі або підвищенням *температури*. При однакових швидкостях *адсорбції* або *абсорбції* і Д. настає рівновага між концентраціями *речовини* в навколишньому середовищі і на *адсорбенті*. При проведенні Д. через шар *адсорбенту* продувають гарячу водяну *пару*, *повітря* або інертні *гази*, які захоплюють раніше поглинену *речовину* або промивають шар *адсорбенту* різними *реаґентами*, які розчиняють адсорбовану *речовину*.

ДЕСОРБЦІЯ ГАЗУ, -ії, -і, ж. * р. *десорбция газа*; а. *gas desorption*; н. *Gasaustreibung* f, *Gasdesorption* f – видалення *газу* із поглиначів, що використовуються при абсорбційному і адсорбційному очищенні *газів*. Д.г. з поверхні твердого поглинача – *адсорбенту* здійснюється в основному його нагріванням і зниженням *тиску* над ним, що приводить до виділення *газу* із пор

адсорбенту. Проводиться в *адсорбері* і являє собою одну із стадій селективного очищення *газів* від шкідливих *домішок* (напр., при очищенні природного *газу* від *сірководню* цеолітами чи *осушуванні газу*). *Адсорбер* працює почергово в режимах *адсорбції* і *десорбції*.

ДЕСТРУКЦІЯ, -ії, ж. * р. *деструкция*, а. *destruction, break-down*; н. *Zerstörung* f – руйнування структури будь-чого. Приклади: 1) Руйнування *гірських порід* та їх розпад внаслідок *вивітрювання*. 2) Руйнування *макромолекул* високомолекулярних сполук, яке супроводжується зміною їхньої структури й властивостей. Напр., *деструктивна гідрогенізація* вугілля.

ДЕСУБЛІМАЦІЯ (водяної пари), -ії, ж. * р. *десублимация*, а. *Steam desublimation, condensation of water vapor into solid, crystallization*, н. *Desublimieren n vom Wasserdampf m, Desublimation f vom Wasserdampf m* – безпосереднє перетворення *пари* на тверду речовину (процес, зворотний *сублімації*).

ДЕСУЛЬФАТИЗАЦІЯ ВОД, -ії, -..., ж. * р. *десульфатизация вод*, а. *desulphatisation of waters* – біогенний анаеробний процес відновлення сульфатів, які містяться у водах, до *сірководню* за рахунок *окиснення* вуглецю, органічної речовини. Д.в. відбувається у застійних водах морських та континентальних водойм, а також у підземних водах зони *гіпергенезу* і є однією з причин метаморфізації підземних вод. Процес Д.в. особливо розвинений у водах нафтових родовищ, де він здійснюється шляхом окиснення нафти біоценозом бактерій (включно з сульфатредукуючими бактеріями).

ДЕТАНДЕР, -а, ч. * р. *детандер*; а. *gas-expansion machine, expansion [reducer] valve*; н. *Entspannungsmaschine f, Expansionsmaschine f* – 1) *Машина* для охолодження й скраплення газу. 2) *Клапан*, зменшувач тиску *пари*.

ДЕТРИНІТ, -у, ч. * р. *детритинит*, а. *detritus*, н. *Detritus* m – термін для позначення *асоціації* найдрібніших частинок вітринітової, інертинітової, ліптинітової природи. Утворився в результаті відкладів рослинного матеріалу, біохімічного розкладу та переносу. У сучасній класифікації виділені: вітродетриніт (гумодетриніт *вугілля бурого*), інертодетриніт та ліптодетриніт. Розмір частинок вітродетриніту – менше 10 мкм, інертодетриніту – менше 20 мкм, ліптодетриніту – 2-3 мкм (ISO 7401-1-84). Д. присутній майже у всіх типах *вугілля викопного* у різних поєднаннях та співвідношеннях. Д. в *пластах* вугілля складає *шари* різної потужності, рідше – *пласти* в цілому. Син. – атрит.

ДЕТРИТОВІТРИНІТ, -у, ч. * р. *детритовитринит*, а. *detritovitrenite*, н. *Detritovitrenit* m – суміш вітринітових частинок телінітового та колінітового характеру. Див. *детровітриніт*.

ДЕТРОВІТРИНІТ, -у, ч. * р. *детровитринит*, а. *detrovitritite*, н. *Detrovitritit* m – підгрупа мацеральної групи *вітриніту*, що складається з дрібних уламків вітринізованих залишків рослин, ізольованих, або цементованих аморфною вітринітовою речовиною. Термін введений в 1934 Міжнародним комітетом з петрології вугілля і органічної речовини (МКПВОР) для позначення вітринітових речовин в формі частинок. До цієї підгрупи належать мацерали *вітродетриніт* і *колодетриніт*. *Вітродетриніт* характеризується наявністю окремих частинок вітриніту ізольованих або цементованих аморфною вітринітовою речовиною або мінералами; *колодетриніт* обумовлює наявність *арператів* або основної (зв'язуючої) маси *вітриніту*, в межах якої окремі частинки внаслідок *геліфікації* без травлення не можна розрізнити. У тих випадках, коли контури окремих частинок Д. помітні, максимальна крупність закруглених *гранул* складає менше 10 мкм. Подовжені залишки, що являють собою фрагменти клітинних стінок, мають мінімальну крупність менше 10 мкм. Фізичні властивості – див. *вітриніт*, *вітродетриніт* і *колодетриніт*. Хімічні властивості – див. *вітриніт* і *колодетриніт*.

Мацерали цієї підгрупи є результатом сильного розкладання паренхімних і деревних волокон коренів, стебел і листя як від трав'яних, так і деревовидних рослин, що спочатку складаються з *целюлози* і *лігніну*. У процесі хімічного розкладання і/або механічного стирання початкові структури руйнувалися. Велика кількість Д. вказує на високу міру руйнування клітинної тканини, особливо багатих целюлозою трав'яних рослин. У тих випадках, коли стадії торфоутворення переважали нейтральні або слабколужні і окиснювальні умови, Д. є типовою домінуючою підгрупою вітринітових *мацералів*. Попередником Д. в низькоякісному *вугіллі* є *гумодетриніт*.

При спалюванні Д. вугілля середньої стадії *вулефікації* має тенденцію до утворення *ценосфер*. Походження слова: *detritus* (лат.) - *абразія*, *vitrum* (лат.) - *скло*. Син. – *детритовітриніт*.

ДЕФЛОКУЛЯНТ, -у, ч. * р. *дефлокулянт*, а. *deflocculating agent, deflocculant*, н. *Entflocker m, Dispergens n, Dispergiemittel n* – хім. *реагент*, що запобігає *флокуляції* (або руйнує *флокули*) глинистих частинок *бурового розчину*. Як Д. застосовують неорганічні та органічні *речовини*: *лігносульфонати*, *гумати*, високомолекулярні полімерні сполуки. Витрати Д., як правило, 0,1-0,2%.

ДЕФОРМАЦІЯ, -ії, ж. * р. *деформація*; а. *deformation, strain*; н. *Deformung f, Deformation f, Verformung f* – зміна розмірів і форми *твердого тіла* під дією зовнішніх сил (навантажень) або яких-небудь інших впливів (напр., *температури*). Розрізняють *деформації*: а) пружну (або оборотну), якщо тіло після усунення впливів, що спричинили деформацію, повністю відновлює свою початкову форму і розміри (внаслідок накопиченої потенціальної *енергії*); б) пластичну, коли після усунення

прикладених сил або інших впливів тіло не відновлює свою початкову форму і розміри (робота зовнішніх сил переходить у теплоту); в) пружно-пластичну, при якій пружна деформація в тій чи іншій мірі супроводжується пластичною. Найпростіші види Д. - згин, зсув, кручення, розтяг-стиск.

ДЕШЛАМАЦІЯ -ії, ж. – Див. *знешламлювання*.

ДЖОУЛЬ, -я, ч. * р. *джоуль*, а. *joule*, н. *Joule* п – одиниця роботи або енергії в Міжнародній системі одиниць, яка дорівнює роботі сили в 1 Н на шляху 1 м. Від прізвища англійського фізика Дж.-П. Джоуля.

ДИЛАТАЦІЯ, -ії, ж. * р. *дилатація*; а. *dilatation*; н. *Dilatation* f – розширення, розтягнення.

ДИЛАТОМЕТР, -а, ч. * р. *дилатометр*; а. *dilatometer*; н. *Dilatometer* n, *Ausdehnungsmesser* m – прилад для вимірювання параметрів теплового розширення рідин та твердих тіл, зокрема зміни геометричних розмірів тіла внаслідок впливу на нього *теплоти*.

ДИЛАТОМЕТРИЯ, -ії, ж. * р. *дилатометрия*, а. *dilatometry*, н. *Dilatometrie* f – сукупність методів вимірювання теплового розширення тіл.

ДИПОЛЬ, -я, ч. * р. *диполь*, а. *dipole*, н. *Dipol* m – 1) Двополюсник. Розрізняють Д. електричний і магнітний. Електричний Д. – сукупність двох рівних за абсолютною величиною різнойменних зарядів, які знаходяться на певній відстані один від одного. Характеристикою Д. електричного є *дипольний момент*. Молекули багатьох речовин можна розглядати як *диполі*. 2) В радіотехніці Д. - антена у вигляді двох симетрично розташованих провідників.

ДИПОЛЬНИЙ МОМЕНТ, -ого, -у, ч. * р. *дипольный момент*, а. *dipole moment*, н. *Dipolmoment* n – величина, що характеризує електричні властивості системи заряджених частинок (Д. м. е л е к т р и ч н и й) або магнітні властивості речовин (Д. м. м а г н і т н и й). Залежить від розподілу зарядів у системі.

ДИСКРЕТНИЙ, -ого. * р. *дискретный*, а. *discrete*, н. *diskret* – роздільний, перервний, протиставляється неперервному. Напр., система цілих чисел є дискретною на відміну від системи дійсних (раціональних та ірраціональних) чисел, що є неперервною. Д - н а з м і н а - стрибкоподібна зміна.

ДИСОЦІАЦІЯ, -ії, ж. * р. *диссоциация*, а. *dissociation*, н. *Dissoziation* f – розклад молекул на простіші молекули, атоми, атомні групи або йони.

ДИСПЕРГУВАННЯ, -..., с. * р. *диспергирование*, а. *dispersion*, н. *Dispergierung* f, *Dispergieren* n, *feine Verteilung* f – тонке подрібнення та розподіл у якомусь об'ємі твердого матеріалу, рідини або газу, в результаті якого виникають *дисперсні системи*: порошки, суспензії, емульсії, аерозолі. Д. рідини в газовому середовищі називають розпиленням. Д. супроводжує тектонічні процеси, *вивітрювання гірських порід*, ґрунтоутворення.

ДИСПЕРСІЙНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, -ого, -а, с. * р. *дисперсионная среда*, а. *dispersion medium*; н. *Dispersionsmedium* n – середовище, в якому розміщені частинки подрібненої речовини. Д.с. разом з цими частинками (дисперсною фазою) називають *дисперсною системою* (нап, суспензія, молоко, туман, дим). Д.с. - компонент або компоненти *дисперсійної системи*, що утворюють безперервну фазу.

ДИСПЕРСІЙНІСТЬ, -ості, ж. * р. *дисперсность*, а. *dust dispersability*, *dispersivity*; *range of particle dimensions*, *degree of dispersion*; н. *Dispersionsgrad* m, *Dispersitätsgrad* m, *Dispersität* f, *Feinheit* f, *Verteilungsgrad* m – ступінь подрібнення речовини, характеристика розміру частинок в *дисперсних системах*. Д. визначається відношенням загальної поверхні всіх частинок *породи* до їх сумарного об'єму або маси (питома поверхня частинок дисперсної фази) або оберненою величиною середнього розміру частинок *породи*. Полідисперсність визначається *функцією* розподілу частинок за розмірами або масою.

ДИФУЗІЯ, -ії, ж. * р. *диффузия*, а. *diffusion*, н. *Diffusion* f – 1) Перенесення речовини, зумовлене вирівнюванням його концентрації у спочатку неоднорідній системі. Д. - одна із стадій численних технологічних процесів (*адсорбції*, *сушки*, *екстрагування*, *брикетування* зі зв'язуючими та інш.). Д. має місце в *газах*, *рідинах* і *твердих тілах*. Механізм Д. в цих речовинах істотно різний. Д. що відбувається внаслідок теплового руху *атомів*, *молекул*, - молекулярна Д. Дифундувати можуть як частинки сторонніх речовин (*домішок*), нерівномірно розподілених у середовищі, так і частинки самої речовини середовища. У останньому випадку процес наз. самодифузیهю. Термодифузія - це Д. під дією *градієнта* т-ри в об'ємі тіла, бародифузія - під дією *градієнта тиску* або *гравітац. поля*. Перенесення заряджених частинок під дією зовнішнього електрич. поля - електродифузія. У середовищі що рухається, може виникати конвекційна Д., при вихровому русі газу або рідини - турбулентна Д. Вибіркове перенесення певних компонентів у пори речовини - інфільтраційна Д. Д. має особливе значення в *шахтах*, де вона сприяє рівномірному розподілу шкідливих газів в атмосфері *гірн. виробок*, попередженню їх небезпечних скупчень. Суттєве значення відіграє Д. в технологічних процесах при застосуванні *реарентів*.

ДІАГРАМА РОЗЧИННОСТІ, -и, -..., ж. * р. *диаграмма растворимости*; а. *solubility diagram*; н. *Löslichkeitsdiagramm* n – діаграма, що ілюструє розчинність речовини в розчиннику в залежності від *температури* (двокомпонентні системи), а також від наявності інших речовин (багатокомпонентні системи).

ДІАМАГНЕТІЗМ, р. *диамагнетизм*, а. *diamagnetism*, н. *Diamagnetismus* m – властивість речовини

намагнічуватися у зовнішньому магнітному полі в напрямку протилежному напрямку цього поля. Тобто це є явище виникнення у речовині (діамагнетику) намагніченості, направленої назустріч зовнішньому (намагнічувальному) полю. Магнітна проникність діамагнетиків $\mu < 1$, а магнітна сприйнятливість $\chi < 0$. Природа діамагнетизму полягає в тому, що при внесенні діамагнетика в магнітне поле у його об'ємі індукуються вихрові мікроструми, які згідно з правилом Ленца, створюють власне магнітне поле, спрямоване назустріч зовнішньому полю. Проявом діамагнетизму є послаблення магнітного поля при внесенні в нього діамагнітної речовини.

Магнітна сприйнятливість діамагнетика виражається наступною формулою:

$$\chi = -\frac{\mu_0 e^2 Z N \langle r^2 \rangle}{6m}$$

де μ_0 - магнітна проникність вакууму, e і m - заряд та маса електрона, Z - кількість електронів в атомі, N - кількість атомів в одиниці об'єму, $\langle r^2 \rangle$ - середнє значення квадрата радіус-вектора електрона. Як правило, χ має порядок 10^{-7} .

Діамагнетизм різною мірою притаманний всім речовинам. В ряді речовин він перебивається іншими, більш сильними ефектами (орієнтаційними, обмінними). Діамагнетиками є інертні гази, азот, водень, мідь, ртуть, бісмут, цинк, золото, срібло, вода тощо.

ДІАФРАГМА, -и, ж. * р. *диафрагма*, а. *diaphragm*, н. *Diaphragm* n – 1) Пластина (перегородка) з отвором або без нього. Перепона між двома середовищами (між рідинами, розчином і розчинником, рідиною і газом тощо). Встановлюється, напр., в *трубопроводах* для *вимірювання витрат рідини* або *газу*. 2) *Робочий орган* у вигляді гнучкої суцільної перетинки, яка прогинається під дією механічних або ін. сил. Застосовується як перетворювач руху у *діафрагмових відсаджувальних машинах*, *клапанних пульсаторах*, *насосах діафрагмових*, *контрольно-вимірювальних приладах*. 3) *Пристрій* у вигляді диска для зміни отвору. 4) В оптичних системах – *оправи оптичних деталей* чи спеціально встановлені в оптичних системах деталі, що обмежують пучки променів, які входять у систему. Розрізняють *діафрагми оптичних систем*: *апертурну* (діючу), що обмежує пучок променів, які виходять з осьової точки предмета (світлосилу труби); *польову*, обмежуючу поле зору системи; *він'єтну*, що обмежує пучки променів, які виходять з точок предмета, розташованих, поза оптичною віссю, і викликають цим він'єтування (затемнення) зображення по краях поля зору.

ДІЕТИЛЕНГЛІКОЛЬ, -ю, ч. * р. *диэтиленгликоль*; а. *diethylenglycole*; н. *Diäthylenglykol* n – рідкий *абсорбент* вологи із природного *газу*. Густа безколірна *рідина*, β , β^{-1} – діоксидіетиловий етер $(\text{HOCH}_2\text{CH}_2)_2\text{O}$. Температура топлення діетиленгліколю -8°C , температура кипіння 245°C , відносна

густина $d_4^{15} = 1,1179$, показник заломлення $n_D^{20} = 1,4472$. Діетиленгліколь добре змішується з водою, нижчими спиртами, слабо токсичний.

ДІОКСИНИ, р. *диоксины*, а. *dioxins* – велика група хлорованих вуглеводнів. Безбарвні кристали, нерозчинні у воді. Хімічно дуже інертні. Дуже стійкі сполуки, з тривалим часом напіврозпаду. Оскільки розчиняються жирами, то мають здатність до біоаккумуляції, тобто до накопичення в організмі. Діоксини, які можна назвати "екологічним брудом", є побічними продуктами, які утворюються при синтезі деяких гербіцидів, при виробництві целюлози, при електролітичних процесах отримання нікелю і магнію, литті сталі та міді, переплавці лому заліза, при виробництві алюмінію, а також у процесах нафтопереробки, при спалюванні хлоровмісних сполук, спалюванні автомобільного мастила та бензину, сміття тощо. Забруднюють довколишнє середовище.

Усі діоксини є високотоксичними, а "лідер" цієї групи – 2,3,7,8-тетрахлордибензо-р-діоксин – за токсичністю переважає такі отрути, як синильна кислота, стрихнін, кураре, поступаючись лише ботулінічному, стовбнячному та дифтерійному токсинам. Його гранично допустима концентрація – 10–12 грама (0,000000000001 г!) на кілограм речовини або літр рідини. Розрахункова смертельна доза діоксину для людини становить 70 мкг/кг маси тіла.

ДІОЛИ, -ей, мн. * р. *диолы*, а. *diols*, н. *Diolen* n – те ж саме, що й *гліколи*.

ДОБУТОК РОЗЧИННОСТІ, -у, -..., ч. * р. *произведение растворимости*; а. *solubility product*; н. *Lösungsprodukt* n – константа рівноваги K_s між розчинним *електролітом* та його твердою фазою в насиченому розчині, записана у вигляді

$$K_s = a_+^{n_+} a_-^{n_-}$$

де a_+ та a_- - активності *катіонів* та *аніонів*; n_+ та n_- - числа *катіонів* та *аніонів*, що утворились з однієї *молекули* електроліту; якщо речовина дуже мало розчинна, то замість активностей можна взяти *концентрації*; в ізобарно-ізотермічних умовах є величиною сталою в даному розчинникові для кожного *електроліту* й характеризує його розчинність. Використовується Д.р. при описі властивостей важкорозчинних *електролітів*.

ДОВОДКА, -и, ж. * р. *доводка*, а. *conditioning, dressing, final concentration, retreating*; н. *Feinstaufbereitung* f – кінцева стадія технол. процесу *збагачення* к.к., в результаті якої отримують

кондиційний *концентрат*. Може здійснюватися повторним застосуванням тих же методів, що і при отриманні чорнових *концентратів*, шляхом їх багаторазового *збагачення*, або інших, більш складних і дорогих процесів. При флотаційному *збагаченні* іноді проводиться до 7-10 перемісток, при гравітаційному - 2-3. Якщо процес Д. за технологією і апаратурним оформленням істотно відрізняється від первинного *збагачення*, то для переробки однотипних некондиційних *концентратів* декількох *збагач.* ф-к іноді будують доводочні фабрики.

ДОЗАТОР, -а, ч. * р. *дозатор*, а. *metering apparatus*, н. *Dosierapparat* m, *Dosiergerät* n – *пристрій* для контрольованого видатку *речовини* (сипкої маси, *рідини* тощо) у заданій кількості. При *збагаченні* к.к. застосовують Д. для шихтування сумішей (напр., *вугілля*): дискові або тарілчасті, вібраційні дозатор-живильники та ін., а також для дозування флотаційних *реагентів*: скіпові, стаканчикові, роторні, шківові, голчасті. На практиці поряд з терміном “*дозатор*” вживається “*живильник*”.

ДОМЕНИ, -ів, мн. * р. *домены*, а. *domains*, н. *Domäne* f pl – мікроскопічні ділянки спонтанної упорядкованості структури *монокристалу*, зумовлені однаковою орієнтацією спінів *електронів* (для феромагнітних *кристалів*) або векторів поляризації (для сегнетокристалів). Розмір *доменив* порядку 10^{-2} см³.

ДОМІШКА, -ок, ж. * р. *примесь*, а. *admixture*, н. *Beimischung* f, *Zusatz* m – 1) *Стороння речовина* (*мінерал*), що підлягає видаленню з к.к. при *збагаченні*. Д. розділяють на нейтральні та шкідливі. Н е й т р а л ь н і Д. є баластами при транспортуванні та використанні к.к. Ш к і д л и в і Д. створюють несприятливі умови для використання к.к. або шкідливо впливають на довкілля, живі організми. 2) *Речовина*, що додається до *мінеральної сировини*, *реагенту* або продукту *збагачення* к.к. для підвищення ефективності їх використання. Напр., до *вугілля солоного* додають спеціальні Д., які зменшують шлакування на робочих поверхнях котла при його спалюванні.

ДОМІШКА АКТИВНА, -и, -ої, ж. * р. *активная добавка*; а. *active admixture*; н. *aktive Beimischung* f, *aktiver Zusatz* m – *домішка* до закачуваної води, яка здатна впливати на гідродинаміку потоку - умови руху *рідин* у пористому середовищі, незалежно від її природи, і застосовується з метою підвищення ефективності витіснення *нафти* водою. Д.а. може мати як фізичну (теплота), так і хімічну природу (*полімери*, *діоксид вуглецю*, *луги*, *поверхнево-активні речовини* тощо).

ДОМІШКА ПАСИВНА, -и, -ої, ж. * р. *пассивная добавка*; а. *passive admixture*; н. *passive Beimischung* f, *passiver Zusatz* m – *домішка* до закачуваної води, яка впливає тільки на *сорбцію* і розчинність *домішки активної*.

ДРОБАРКА, -и, ж. * р. *дробилка*, а. *breaker*, *crusher*, н. *Brecher* m, *Brechapparat* m, *Breckwerk* n, *Zerkleinerungsmaschine* f, *Quetsche* f, *Quetscher* m – *машина* для *дроблення* та *подрібнення* *грудкової мінеральної сировини* і інш. твердих матеріалів. Розрізняють *щоківі*, *конусні*, *валкові*, *барабанні*, *молоткові* і *роторні дробарки* та *ступи*, *дробарки спеціального призначення*. Вибір типу Д. визначається технол. завданнями. *Щоківі* і *конусні Д.* - для *дроблення* абразивних матеріалів міцних і сер. міцності, *валкові* - для матеріалів сер. міцності, *ударні* - для м'яких і сер. міцності малоабразивних матеріалів. Прикладом сучасних спеціальних *дробарок* може бути вітчизняна двороторна *дробарка А.Сінозацького* для отримання кубовидного *щебеню*. Напрямки вдосконалення Д. - збільшення їх одиничної потужності, терміну служби, зниження рівня шуму і запиленості, *автоматизація*, оптимізація режиму роботи. Д. виготовляються на ряді вітчизняних заводів, зокрема *Новокраматорському машинобудівному заводі (НКМЗ)*, *Ясинуватському машинобудівному заводі*, а також на з-дах *Кривого Рогу*, *Дніпропетровська*, *Красного Луча*. Різновиди, які використовуються найбільш часто: *дробарка валкова*, *дробарка конусна*, *дробарка конусно-валкова*, *дробарка молоткова*, *дробарка роторна*, *дробарка щокова*.

ДРОБИЛЬНО-СОРТУВАЛЬНА УСТАНОВКА, -...-ої, -и, ж. * р. *дробильно-сортировочная установка*, а. *crusher-grader*, н. *Brech- und Siebanlage* f – призначена для первинної переробки і підготовки видобутої *гірничої маси*. Включає *дробарки* великого і середнього *дроблення*, *грохоти*, *конвеєри* і інш. обладнання. Д.-с.у. дозволяють здійснювати потокову технологію і комплексну *механізацію* відкритих і підземних *гірн. робіт*. Розрізняють *пересувні* і *стаціонарні Д.-с.у.* П е р е с у в н і застосовують на *кар'єрах* малої потужності з невеликими запасами к.к. і річною продуктивністю до 100 тис. м³. За продуктивністю *пересувні Д.-с.у.* розділяють на: *малої* (до 10 т/год), *середньої* (до 50 т/год), *великої* (понад 50 т/год) продуктивності (найбільші в світі *самохідні Д.-с.у.* 2700 т/год). На монтаж *пересувних Д.-с.у.* необхідно від дек. годин до 7 діб. С т а ц і о н а р н і Д.-с.у. споруджують на великих *кар'єрах* і *шахтах*, що забезпечують роботу установок протягом 20-25 і більше років при річній продуктивності понад 100 тис. м³. При цьому Д.-с.у. розташовують як на поверхні, так і під землею. Обладнання Д.-з. у. встановлюють у спец. приміщеннях або підземних *камерах* і монтують на бетонних *фундаментах*. При відкритій розробці *крутопадаючих родовищ* на невеликих глибинах (до 120 -150 м) *стаціонарні Д.-с.у.* розташовують на *борті кар'єру*, а при розробці *пластових родов.* з горизонтальним або пологим заляганням на значних глибинах Д.-с.у. споруджують на дні або на проміжному горизонті *кар'єру*. Найбільше поширення отримали *централізовані Д.-с.у.*, які споруджуються звичайно на ниж. горизонті і переробляють матеріал, що перепускається з верхніх

горизонтів. Крім того, для вибіркового дроблення застосовують *гροхоти-дробарки*. Розробка нових Д.-с.у. йде в напрямку збільшення їх продуктивності і надійності роботи обладнання. Прикладом вітчизняної Д.-с.у. може бути дробильно-перевантажувальний агрегат СДПА-2000 виробництва НКМЗ.

ДРОБЛЕННЯ, -..., с. * р. *дробление*, а. *crushing, breaking*, н. *Brechen n, Zerkleinerung f, Quetschen n* – технологічна операція механічного руйнування великих грудок к.к. та супутніх порід зі зменшенням їх розмірів до *крупності*, яка відповідає вихідному продукту операції *подрібнення* (як правило - до 5-6 мм). Виконується з метою: # врахування можливостей збагачувальних *апаратів* по граничній *крупності* живлення; # розкриття *зростків* для вивільнення зерен *корисного компонента*; # створення сприятливих умов для подальшого використання к.к. Розрізняють к р у п н е Д. - операції, які дають дроблений продукт з верхньою межею *крупності* 100-150 мм та більше (цокові, конусні, валкові, відбійно-відцентрові *дробарки*); с е р е д н є Д. - операції по зменшенню *крупності* матеріалу від 100-150(200) мм до 10-12(25) мм і більше (валкові, молоткові, роторні *дробарки*); д р і б н е Д. - зменшення розмірів матеріалу до 5-6 мм (валкові та ін). Такий поділ є умовним. Д. ґрунтоване на дії зовнішніх сил - стиску, розтягнення, вигину або зсуву.

ДРОСЕЛЮВАННЯ, -..., с. * р. *дросселирование*; а. *throttling, wire-drawing*; н. *Druckreduzierung f, Drosselung f* – процес зниження *тиску* під час руху *флюїдів*.

ДРОСЕЛЮВАННЯ ГАЗУ, -..., с. * р. *дросселирование газа*; а. *gas throttling*; н. *Gasdruckreduzierung f, Gasdrosselung f* – зниження *тиску* в потоці *газу* під час проходження його через *дросель* – місцевий *гідродинамічний* опір (*діафрагма, клапан, кран, вентиль* тощо), що супроводжується зміною *температури*; спостерігається в умовах, коли потік не здійснює зовнішньої корисної роботи і відсутній теплообмін з *навколишнім середовищем*. Характеризується коефіцієнтом Джоуля-Томсона (граници відношення зміни температури *газу* до зміни його *тиску* в ізотермічному процесі). Д.г. використовується для *скрапльовання* і глибокого охолодження *газів*. Останнє здійснюється на устаткуванні низькотемпературної *сепарації* при промисловій підготовці *газу* до подальшого транспортування. Крім того, Д.г. застосовується при трубопровідному транспортуванні природних *газів* – для регулювання *тиску* і зміни витрати *газу*.

ДРОСЕЛЬ, -я, ч. * р. *дроссель*; а. *throttle (valve), choke, constrictor*; н. *Drossel f, Drosselklappe f, Drosselventil n, Drosselspule f, Selbstinduktionsspule f* – 1) *Пруцпій* у вигляді *клапана, заслінки* і т.ін. для регулювання *тиску рідини, пари* або *газу* (пропускання їх по *трубопроводах*). 2) Котушка індуктивності в електричному колі для усунення змінної складової струму в цьому колі, розділення чи обмеження сигналів різної частоти (електричний Д.).

ДЮРЕН, -у, ч. * р. *дюрен*, а. *durain*, н. *Durain m, Düren m* – петрографічна складова, макроскопічно помітний найбільш матовий *інгредієнт*, літогенетичний тип (*літотип*) *вугілля вкопного*. Являє собою тверде *вугілля* з зернистим або нерівним зломом та неінтенсивним *блиском*, як правило містить різні включення тонкодисперсної мінеральної *речовини*. *Дюрен* утворює шари різної потужності, а інколи в цілому *пласти*. Щільний, твердий, часто в'язкий, *блиск* маслянистий, *колір* сірий або сіро-чорний, злам нерівний з шорсткими поверхнями. За *складом* характеризується невисоким (до 30%) *вмістом* геліфікованих (*група вітриніту*) і високим (понад 70%) фіузенізованих (*група інтертиніту*) та ліпоїдних (*група ліптиніту*) мікрокомпонентів. В залежності від переважання тих або інших мікрокомпонентів розрізняють Д.: споровий, смоляний, кутикуловий, фіузено-ксиленовий. З підвищенням вмісту геліфікованих компонентів Д. переходить в *літотипи*: кларено-дюрен і дюрено-кларен. *Дюрен* – дослівно “твердий”. Під *мікроскопом* виділяється при товщині понад 50 мкм і визначається як *мікролітотип* – *дюрит*.

ДЮРИТ, -у, ч. * р. *дюрит*, а. *durite*, а. *Durit m* – бімацеральний *мікролітотип*, що містить мінімум 95 % (за об'ємом) *мацералів* групи *інтертиніту* і *ліптиніту*, кожного з яких повинно бути як мінімум 5% (за об'ємом).

Термін введений Р. Потоньє (1924 р.). З 1955 р. за рішенням Міжнародного комітету з *петрології* вугілля і органічної речовини (МКПВОР) термін застосовується для позначення *мікролітотипу*, що складається, в основному, з *мацералів* мацеральних груп *інтертиніту* і *ліптиніту*.

Співвідношення *мацералів* групи *інтертиніту* і *ліптиніту* можуть суттєво варіювати, наприклад, *дюрит₁* і *дурит₁* – *дюрити*, багаті відповідно інертинітовими або ліптинітовими *мацералами*. *Крассидюрит* - це *дюрит₁*, що містить велику кількість *крассиспор* (спор, що належать до роду *Densosporites* в північній півкулі). *Тенюїдюрит* - це звичайно *дюрит₁*, що містить *тенюїспори* – тонкостінні спори багатьох видів. Найчастіше зустрічаються інертинітові *мацерали* *крассидюриту* – *макриніт, мікриніт* та інертодетриніт, тоді як *семіфіузиніт* є основним компонентом *тенюїдюритів*, нерідко в поєднанні з невеликою кількістю *секретиніту*. Інертинітові *мацерали* забезпечують основну масу, в якій вкраплені ліптинітові *мацерали*. *Тенюїдюрит* звичайно містить неорганічні *домішки*, типово *глинисті мінерали*; *крассидурит* є, як правило, «чистим вугіллям». *Дюрит*, що зустрічається у *вугіллі* середньої і високої стадії *вуглефікації*, де легко розпізнається при схрещених ніколях ліптинітові компоненти, називають *метадюреном* (Е.Штах і інш., 1982 р.). *Дюрити*, що містять *мікриніт*, можуть переходити в сапропелеве вугілля (Е.Штах і інш., 1982 р.).

Густина *D.* варіює між 1,3 і 1,7 г/см³ в залежності від ступеня *вуглефікації* вугілля. У вугіллі середнього ступеня *вуглефікації* густина змінюється зворотно пропорційно вмісту *ліптиніту*. *Міцність* варіює від 28 до 85 кг/мм². Звичайно міцність вища, ніж у *вітриту* і *клариту* в тому ж *вугіллі*, але ця відмінність меншає із збільшенням ступеня *вуглефікації*. *Дюрит*_L має найвищу міцність і менш схильний до розтріскування, ніж *вітрит* і *кларит*.

Вихід і склад екстрактів і *летких речовин* варіюють в залежності від кількості і типу ліптинітових *мацералів* і вмісту *інертиніту* (Вонлес і Макре, 1934 р.). Загалом, їх вихід менше, ніж у *клариту* відповідного ступеня *вуглефікації*.

Про походження *дюриту* можна судити по типу і кількості *ліптиніту* і кількості присутньої глинистої речовини (Сміт, 1964 р.). *Дюрит*, багатий спорами, імовірно являє собою гіпоавтохтонні-алохтонні підводні *відклади* (Діссель, 1992 р.; Штах і інш., 1982 р.) або автохтонний омброгенний *торф* у випадку *крассидюриту* (Сміт, 1964 р.). *Дюрит*, багатий *інертинітом*, міг сформуватися різними шляхами в залежності від рівнів води у відкладах *торфу*. *Альгінит* у *дюриті* вказує на підводне відкладення.

D. утворює *дюрен* і зустрічається в більш матових частинах *кларену*. *D.* є типовим для потужних *пластів* низької і середньої стадії *вуглефікації* вугілля. Потужні паралічні (прибережні) *пласти* кам'яновугільного періоду в Європі можуть містити приблизно 10%, рідше 30% *дюриту* (Фентон і інш., 1957 р.). У цілому, *дюрит* частіше зустрічається у *вугіллі* Гондвани і *вугіллі* Північної Америки *крейдового періоду*, ніж у *вугіллі* північної півкулі *кам'яновугільного періоду*. *Вугілля* Гондвани особливо багате *дюритом* (Діссель, 1992 р.; Марчоні і Калкреут, 1991 р.; Штах і інш., 1982 р.).

Технологічні характеристики. Вміст у *дюриті* *ліптиніту* обумовлює тенденцію до меншого розтріскування, ніж у випадку *вітриту* і *клариту*, і відповідно більшої міцності. Від вмісту *ліптиніту*, а також потужності *прошарків дюрену*, що зустрічаються в *пласті*, залежать *крупність* і характеристики дроблення *дюриту*. При дробленні *дюрит* має тенденцію до концентрації в *гранули* крупністю > 1 мм. При *збагаченні* з метою одержання надчистого вугілля необхідно видалити *літотипи*, що містять *дюрит*, оскільки вони можуть характеризуватися високим вмістом власної мінеральної речовини.

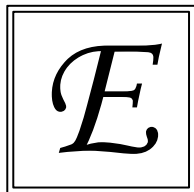
У коксівному *вугіллі* спікливість *дюриту* слабша, ніж у *вітриту*, *клариту* і *тримацериту*, і залежить від відносних пропорцій *ліптиніту* та *інертиніту*. У *шихті* для *коксування*, що містить бітуминозне *вугілля* багате *вітринітом* з низьким виходом *летких*, *дюрит* може діяти як розчинник (Бенедикт і Томпсон, 1976 р.; Лойсон і інш., 1989 р.), а також перешкоджати розвитку надмірного тиску в коксовій печі за рахунок відсутності усадки після *коксування* (Тейлор і інш., 1998 р.).

У *вугіллі* середньої стадії *вуглефікації* *дюрит*_L гідрогенізується легко, а *дюрит*_H гірше. Швидкість конверсії також залежить від ступеня окиснення *інертинітових мацералів*.

В процесі спалення при рівних умовах реакційна здатність *дюриту* нижча, ніж у *вітриту* і *клариту*. Окиснюється *дюрит* погано. Тенденція до пилоутворення невисока.

Походження слова: *durus* (лат.) – твердий. Синонім: опаковий детрит.

ДЬОГОТЬ, -гтю, ч. * р. *деготь*, а. *tar*, н. *Teer* m – продукт сухої перегонки деревини, *торфу*, бурого та кам'яного *вугілля*, *сланців* тощо. В'язка бура або чорна рідина; складна суміш *органічних речовин*. При сухій перегонці *вугілля*, *торфу* та ін. в умовах невисоких температур (500... 600°C) – *напівкоксуванні* – утворюється так званий первинний *дьюготь*. До його складу входять (залежно від сировини) *парафін*, *фенол* тощо. При *коксуванні* кам'яного *вугілля* утворюється *кам'яновугільна смола*. *Дьюготь*, утворюваний при термічній переробці деревини, називають *деревною смолою*.



ЕКВІВАЛЕНТ, -а, ч. * р. *эквивалент*, а. *equivalent*, н. *Äquivalent* n – предмет або кількість, що відповідає ін. предметам або кількостям, може замінювати або виражати їх.

ЕКЗО, р. *экзо...*, а. *exo...*, н. *Echo...* - префікс, що означає "зовні", "поза чимось".

ЕКЗОГЕННИЙ, -ого. * р. *экзогенный*, а. *exogenetic*, н. *exogen (etisch)* – зумовлений зовнішніми причинами; який утворився на земній поверхні й у верхній частині *земної кори* під впливом процесів *вивітрювання*, діяльності води й організмів (про *мінерал* і мінеральний комплекс). *Див. ендогенні процеси*.

ЕКЗОТЕРМІЧНИЙ, -ого. * р. *экзотермичный*, а. *exothermal*, н. *exothermal* – той, що віддає тепло; Е-н і р е а к ц і ї - хімічні реакції, під час яких виділяється тепло (напр., *горіння*).

ЕКОЛОГІЯ, -ії, ж. * р. *экология*, а. *ecology*, н. *Ökologie* f – розділ *біології*, що вивчає закономірності

взаємовідносин організмів з середовищем, в якому вони живуть, а також організацію і функціонування надорганізованих систем (популяцій, видів, біоценозів, біосфери). Основи *екології* як науки почали закладатися наприкінці XVIII — на початку XIX ст. Термін "екологія" запровадив у 1866 році німецький вчений Е.Геккель. Розрізняють *екологію* загальну, що досліджує основні принципи організації і функціонування різних надорганізованих систем, і спеціальну, предметом якої є вивчення взаємовідносин певних екологічних груп організмів з навколишнім середовищем (*екологія* рослин і *екологія* тварин). Крім того, *екологію* поділяють на аутоекологію і синекологію. *Екологія* досліджує проблеми впливу навколишнього середовища на людину. Виняткового значення набувають екологічні дослідження у зв'язку з проблемою охорони природи. Екологічно чистими вважаються технологічні процеси, виробництва в цілому, продукти тощо, які не завдають шкідливого впливу людському організму та довкіллю. В.С.Білецький.

ЕКСКАУСТЕР, -а, ч. * р. *екскаустер*, а. *exhauster*, н. *Exhaustor*, *Saugzuggebläse* – пристрій для відсмоктування (при невеликому розрідженні) *газів* і легких матеріалів (твердих часток завислих у потоці повітря). *Екскаустером* підсилюють тягу за *топками*, видаляють шкідливі гази тощо. Див. *вакуум-насос*.

ЕКСПРЕС-АНАЛІЗ, -...-у, ч. * р. *експрес-анализ*, а. *rapid analysis*, *spot check*, *proximate analysis*; н. *Expresanalyse*, *Schnellanalyse* f, *Schnellbestimmung* f – сукупність *методів* кількісного хімічного аналізу, що дають змогу швидко контролювати певний виробничий чи технологічний процес. Напр., при *збагаченні* к.к. *відсадкою* - оперативне розшарування проби продукту *відсадки* у важкій рідині для визначення величини втрат легких *фракцій* у відходах і прийняття рішення щодо коригування технологічного режиму *відсадки*. Для *вугілля кам'яного* Е.-а. проводять з використанням *розчинів* хлористого цинку *густиною* 1500-1800 кг/м³, для *антрациту* - 1800-2000 кг/м³. Див. також *нейтронний гамма-метод*, *пилімір*.

ЕКСТЕНСИВНИЙ, -ого. * р. *экстенсивный*, а. *extensive*, н. *extensiv* – пов'язаний з кількісним (а не якісним) збільшенням, розширенням, поширенням. Протилежне – *інтенсивний*.

ЕКСТРАГЕНТ, -у, ч. * р. *экстрагент*, а. *extractant*, *extracting agent*; н. *Extraktionsmittel* n – вибірково розчинник для вилучення окремих компонентів з рідких *сумішей* (напр., водних *розчинів*). Осн. вимоги до Е.: високий коеф. дії, висока *селективність*, низька розчинність у *воді*, хім. стійкість, велика т-ра *спалаху*, нетоксичність (див. *екстракція*). Розрізняють кислі (екстрагують за катіонообмінним механізмом), лужні (екстрагують за аніонообмінним механізмом) і нейтральні (екстрагують за рахунок *сольватації*) Е. Кислі Е. - карбонові к-ти, нафтеніві к-ти, фосфорорганічні к-ти, *сульфокислоти*, *феноли*, кислі хелатні *агенти*, напр. оксіми. Лужні Е. - *солі* четвертинних амонієвих основ, первинних, вторинних і третинних високомол. *амінів*. Нейтральні Е. - фосфорорганічні сполуки, *сульфоксиди*, *фосфіноксиди*, *спирти*, кетони, альдегіди. Е. широко застосовуються в *гідрометалургії*.

ЕКСТРАКТ, -у, ч. * р. *экстракт*, а. *extract*, н. *Extrakt*, *Auszug* m – 1) Згущена водна, спиртова або ефірна витяжка з рослинних чи тваринних тканин, речовини. 2) Стислий виклад якогось твору, документа тощо.

ЕКСТРАКТОР, -а, ч. * р. *экстрактор*, а. *extractor*, *extraction unit*, *extraction apparatus*; н. *Extraktor* m, *Extrakteur* m, *Auszieher* m, *Extraktionsapparat* m – *апарат* для розділення рідких або твердих *речовин* за допомогою селективних розчинників (*екстрагентів*). У залежності від взаємного напрямку руху фаз розрізняють Е. прямиотечійні, протитечійні та зі змішаним рухом. Процес може проходити в нерухомому, рухомому або псевдозрідженому шарі твердого матеріалу. Е. бувають періодичної та безперервної дії. Останні представлені колонними апаратами, змішувачами-відстійниками і відцентровими апаратами.

ЕКСТРАКЦІЯ, -ії, ж. * р. *экстракция*, а. *liquid extraction*, *liquid-liquid extraction*; н. *Extraktion* n, *Ausziehung* f – спосіб розділення суміші речовин на складові частини за допомогою розчинника, в якому вони розчиняються неоднаково. Результат *екстрагування*. Е. базується на різниці коефіцієнтів розподілу різних речовин між двома фазами: двома рідинами, які не змішуються, рідиною та твердим тілом, рідиною та газом. Е. використовується в *гідрометалургії* і *технології* рідкісних *металів* для вилучення і очищення Cu, Ni, Ta, Co, Mo, Re, Th, Mn, Hf і інш., в урановій пром-сті для отримання і концентрування *урану* та переробки радіоактивних відходів, а також в нафтопереробці. Е. включає стадію змішування початкового *розчину* з *екстрагентом*, стадію механіч. розділення (розшарування) двох фаз - *екстракту*, збагаченого компонентом, що вилучається, і залишку початкового розчину (*рафінату*); видалення *екстрагенту* з обох фаз і його *регенерацію* з метою повторного використання. Звичайно *екстракт* є органіч. *розчином*, а *рафінат* - водним. Е. - масообмінний процес, який кількісно характеризується коеф. розподілу - відношенням рівноважних *концентрацій* компонента, що вилучається у водній і органічній фазах відповідно. Швидкість процесу Е. визначається різницею між рівноважною і робочою концентраціями компонента, що вилучається в *екстракт*. Розрізняють іонообмінний, сольватаційний і змішаний механізми Е. Процес Е. проводять в спец. *апаратах* - *екстракторах*. Для протитечійної багатоступінчастої Е. характерна висока міра вилучення цільового компонента - понад 99%.

Реекстракція забезпечується зміною ступеня окиснення і координаційного числа атомів металів, рН водної фази, т-ри і інш. чинників.

ЕКСТРАПОЛЮВАТИ, р. *экстраполировать*, а. *extrapolate*, н. *extrapolieren* – поширювати висновки, одержані щодо однієї частини якоїсь системи, на іншу частину тієї самої системи.

ЕЛАСТОМЕР, -у, ч. * р. *эластомер*; а. *elastomer*; н. *Elastomer, Elast* – полімер з високоеластичними властивостями в широкому температурному діапазоні (гума, каучуки).

ЕЛЕКТРИЗАЦІЯ, -ії, ж. * р. *электризация*, н. *electrization, electrification*; н. *Elektrisierung* f – надання тілу електрики, зарядження електрикою. Е. г.п., які мають низьку електропровідність, у процесі видобутку, транспортування, подрібнення, сушки може суттєво впливати на хід технологічних процесів, а також бути причиною пожеж та вибухів. У зв'язку з цим вивчення і врахування Е. твердих та рідких аерозолей дуже важливе для ряду промислових підприємств, зокрема гірничих, де основний продукт, сировина чи відходи виробництва містять тонкодисперсні речовини, пил. Е. твердих і рідких матеріалів обумовлена механічними, фізичними, хімічними або фізико-хімічними процесами: контактної передачею заряду, індукцією заряду, порушенням нерухомого контакту різнорідних тіл (розривно-контактний заряд), зіткненням (балоелектричний заряд), трибоелектризацією, емісією або захопленням електронів та йонів. Пиловий потік завжди створює електричне поле, величина і знак якого залежать від багатьох факторів. В основі Е. рідин і розчинів лежать процеси, пов'язані з утворенням подвійного електричного шару (ПЕШ) на поверхні поділу фаз "газ-рідина". Е. має місце в усіх випадках, коли відбувається розрив ПЕШ. В процесі Е. рідини при розбризкуванні велике значення мають явища, пов'язані з адсорбцією йонів з об'єму рідини і повітря. Заряд крапель прямо пропорційний їх радіусу. Електростатичні заряди генеруються при русі рідини по трубах, перемішуванні, зливів, фільтрації і розбризкуванні, тому при проведенні цих операцій для попередження вибухів і пожеж необхідно виконувати спеціальні заходи (заземлення, добавка антистатиків тощо). Ефект Е. посилюється при переробці в'язких рідин (полімерів, нафти, нафтопродуктів, клеїв тощо), а також сумішей рідин. В помольних агрегатах, апаратах з псевдозрідженим шаром, пневмотранспортних установках в результаті Е. частинки матеріалу налипають на стінки і створюють товстий та міцний шар, що приводить до порушення технологічного процесу. Електростатична складова адгезійних сил для тонкодисперсних діелектриків перевищує молекулярну. Теорія і практика показує, що електростатичні сили треба враховувати при розрахунку двофазних потоків з частинками менше 20 мкм. Вибухи і пожежі, викликані Е., мають такі першопричини: іскровий розряд з зарядженого діелектричного матеріалу; розряд з розрядженого металевго незаземленого предмета; розряд з людини на заземлений предмет. Разом з тим Е. знайшла широке застосування в промисловості для очищення газів від твердих частинок в електростатичному полі, електростатичне фарбування тощо. У цих процесах зарядження частинок здійснюється у коронному розряді, а управління потоком заряджених частинок - штучно створеним електростатичним полем. В.І.саранчук.

ЕЛЕКТРОКОАГУЛЯЦІЯ, -ії, ж. * р. *электрокоагуляция*, а. *electric coagulation*, н. *Elektrokoagulation* f – коагуляція (зсідання) колоїдних систем внаслідок дії на них постійним електричним струмом, що викликає електричну дисоціацію присутніх в системі солей, вибірккову взаємодію йонів з утворенням та випаданням гелів. Е. застосовується для прояснення обігових вод в системах обробки шламів.

ЕЛЕКТРОЛІЗ, -у, ч. * р. *электролиз*, а. *electrolysis*, н.

Elektrolyse f – сукупність хімічних реакцій розкладу речовин (напр., води, розчинів кислот, лугів, розчинених або розплавлених солей тощо) під дією постійного електричного струму. Е. полягає в електрохімічних процесах окиснення та відновлення на електродах. При Е. позитивно заряджені йони (катіони) рухаються до катода, на якому електрохімічно відновлюються. Негативно заряджені йони (аніони) рухаються до анода, де електрохімічно окиснюються. В результаті електролізу на електродах виділяються речовини в кількостях, пропорційних кількості пропущеного струму. Е. застосовується для одержання багатьох речовин (металів, водню, хлору та ін.), при гальваностегії (нанесенні металічних покриттів), гальванопластиці (відтворенні форми предметів), а також у хімічному аналізі (полярографія).

ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИЙ, -ого. * р. *электролитический*, а. *electrolytic*, н. *elektrolytisch* – пов'язаний з наявністю електролізу, його застосуванням; Е - на д и с о ц і а ц і я - розпад молекул електролітів на йони при розчиненні їх у полярному розчиннику; Е - на в а н н а - посудина з розчином, в якій поводять електроліз.

ЕЛЕКТРОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ, -ії, ж. * р. *электролюминесценция*, а. *electric luminescence*, н. *Elektrolumineszenz* f – свічення газів під час проходження через них електричного струму, а також свічення кристалів від дії електричного поля. Запропонована для застосування в деяких спеціальних процесах збагачення. Використовується при вивченні кристалів мінералів.

ЕЛЕКТРОСТАТИКА, -и, ж. * р. *электростатика*, а. *electrostatics*, н. *Elektrostatik* f – розділ фізики, який розглядає властивості, взаємодію й умови рівноваги електричних зарядів (на відміну від електродинаміки). В основі Е. лежить закон Кулона, який визначає величину сили взаємодії точкових електричних зарядів або сили взаємодії магнітних полюсів.

ЕЛЕКТРОФІЛЬТР, -а, ч. * р. *электрофильтр*, а. *electric filter catcher, electrostatic precipitator*; н. *Elektrofilter* п – апарат для очищення газів від твердих домішок (пилу) за допомогою електрики, пиловловлювач, в якому тверда фаза відділяється від газу в електричному полі коронного розряду. Процес вилучення твердих частинок з газового потоку відбувається як послідовне створення на поверхні частинки електричного заряду за допомогою коронуючого електрода та осадження їх на заземленому електроді з протилежним зарядом.

ЕЛЕКТРОФОРЕЗ, -у, ч. * р. *электрофорез*, а. *electrophoresis*, н. *Elektrophorese f, Kataphorese f* – рух дисперсних твердих частинок, рідинних крапель або газових пухирців, йонів тощо завислих в рідинному або газоподібному середовищі в електричному полі постійного струму під дією електрокінетичних сил, що виникають завдяки утворенню подвійного електричного шару на границі розділу фаз. Е. – одне з електрокінетичних явищ, на якому базується, напр., вловлювання частинок диму та пилу.

ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ, -их, -ів, -у, мн. * р. *электрохимические методы анализа*, а. *electrochemical methods of analysis*; н. *elektrochemische Analyseverfahren* п – сукупність методів якісного та кількісного аналізу речовин, основаних на процесах, які протікають на електродах або у міжелектродному просторі. При цьому вимірюється ряд параметрів, напр. електродний потенціал, ампераж, к-ть електрики, повний опір, ємність, електропровідність, діелектрична проникність, значення яких пропорційні концентраціям речовин, які визначаються. Розрізняють методи, які базуються на електродній електрохім. реакції (*потенціометрія, полярографія, вольтамперометрія, амперометрія, хронопотенціометрія, електроліз, кулонометрія* та ін.); методи, не пов'язані з електродною електрохім. реакцією (*кондуктометрія, діелекрометрія*), і методи, пов'язані зі змінами струму під впливом електрич. шару (тензومتрія). Е.м.а. використовують для визначення понад 60 елементів у різних природних і пром. матеріалах, в рудах, мінералах.

ЕЛЕМЕНТИ ХІМІЧНІ, -ів, -их, мн. * р. *элементы химические*, а. *chemical elements*; н. *chemische Elemente* п pl – сукупність атомів з однаковим зарядом атомних ядер і однаковим числом електронів в атомній оболонці. Така сукупність атомів має однакові хімічні властивості. У нейтрального атома число електронів в електронній оболонці дорівнює заряду ядра. Вперше поняття Е.х. сформулював Р.Бойль у 1661 р. Відомо (1989) 109 Е.х., з них 89 виявлені в природі, інші отримані штучно внаслідок ядерних реакцій (*атоми технецію, прометію, протактинію, нобелію* в надмалих кількостях були виявлені в уранових і торієвих мінералах). Ядро атома складається з протонів (число яких відповідає атомному числу Е.х.) і нейтронів; число останніх може бути різним. Атом з певним числом протонів і нейтронів (масовим числом) наз. нуклідом. Атоми даного елемента, ядра яких містять різне число нейтронів, наз. ізотопами. Е.х. можуть мати декілька ізотопів. Для ізотопів зберігаються назви і символи Е.х., виключення складають тільки ізотопи водню - ${}^1_1\text{H}$ -протій, ${}^2_1\text{H(D)}$ - дейтерій, ${}^3_1\text{H(T)}$ - тритій. Е.х., які мають стабільні нукліди, в природі представлені одним або дек. ізотопами. Відомо бл. 270 стабільних ізотопів, які належать 81 природному Е.х., і пон. 1800 радіонуклідів. Е.х., всі ізотопи яких радіоактивні, наз. радіоактивними елементами. До них належать технецій, прометій, полоній і всі елементи з атомним номером, більшим 84. Природний ізотопний склад Е.х., які зустрічаються на Землі, практично постійний, тому кожний елемент має певну атомну масу, яка є однією з найважливіших його характеристик. Атомна маса Е.х. дорівнює середньому значенню мас всіх його природних ізотопів з врахуванням поширеності останніх. Її звичайно виражають в атомних одиницях маси, за яку прийнята 1/12 частина маси нукліду ${}^{12}\text{C}$. Формам існування Е.х. в природі відповідають речовини прості. Елемент може існувати у вигляді дек. речовин простих (явище алотропії), відмінних одна від одної складом молекул (напр., кисень O_2 і озон O_3) або типом кристалічної ґратки (напр., модифікації вуглецю - алмаз, лонсдейліт, графіт; явище поліморфізму). Число речовин простих понад 500. Складна речовина - хім. сполука. Вона складається з хімічно пов'язаних атомів двох або більше різних елементів. Відомо понад 100 тис. неорганічних і понад 3 млн. органічних сполук. Для позначення Е.х. слугують хім. символи, які складаються з першої або першої і однієї з подальших букв латинської назви елемента. Кожний Е.х. характеризується мірами окиснення, який можуть проявляти атоми даного елемента у хім. сполуках, а також значенням електронегативності, яка характеризує здатність атомів Е.х. віддавати і приймати електрони. У хім. реакціях Е.х. зберігаються, бо в результаті відбувається лише перерозподіл електронів зовніш. електронних оболонок атомів, а ядра атомів залишаються незмінними.

Взаємозв'язки Е.х. віддзеркалює періодична система елементів. Перший перелік Е.х. склав в 1789р. франц. хімік А.Л.Лавуаз'є. До цього списку увійшли 25 відомих в той час елементів. Першу таблицю відносних атомних мас 5 Е.х. (кисень, азот, вуглець, сірка і фосфор) склав англ. вчений Дж. Дальтон в 1803р. До часу відкриття періодичного закону (1869 р.) було відомо 63 елементи. Узагальнення закону виконали паралельно Д.Менделєєв та Ю. Майєр. Відкриття періодичної системи дозволило передбачувати існування, а також властивості ряду невідомих в той час Е.х. і послужило наук. основою для їх класифікації. Успіхи ядерної фізики дозволили у ХХ ст. уточнити

поняття Е.х. і синтезувати нові - *технецій, прометій, астат* і всі *елементи*, починаючи з атомного номера 93. За властивостями Е.х. поділяються на метали і неметали. До неметалів належать 23 *елементи* (H, B, C, N, O, Si, P, S, As, Se, Te та ін.), *галогени* (F, Cl, Br, I, At), інертні *гази* (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn); до *металів* – решта 86 Е.х. Для хім. властивостей *металів* найбільш характерна здатність віддавати зовніш. *електрони* і утворювати *катіони*, для неметалів - приєднувати *електрони* і утворювати *аніони*. Електронегативність *металів*, як правило, від 0,7 до 1,8-2,0; неметалів від 1,8-2,0 до 4,0. Деякі елементи об'єднують у сімейства: лужних *металів* - *літій, натрій, калій, рубідій, цезій, францій*; лужноземельних металів - *кальцій, стронцій, барій, радій*; лантаногідів - *лантан, церій, празеодим, неодим, прометій, самарій, європій, гадоліній, тербій, диспрозій, гольмій, ербій, тулій, ітербій, лютецій*; актиноідів - *актиній, торій, протактиній, уран, нептуній, плутоній, америцій, кюрій, берклій, каліфорній, ейнштейній, фермій, менделєєвій, нобелій, лоуренсій*; родина заліза - *залізо, кобальт, нікель*; родина платини - *рутений, родій, паладій, осмій, іридій, платина*; халькогени - *кисень, сірка (сульфур), селен, телур, полоній*; галогени - *флуор, хлор, бром, йод, астат*; інертні *елементи (благородні гази)* - *гелій, неон, аргон, криптон, ксенон, радон*.

Розповсюдженість хімічних елементів на Землі (мас. %)

1	2	3	4	5	6
№ елемента	Символ елемента	в земній корі	у воді океанів	в атмосфері	в біосфері
1	H	1,00	...	0,000033	10,5
2	He	1x10 ⁻⁶	5x10 ⁻¹⁰	0,000072	сліди
3	Li	0,0032	1,5x10 ⁻⁵	...	1x10 ⁻⁵
4	Be	0,00038	6x10 ⁻¹¹	...	сліди
5	B	0,0012	4,6x10 ⁻⁴	...	1x10 ⁻³
6	C	0,023	2,8x10 ⁻³	0,0151	18,0
7	N	0,0019	5x10 ⁻⁵	75,510	0,3
8	O	47,0	...	23,1811	70,0
9	F	0,066	1,3x10 ⁻⁴	...	5x10 ⁻⁴
10	Ne	5x10 ⁻⁷	1x10 ⁻⁸	0,00125	сліди
11	Na	2,50	1,03554	...	0,02
12	Mg	1,87	0,1297	...	0,04
13	Al	8,05	1x10 ⁻⁶	...	5x10 ⁻³
14	Si	29,0	3x10 ⁻⁴	...	0,2
15	P	0,093	7x10 ⁻⁶	...	0,07
16	S	0,047	0,089	...	0,05
17	Cl	0,017	1,93534	...	0,02
18	Ar	4x10 ⁻⁴	6x10 ⁻⁵	1,2800	сліди
19	K	2,5	0,03875	...	0,3
20	Ca	2,96	0,0408	...	0,5
21	Sc	0,001	4x10 ⁻⁹	...	сліди
22	Ti	0,45	1x10 ⁻⁷	...	8x10 ⁻⁴
23	V	0,009	3x10 ⁻⁷	...	10 ⁻⁴
24	Cr	0,0083	2x10 ⁻⁹	...	10 ⁻⁴
25	Mn	0,10	2x10 ⁻⁷	...	1x10 ⁻³
26	Fe	4,65	1x10 ⁻⁶	...	0,01
27	Co	0,0018	5x10 ⁻⁸	...	2x10 ⁻⁵
28	Ni	0,0058	2x10 ⁻⁷	...	5x10 ⁻⁵
29	Cu	0,0047	3x10 ⁻⁷	...	2x10 ⁻⁴
30	Zn	0,0083	1x10 ⁻⁶	...	5x10 ⁻⁴
31	Ga	0,0019	3x10 ⁻⁹	...	сліди
32	Ge	1,4x10 ⁻⁴	6x10 ⁻⁹	...	10 ⁻⁴
33	As	1,7x10 ⁻⁴	1x10 ⁻⁷	...	3x10 ⁻⁵
34	Se	5x10 ⁻⁶	1x10 ⁻⁸	...	10 ⁻⁶
35	Br	2,1x10 ⁻⁴	6,6x10 ⁻³	...	1,5x10 ⁻⁴
36	Kr	2x10 ⁻⁸	3x10 ⁻⁸	0,00029	сліди
37	Rb	0,015	2x10 ⁻⁵	...	5x10 ⁻⁴
38	Sr	0,034	8x10 ⁻⁴	...	2x10 ⁻³
39	Y	0,0029	3x10 ⁻⁸	...	сліди
40	Zr	0,017	5x10 ⁻⁹	...	сліди
41	Nb	0,002	1x10 ⁻⁹	...	...
42	Mo	1,1x10 ⁻⁴	1x10 ⁻⁶	...	1x10 ⁻⁵
44	Ru	5x10 ⁻⁶	...	...	сліди
45	Rh	1x10 ⁻⁶	...	...	сліди
46	Pd	1,3x10 ⁻⁶	...	...	5x10 ⁻⁵

1	2	3	4	5	6
47	Ag	7×10^{-6}	3×10^{-8}	...	сліди
48	Cd	$1,3 \times 10^{-5}$	1×10^{-8}	...	сліди
49	In	$2,5 \times 10^{-5}$	1×10^{-9}	...	...
50	Sn	$2,5 \times 10^{-7}$	3×10^{-7}	...	5×10^{-5}
51	Sb	5×10^{-5}	5×10^{-8}	...	сліди
52	Te	1×10^{-7}	...	...	сліди
53	I	4×10^{-5}	5×10^{-6}	...	1×10^{-5}
54	Xe	3×10^{-9}	...	0,000036	сліди
55	Cs	$3,7 \times 10^{-4}$	$3,7 \times 10^{-8}$	...	1×10^{-5}
56	Ba	0,065	2×10^{-6}	...	3×10^{-3}
57	La	$2,9 \times 10^{-3}$	$2,9 \times 10^{-10}$	...	сліди
58	Ce	7×10^{-3}	$1,3 \times 10^{-10}$	...	сліди
59	Pr	9×10^{-4}	6×10^{-11}	...	сліди
60	Nd	$3,7 \times 10^{-3}$	$2,3 \times 10^{-11}$	...	сліди
62	Sm	8×10^{-4}	$4,2 \times 10^{-11}$	...	сліди
63	Eu	$1,3 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-10}$	...	сліди
64	Gd	8×10^{-4}	6×10^{-11}	...	сліди
65	Tb	$4,3 \times 10^{-4}$	...	...	сліди
66	Dy	5×10^{-4}	$7,3 \times 10^{-11}$	...	сліди
67	Ho	$1,7 \times 10^{-4}$	$2,2 \times 10^{-11}$	...	сліди
68	Er	$3,3 \times 10^{-4}$	6×10^{-11}	...	сліди
69	Tm	$2,7 \times 10^{-5}$	1×10^{-11}	...	сліди
70	Yb	$3,3 \times 10^{-5}$	5×10^{-11}	...	сліди
71	Lu	8×10^{-5}	1×10^{-10}	...	сліди
72	Hf	1×10^{-4}	...	...	сліди
73	Ta	$2,5 \times 10^{-4}$	...	...	сліди
74	W	$1,3 \times 10^{-4}$	1×10^{-5}	...	сліди
75	Re	7×10^{-8}	...	...	сліди
6	Os	5×10^{-6}	...	...	сліди
77	Ir	1×10^{-6}	...	...	сліди
78	Pt	2×10^{-5}	...	...	сліди
79	Au	$4,3 \times 10^{-7}$	4×10^{-10}	...	сліди
80	Hg	$8,3 \times 10^{-6}$	3×10^{-9}	...	10^{-7}
81	Tl	1×10^{-4}	1×10^{-9}	...	сліди
82	Pb	$1,6 \times 10^{-3}$	3×10^{-9}	...	...
83	Bi	9×10^{-7}	2×10^{-8}	...	сліди
84	Po	2×10^{-14}	...	...	...
86	Rn	7×10^{-16}	6×10^{-20}	...	...
88	Ra	2×10^{-10}	1×10^{-14}	...	10^{-12}
89	Ac	6×10^{-14}	2×10^{-20}	...	...
90	Th	$1,3 \times 10^{-3}$	1×10^{-9}	...	сліди
91	Pa	7×10^{-11}	5×10^{-15}	...	...
92	U	$2,5 \times 10^{-4}$	3×10^{-7}	...	10^{-6}

У доступній частині Землі (у *земній корі*) найбільш поширені 10 елементів з атомними номерами в інтервалі від 8-26: O (47,00%), Si (29,50%), Al (8,05%), Fe (4,65%), Ca (3,30%), Na (2,50%), K (2,50%), Mg (1,87%), Ti (0,45%), Mn (0,1%). Перераховані елементи становлять 99,92% маси земної кори. Е.х. концентрація яких у *земній корі* низька або вони практично не утворюють власних мінералів (завдяки ізоморфному входженню у мінерали більш поширених елементів), наз. розсіяними.

В космосі домінують легкі елементи - H і He. Розповсюдженість інших швидко зменшується з ростом їх ат. номера. В.С.Білецький.

ЕЛЕМЕНТНИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. (від лат. elementum – первісна речовина) **р.** элементный анализ, **а.** ultimate analysis, **н.** Elementaranalyse f, *Verbrennungsanalyse f* – сукупність методів, за допомогою яких визначають якісний та кількісний склад органічних сполук. Цей аналіз можна здійснювати, напр., за допомогою електронної спектроскопії, *гамма-спектроскопії* тощо.

ЕЛЕМЕНТНИЙ АНАЛІЗ ВУГІЛЛЯ, -ого, -у, -..., ч. * **р.** элементный анализ угля, **а.** ultimate coal analysis, **н.** Elementaranalyse f von Kohle f, *Verbrennungsanalyse f von Kohle f* – кількісне визначення вмісту у вугіллі хімічних елементів, які входять до його складу, в першу чергу вуглецю, водню, азоту, кисню і сірки. Див. елементний склад вугілля.

ЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД ВУГІЛЛЯ, -ого, -у, ... ч. * **р.** элементный состав угля, **а.** elementary composition of coal, **н.** Kohlenzusammensetzung f, *Elementarzusammensetzung f von Kohle f* – характеризується наявністю та кількістю хімічних елементів, які входять до складу вугілля. Е.с.в. визначають шляхом елементного аналізу. Під час елементного аналізу визначають вміст

вуглецю (С), водню (Н), кисню (О), азоту (N), органічної сірки ($S_{орг}$), іноді фосфору (P) та деяких ін. елементів, які беруть участь у побудові складних органічних речовин. Вміст вуглецю та водню визначають одночасно з однієї порції вугілля шляхом її спалювання у потоці очищеного кисню при 800°C . CO_2 та H_2O , які утворюються при цьому, вловлюються відповідним поглиначем – 40% розчином лугу та концентрованою сірчаною кислотою, або аскаритом (луг натрію, препаратований на азбесті) та ангідроном (зневоднений хлорид магнію). За приростом ваги поглиначів розраховують вміст вуглецю і водню у вугіллі. Поправки на вміст вуглецю у мінеральних речовинах роблять при аналізі зольного вугілля та горючих сланців. Визначення вмісту азоту проводять методом Кьельдаля, за яким піддослідне вугілля на протязі 4-5 годин обробляється киплячою концентрованою сірчаною кислотою у присутності каталізатора (оксид ртуті, йодид калію, сульфат магнію та ін.) у колбі з тупоплавкого скла. В результаті цього весь вуглець та водень окиснюються до CO_2 і H_2O , а азот переходить у стан NH_3 , який з надлишком кислоти утворює сульфат амонію. Останній розкладається потім у іншій колбі концентрованим лугом і утворений аміак вловлюється кількісним титруванням сірчаною кислотою. Сірка у вигляді різних сполук у більших або менших кількостях входить до складу всіх твердих горючих копалин. Показник технічного аналізу – загальна сірка вугілля (S_t , %) вказує сумарний вміст сірки у всіх сполуках, перерахований умовно на елементарну сірку по відношенню до вугілля, яке піддається аналізу. Для визначення вмісту загальної сірки у вугіллі за стандартний прийнятий метод Ешка. Наважка вугілля спалюється в муфельній печі у тиглі при $850 \pm 25^{\circ}\text{C}$ в присутності MgO і Na_2CO_3 для зв'язування утворених оксидів сірки, які перетворюються на сульфати натрію та магнію та осаджуються у соляно-кислому розчині хлоридом барію у вигляді сульфату барію. За кількістю останнього розраховують показник S_t і його перераховують на сухе вугілля (S_t^d , %). У торфах вміст загальної сірки складає 0,5-2,5%, у бурому українському вугіллі – 2,5-7,0%. Вугілля Донбасу має вміст загальної сірки 0,5-9,3%, а антрацити 0,6-6,3%. З урахуванням технологічної переробки для кам'яного вугілля Донбасу прийнятий розподіл його на чотири групи за сірчистістю.

Номер групи	Назва групи	S_t^d , %
I	малосірчисте	0,5-1,5
II	середньосірчисте	1,6-2,5
III	сірчисте	2,6-4,0
IV	високосірчисте	понад 4,0

Більша частина вугільних пластів Донбасу вміщує середньосірчисте та сірчисте вугілля. Мінеральні сірчані сполуки включають суму піритної $\text{FeS}_2(S_p)$ та сульфатної (S_s) сірки. Інколи у вугільних шарах зустрічається елементарна сірка (S_{el}). Крім того, сірка входить до складу органічних компонентів вугілля. Кількість органічної сірки у вугіллі визначається розрахунковим методом

$$S_o^d = S_t^d - (S_s^d + S_p^d + S_{el}^d).$$

При спалюванні вугілля виділяються сірчані сполуки, які кородують обладнання, а також шкідливо впливають на довкілля та здоров'я людини. Напр., сірка коксу негативно впливає на якість чавуну і надає йому крихкості, знижуючи цим якість сталі, яка стає більш крихкою при високих температурах (червонолапкою). Вміст кисню у вугіллі визначається за формулою (на суху беззольну масу, O^{daf} , %)

$$O^{daf} = 100 - (C^{daf} + H^{daf} + N^{daf} + S_o^{daf}).$$

Загальний вміст фосфору у вугіллі незначний і становить 0,001-0,062 для донецького вугілля, але навіть у незначній кількості фосфор надає металу холоднолапкості (крихкості при низьких температурах).

Тверді горючі копалини різної природи і ступеня вуглефікації значно відрізняються між собою за елементним складом. У ряді гумітів з підвищенням ступеня вуглефікації найбільш різко змінюється вміст кисню: від 29-40% у торфах до 0,5-1,0 у антрацитах (у 30-60 разів). У 3-5 разів зменшується вміст водню (від 6,5 до 1,3%), а вміст вуглецю збільшується майже у 2 рази (з 52-60 до 98%). У ряді сапропелітів від торфяної стадії до більш зрілих вміст вуглецю збільшується з 50 до 82%, а вміст кисню зменшується з 25 до 1%. Закономірного зниження вмісту водню для сапропелітів різного ступеня вуглефікації не спостерігається – він завжди у 1,5-2 рази більший, ніж у ізометаморфних гумітів, що є характерною ознакою сапропелевого походження. Ліптовіоліти вміщують більше водню ніж гуміти і мало відрізняються за елементним складом від сапропелітів. Вміст азоту з ростом ступеня вуглефікації гумітів Донбасу знижується з 1,8 до 0,1%. У сапропелітах він коливається від 0,5 до 6,0%. Петрографічні інгредієнти також відрізняються за елементним складом. У одному і тому ж вугіллі найбільша кількість вуглецю міститься у фіозиніті (інертиніті), а у вітриніті та лейптиніті (екзиніті) його вміст практично однаковий. З підвищенням ступеня вуглефікації вміст вуглецю у вітриніті та фіозиніті стає близьким, але навіть у антрацитах вони не збігаються.

Найбільша кількість *водню* у *вугіллі* з одного *пласта* міститься у лейптиніті, а найменша – у фюзиніті, найбільшу кількість кисню містить вітриніт, а найменшу – фюзиніт. *В.І.Саранчук*.

ЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД НАФТИ, -ого, -у, ... ч. * **р.** *элементный состав нефти*, **а.** *elementary composition of oil*; **н.** *Erdölzusammensetzung f* – характеризується наявністю та кількістю *хімічних елементів*, які входять до складу *нафти*: *вуглецю* (82-87 мас.%), *водню* (11-15 мас. %), *сірки* (0,1-7,0 мас.%), *азоту* (до 2,2 мас.%), *кисню* (до 1,5 мас.%) та інш. *Вуглець* і *водень* входять до складу *нафти* у вигляді сполук *вуглеводнів*. *Сірка* як правило міститься або у сполуках (*меркаптани*, *сульфідів* тощо) або рідко – у вільному стані. 70-90% всіх сірчистих сполук концентрується у *мазуті* і *гудроні*. *Кисень* і *азот* перебувають у зв'язаному стані (*нафтенові кислоти*, *смоли*, *феноли*, *аміни* тощо). *Домішки* нафти – *пісок* та *глини* (до 0,15%), *вода* (до 50% і більше), *солі* (0,0001-10 г/дм³).

ЕМУЛЬГАТОР, -а, ч. * **р.** *эмульгатор*, **а.** *emulsifier, emulsifying agent*; **н.** *Emulgator m, Emulgiermittel n, Emulseur m* – 1) *Речовина*, яка сприяє утворенню і підвищенню стійкості *емульсії*. Ефективні Е. - міцелоутворюючі ПАР, розчинні високомолекулярні *речовини*, деякі високодисперсні тверді тіла. Дія Е. на межі поділу двох рідких фаз основана на утворенні навколо *глобул* дисперсної фази адсорбц. оболонок з високою структурною *в'язкістю* (структурно-механіч. *бар'єру*), яка перешкоджає зближенню *глобул* і їх *коалесценції* або *флокуляції*. Осн. типи Е.: мила і милоподібні *поверхнево-активні речовини*, розчинні високомол. сполуки, високодисперсні тверді *речовини*. Природними Е. є нафтенові к-ти, *асфальтени* і високоплавкі *парафіни*, які містяться у *нафтах*. Їх дія посилюється наявністю в *пластових водах* мінеральних солей, кислот і дрібнодисперсних механіч. *домішок*. Осн. типом синтетич. Е., які застосовуються у нафтогазовидобутку, є ПАР. Їх ефективність як Е. характеризує гідрофільно-ліпофільний баланс (ГЛБ), тобто співвідношення гідрофільних і гідрофобних (ліпофільних) груп *молекул* ПАР. 2) *Апарат* для приготування тонкодисперсної *емульсії* з *флотаційних реагентів* або інших маслоподібних рідин та води.

ЕМУЛЬГУВАННЯ, ..., с. (від лат. emulgeo – дою) **р.** *эмульгирование*, **а.** *emulsification*; **н.** *Emulgierung f* – процес приготування *емульсії*. Здійснюється шляхом *диспергування* однієї рідини в іншій або *конденсацією* – виділенням крапельок рідини з перенасичених парів, розчинів або розплавів. *Диспергування* здійснюють шляхом перемішуванні мішалками різних типів, пропусканням суміші рідин через вузькі зазори тощо. Процеси *емульгування* та деемульгування (*деемульсації*) відіграють основну роль при зневодненні сирі нафти, очищенні нафтових ємкостей, танкерів, при одержанні бітумних(асфальтових) *емульсій*, при переробці *емульсій* натурального каучука, одержанні консистентних змазок, охолоджувальних рідин у металообробці. При *збагаченні корисних копалин* Е. *реагентів* зменшує їх витрати та підвищує ефективність процесів.

ЕМУЛЬСІЯ, -ії, ж. * **р.** *эмульсия*, **а.** *emulsion*, **н.** *Emulsion f* – *дисперсна система* з рідким дисперсійним середовищем та рідкою дисперсною фазою. Складається з двох взаємно нерозчинних *рідин*, одна з яких рівномірно розподілена в другій у вигляді найдрібніших крапель, а розміри розпорюшених часточок є більшими від характерних для *колоїдів*. При визначенні назви першою називають дисперсну фазу, а потім *дисперсійне середовище*, напр. *вода* в *маслі*, бензол у воді тощо (напр., молоко - Е., де краплинки жиру розподілені у водному середовищі). Е. низької *концентрації* - неструктуровані рідини. Висококонцентровані Е. - структуровані системи. Основні типи Е.: прямі, з краплями неполярної рідини в полярному середовищі (типу "масло у воді") і зворотні або інвертні (типу "вода у маслі"). Зміна складу Е. або зовнішня дія можуть привести до перетворення прямої Е. у зворотну, і навпаки. Ліюфільні Е. утворюються самочинно і термодинамічно стійкі. Ліюфобні Е. виникають при механічному, акустичному або електричному *емульгуванні*, а також внаслідок конденсаційного утворення крапель дисперсної фази у перенасичених розчинах чи розплавах. Вони термодинамічно нестійкі і тривало можуть існувати лише в присутності *емульгаторів*. При *збагачуванні корисних копалин* інколи використовується *емульгований реагент* (напр., при *масляній агломерації*). У вигляді Е. одержують мастильно-охолоджуючі рідини. Е. застосовують при *брикетуванні* вугілля зі зв'язуючими, гідрофобізації поверхні *вугілля* при його *зневодненні*, при *бурінні* тощо. Ключові понятті: *емульсія інвертна*, *емульсія нафтова*, *мікроемульсії*, *емульсії стійкості*, *емульсії дисперсності*, *емульсії "старіння"*, *емульгатори природні*. *В.С.Білецький*.

ЕНДОБАТОЛІТОВИЙ, -ого. * **р.** *эндобатолитовый*, **а.** *endobatholithic*, **н.** *endobatholithik* – той, що знаходиться серед *вивержених порід* у глибинній частині *батоліту* (про *мінерал* і мінеральний комплекс).

ЕНДОГЕННИЙ, -ого. * **р.** *эндогенный*, **а.** *breeding, endogenic*, **н.** *endogen(etisch)* – 1) Зумовлений внутрішніми причинами; Е-ні п р о ц е с и - процеси, що відбуваються в середині Землі (розпад радіоактивних речовин, хімічні реакції, перетворення й переміщення *гірських порід*). Протилежне - *екзогенний*. 2) *Мінерал* і *мінеральний комплекс*, який виник внаслідок *кристалізації магми* і мінералотвірної діяльності магматичних *розчинів*.

ЕНДОТЕРМІЧНИЙ, -ого. * **р.** *эндотермический*, **а.** *endothermic*, **н.** *endothermisch* – той, що вбирає тепло; Е - н і р е а к ц і ї – хімічні реакції, які відбуваються з вбиранням тепла (напр., розклад *вапняку* на негашене *вапно* й *вуглекислий газ*).

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС, -ого, -у, ч. * **р.** *энергетический баланс*, **а.** *power balance*, **н.** *Energiebilanz f*,

Energiebalance f – система показників, що характеризують ресурси, виробництво та використання всіх видів *палива* й *енергії*. До Е.б. входять як складові частини баланси електроенергії, паливний і тепла, тому його називають зведеним паливно-енергетичним балансом. Весь обсяг виробленої і використаної енергії, який вказують в Е.б., подають у тоннах умовного палива. Перерахунок провадять за допомогою т.з. калорійного еквівалента, який обчислюють як відношення *теплоти згоряння* кілограма робочого палива до *теплоти згоряння* кілограма умовного палива (7000 ккал.). Е.б. використовують для встановлення рівня забезпеченості економіки наявними енергетичними ресурсами та виявлення змін у структурі паливних та енергетичних ресурсів і енергопостачання. *В.С.Бойко*.

ЕНЕРГІЯ, -ії, ж. * р. *энергия*, а. *energy, power*; н. *Energie f* – загальна міра всіх форм руху *матерії*; здатність тіла виконувати *роботу*. Розрізняють механічну, хімічну, теплову, електромагнітну, ядерну, гравітаційну та ін. види Е. Крім того, розрізняють Е. внутрішню і зовнішню. Внутрішня Е. ізольованої системи є постійною. Внаслідок існування закону збереження *енергії* поняття Е. пов'язує всі явища природи. Взаємозв'язок Е. з *масою* тіла встановлений у теорії відносності.

У Міжнародній системі одиниць Е. вимірюють у *джоулях*, у СГС системі одиниць – в *ергах*; позасистемною одиницею Е. є *електрон-вольт*.

ЕНТАЛЬПІЯ, -ії, ж. * р. *энтальпия*, а. *enthalpy*, н. *Enthalpie f* – термодинамічна *функція*, що дорівнює сумі внутрішньої *енергії* і *роботи* проти зовнішнього *тиску*.

ЕНТРОПІЯ, -ії, ж. * р. *энтропия*, а. *entropy*, н. *Entropie f* – 1) *фіз.* – фізична величина, яка в спостережуваних явищах і процесах характеризує знецінювання (розсіювання) *енергії*, зумовлене перетворенням усіх видів її на теплову і рівномірним розподілом тепла між тілами (врівнювання їхніх *температур*). 2) В теорії інформації – міра невизначеності ситуації. 3) В *математиці* – міра невизначеності випадкової *функції*. 4) В *збагаченні* к.к. – міра неупорядкованості суміші мінеральних зерен. Українськими вченими (УкрНДІвуглезбагачення) запропоновано ентропійний метод *оцінки ефективності розділення мінеральної суміші*.

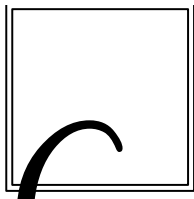
ЕНТРОПІЯ ПОВІДОМЛЕННЯ – числова міра складності передавання повідомлення за заданих умов щодо якості його відтворення.

ЕРГОНОМІКА, ЕРГОНОМІЯ, -и, -ії, ж. * р. *эргономика, эргономия*; а. *ergonomics, human engineering*; н. *Ergonomik f, Ergonomie f* – наука, що вивчає допустимі фізичні, нервові та психічні навантаження на людину в процесі праці, проблеми оптимального пристосування навколишніх умов виробництва для ефективної праці. У рамках *гірн. науки* методи Е. використовуються при дослідженні діяльності людини - оператора пульта гірн. *диспетчера*, водіїв автотранспорту на *кар'єрах*, екіпажів *екскаваторів роторних, комбайнів*, робочих на *бурових станках*, операторів АСУТП, ЕОМ, в ін. системах «людина-машина» на гірн. підприємствах.

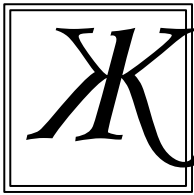
ЕРАТЕМА, -и, ж. * р. *эратема*, а. *erathem*; н. *Ärathem n, Ärathea* – велика одиниця загальної (міжнародної) *стратиграфіч. шкали*, підпорядкована *еонотемі*; *відклади*, які утворилися протягом *літосфери* і органіч. світу. *Палеозойська, мезозойська і кайнозойська* Е., які складають *фанерозойську еонотему*, характеризуються специфіч. комплексами великих *таксонів* тварин і рослин, аж до класів. Кожна Е. поділяється на 3 і більше системи.

ЕТАН, -у, ч. * р. *этан*, а. *ethane*, н. *Ethan n* – безбарвний газ складу CH_3CH_3 , найближчий гомолог *метану*. Міститься в нафтових та *природних газах*, а також в газах, які одержують при переробці *вугілля* та *нафти*. Сировина в промисловому органіч. синтезі.

ЕТИЛЕНГЛІКОЛЬ, -ю, ч. * р. *этиленгликоль*; а. *ethylene glycol*; н. *Äthylenglykol n* – органічна сполука, найпростіший двоатомний *спирт*; густа безбарвна рідина; рідкий *абсорбент* вологи із природного газу ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$). Застосовують у виробництві синтетичних *смол*, штучного волокна, як антифриз тощо.



ЄМКІСТЬ (ЄМНІСТЬ), -і, ж. * р. *емкость*, а. *capacity*, н. *Fassungsvermögen n, Aufnahmefähigkeit f, Kapazität f, Rauminhalt m, Geräumigkeit f* – 1) Міра можливого *вмісту* (в одиницях маси або об'єму) сховища, *бункера, резервуара* і т.п. 2) Загальна назва закритих споруд та *пристроїв*, що призначені для складування, *акумулявання*, зберігання сипких матеріалів, *рідин* та їх *сумішей (пульв)*. 3) Електрична *ємність* – величина, яка чисельно дорівнює кількості електрики, що змінює електричний потенціал провідника на одну одиницю.



ЖИВИЛЬНИК, -а, ч. * р. *питатель*, а. *feeder*, н. *Speiser m* – 1) Клапан, що регулює надходження води, пального тощо в машину, апарат і т.і. 2) Машина або пристрій для рівномірної подачі регульованої кількості вихідного матеріалу в різні види технологічного (напр., збагачувального) устаткування. Механічні Ж. поділяються: з безперервним поступовим рухом робочого органу (пластинчасті, стрічкові, ланцюгові, скребкові, гвинтові), із зворотньо-поступальним рухом (лоткові, маятникові, коливні, вібраційні, електровібраційні, поршневі) та з обертовим рухом (тарілчасті або дискові, лопатеві, барабанні, крильчасті, шнекові, роторні, *столи дозувальні*). Пластинчасті, ланцюгові і коливні Ж. використовують, в основному, при великогрудковій гірничій масі, стрічкові, маятникові та вібраційні - при середніх розмірах грудок; тарілчасті, стрічкові та гвинтові - при легкосипких і дрібногрудкових матеріалах. Продуктивність Ж. - 35-1000 т/год. Для стрічкових, скребкових і пластинчастих Ж. вона обумовлюється площею перерізу потоку вантажу і швидкістю його руху, а для коливних, вібраційних і маятникових - площею перерізу, амплітудою і частотою коливань робочого органу. Тип Ж. вибирається в залежності від властивостей матеріалу, необхідної продуктивності та точності регулювання його потоку. Якщо Ж. виконує кількісне регулювання технологічного потоку або окремого компонента, що надходить до процесу, він служить дозатором. Є.М.Сноведський.

ЖИРНІ ГАЗИ, -их, -ів, мн. * р. *жирные газы*, а. *rich gases, fat gases*; н. *Fettgase n pl, Ölgase n pl, Reichgase n pl* – застарілий термін, що означає природні горючі газу з високим вмістом важких вуглеводнів від C_3 і вище. Такий склад газів характерний для газоконденсатних і нафтових родовищ. Див. сирій газ.

ЖОЛОБ, -а, ч. * р. *желоб*, а. *chute, shoot, trough*, н. *Rutsche f, Rinne f, Gerinne f* – самопливний транспортний пристрій у вигляді русла, встановленого під нахилом для переміщення сипкої маси або пульпи.

ЖОРСТКІСТЬ ВОДИ, -ості, -..., ж. * р. *жесткость воды*; а. *hardness of water, water hardness; hard of water, stiffness of water*, н. *Wasserhärte f, Härte f, Härte f des Wassers* – те ж саме, що й твердість води. Застарілий термін.



ЗАБРУДНЕНІСТЬ, -ості, ж. * р. *загрязненность*; а. *contamination*; н. *Verschmutzung f* – наявність забруднювачів чи небажаних утворень у складі рідкого чи газового робочого середовища.

ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ, -..., с. * р. *загрязнение окружающей среды*, а. *contamination of the environment, environmental pollution*; н. *Umweltverschmutzung f, Umweltverunreinigung f* – процес зміни складу і властивостей однієї або декількох сфер Землі внаслідок діяльності людини. Приводить до погіршення якості *атмосфери, гідросфери, літосфери* та біосфери. Допустима міра забруднення *довкілля* в різних країнах регламентується відповідними стандартами, нормативами, законами. Розрізняють забруднення отруйні, хвороботворні, хімічні, механічні і теплові. Допустимі кількості відходів, що скидають в гідро- або атмосферу регламентують нормативами гранично допустимих викидів (ГДВ) з урахуванням *гранично допустимих концентрацій* (ГДК). В Україні вони затверджуються Міністерством охорони здоров'я.

У процесі видобування к.к. відбувається істотне З.д. З кожної тонни видобутої к.к. тільки 1-3% перетворюються в корисну продукцію, а 98% йдуть у відходи. За обсягами викидів забруднюючих речовин і за ступенем впливу їх на природне середовище гірничодобувна пром-сть стоїть на 4-му місці після хімічної, металургійної і сільського господарства. При підземному видобутку відбувається забруднення а т м о с ф е р и пилом, отруйними газами, вуглекислим газом, метаном, поліцикліч. ароматич. вуглеводнями, сірчистими газами, сірководнем, теплом, підземними водами, породами (в т.ч. радіоактивними) тощо. При відкритих гірничих роботах довілля забруднюється оксидом вуглецю, двоокисом азоту, пилом, кар'єрними водами, породами. Зокрема під час вибухових робіт на кар'єрах

світу за рік утворюється пилогазова хмара об'ємом 15-20 млн. м³, що підіймається на висоту до 1500-1700 м, де повітряна течія розсіює і відносить 93-99% пилу. Особливу небезпеку становить *пил важких металів*, що викидається в атмосферу або у водоймища і включається в природний кругообіг; ще небезпечніші - металічні отрути та *діоксин*. Породні *відвали*, що горять, виділяють на кожну тону *породи* до 135 мг пилу і 86,3-363 кг *газів* (CO, CO₂, SO₂, H₂S, NO+NO₂). Забруднення *г і д р о с ф е р и* приводить до погіршення якості *води* для водокористування. При видобутку к.к. має місце скидання *шахтних і кар'єрних вод*, що містять механічні, хім. і біол. *домішки*, у відкриті водойми, річки. Забруднення *г і д р о с ф е р и* відбувається і за рахунок вимивання оксидів *рідкісноземельних елементів* з породних *відвалів*, при їх *вивітрюванні*, транспортуванні к.к. Забруднення *л і т о с ф е р и* відбувається за рахунок внесення (зокрема при похованні) в геол. структури отруйних і радіоактивних речовин, а також не властивих їм хім. сполук та бактерій. Забруднення *б і о с ф е р и* при видобутку к.к. відбувається опосередковано. Особливо негативні наслідки в біосфері виникають при розробці к.к. в зонах багаторічної мерзлоти, що займає 22% суші.

В Україні на кінець ХХ ст. є понад 600 *териконів*, бл. 30% з яких горить, до 2005 р. вугільна промисловість накопичить 1525 млн.т забалансових *шламів*, відходів *збагачення*. Найбільше забруднення *довкілля* від гірн. пром. спостерігається в Україні на Донбасі та в Кривбасі. Загальний обсяг викидів шкідливих речовин на Донбасі в 6,2 раза вищий, ніж в середньому по Україні, причому на *гірн. підприємства* припадає бл. 50% всіх відходів. *В.С.Білецький*.

ЗАГАЗОВАНІСТЬ, -і, ж. * **р.** *загазованность*, **а.** *gas contamination*, **н.** *Ausgasungswert m* – наявність у повітрі шкідливих та (чи) вибухонебезпечних газоподібних речовин у концентраціях, близьких чи вище гранично допустимих норм. Розрізняють 3. місцеву (поширення 3. на відстань 0,5-2 м від її джерела) та загальну (поширення 3. на відстань понад 2 м від її джерела). ОСТ 51.81-82. пп. 40, 43, 44.

3. притаманна *шахтній атмосфері* та атмосфері *кар'єрів*. 3. зменшується (усувається) шляхом *провітрювання* гірничих виробок. Див. також *провітрювання шахт, провітрювання кар'єрів*.

ЗАЗЕМЛЕННЯ, -..., с. * **р.** *заземление*; **а.** *grounding*; **н.** *Erdung f, Erdanschluss m* – 1) Провідник чи декілька провідників, що розміщені у землі або на поверхні землі з метою встановлення електричного з'єднання між пристроєм та землею. 2) Власне дія - встановлення заземлюючого провідника. IEC 50 (60):1970.

ЗАЙМАННЯ ТЕМПЕРАТУРА, -..., -и, * **р.** *возгорания температура*, **а.** *ignition temperature, fire point*; **н.** *Brennpunkt ь, Entzündungstemperatur f, Temperatur f des Aufflammen n* – *температура*, при якій швидкість окиснення *вугілля*, сульфідної *руди* та інших горючих матеріалів настільки підвищується, що це призводить до їх *займання*.

ЗАКОН ТЕРМОДИНАМІКИ ДРУГИЙ, -у, -..., -ого, ч. * **р.** *второе начало термодинамики*; **а.** *second law of thermodynamics*; **н.** *das zweite Gesetz n der Thermodynamik f* – неможливим є перехід теплоти від тіла менш нагрітого до тіла більш нагрітого (з вищою, ніж попередня, температурою). Математичний опис його ґрунтується на тому, що для кожної (*n*-компонентної) фази існує функція стану *S*, звана *ентропією* фази: $S_i=f(U_i, V_i, b_{1i}, \dots, b_{ni})$, де *U* - внутрішня енергія; *V* - об'єм; b_1, \dots, b_n - кількість *молів* компонентів фази; *i* - номер фази системи. З.т.д. вказує на напрямленість макропроцесів, на їх необоротний характер. *Ентропія* системи є величиною екстенсивною, тобто *ентропія* всієї системи є сумою *ентропій* окремих фаз *S_i*. При адіабатичних переходах між локальними рівноважними станами системи виконується принцип зростання *ентропії*.

ЗАКОН ТЕРМОДИНАМІКИ ПЕРШИЙ, -у, -..., -ого, ч. * **р.** *первое начало термодинамики*; **а.** *first law of thermodynamics*; **н.** *das erste Gesetz n der Thermodynamik f, Entropiesatz n* – у будь-якому процесі приріст внутрішньої *енергії* ΔU замкненої системи дорівнює сумі *енергій*, наданих у цій процесі системі у вигляді *роботи* ΔA і тепла ΔQ , тобто $\Delta U = \Delta A + \Delta Q$. З.т.п. є законом збереження енергії у ізольованих системах або рівності між прибуттям і витратою енергії у неізольованих системах.

ЗАКОН ТЕРМОДИНАМІКИ ТРЕТІЙ, -у, -..., -ого, ч. * **р.** *третье начало термодинамики*; **а.** *third law of thermodynamics*; **н.** *der dritte Gesetz n der Thermodynamik f, Nernstscher Wärmesatz m* – у рівноважній системі можна відібрати у вигляді тепла тільки певну кількість *енергії*, при цьому термодинамічна температура прямує до нуля, а *ентропія* зменшується до певної значини *S₀*, яка: 1) дорівнює нулю у випадках однокомпонентних та впорядкованих багатокомпонентних фаз; 2) є додатною і залежною тільки від числа компонентів у випадку невпорядкованих багатокомпонентних фаз. По суті З.т.т. визначає абсолютне значення *ентропії* при *T = 0 K*.

ЗАПАСИ КОРИСНИХ КОПАЛИН, -ів, -их, -..., -и, *мн.* * **р.** *запасы полезных ископаемых*, **а.** *reserves of minerals, reserves, resources*, **н.** *Bodenschätzenvorräte m pl, Vorräte m pl an nutzbarem Mineral* – кількість *корисних копалин* Земної кулі, окремих країв, регіонів, басейнів або *родовищ*, визначена за даними *геологічної розвідки*.

За ступенем розвіданості, вивченості якості *корисної копалини* і гірничо-геологічних умов розробки З.к.к. підрозділяють на чотири категорії — А, В, С₁ і С₂. Достовірність визначення знижується послідовно від категорії А до С₂.

Категорія А — запаси, які розвідано детально, що забезпечує повне виявлення умов залягання, форми і будови тіл *корисної копалини*, а також її якості і технологічних властивостей.

Категорія В — запаси, розвідані і вивчені детально, що забезпечує з'ясування основних

особливостей умов залягання, форми і характеру будови тіл *корисної копалини*, а також її якості й основних технологічних властивостей.

Категорія C_1 — запаси, розвідані і вивчені детально, що забезпечує з'ясування загальних умов залягання, форми і будови тіл *корисної копалини*, а також його якості і технологічних властивостей.

Категорія C_2 — запаси, попередньо оцінені; кількість *корисної копалини* визначено за одиничними пробами і зразками.

Крім запасів категорій А, В, C_1 і C_2 для оцінки потенційних можливостей рудних зон, полів, басейнів і районів на основі загальних геологічних уявлень визначаються прогнольні *ресурси* корисних копалин.

За господарським значенням З.к.к. поділяють на: **балансові** — запаси, видобування і використання яких економічно доцільне і які повинні задовольняти кондиціям, встановленим для підрахунку запасів у надрах; **збалансові** — запаси, добування яких при досягнутому технічному рівні економічно недоцільне (внаслідок малої кількості, малої потужності покладу, низького вмісту корисних компонентів, особливої складності експлуатації або необхідності застосування дуже складних процесів переробки), але які надалі можуть бути об'єктом промислового освоєння; **промислові** — частина балансових запасів, що повинна бути вийнята з *надр* згідно з проектом або планом розвитку *гірничих робіт*; визначаються виключенням з балансових запасів проектних втрат і запасів, недоцільних до відробки.

За ступенем підготовленості до видобутку промислові запаси розділяють на: розкриті — 1. При розробці родовищ підземним способом — це частина промислових запасів, для розробки яких не потрібні додаткові проведення капітальних гірничих розкривних *виробок* (шахтних *стволів*, *штолень*, капітальних *квершлагів*, капітальних *похилів* і т.ін.). 2. При розробці родовищ відкритим способом — частина промислових запасів, для розробки яких виконано всі необхідні роботи з розкриття родовища або його ділянки, проведено дренажні виробки, нарізано *уступи* для укладання транспортних шляхів, пройдено *траншеї* і з'їзди і т.ін.

Із загальної кількості розкритих запасів за ступенем їх підготовленості до видобутку виділяють запаси підготовлені і готові до виїмки. Підготовлені — 1. При розробці родовищ підземним способом — частина розкритих запасів, яку підсічено основними підготовчими виробками (штреками, або підняттявими) і які не вимагають для подальшої підготовки до очисної виїмки проведення додаткових підготовчих виробок. 2. При розробці родовищ відкритим способом — частина розкритих запасів, не захищених від породи, що залишилася після екскавації при розкривних роботах.

Готові до виїмки — 1. При розробці родовищ підземним способом — частина підготовлених запасів, для виїмки яких проведені всі підготовчі і нарізні виробки і закінчені роботи по підготовці очисних вибоїв. 2. При розробці родовищ відкритим способом — запаси, цілком захищені, виїмка яких можлива без порушення правил технічної експлуатації і безпеки (збереження встановлених проектом ширини берм, повноти виїмки і т.ін.).

У основу закордонних класифікацій З.к.к. покладені два осн. принципи: а) імовірність їх існування й ступінь вивченості; б) економічна доцільність (рентабельність) розробки *покладу* та використання к.к. в природному стані для наступного вилучення цінних компонентів.

ЗАПАСИ КОРИСНОЇ КОПАЛИНИ ЗИМОВІ (при відкритому способі розробки) — розкриті запаси, створювані при сезонному веденні розкривних робіт. Створюються за рахунок випередження добувних робіт розкривними за період ведення останніх. З.з.к.к., як правило, мають місце при використанні обладнання безперервної дії в районах, де неможлива його робота по замерзлим розкривних *породах*. В.С.Білецький, Б.С.Панов.

ЗАПАСИ РОЗВІДАНІ, -ів, -их, мн. * р. *запасы разведанные*; а. *explored reserves*; н. *erkundete Vorräte* m pl — балансові і збалансові запаси категорій $A+B+C_1$, які з тим або іншим ступенем вірогідності виявлені в результаті проведених досліджень і геологорозвідувальних робіт, в основному підготовлені для наступної їх розробки та дорозвідки і затверджені Державною комісією з запасів по покладах, які знаходяться в розробці або підготовлені для промислового освоєння.

ЗАТРАВКА, -и, ж. * р. *затравка*, а. *nucleus, seed*; н. *Anregekristall* m, *Einimpfung* f, *Impfkristall* m — тверда часточка, внесена в переохолоджений *розчин*, навколо якої починається *кристалізація*.

ЗАТУХАННЯ, ЗАГАСАННЯ, -..., с. р. *затухание*, а. *attenuation, disappearance, fading*; н. *Ausklingen* n, *Erlöschen* n — 1) Послаблення, втрата сили вияву фізичного процесу (аж до його припинення) в часі і просторі. 2) Величина, яка кількісно характеризує явище затухання процесу.

ЗАШТИБОВУВАННЯ, -..., с. * р. *заштыбовка*, а. *gumming, jamming, choking, clogging*; н. *Verstopfung* f *durch Schrämklein* n — забивання ущільненою масою *штибу* прохідних отворів, заклинювання (внаслідок переповнення) функціональних органів *гірничих машин*, машин *збагачення корисних копалин* внаслідок переповнення або недосконалого очищення порожнин та *ззорів*.

ЗАШТИБОВУВАННЯ ВИКОНАВЧОГО ОРГАНУ ГІРНИЧОЇ МАШИНИ — заклинювання виконавчого органу гірничої машини *штибом*, що знаходиться у врубовій щілині або між його рамою і напрямними.

ЗБАГАЧЕННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН, -..., с. * р. *обогащение полезных ископаемых*, а. *mineral*

processing, mineral preparation, cleaning, concentration, dressing, enrichment, preparation, separation, washing; **н.** *Aufbereitung f der Bodenschätze pl* – первинна обробка мінеральної сировини з метою підвищення концентрації *корисних компонентів* шляхом їх відокремлення від породних *домішок* у збагачувальних *апаратах*.

За призначенням процеси переробки *корисних копалин* поділяють на підготовчі, основні (збагачувальні) і допоміжні (заклучні). Підготовчі процеси (*дроблення, подрібнення, грохочення і класифікації*) призначені для *розкриття* або *відкриття* зерен *корисних компонентів* (*мінералів*), що входять до складу *корисної копалини*, і поділу її на *класи крупності*, що задовольняють технологічним вимогам наступних процесів *збагачення*. Основні (збагачувальні) процеси призначені для розділення вихідної мінеральної сировини з розкритими або відкритими зернами корисного компонента на відповідні продукти. Заклучні операції – *згущення* пульпи, *зневоднення* і *сушка* продуктів *збагачення* дозволяють одержати кондиційні *продукти збагачення*, а також реґенерувати *оборотні води збагачувальної фабрики*.

До основних процесів *збагачення* належать *ґравітаційні, магнітні, електростатичні, флотаційні, бактеріальні* та ін. З.к.к. За видом середовища, в якому здійснюють *збагачення*, розрізняють З.к.к.: *сухе (в повітрі та аеросуспензії)* та *мокре (у воді, важких середовищах)*, в *ґравітаційному, відцентровому, магнітному, електричному полях*. При З.к.к. можливе отримання як кінцевих товарних продуктів (*вапняк, азбест, графіт* і інш.), так і *концентратів*, придатних для подальшої хім. або металургійної переробки. З.к.к. - найважливіша проміжна ланка між видобутком к.к. і їх використанням. В основі *теорії З.к.к.* лежить *аналіз* властивостей *мінералів* і їх взаємодій у процесах розділення – *мінералурґія*. З.к.к. дозволяє суттєво збільшити *концентрацію* цінних компонентів. *Вміст* важких кольорових металів *міді, свинцю, цинку* в *рудах* складає 0,3-2%, а в їх *концентратах* - 20-70%. *Концентрація молібдену* збільшується від 0,1-0,05% до 47-50%, *вольфраму* - від 0,1-0,2 % до 45-65 %, *зольність вугілля* знижується від 25-35% до 2-15 %. В задачу З.к.к. входить також вилучення шкідливих *домішок мінералів* (*арсен, сірка, кремній* тощо). Вилучення цінних компонентів у *концентрат* у процесах З.к.к. складає від 60 до 95%. Переробка *корисних копалин* здійснюється на *збагачувальних фабриках*. *В.С.Білецький, О.А.Золотко.*

ЗБАГАЧУВАЛЬНА ФАБРИКА, -ої, -и, ж. * **р.** *обогащительная фабрика, a. concentrating mill, dressing mill, preparation plant; н.* *Aufbereitungsanlage f, Aufbereitungsbetrieb m, Aufbereitungsfabrik f* – *гірниче підприємство* для первинної переробки твердих *корисних копалин* з метою отримання технічно цінних продуктів, придатних для пром. використання.

На З.ф. переробляються (збагачуються) *руди кольорових металів* (мідні, міднонікелеві, свинцево-цинкові, вольфрам-молібденові, олов'яні і інш.), *руди чорних металів* (залізні, марганцеві, хромові), неметаліч. к.к. (фосфорні, калійні, графітові і інш. *руди і матеріали*) і *вугілля*. В залежності від взаєморозташування «видобувне підприємство – фабрика» розрізняють З.ф.: і н д и в і д у а л ь н і – для *збагачення* к.к. лише одного видобувного підприємства, які, як правило, розташовуються на одному з цим підприємством промислового майданчику; г р у п о в і т а ц е н т р а л ь н і - для *збагачення* к.к. декількох видобувних підприємств, перші розташовуються на одному з цим підприємством промислового майданчику, другі – окремо. Крім того, є З.ф., які входять до складу підприємства-споживача: З.ф. при коксохімічних та металургійних заводах. У залежності від процесів переробки, що застосовуються, З.ф. поділяють на дробильно-сортувальні, промивні, ґравітаційні, флотаційні, магнітного *збагачення* і з комбінованою технологією. До складу останніх включають операції *вилалення* або *гідрометалурґію*. *Грипча маса* проходить процеси *дроблення, грохотіння, класифікації*, основне *збагачення* к.к. з виділенням *концентратів і відходів, обезводнення і згущення*. Готовий продукт (*концентрат*) нагромаджують у *бункерах* або *складах*, звідки він надходить на подальшу переробку або відпускається споживачеві, а *відходи* у вигляді водно-піщаної (водно-глинистої) *суспензії* направляються у *відвали*. Для О.ф. характерна значна енергоємність. Розрізняють З.ф. вертикального, горизонтального і ступінчастого розташування. Для вертикального розташування характерна самопливна система внутрішньофабричного транспортування матеріалу (в практиці зустрічається рідко через циркулюючі навантаження); для горизонтального – розгалужено-механізована система транспорту (застосовується теж рідко, бо вимагає великого пром. майданчика); для ступінчастого - самопливно-механізована система транспорту. З 80-х рр. ХХ ст. в США і Японії використовують модульний принцип проектування і будівництва З.ф. на основі стандартних блоків (*дроблення, подрібнення, флотації* і т. д.); у Великобританії, ФРН, Франції перевага надається односекційному компонуванню з однопотічною схемою і установленням високопродуктивного обладнання; в Україні, США, Чехії, Росії поширені багатосекційні З.ф., переважно зі ступінчастим компонуванням. Див. *фабрика, модульні збагачувальні фабрики*. *В.С.Білецький, В.О.Смірнов.*

ЗБАГАЧУВАНІСТЬ, -ості, ж. * **р.** *обогащаемость, a. washability, н.* *Aufbereitbarkeit f* – здатність *корисних копалин* до розділення на відповідні продукти при їх *збагачуванні*. Залежить від *контрастності розділових ознак корисної копалини*. З. є технологічною оцінкою можливої повноти вилучення *корисних компонентів* з *руд* і *вугілля* шляхом їх *збагачення*. Напр., *З. флотацією* є флотаційна здатність (флотованість) *руди* або *вугілля*. З урахуванням того, що на З. впливають дві групи факторів – характеристики самого збагачуваного матеріалу і характеристики збагачувальних процесів, а *збагачення* є багатоопераційним процесом (*дроблення, подрібнення, ґравітація, фізико-хімічні методи, зневоднення* і т.д.) з сучасних позицій під З. слід розуміти таку технологічну оцінку можливої повноти вилучення *корисних компонентів* з *руд* і *вугілля*, яка передбачає оптимізацію параметрів *технологічних процесів* всього *ланцюга* переділу при *збагаченні* к.к.

Існують графічні та аналітичні методи визначення З. В практиці збагачення для вугілля кам'яного встановлені категорії З.: I - легка - вихід проміжних фракцій менший 4 %; II - середня - вихід проміжних фракцій 4-10 %; III - важка - вихід проміжних фракцій 10-17 %; IV - дуже важка - вихід проміжних фракцій більший 17 %. Відповідна градація категорій З. для антрациту: I - менше 4 %; II - 4-8 %; III - 8-14 %; IV - більше 14 %. З. залежить від мінерального складу, текстури і структури к.к. З. - обов'язкова характеристика род. к.к. при оцінці запасів, розробці технол. схем, проектуванні збагач. ф-ки, виборі флотоц. реагентів і т.д. Дослідження на З. проводять в пром., напівпром. і лабораторних умовах. З. гравітаційними методами визначається за допомогою збагачуваності кривих, що відображують залежності між густиною та виходом фракцій. Для вугілля кам'яного вживається критерій збагачуваності $T = 100 \cdot (\gamma_{\text{пр}} / 100 - \gamma_{\text{пор}})$, де $\gamma_{\text{пр}}$, $\gamma_{\text{пор}}$ - виходи проміжної (промпродуктової) та породної фракцій. Критерій Т означає вихід фракцій проміжної густини в розрахунку на безпородну масу. О.А.Золотко, В.С.Білецький.

ЗБІДНЕННЯ, -..., с. * р. *разубоживание*, а. *dilution, mineral dilution*; н. *Verarmung* f, *Erzverdünnung* f, *Erzgehaltverminderung* f – те ж саме, що й розубоження. Дія – збіднювання (розубожування).

“ЗВОРОТНИЙ ВИДИХ” РЕЗЕРВАРУ, -ого, -у, -..., ч. * р. *“обратный выдох” резервуара*; а. *reservoir back breathing*; н. *Lüft-Dampf-Gemischverdrängung* f *aus dem Speicher* m – процес витіснення пароповітряної суміші з резервуарів для зберігання рідин, що випаровуються (нафти, нафтопродуктів та ін.), після їх часткового випорожнення або наповнення. Виникає внаслідок випаровування продукту, що знаходиться в резервуарі, в результаті цього підвищення тиску в його газовому просторі до величини, при якій відкривається дихальний клапан.

ЗГУЩЕННЯ, -..., с. * р. *сгущение*, а. *thickening*, н. *Eindickung* f – процес підвищення концентрації речовини в просторі, напр., твердого компонента у пульпі внаслідок осадження твердих частинок у гравітаційному, відцентровому або комбінованому полі з одночасним виділенням (зливом) шару проясненої води. В гірничій справі З. - процес виділення частини рідкої фази з пульп (суспензій) під дією сил тяжіння, відцентрових сил, магнітного поля з метою отримання згущеного продукту (осаду) і якомога чистішої рідкої фази (зливу). На збагачувальних фабриках З. - операція підготовки шламів з метою надання їм необхідної густини перед подальшою обробкою (збагаченням, зневодненням), а також отримання обігової води. З. застосовують для зневоднення продуктів при збагаченні к.к., в гідрометалургійному, хімічному та ін. виробництвах. Для реалізації З. застосовують відстійники-гідрокласификатори, радіальні та циліндричні згущувачі, гідроциклони, пластинчасті згущувачі. У результаті З. отримують прояснену воду і згущений продукт. Утворення агрегатів часто здійснюється на основі застосування коагулянтів і флокулянтів. Коагулянти (вапно, галун, хлорид кальцію та ін.) нейтралізують електричні заряди тонких частинок, флокулянти адсорбуються на частинках і сприяють утворенню механічних зв'язків між ними і, як наслідок, - агрегатів (флокул). Застосування флокулянтів більш ефективно, бо воно інтенсифікує процес осадження в 4-6 разів. У чорній і кольоровій металургії, а також вугільній промисловості крупність матеріалу, який згущується 0,05-5 мм. Вміст твердого компонента в зливів в кольоровій металургії складає 0,07 г/л, при З. апатитових концентратів 2,7-5 г/л, залізних концентратів 0,01-0,7 г/л. О.А.Золотко, В.С.Білецький.

ЗЕРНИСТІСТЬ, -ості, ж. * р. *зернистость*, а. *grain, graininess*; н. *Körnung* f – крупність зерен мінералів, які утворюють породи. Розрізняють крупнозернисті породи з зернами діаметром понад 5 мм, середньозернисті – 1-5 мм і дрібнозернисті – з зернами діаметром менше 1 мм. Чим менше зерно матеріалу і чим міцніше цементуючі зерна речовини, тим важче руйнується порода при бурінні, вибуху, в дробарках, млинах і т.і.

ЗЕРНО, -а, с. * р. *зерно*, а. *corn, grain*; н. *Korn* n – 1) Окрема дрібна частинка к.к. 2) Порувата, однорідна за крупністю маса дрібних частинок (зернистий шлам) - на відміну від тонкодисперсної маси мулоподібних шламів. 3) Застарілий термін, що вживається для розмежування за крупністю матеріалу відсадки: “відсадка крупного зерна” (для кл. понад 13 мм), “відсадка дрібного зерна” (для кл. 0,5-13(10) мм). В інших випадках границя крупності для поняття З. - умовна.

ЗЛИВ, -у, ч. * р. *слив*, а. *discharge, overflow*; н. *Überlauf* m, *Abfluß* m, *Ablauf* m, *Auslauf* m – частина пульпи в якій вміст твердої фази нижчий, ніж у вихідному живленні. Відокремлюється від пульпи, грубодисперсної суспензії при зневодненні, класифікації, промивці (в згущувачах, класифікаторах, гідроциклонах, відстійниках, промивних апаратах і т.і.). Напр., злив згущувача. злам

ЗМОЧУВАНІСТЬ, -ості, ж. * р. *смачиваемость*, а. *wettability*; н. *Anfeuchtbarkeit, Benetzbarkeit* – 1) Властивість рідини взаємодіяти з твердою поверхнею; визначається кутом змочування θ в системі трьох фаз (твердої, рідкої і газової); коли $\theta > 90^\circ$, рідина не розливається по поверхні твердого тіла або практично не змочує його. 2) Поверхневе явище, що виникає на межі дотику фаз, одна з яких - тверде тіло, а інші – несумісні рідини або рідина та газ, і проявляється в частковому або повному розтіканні рідини по твердій поверхні, просочуванні пористих тіл та порошоків.

З. виявляється в: • частковому або повному розтіканні рідини по твердій поверхні; • утворенні увігнутого меніска на межі розділу рідини та стінок посудини; • просоченні пористих тіл і порошоків. Оцінюється крайовим кутом змочуваності θ , який змінюється від 0 до 180° . Кут θ або $\cos \theta$,

отримують при розгляді рівноважного стану сил поверхневого натягу для крапель рідини (ρ) на твердій поверхні (τ) в газовому середовищі (γ): $\cos \theta = (\sigma_{\tau\tau} - \sigma_{\tau\rho}) / \sigma_{\rho\gamma}$, де $\sigma_{\tau\tau}$ - поверхневий натяг на межі розділу фаз "тверде тіло - газ", $\sigma_{\tau\rho}$ - поверхневий натяг на межі розділу фаз "тверде тіло - рідина", $\sigma_{\rho\gamma}$ - поверхневий натяг на межі розділу фаз "рідина - газ". З. твердої поверхні рідиною збільшується по мірі зменшення кута θ . Тобто менші значення крайового кута змочування відповідають добре змочуваним поверхням. Більшість г.п. є гідрофільними (добре змочуваними) водою, частково або повністю незмочувані (гідрофобні) - *сірка, вугілля, бітумінозні пісковики* тощо. Змочуваність г.п. зростає при наявності в них розчинних солей, глинистих мінералів, особливо монтморилоніту, а також зі збільшенням "кутастості" зерен г.п. В *гірничій справі* З. відіграє велику роль не тільки при *збагаченні руд і мінералів (флотації, класифікації, масляній агломерації)*, але і в процесах підземного *вилуговування*, гідрометалургійної переробки руд, руйнуванні г.п. В.С.Білецький, П.В.Сергєєв.

ЗМОЧУВАННЯ, -..., с. * р. *смачивание*, а. *wetting*, н. *Benetzung* f – дія до властивості *змочуваності*. З. відбувається, напр., при змішуванні к.к., г.п. тощо з *водою, пульпою, реагентом*.

ЗМОЧУВАЧІ, -ів, мн. * р. *смачиватели*; а. *wetting agents*; н. *Benetzungsmittel* n – *поверхнево-активні речовини*, які здатні адсорбуватися на межі дотикання двох тіл (середовищ, фаз), зменшуючи вільну енергію поверхні (поверхневий натяг). З. характеризуються гідрофільно-ліпофільним балансом, тобто відношенням полярної частини *молекули* до гідрофобного *радикала*. При *адсорбції* на твердих частинках (*мінералах*) З. солюбілізують поверхню, внаслідок чого у водних *пульпах* проходить *диспергування (пептизація)* колоїдних, глинистих та шламових частинок за рахунок розклинючої дії гідратних оболонок.

ЗНЕВОДНЕННЯ, -..., с. * р. *обезвоживание*, а. *dewatering, dehydrating*; н. *Entwasserung* f – операції по видаленню надлишкової *вологи* з матеріалу, зокрема з продуктів *збагачування корисних копалин*. Розрізняють способи З. із застосуванням: гравітаційних сил - *дренування, осадження* у воді та ущільнення *осаду*; гравітаційних сил та *вібрацій – грохочення*; відцентрових сил – *центрифугування, згущення в гідроциклонах*; перепадів тиску – *фільтрування*; теплової енергії - *термічна сушка*, а також поєднання зазначених чинників. Крім того, застосовують *зневоднення* методом механічного зриву водної плівки (*зневоднення ежектуванням*). У результаті З. отримують зневоднений матеріал з *вологістю*: при *дренуванні* 20-30% (іноді 5-10%), *згущенні* 40-60%, *фільтруванні* 7-15% (іноді до 25%), механічному зриві *вологи* струменем повітря 5-12 %, *сушінні* 0,5-7%. На процес З. впливають властивості поверхні *мінералів*, їх мінералогічний і *гранулометричний склад*, вміст твердого компонента в *пульпі, густина* твердої фази, рН середовища, т-ра *пульпи* і інші чинники. Найбільше застосування З. знаходить при *збагаченні* к.к. у водному середовищі. *Вологу* в продуктах *збагачення* в залежності від енергії її зв'язку з поверхнею *мінералу* поділяють на гігроскопічну, що втримується завдяки адсорбційним силам; плівкову, пов'язану з поверхнею молекулярними силами; капілярну, яка заповнює *пори* між частками *мінералу* і утримується капілярними силами; гравітаційну, що заповнює всі проміжки між частинками. Сучасні механічні процеси З. забезпечують видалення гравітаційної і частково капілярної та адсорбційної *вологи*. При *терміч. сушінні* можливе видалення всієї *вологи*. Для інтенсифікації процесів З. використовується *агрегація (флюкуляція, коагуляція, агломерація* тощо) тонких частинок. З. *нафти* проводиться для виділення *пластової води* з продукції *нафт. свердловин на нафт. промислах*. З. *нафти* ґрунтується на руйнуванні водонафт. *емульсій* (див. *деемульсація*). Вміст *води* в *нафті* після її *зневоднення* (перед подачею в систему *магістральних нафтопроводів*) не повинен перевищувати 1%. Син. – *зневоднювання, збезводнення*. Застарілий синонім – *обезводнення*. В.С.Білецький, О.А.Золотко.

ЗНЕВОДНЮЮЧА УСТАНОВКА, -ої, -и, ж. * р. *обезвоживающая установка*, а. *dewatering plant*; н. *Entwässerungsanlage* f – споруди і *апарати* для відділення *води* від *корисної копалини*. Для матеріалу більше за 3-5 мм використовують З.у. для *дренування* в штабелях, *грохоти, елеватори, класифікатори*. *Зневоднення* в штабелях здійснюється на дренажних складах, виконаних із залізобетону з вертикальними або похилими стінками і пологим дном. У дні є дренажні канали. Іноді використовується дреноючий шар (постіль) з крупного *щебеню*. Як З.у. застосовують вібраційні, резонансні і самобалансні *грохоти*. Для обводнених продуктів використовують *дугові сита*, де 75% *води* видалається за рахунок відцентрових сил. *Зневоднення* на *елеваторах* здійснюється *дренуванням* у процесі транспортування *ковшами*. Крім того, для зернистих м-лів використовують спіральні і рейкові *класифікатори* (з кутом нахилу 16°). *Зневоднення* і транспортування продукту здійснюються при обертанні спіралі або руху гребкової рами. При *крупності* продукту, що збезводнюється в межах 0-0,5 мм застосовують магнітні *дешламатори, згущувачі, гідросепаратори, гідроциклони, центрифуги* і магнітні *сепаратори*. *Радіальні згущувачі* застосовують при *крупності* матеріалу 0,03-5 мм. Термічна *сушка* продуктів *збагачення* здійснюється в осн. в барабанних *сушарках*, іноді в конвеєрних *сушарках, печах киплячого шару, трубах-сушарках* і інш. О.А.Золотко, В.С.Білецький.

ЗНЕЗОЛЮВАННЯ, -..., с. * р. *обеззоливание*, а. *ash-separating*, н. *Entaschung* f, *Aschenabscheidung* f

– зниження *вмісту* зольних компонентів у *вугіллі* шляхом *збагачення* або застосуванням спеціальних способів їх видалення, напр., хімічного розчинення (*вилуговування*). Оцінюються абсолютними величинами зниження *золи* в кінцевому продукті.

ЗНЕПИЛЮВАННЯ, -..., с. * р. *обеспыливание*, а. *dust removal, dedusting*; н. *Kohlenentstaubung f, Entstaubung f* – пневматична обробка викопної сировини або продуктів її *збагачення* для зменшення *вмісту* в них *пилу*; зниження *вмісту* пилу у *корисній копалині*, напр., у *вугіллі*. З. проводиться з використанням *рідин* (гідрознепилення) або без них. Для З. на *збагачувальних фабриках* та ін. гірн. виробництвах застосовуються *апарати* з пневматичним способом дії (*жалюзійні знепилювачі*), грохоти-знепилювачі з вдуванням повітря під решето, *обезпилювачі відцентрові*. В загальному вимірі З. є частиною комплексу заходів щодо боротьби з виробничим пилом, що здійснюються відповідно до проекту розробки род. к.к. Включає: зниження питомого пилоутворення - нагнітанням *рідини* в *пласт* або *рудне тіло* через *шпур* або *свердловини*, застосуванням машин, установок і процесів з меншим ступенем *подрібнення* г.п.; запобіганням *зависанню пилу* в *повітрі* - зрошуванням, пневмогідрозрошуванням, внутр. і зовн. водяною забивкою *шпурів* і *свердловин*, водорозпилюючими завісами, обмивкою *гірн. виробок*, їх побілкою вапняковим розчином, сухим прибиранням пилу, що відклався, очищенням запиленого повітря, фільтруючими або пиловловлюючими водяними, масляними, паперовими і жалюзійними перемичками, фільтрами, циклонами, пилевідстійними камерами. Оскільки самостійно жоден з способів і засобів не забезпечує повного З. часто застосовують їх комплексно. Див. *знепилювач відцентровий, жалюзійний знепилювач*. О.А.Золотко, В.С.Білецький.

ЗНЕСІРЧЕННЯ ВУГІЛЛЯ, -..., с. * р. *обессеривание угля*, а. *coal desulfuration, coal desulphurization*; н. *Kohleentschwefelung f* – процес або група процесів, спрямованих на зменшення *вмісту сірки* у *вугіллі*. Ефективність З.в. визначається *складом* і розподілом сполук *сірки*. У *вугіллі* присутні неорганічна (в осн. дисульфід *заліза - пірит, марказит*, з невеликою к-стю *сульфатів*), іноді елементарна *сірка* і органічні сполуки. *Вугілля* класифікують в залежності від *вмісту* загальної *сірки* на низькосірчисте (до 1,5%), середньосірчисте (1,5-2,5%), сірчисте (2,5-4%) і високосірчисте (понад 4%). При *вмісті сірки* в межах цих груп співвідношення між неорганіч. і органіч. *сіркою* приблизно постійні для *вугілля* одного *родовища*. У малосірчистому *вугіллі* переважає *сірка* органічна. При термообробці *вугілля* *сірка* розподіляється між твердими (рідкими) і газоподібними продуктами. При *газифікації* і спаленні *вугілля* осн. к-ть *сірки* переходить в газоподібні сполуки. Напівкоксування і *коксування* характеризуються меншим ступенем видалення *сірки* у вигляді газоподібних продуктів (до 35-45% від початкової к-сті). Для З.в. застосовують гравітаційне, магнітне, електричне *збагачення* та фіз.-хім. і біол. методи (*флотацію, масляну агломерацію, бактерійне вилуговування*), а також поєднання цих методів. Фіз. методи забезпечують зниження *вмісту сірки* на 10-60% в *концентрахах*, переважно за рахунок видалення піритної *сірки*. Хім. методи, основані на дії окиснюючих і рідше відновних *агентів*. Вони переводять *сірку* в газоподібні або розчинні у воді продукти. О.А.Золотко, В.С.Білецький, В.І.Саранчук.

ЗНЕСЛАМЛЮВАННЯ (ДЕШЛАМАЦІЯ), -..., с. (-її, ж.) * р. *обесшламливание*, а. *desliming, slime removal, sludge removal*; н. *Entschlammung f, Entschlammung f* – зниження *вмісту шламу* в оброблюваному *вугіллі*; видалення найбільш тонкодисперсної частини подрібнених *руд (шламів)* з *пульпи* для підвищення якості *концентрату*. З. може передувати процесу *збагачення* або проводитися на проміжному або кінцевому продукті операції. Попереднє З. застосовується перед гравітаційним (*відсадка, збагачення на концентраційних столах* і інш.) і перед флотаційним *збагаченням*, а також перед *електричною сепарацією*. Здійснюється шляхом *грохочення*, напр., на *дугових ситах*, вібраційних *грохотах*, конусних нерухомих *грохотах*. Для О. застосовують також повітряні, гідравліч. і спіральні *класифікатори*, а також *гідроциклони, багер-зумпфи*. О. магнетитових *концентратів* здійснюють в магнітних дешламаторах. О.А.Золотко.

ЗНОШУВАННЯ, -..., с. * р. *изнашивание*; а. *wear process, wear-and-tear, deterioration*; н. *Verschleiss, Abnutzung f, Verschleissen n, Abnutzen n* – процес руйнування, який протікає з поверхні *твердого тіла* і (чи) збільшення його залишкової деформації при терті, який проявляється в поступовій зміні розмірів і (чи) форми тіла.

ЗОЛА, -и, ж. * р. *зола*, а. *ash*, н. *Asche f* – пилоподібний або шлакоподібний залишок, що утворюється з мінеральної частини *палива*, коли воно повністю згоряє. Складається з продуктів окиснення і випалення золотвірних компонентів мінеральної частини і органічних сполук *палива* і деякої кількості невігорілих його органічних компонентів (недопал). В промислових умовах З. утворюється у вигляді тонкодисперсного *порошку* - золи-уносу і *шлаку* - сплавленого уламкового матеріалу. При спаленні *палива* з рідким шлаковидаленням в осн. утворюється *шлак*, при сухому - на 80% зола-унос. За плавкостю (температурі початку плавлення) З. поділяються на легкоплавкі (менше за 1200°C), середньоплавкі (1200-1350°C), тугоплавкі (1350-1500°C) і неплавкі (більше 1500°C). Хім. *склад* З. при згорянні *вугілля, горючих сланців* і *торфу* - у % (SiO₂ 10-65, Al₂O₃ 10-40, CaO 0,5-45, MgO 0,2-6, Na₂O 1-10%, K₂O 1,5-3) залежить від умов утворення даного *палива*, технології його спалення тощо. З. низькозольних *торфу*, бурого і окисненого *вугілля* і *горючих*

сланців має підвищений вміст CaO, кам. вугілля - переважно алюмо-силікатний склад. За величиною співвідношення суми оксидів Fe, Ca, Mg, Na і K до суми оксидів Si, Al, Ti з. розділяють на кислі (менше 1) і лужні (більше 1). З. вугілля в осн. кисла, горючих сланців і дерева - лужна. Шлаки використовують в будівництві. З. застосовується також як заповнювач для бетонів і будівельних розчинів, як домішка (в цеглу), сировина для вироблення аглопориту, зольного гравію. Зола-унос в осн. складається в мокрих золовідвалах і лише частково використовується в цем. пром-сті як сировина і добавка, при виробництві будівельної кераміки, асфальтобетону, золобетону, випалювального і безвипалювального гравію. Із з. деяких типів вугілля вилучають рідкісні і розсіяні елементи, напр. германій і галій. Зола-уносу ТЕС містить до 1-5% порожнистих частинок, які мають унікальні теплоізоляційні властивості і використовуються для спеціальних теплоізоляційних покриттів, напр., у космічній техніці. Технологію вилучення порожнистих частинок з золи-уносу методом флотації запропоновано вченими Національної гірничої академії України (м. Дніпропетровськ). В.С.Білецький.

ЗОЛА ВУГІЛЬНА, -и, -ої, ж. * р. зола угольная, а. coal ash, н. Kohlenasche f – мінеральна речовина, що залишається після спалювання вугілля при температурі біля 800 °С при доступі повітря. Основні компоненти з.в. – оксиди кремнію, алюмінію, заліза, кальцію, магнію, натрію, калію. Вторинне значення мають оксиди титану, фосфору, марганцю. За складом золи поділяються на кременисті (вміст SiO₂ 40-70%), глиноземні (Al₂O₃ 30-45%), залізисті (Fe₂O₃ ≥ 20%), вапнисті (CaO 20-40%). Основні компоненти золи вугілля, %

Типи золи	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO
Кременисті	8-30	40-70	До 20	До 20
Глиноземні	30-45	40-55	До 20	До 20
Залізисті	10-20	30-55	20	До 20
Вапнисті	5-20	15-40	5-20	20-40

Крім того, зола вугілля містить понад 40 різних елементів. Це:

- мікроелементи з вмістом 0,1-0,001% (B, F, P, Cl, Ti, V, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Pb);
- рідкісні елементи з вмістом 0,001-0,00001% (Li, Be, Ce, Co, Go, Ge, Se, Sr, Pb, Nb, Mo, Cd, Sn, Sb, I, Cs, La, W, Bu, V),
- ультрарідкісні елементи з вмістом менше 0,00001% (Ag, In, Re, Pt, Au, Ir, Hg).

Хімічний склад та мікроелементи вивчаються для встановлення можливості їх попутного вилучення та використання, а також для оцінки токсичності золи.

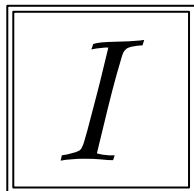
ЗОЛОМІР, -а, ч. * р. золомер, а. ashmeter, н. Aschegehaltsmesser m, Aschebestimmer m – прилад для автоматичного виміру зольності вугілля за його електромагнітними властивостями. Застосовуються з. з використанням йонізуючого випромінювання (гамма-, бета-випромінювання) та рентгенівських променів. Вимірювання зольності за допомогою з. можливе як стаціонарне (з використанням заздалегідь відібраних проб), так і безпосередньо в технологічному потоці.

ЗОЛЬНІСТЬ, -ості, ж. * р. зольность, а. ash content, н. Aschegehalt m, Aschehaltigkeit f – вміст у відсотках незгоряючого залишку (на безводну масу), який утворюється з мінеральних домішок палива при його повному згорянні. Позначається символом А і виражається у відсотках. Для практичних цілей значення з., визначене по аналітичній пробі (A^a), звичайно перераховується на суху масу A^d або робочий A^r стан палива. Для всіх типів твердих палив з. - один з осн. показників; використовується як обліковий, балансний та розрахунковий показник у практиці видобутку, переробки та споживання вугілля. На показнику з. вугілля ґрунтується більшість існуючих методів оцінки ефективності процесів збагачення вугілля, а також діючий прейскурант оптових цін на вугілля та продукти його збагачення. Існує тісний кореляційний зв'язок між з. вугілля та теплою його згорання. Умови визначення з. стандартизовані. З. вугілля за рахунок внутрішньої золи (материнської) звичайно коливається в межах 1-15%, але при тонко-дисперсному розподілі неорганічного матеріалу досягає десятків процентів з поступовим переходом вугілля у вуглисті породи (з A^d до 60%). При звичайному збагаченні вугілля ця зола не видаляється. Як правило, переважна частина мінеральних домішок, що складають зовн. золу, може бути видалена при збагаченні. з. палив нормується держ. стандартами. Найвища допустима межа з. рядового вугілля, відсівів, штибів, промпродукту і шлаків збагачення встановлена для умов спалення у пілоподібному стані - A^d = 45%. Для шарового спалення використовується вугілля з A^d не більше 37,5%, для коксування - концентрати збагачення з A^d до 10-14%). з. горючих сланців коливається в широких межах (A^d 48-72%). Торф за змістом золи поділяють на: малозольний (менше 5%), середньозольний (5-10%) і високозольний (більше 10%).

з. вугілля і горючих сланців визначається озоленням проби палива в муфельній печі і прожарюванням зольного залишку при t 800-830 °С. Для прискореного озолення горючих сланців - при t 850-875 °С. з. вугілля визначається також рентгенометричним методом - за параметрами йонізуючого випромінювання після взаємодії з вугіллям. В.С.Білецький.

ЗРІДЖЕННЯ ВУГІЛЛЯ, -... с. * р. ожигение угля, а. coal liquefaction; н. Kohleverflüssigung f – процеси переробки вугілля в рідкі продукти. На початку ХХІ ст. відомі такі основні процеси

переробки *вугілля* з кінцевим одержанням рідких продуктів: *газифікація* з наступним виробництвом синтетичних палив на основі синтез-газу, *гідрогенізація*, *піроліз* та т.зв. "термічне розчинення". Оптимальна т-ра розчинення для більшості твердих горючих копалин знаходиться в межах 380-450°C, тиск 2-15 МПа, тривалість процесу 20-60 хв. В залежності від виду *вугілля* та процесу *скраплення* досягається вихід рідких продуктів на рівні 75-85%. Прогнозується, що до 2030 р. частка зрідженого *вугілля* у загальній структурі паливних ресурсів досягне бл. 20%.



ІДЕНТИЧНІСТЬ, -ості, ж. * р. *идентичность*, а. *identity*, н. *Identität* f – рівнозначність, тотожність, однаковість, збіг.

ІЗ..., **ІЗО...**, р. *из...*, *изо...*, а. *iso...*, н. *iso...* – у складних словах означає рівність або подібність за формою або призначенням; у назвах хімічних сполук означає розгалужену будову вуглецевого ланцюга.

ІЗОВОЛИ, -л, мн. * р. *изоволы*, а. *isovols*, н. *Isovolen* f pl – лінії однакового вмісту *летких речовин* у *вугіллі*.

ІЗОЕНТРОПІЙНИЙ, -ого. * р. *изоэнтропический*, а. *isoentropic*, н. *isoentropisch* – пов'язаний з незмінністю *ентропії*; і. п р о ц е с - зміна стану фізичної системи, коли не змінюється її *ентропія*.

ІЗОМЕРИ, -ів, мн. * р. *изомеры*, а. *isomers*, н. *Isomeres* n – сполуки, однакові за елементним складом і *молекулярною масою*, але різні за фізичними та хімічними властивостями, що зумовлено різним просторовим чи скелетним розташуванням *атомів* у *молекулах*, тобто їх будовою.

ІЗОМЕРИЗАЦІЯ, її, ж. * р. *изомеризация*, а. *isomerization*, н. *Isomerisierung* f, *Isomerisation* f – 1) Зміна зв'язків між *атомами* або ж їх просторового положення в *молекулі* сполуки, що веде до утворення її *ізомеру*. 2) Перетворення одного *ізомеру* на інший (напр. нормальний бутан від діяння *каталізатора* ізомеризується в ізобутан).

ІЗОМЕРІЯ, її, ж. * р. *изомерия*, а. *isomerism*, н. *Isomerie* f – існування сполук, однакових за *хімічним складом*, але різних за будовою і властивостями. Такі сполуки називають *ізомерами*. Є структурна й просторова *ізомерія*. І. – одна з причин різноманітності та численності органічних сполук.

ІЗОМЕТРИЧНИЙ, -ого. * р. *изометрический*, а. *isometric*, н. *isometrisch* – той, який в усіх напрямках має приблизно однакові розміри (напр., про розміри *кристалів* мінералів, форми мінеральних тіл тощо).

ІЗОМОРФІЗМ, -у, ч. * р. *изоморфизм*, а. *isomorphism*, н. *Isomorphie* f, *Isomorphismus* m – 1) Властивість, що виражає однаковість будови якихось сукупностей *елементів*, незалежна від природи цих *елементів*. 2) Властивість *речовин*, аналогічних за *хімічним складом*, подібних за будовою і близьких за розмірами елементарних комірок, *кристалізуватися* в однакових формах. Розрізняють І. гетеровалентний, ізовалентний, аномальний, блоковий, досконалий або безперервний, полімерний, полярний та ін. 3) Властивість *атомів*, *йонів* чи *молекул* взаємно заміщуватись у *кристалах* з утворенням *кристалів* мішаного складу – *твердих розчинів* заміщення. І. проявляється, зокрема, в *кристалах галуніє*. І. дуже поширений у природі.

ІЗОМОРФІЗМ АНОМАЛЬНИЙ – *ізоморфізм* випадковий, викликаний близькістю деяких параметрів *структури*.

ІЗОМОРФІЗМ БЕЗПЕРЕРВНИЙ (ДОСКОНАЛИЙ) – *ізоморфізм* із широкою областю та безперервним рядом змішаних *кристалів*.

ІЗОМОРФІЗМ БЛОКОВИЙ – *ізоморфізм*, який виявляється у субмікронних *проростаннях кристалів*.

ІЗОМОРФІЗМ ГЕТЕРОВАЛЕНТНИЙ – заміщення в структурі *кристалів* одних *йонів* іншими, відмінними за *валентністю*, але близькими за радіусом.

ІЗОМОРФІЗМ ДОСКОНАЛИЙ – *ізоморфізм* з широкою областю та безперервним рядом змішаних *кристалів*.

ІЗОМОРФІЗМ ІЗОВАЛЕНТНИЙ – заміщення в структурі *кристалів* одних *йонів* іншими, однаковими за *валентністю*.

ІЗОМОРФІЗМ КОМПЕНСАЦІЙНИЙ – заміщення одного *елемента*, якого не вистачає в *розплаві* чи *розчині*, *домішками*, що призводить до підвищення вмісту *елементів-домішок* у *мінералах*.

ІЗОМОРФІЗМ НЕДОСКОНАЛИЙ (ОБМЕЖЕНИЙ, ПЕРЕРИВЧАСТИЙ) – *ізоморфізм*, при якому відношення кількості *елемента*, який заміщає, до заміщеного, знаходиться в певних межах. Напр., *ортоклаз* і *альбіт* ізоморфні при високих т-рах, а з пониженням т-ри вони розпадаються на окремі *мінерали*.

ІЗОМОРФІЗМ ОСОБЛИВОГО РОДУ – явище, при якому в кристалічну *ґратку* однієї сполуки

включені шари або блоки інш. сполуки субмікроскопічних розмірів. При цьому утворюються своєрідні кристалозолі.

ІЗОМОРФІЗМ ПОЛІМЕРНИЙ – *ізоморфізм*, при якому кілька *комірок* однієї *структури* утворюють одну *комірку* іншої *структури*, напр., *ізоморфізм* у випадку $\text{TiO}_2 - \text{FeNb}_2\text{O}_6$.

ІЗОМОРФІЗМ ПОЛЯРНИЙ (СПРЯМОВАНИЙ) – вибіркова здатність *йонів* до ізоморфного заміщення, зумовлена енергетичним вирашем. В.С.Білецький.

ІЗОСТЕРИ, -р, *мн.* * р. *изостери*; а. *isosteres*; н. *Isosteren f pl* – *ізолінії* *аустини*.

ІЗОТЕРМА АДСОРБЦІЇ, -и, -..., ж. * р. *изотерма адсорбции*; а. *adsorption isotherm*; н. *Adsorptionsisotherme f* – крива залежності кількості адсорбованого газу від рівноважного тиску (або від рівноважної концентрації *адсорбату*) при постійній *температурі*

ІЗОТЕРМА РЕАКЦІЇ, -и, -..., ж. * р. *изотерма реакции*; а. *reaction isotherm*; н. *Reaktionsisotherme f* – крива, що зв'язує хімічну спорідненість *A* з термодинамічною константою хімічної рівноваги K_a і активностями a^{b_i} *реагентів* у вихідній реакції суміші:

$$A = RT \ln(K_a/a^{b_1} a^{b_2} \dots a^{b_i}),$$

де b_i – стехіометричний коефіцієнт *реагенту* *B_i*; береться зі знаком "+" для продуктів реакції та знаком "-" для реактантів; *R* – *газова стала*; *T* – *абсолютна температура*.

ІЗОТЕРМИ, -м, *мн.* * р. *изотермы*, а. *isotherms*; н. *Isothermen f pl* – 1) *Ізолінії* температури *повітря*, *води*, *грунту* тощо на карті. Ізотермобати – *ізолінії* т-ри *води* на вертикальних перерізах *водної товщі озер, морів та океанів*. 2) Сукупність станів системи з однаковою *температурою*. 3) Лінії, що описують залежність між *фізичними величинами* при постійних *температурах*.

ІЗОТОНИ, -он, *мн.* * р. *изотоны*, а. *isotones*, н. *Isotone n pl* – *атоми* різних *хімічних елементів*, у ядрах яких є однакова кількість *нейтронів*.

ІЗОТОНІЧНИЙ, -ого. * р. *изотонический*, а. *isotonic*, н. *isotonisch, isosmotisch* – той, що однаково напружений; і - н і р о з ч и н и – *розчини*, в яких однаковий *осмотичний тиск*.

ІЗОТОНІЯ, -ії, ж. * р. *изотония*, а. *isotony*, н. *Isotonie f* – однаковість напруження, *тиску*.

ІЗОТРОПІЯ, ІЗОТРОПНІСТЬ, -ії, -ості, ж. * р. *изотропия, изотропность*; а. *isotropy, isotropism*; н. *Isotropie f* – 1) Незалежність *фізичної величини* від напрямку (частіше кристалографічного), через що вона не описується за допомогою *вектора*; ізотропними є всі фізичні скалярні величини, особливо в *кристалі*, що належить до регулярної системи. 2) Однаковість фізичних властивостей *речовини* (теплопровідність, електропровідність, пружність, оптичні властивості тощо) в усіх напрямках. І. характерна для *рідин, газів* та аморфних тіл, на відміну від *анізотропії кристалів*.

ІМЕРСІЯ, -ії, ж. * р. *иммерсия*, а. *immersion*, н. *Immersionsflüssigkeit f* – введення рідини (кедрової олії, вазеліну, водного розчину гліцерину) між розглядуваним предметом і об'єктивом *мікроскопа*, щоб підвищити освітленість зображення. Інша назва - *і м е р с і й н а р і д и н а*.

ІМПУЛЬС, -у, ч. * р. *импульс*, а. *impulse, momentum, pulse*; н. *Impuls m* – 1) Поштовх до дії. 2) Кількість руху (добуток маси на швидкість); *I. с и л и* - добуток сили на час її дії. 3) *І. е л е к т р и ч н и й* - короткочасне (до мільярдних часток секунди) збільшення електричного струму або напруги. 4) *І. в и б у х у* (а. *explosion impulse, blast surge*; н. *Explosionsimpuls*) - величина, що характеризує динамічну дію *вибуху*, чисельно рівна добутку надлишкового тиску продуктів вибуху на тривалість його дії. 5) При висадженні ВР: # *І. с л а л а х у в а н н я* – величина *I.* постійного струму, необхідна для вибуху *електродетонатора*. На практиці визначають значення мінімального та максимального імпульсу спалахування. # *І. п о ч а т к о в и й* – зовнішня дія, необхідна для збудження *детонації* заряду ВР; забезпечується підіриванням *капсуля-детонатора, детонуючого шнура* або, у випадку найпростіших, крупнодисперсних водовмісних ВР, *детонатора проміжного*. # *І. п л а в л е н н я м і с т о ч к а* розжарювання – найменша величина *I.* постійного струму, яка викликає плавлення (перегорання) місточка електрозапальника. Див. також *мінімальний ініціюючий імпульс*.

ІНВЕРТОР, -а, ч. * р. *инвертор*, а. *invertor*, н. *Inverter m, Negator m, Invertor m, Wechselrichter m, Umkehröhre f* – 1) *Пристрій* для перетворення постійного електричного струму на змінний. 2) Електронний *пристрій* з одним входом і одним виходом, у якому вихідний сигнал виникає, якщо немає сигналу на вході.

ІНВЕРТУВАТИ, * р. *инвертировать*, а. *invert*, н. *invertieren* – піддавати що-небудь *інверсії*, розщеплювати.

ІНГІБІТОР, -у, ч. * р. *ингибитор*, а. *inhibitor*, н. *Inhibitor m* – *речовина* (присадка), що сповільнює чи зупиняє перебіг хімічних реакцій *окиснення, полімеризації, корозії* металів, а також біохімічних і фізіологічних процесів. В гірництві застосовується для гальмування хім. реакцій при веденні *вибухових робіт, бурінні свердловин*, експлуатації родов. *нафти* і *газу*, а також при гідравлічному транспортуванні *корисних копалин* – для сповільнення корозії металів.

ІНГІБІТОРИ КОРОЗІЇ, -ів, -..., *мн.* * р. *ингибиторы коррозии*; а. *corrosion inhibitors*; н. *Korrosionsinhibitoren m pl* – *речовини*, введення яких у відносно невеликих кількостях в *агресивне середовище* викликає помітне сповільнення *корозії* металів. І.к. впливають на кінетику електродних процесів, які проходять під час *корозії*, а також характеризуються здатністю утворювати на *металі* оксидні і гідроксидні та інш. плівки і переводити його в пасивний стан. У нафтовій і газевій

промисловості і.к. застосовують для захисту обладнання свердловин, устаткування підготовки нафти і газу, а також на переробних заводах у випадку, коли в продукції містяться корозійно-агресивні компоненти – двоокис вуглецю, сірководень і органічні кислоти. При цьому використовуються високомолекулярні органічні *інгібітори*, які містять азот, сірку чи кисень і розчинні у вуглеводнях, воді або метанолі. Розрізняють *інгібітори* сірководневої корозії, вуглекислотної корозії, систем утилізації стічних вод. У залежності від корозійної активності середовища і умов застосування *інгібіторів корозії* питома витрата *інгібіторів* коливається від 10 до 50 кг на 1 млн. м³ газу або (для рідких середовищ) від 100 до 500 мг/л. При гідравлічному транспортуванні вугілля як і.к. застосовують Ca(OH)₂.

ІНГРЕДІЄНТ, -а, ч. * р. *ингредиент*, а. *ingredient*, н. *Ingredient*, *Ingredienz* f, *Ingrediens* n – складова частина хімічної сполуки або суміші.

ІНДЕКС, -у, ч. * р. *индекс*, а. *index*, н. *Index* m – 1) Список, покажчик, перелік будь-чого. 2) Числовий або буквенний покажчик у математичних виразах, запроваджуваний для того, щоб відрізнити їх один від одного. 3) Відносний покажчик, що характеризує зміни рівня певного явища в порівнянні з іншим рівнем того самого явища, взятого за основу порівняння. В *гірничих науках* застосовують ряд понять І.: індекс гідрофобності г.п., *індекс в'язкості* тощо.

ІНДЕКС РОГА, -у, -..., ч. * р. *индекс Рога* – показник спікливості вугілля, який визначається за міцністю нелеткого залишку, який одержують при швидкому нагріванні суміші вугілля з інертним матеріалом. Використовується для характеристики вугілля з низькою *спікливістю*. Позначається символом RI.

ІНДЕНТЕР, ІНДЕНТОР, -а, ч. * р. *индентор*, *индентер*, а. *indentor*, *indenter*; н. *Eindringkörper* m, *Indenter* m – наконечник, вдавлюванням якого виміряють твердість матеріалів.

ІНДИКАТОР, -а, ч. * р. *индикатор*, а. *indicator*, н. *Indikator* m, *Anzeigegerät* n, *Sichtgerät* n, *Tracer* m, *Anzeiger* m – 1) *Пристрій* або речовина, які за наявності певної властивості об'єкта або явища створюють сигнал інформації про це. 2) *Прилад*, за допомогою якого здійснюють *індикацію*. 3) *Речовина*, введення якої в розчин дає змогу провести *індикацію*. В *гірництві* застосовують ряд І., напр., *індикатор рН* води (концентрації водневих йонів в шахтній та ін. воді), *індикатор окису вуглецю*, *індикатор метану*, *індикатор глибини шахтної підйомної установки*, *індикатор метиленовий-голубий*, *індикатор ваги*, *індикатор* блукаючих струмів та ін.

ІНДИКАЦІЯ, -ії, ж. * р. *индикация*, а. *indication*, н. *Indikation* f – 1) Визначення, *вимірювання*, записування різних показників, об'єктів. 2) Введення в розчин, який аналізують, речовин, що дає змогу встановити момент закінчення хімічної реакції або *концентрацію* водневих йонів за легко помітною ознакою (зміною кольору тощо).

ІНДИФЕРЕНТНИЙ, -ого. * р. *индифферентный*, а. *indifferent*, н. *indifferent* – байдужий; і - н і р е ч о в и н и - хімічні речовини, що важко вступають у реакцію; і. е л е к т р о д - неактивний електрод, застосовуваний в електрофізіологічних дослідженнях.

ІНДУКТИВНІСТЬ, -ості, ж. * р. *индуктивность*, а. *inductance*, н. *Induktivität* f, *Induktanz* f – *фізична величина*, що характеризує здатність провідника нагромаджувати *енергію* магнітного поля, коли в ньому протікає електричний струм; дорівнює відношенню потоку магнітної *індукції* Φ до величини струму I , тобто $L = \Phi / I$.

ІНДУКЦІЙНИЙ, -ого. * р. *индукционный*, а. *inductive*, н. *induktions* – пов'язаний з *індукцією* (напр., і-на котушка, і-ний регулятор, і-ний струм).

ІНДУКЦІЯ, -ії, ж. * р. *индукция*, а. *induction*, н. *Induktion* f – 1) Наведення електрики і *магнетизму*. І. електростатична – явище електризації незарядженого провідника в зовнішньому електростатичному полі. І. електромагнітна – явище появи вихрового електромагнітного поля там, де змінюється з часом магнітне поле. 2) Величина, що характеризує електричне або магнітне поле. 3) Спосіб математичних доведень і визначень. 4) Взаємодія процесів - збудження і гальмування.

ІНЕРТИНІТУ ГРУПА, -..., -и, ж., **ІНЕРТИНІТ**, -у, ч. * р. *инертинита группа*, а. *inertinite group*, н. *Inertinitgruppe* f – термін для позначення групи *мацералів*, які утворюються з первинно окиснених лігніно-целюлозних тканин, зруйнованих при відкладеннях і переносі. Характерна особливість – розрізнявані під *мікроскопом* кутасті уламки фрагментів тканин і стінок клітин рослинного матеріалу розміром від 1 мкм до 2 см. За розміром і структурою виділяють такі *мацерали*: фюзиніт, семіфюзиніт, макриніт, мікриніт, інертодетриніт. Характерні властивості: підвищена твердість, питома вага 1,5, висока відбивна здатність, *ізотропність*, хімічна і термостійкість. У вугіллі *мацерали* І.г. присутні у вигляді розсіяних уламків або скупчень, шарів різної товщини. *Пласти* І.г. складає рідко. Підвищений *вміст* у вугіллі і *антрациті мацералів* І.г. (понад 20%) негативно впливає на міцність коксу, термостійкість *антрациту*. Див. *інертиніт*. Г.П.Маценко.

ІНЕРТИНІТ, -у, ч. * р. *инертинит*, а. *inertinite*, н. *Inertinit* m – мацеральна група, що містить *мацерали*, відбивна здатність яких у вугіллі низької і середньої стадії *вуглефікації*, а також в *осадових породах* відповідного ступеня *вуглефікації* вище, ніж у *мацералів* вітринтової і ліптинтової осад., і нижче, ніж у *вітриніту* найбільш високосуглефікованого вугілля та відповідної *осадової породи*. Термін спочатку був запропонований для спрощення термінології *петрографії* вугілля шляхом об'єднання в одному терміні мацералів *фюзиніту*, *семіфюзиніту*, *склеротиніту* і

мікриніту. Дана група базується на схожих технологічних властивостях чотирьох *мацералів*. Чотири додаткових *мацерала* - макриніт і інертодетриніт, фунгініт і секретиніт додані в цю групу, останні два з них замінюють *склеротиніт*. Термін «*інертиніт*» передбачає, що складові є більш інертними, ніж *мацерали* вітринітової і ліптинітової груп, особливо в процесах *вуглефікації*, в яких вони виявляють себе як розчинники (Е.Штах, 1952 р.).

Відбивна здатність інертинітових *мацералів* починає перевищувати *мацерали* вітринітової групи в тих випадках, коли відбивна здатність *вітриніту* й *інертиніту* досягає порядку 5 % R_{\max} (Алперн і Лемос де Суса, 1970 р.). Інертинітові *мацерали* також характеризуються відсутністю або невеликою *флуоресценцією* в порівнянні з вітринітом. Розмір і міра збереження клітинних структур варіюють в залежності від походження різних інертинітових *мацералів* і їх історію після відкладення.

Фізичні властивості. І. має відтінки сірого: сірувато-білий до жовтувато-білого в більшості компонентів з високою відбивною здатністю (> 6 % R_r). Відтінки сірого інертинітових *мацералів* відображають умови відкладення. Відбивна здатність залежить, передусім, від хімічного складу різних інертинітових *мацералів*. Розкид величин відбивної здатності І. в будь-якому окремо взятому вугільному *пласті* звичайно широкий. Стінки клітин *фюзиніту* можуть виявляти невелику *анізотропію*.

При використанні відповідного збудження (від синьо-фіолетового до зеленого світла) інертинітові *мацерали* з невисокою відбивною здатністю проявляють слабку *флуоресценцію*.

Хімічні властивості. У порівнянні з іншими *мацеральними* групами І. характеризуються високим вмістом кисню і низьким вмістом водню (Ван Кревелен, 1993 р.). Вміст вуглецю залежить від походження конкретного *мацерала* і/або швидкості процесів окиснення-відновлення, яких зазнав *мацерал* на стадії торфоутворення.

Інертинітова група включає *мацерали* різного походження: 1) тканини (грибів або рослин більш високого рівня); 2) тонкі уламкові фрагменти; 3) геліфікований аморфний матеріал, з якого сформувався гранульований матеріал переважно в ході *вуглефікації* і в якому змінилися секретії клітин за рахунок окислювально-відновних і біохімічних процесів при торфоутворенні.

Залегання. *Інертиніт* характерний для більшості видів *вугілля*, хоч іноді в невеликих кількостях. Палеозойське вугілля, особливо вугілля Гондвани, містить більше *інертиніту*, ніж вугілля *мезозою* і *третинного періоду* (Шіерер і інш., 1995 р.). Разом з тим, деяке вугілля *крейди* Північної Америки і деяке вугілля *юри* Європи містить велику кількість І. Органічна речовина в піщаних породах містить більше *інертиніту*, ніж в інших *осадових породах*. І. частиною *керогену* типу IV, за винятком деяких флуоресцентних компонентів.

Високий вміст І. у *вугіллі*, особливо *фюзиніту* з пустими клітинами і *семіфюзиніту*, сприяють пилоутворенню при проведенні гірничих робіт. Реакційна здатність І. при коксуванні залежить від фізико-хімічних характеристик різних *мацералів* і від ступеню *вуглефікації* вугілля. І. з відносно низькою відбивною здатністю і флуоресціюючий при коксуванні частково або повністю плавиться, тоді як нефлуоресцентний І. не плавиться (Діссель і Вольф-Фішер, 1987 р.; Кружевська, 1989 р.). Неплавкий І. у вугільній шихті виконує функцію зв'язуючий матеріал і при тонкому диспергуванні підвищує міцність коксу. Для отримання коксу максимальної міцності і стабільності доцільно підібрати оптимальний склад І. Його кількість у вугіллі залежить від ступеня вуглефікації останнього.

В умовах, характерних для котлів з пилоподібним паливом, більшість інертинітів зазнають змін. І. з найменшою відбивною здатністю перетворюються в пористий анізотропний напівкокс, тоді як І. з найвищою відбивною здатністю звичайно продукує велику кількість ізотропного пнапівкоксу, іноді з невеликими пухирцями виходу летких, які відображають проходження І. (Джоунс і інш., 1984 р.; Альварес і інш., 1997 р.).

Таблиця: **Мацерали інертинітової групи**

Мацерали з рослинними клітинними структурами:	Фюзиніт Семіфюзиніт Фунгініт
Мацерали без рослинних клітинних структур:	Секретиніт Макриніт Мікриніт
Фрагментарна речовина:	Інертотетриніт

Походження слова: *inertia* (лат.) - інертність. Синоніми: частково опаковий атрит, частково опакова речовина.

ІНЕРТИТ, -у, ч. * р. *инертит*, а. *inertite*, н. *Inertit m* – мономацеральний *мікролітотип*, що містить мінімум 95 % (за об'ємом) *інертинітових мацералів*. Термін введений Н.Родрігесом (1955 р.). З 1964 р за рішенням Міжнародного комітету з петрології вугілля і органічної речовини (МКПВОР) термін застосовується для позначення *мікролітотипу*, що складається з мономацеральних *мікролітотипів* інертинітових *мацералів*. Таким чином, термін описує *агломерацію* одного або більше інертинітових *мацералів*. Проте, кожний *мацерал* може утворювати свій власний *мікролітотип*, якщо зустрічається в однорідних прошарках. *Фюзит* і *семіфюзит* є типовими

мікролітотипами. Відкриті клітини *фюзиту* можуть бути заповнені мінералами. У таких випадках його називають «твердим фюзитом» на відміну від «м'якого фюзиту», що не містить мінералів.

Фізичні та хімічні властивості I. визначаються відповідними інертинітовими *мацералами*.

I. може містити невеликі залишки окиснених рослинних тканин, окиснену аморфну гумусову речовину невідомого походження (макриніт), окиснені *секреції* рослин (секретиніт) і залишки грибів (фунгініт), а також *агломерації* (асоціації) *інертодетриніту*. У залежності від наявності або відсутності попутних уламкових мінералів залягання I. вказує на сухі періоди в процесі торфоутворення або на формування торфу, принаймні частково, із рослинного окисненого матеріалу (Марчоні і Калкреут, 1991 р.).

I. – основний компонент літотипу *фюзен* і важливою складовою літотипу *дюрен*. У більшості зразків *вугілля* світу I. зустрічається в невеликих кількостях. Виключенням є вугілля Годвани, *крейди* і *юри* в північній півкулі, де часто зустрічаються щільні (тверді) лінзи *інертодетриніту* і рідше великі тіла *секретиніту*.

«М'який фюзит» крихкий і розсипчастий. Невеликі його уламки можуть приводити до розвитку у шахтарів *пневмоконіозу* (Шульц і інш., 1997 р.), оскільки фюзит концентрується в шахтному *пилі*. *Дроблення* «твердого фюзиту» процес складний. Тому він концентрується в більш грубих *фракціях*. Походження слова: inertus (лат.) – інертний.

ІНЕРТОДЕТРИНІТ, -у, ч. * р. *инертодетринитум*, а. *inertodetrinite*, н. *Inertodetrinit* m – *мацерал* інертинітової мацеральної групи, що зустрічається у вигляді розрізаних дрібних уламків різноманітної форми, які стають помітними завдяки відбивній здатності, більш високій, ніж у відповідних вітринітових *мацералів*. Термін введений в 1964 р. Міжнародним комітетом з петрології вугілля і органічної речовини (МКПВОР).

Крупність частинок становить < 10 мкм максимум для суцільних зерен і < 10 мкм мінімум для ниткоподібних уламків. Важливим критерієм для розпізнавання I. є розрізненість його частинок. На практиці частинки діаметром < 2 мкм відносять до мікриніту (Діссель, 1992 р.). Окремі інертинітові непошкоджені клітини і вигнуті уламки клітинних стінок *фюзиту* з золвою структурою включаються у *фюзиніт* незалежно від їх крупності.

Відтінки сірого і відбивна здатність істотно змінюються в межах одного і того ж вугілля в залежності від різних попередників *інертиніту*. У вугіллі з діапазоном 0,5-1,4 % R_vIt переходить до попутного вітродетриніту носять поступовий характер. На стадії *антрациту* частина I. стає подібною *вітродетриніту*.

I. не флуоресцює за винятком частинок з відносно низькою відбивною здатністю в низько- і середньовуглефікованому *вугіллі*.

Твердість I. вища, ніж у вітринітових *мацералів*, але варіює в залежності від походження частинок.

Хімічні властивості схожі з інертинітовими мацералами.

У I. є безліч фітогенетичних попередників, які зазнали фюзинізації в тій або іншій мірі: стінки клітин рослин або їх вміст, флорафени з тканин (Тейлор і інш., 1998 р.), окиснені спори і їх складові, близькі за походженням до грибів. Багато частинок I. є залишками пожеж на торфовищах або навколо них. У зв'язку з цим викопне деревне *вугілля* є основним попередником I. кутастої форми.

I. є компонентом *мікролітотипів тримацериту*, *вітринертиту* і *дюриту*, в яких він зустрічається в різних кількостях, найбільше – в деяких тенюідуритах. Алохтонний I. може зустрічатися разом з *глинистими мінералами*, *піритом* або *альгінитом* у відкладах лускатої текстури ступінчастого нашарування (Діссель, 1992 р.; Петерен і Андсб'єрг, 1996 р.). I. рідко зустрічається у вугіллі *кам'яновугільного періоду* північної півкулі і відносно рідко в російському вугіллі пермсько-кам'яновугільного періоду. Високі концентрації I. зафіксовані у вугіллі Канади *крейдового періоду* (Калкреут і Леки, 1989 р.), в деяких зразках вугілля Гондвани, де I. є характерною складовою, а також у вугіллі *юри* північно-західної Європи (Північне море), де він поширений (Петерсен і інш., 1998 р.). На I. багате вугілля підводного походження, наприклад, сапропелеве, а також глинисті і піщані відклади. Крім того, I. є одним з типових *мацералів* в клародюриті і дюриті, які утворилися або в лімно-очеретяному середовищі, або за рахунок рівня підземних вод, що змінюється в наземних *фаціях*. I. нагромаджується також завдяки аеробному розкладанню у верхній частині куполоподібного торфу (Мор і інш., 1996 р.). Велика частина I. належить до *керогену* типу IV («мертвий вуглець»), однак в залежності від реакційної здатності (на що вказує відносно низька відбивна здатність) I. може також бути частиною *керогену* типу III.

Значущість I. для технологічних процесів залежить від його кількості в початковій сировині. При виробництві *коксу* з *шихти*, яка містить багато бітумінозного вугілля з високим вмістом *лєтких речовин*, велика кількість I. підвищує механічну міцність *коксу* (Панайтеску, 1991 р.).

Походження слова: inertus (лат.) – інертний, detritus (лат.) – *абразія*. Синоніми: частково фюзинітовий уламок і семіфюзинітовий уламок; частково опаковий аттрит.

ІНЕРТНИЙ, -ого. * р. *инертный*, а. *inert*, н. *inert*, *inaktiv* – бездіяльний, нерухомий; і - н і г а з и - гази, які не вступають у хімічні реакції (*гелій, неон, аргон, криптон, ксенон і радон*). і – н и й м а т

е р і а л, використовуваний для забезпечення “замикання” заряду ВР: пісок, глина, відходи дроблення г.п., вода.

ІНЕРТНІ ГАЗИ, -их, -ів, мн. * р. *инертные газы*, а. *inert gasses*; н. *Inertgase* n pl, *Trägergase* n pl, *Edelgase* n pl – хімічні елементи VIII групи періодичної системи елементів. Благородні, рідкісні газу – одноатомні газу без кольору і запаху: гелій (He), неон (Ne), аргон (Ar), криптон (Kr), ксенон (Xe), радон (Rn), інертність яких зумовлена наявністю у атомів стійкої зовн. електронної оболонки де у He знаходиться 2 електрони, у решти інертних газів по 8. У невеликих кількостях присутні в газу природних горючих. Частина І.г. має космогенне походження. Інертні газу виникають під час ядерних процесів.

ІНЖЕКТОР, -а, ч. * р. *инжектор*, а. *injector, jet pump*; н. *Injektor* m, *Strahl(druck)pumpe* f, *Dampfstrahlpumpe* f – насос струминний для стискання газів і пари, а також нагнітання рідини. Інжектором рідина, газ або пара нагнітається в посудини з підвищеним тиском. Принцип роботи інжекторів оснований на перетворенні кінетичної і теплової енергії робочого потоку в потенціальну енергію змішаного (робочого та інжекційного) потоку. Дія І. ґрунтується на прискоренні рідини (газу, пари) струменем допоміжної рідини (газу, пари). Переваги І. - відсутність рухомих частин, можливість підвищення тиску інжекторованого потоку без безпосередніх витрат механічної енергії, простота конструкції і обслуговування, а також надійність його роботи. В залежності від агрегатного стану взаємодіючих середовищ розрізняють І. рівнофазні (газово-, паро-, водоструменеві), різнофазні (газоводяні, водогазові) і змінної фазності (пароводяні, водопарогазові). І. складається з робочого сопла, приймальної і змішувальної камер та дифузора. Коеф. інжекції (співвідношення масових витрат інжекторованого і робочого потоків) залежить від тиску, т-ри і швидкості робочого потоку, фіз. властивостей потоків, що змішуються. ККД І., як правило, не перевищує 30-35%. В гірничій пром-сті І. застосовують як насоси струминні для пневмо- і гідротранспорту (гідроелеватори) різних сипучих матеріалів, для підйому і перекачування води з колодязів і свердловин, для створення безперервного вентиляц. потоку, для посилення тяги в димоходах, для перекачування парогазових сумішей хімічно агресивних кородуючих речовин, в абсорбційних і екстракційних апаратах для створення контакту різних фаз тощо. В.С.Білецький.

ІНІЦІУВАННЯ, -..., с. * р. *инициирование*, а. *initiation (of explosives)*; н. *Initiierung* f (*der Sprengstoffe* m pl) – 1) Збудження ланцюгової хімічної або ядерної реакції внаслідок зовнішньої дії на систему (напр., удару, світла). 2) Збудження детонації вибухової речовини за допомогою вибуху невеликої кількості запальної речовини.

ІННОВАЦІЯ, -ії, ж. * р. *инновация*, а. *innovation*, н. *Innovation* f, *Neuerung* f – 1) Нововведення, яке ще недостатньо поширене у суспільному виробництві. 2) Нововведення, впровадження нових ідей, технологій, видів продукції тощо в організацію продукції, виробництво, управління підприємством та галуззю. 3) Щось, що сприймається як нове, як нововведення. 4) Форма керованого розвитку вже існуючих систем. 5) Процес, в ході якого винахід або відкриття доводиться до стадії практичного застосування і починає давати економічний ефект. 6) Нове прикладання науково-технічних знань, що забезпечує ринковий успіх. Термін І. найбільше розповсюджений в американському менеджменті. В принципі, будь-яке соціально-економічне нововведення, доки воно не отримало масового, тобто серійного поширення в галузі праці, виробництва і управління можна вважати І. В останні роки з'явився особливий різновид інноваційного підприємництва – ризикове або венчурне; це здебільшого дрібні фірми, що займаються поширенням нових технологій, тобто технічних І. в першу чергу в наукомістких галузях. В.І.Ляшенко.

Література: Слюсапенко О.О., Огородніков Д.Д., Наконечний В.Л. Словник підприємця. – К.: РВПС України, НАН України, 1999. – 196 с. Лозовский Л.Ш., Райзберг В.А., Ратновский А.А. Универсальный бизнес-словарь. – Москва: ИНФРА-М, 1997. – 640 с.

ІНТЕНСИВНІСТЬ, -ості, ж. * р. *интенсивность*, а. *intensity*, н. *Intensität* f – 1) Ступінь напруження, посилення; 2) Густина потоку енергії, яка проходить за 1 с через 1 см² площини, перпендикулярної до потоку енергії. 3) І. з в у к у (сила звуку) - густина потоку звукової енергії. Найменша І. звуку, яку ще може сприймати вухо людини (поріг чутності), становить 10⁻¹⁶ вт/см².

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ, -ії, ж. * р. *интенсификация*, а. *intensification*; н. *Intensivierung* f, *Stimulation* f – посилення, збільшення напруженості, продуктивності, дієвості; І. виробництва – напрям у розвитку виробництва, за яким зростання його обсягу відбувається насамперед внаслідок науково-технічного прогресу, підвищення рівня організації виробництва й управління, ефективного використання технічних, матеріальних і трудових ресурсів.

ІНТЕРВАЛ, -у, ч. * р. *интервал*, а. *interval*, н. *Zwischenraum* m, *Abstand* m; *Bereich* m, *Zone* f, *Intervall* n – 1) Перерва у (просторі або часі), пауза, проміжок. 2) Сукупність усіх чисел (або точок), що містяться між двома даними числами *a* та *b* (або точками), яка не включає їх. 3) Довірчий інтервал – інтервал (проміжок), у межах якого з заданою довірчою імовірністю можна чекати значення оцінюваної (шуканої) величини. Застосовується для більш повної оцінки точності в порівнянні з точковою оцінкою.

ІНТЕРПОЛЯЦІЯ, -ії, ж. * р. *интерполяция*, а. *interpolation*, н. *Interpolation* f, *Einschaltung* f – 1) матем. Спосіб, за допомогою якого за таблицею, що містить деякі числові дані, можна знайти проміжні

результати, яких нема безпосередньо в таблиці. Напр., визначення *функції* $f(X)$ для аргументів X , які знаходяться між значеннями $X_0(X_i)...X_n$, за відомими значеннями $f(X_i)$, де $X_i = X_0, X_1, \dots, X_n$. Якщо X лежить зовні інтервалу $(X_0...X_n)$, аналогічна процедура називається екстраполяцією. Найбільш простою є лінійна інтерполяція, при якій приріст функції вважають пропорційним приросту аргументу. В *геодезії* та *маркшейдерській справі* і. використовують для визначення проміжних значень функцій за математичними таблицями, визначення проміжних значень показника за даними *ізоліній* на графіках ізопотужностей, *ізогіпс* та ін. 2) Неавторські вставки слів, речень або чисел у тексті під час переписування, опрацювання рукописів, при копіюванні географічних *карт* тощо. 3) В *статистиці* - спосіб матем. обґрунтування невідомих значень динамічного ряду явищ за допомогою відомих сусідніх членів ряду або на основі встановленого взаємозв'язку інтерпольованого явища з іншими явищами, кількісний вираз яких відомий. В.С.Білецький.

ІНТЕРФЕРЕНЦІЯ, -ії, ж. * р. *интерференция*, а. *interference*, н. *Wechselwirkung f, Beeinflussung f, Interferenz f* – взаємне посилення або послаблення коливань (пружних, електромагнітних) у разі накладання їх одна на одну. **ІНТЕРФЕРОМЕТР**, -а, ч. * р. *интерферометр*, а. *interferometer*, н. *Interferenzgerät n, Interferometer n* – *прилад*, у якому використовують *інтерференцію* для *вимірювання* довжини хвиль світла, показників заломлення прозорих середовищ. Див. також *газоаналізатор*.

ІНТРОСКОПІЯ, -ії, ж. * р. *интроскопия*, а. *introscopy*, н. *Introskopie f* – візуальне спостереження внутрішньої *макроструктури* непрозорих речовин і матеріалів; здійснюється шляхом перетворення невидимого оком зображення досліджуваного об'єкта, одержаного в ІЧ-, рентгенівських (пулюєвих), інших променях у видиме зображення на екрані спеціального приладу - інтроскопа. Галузь *науки*, що розглядає проблеми такого спостереження.

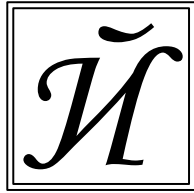
ІНФОРМАТИКА, -и, ж. * р. *информатика*, а. *informatics, information science*; н. *Informatik f* – *наука*, що вивчає структуру й загальні властивості інформації, а також закономірності її створення, перетворення, передавання й використання в різних галузях діяльності людини. Осн. теоретичне завдання і. полягає у визначенні заг. закономірностей, відповідно до яких створюється наукова інформація, відбувається її перетворення, передавання та використання у різних сферах діяльності людини. Прикладні завдання і. полягають у розробці найефективніших методів і засобів здійснення інформаційних процесів, у визначенні способів оптим. наук. комунікації у самій науці та між наукою і виробництвом.

ІНФРАСТРУКТУРА, -и, ж. * р. *инфраструктура*, а. *infrastructure*, н. *Infrastruktur f* – сукупність галузей та видів діяльності, що обслуговують економіку, виробництво (транспорт, зв'язок, комунальне господарство, загальна і професійна освіта, охорона здоров'я та ін.). Включає також будівництво доріг, каналів, портів, мостів, летовищ, складів, енергетичне господарство, зв'язок, водопостачання, каналізацію тощо. Розрізняють і. виробничу та невиробничу. і. гірничих підприємств включає транспортні мережі, системи енерго- і водопостачання, склади: кріпильних матеріалів, ВР, реагентів, готової продукції, а також телефонні мережі та інш.

ІНФРАЧЕРВОНА СПЕКТРОСКОПІЯ, ІЧ-спектроскопія, -ої, -ії, ж. * р. *инфракрасная спектроскопия, ИК-спектроскопия*, а. *infra-red spectroscopy*; н. *Infrarot-Spektroskopie f* – різновид молекулярної оптичної *спектроскопії*, оснований на взаємодії речовини з електромагнітним випромінюванням в ІЧ діапазоні: між червоним краєм видимого спектра (хвильове число 14000 см^{-1}) і початком короткохвильового радіодіапазону (20 см^{-1}). ІЧ-спектри виникають при поглинанні ІЧ-випромінювання на частотах, що співпадають з деякими власними коливальними і обертальними частотами *молекул* або з частотами коливань кристаліч. *ґратки*. ІЧ-спектри отримують за допомогою спектрометрів різних типів, робочий діапазон яких знаходиться в межах т.зв. фундаментальної ІЧ-області ($300 \text{ см}^{-1} - 4000 \text{ см}^{-1}$). Найпоширенішим при приготуванні зразків для і.ч.с. є метод, оснований на приготуванні таблеток з КВг. На основі ІЧ-спектрів можна проводити якісний та кількісний аналіз речовини. і.ч.с. дозволяє отримувати *спектри* речовини у всіх її *агрегатних станах*. і.ч.с. відбивання використовується при дослідженні *твердих тіл*, особливо монокристалів. Для сильнопоглинаючих зразків і поверхневих сполук розроблений т.зв. метод порушеного повного внутрішнього відображення. і.ч.с. застосовується для виявлення і оцінки фаз, *вміст* яких в *руді*, г.п. більше 1-5%. і.ч.с. - джерело інформації для вирішення таких питань *кристалохімії*, як будова складних комплексних *аніонів*, ізоморфних заміщень у *мінералах* тощо. Успішно використовується і.ч.с. для вивчення флотаційних *реагентів*, міжфазної зони "адгезив-субстрат", ідентифікації і кількісних вимірювань пром. забруднень, *аналізу* повітря в польових умовах, вивчення реакцій в атмосфері та ін. В.С.Білецький.

ІРРАЦІОНАЛЬНИЙ, -ого. * р. *иррациональный*, а. *irrational*, н. *irrational, irrationell* – *матем.* – несумірний. і - н е р і в н я н н я – рівняння, що містить невідоме під знаком *радикала*; і - н е ч и с л о - число, яке не сумірне з одиницею і тому не може бути точно виражене ні цілим числом, ні дробом.

ІТЕРАЦІЯ, -ії, ж. * р. *итерация*, а. *iteration*, н. *Iteration f, Iterierung f - 1*) Повторне застосування математичної операції (із змінними даними) при розв'язанні обчислювальних задач, яке дає можливість поступово наблизитися до правильного результату. 2) Результат багаторазового повторення якоїсь математичної операції.



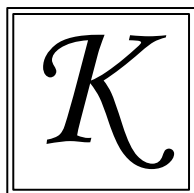
ЙОДОМЕТРИЯ, -ії, ж. * р. *йодометрия*, а. *iodometry*, н. *Yodometrie* f – метод титриметричного кількісного аналізу, що ґрунтується на реакціях окиснення-відновлення, де основним реагентом є йод. Використовують для визначення відновників (сірководню, солей 2-валентного олова та ін.), які відновлюють елементний йод до йонів, та окиснювачів (перекисів, хромової та марганцевої кислот, солей 2-валентної міді та 3-валентного заліза), які окиснюють йони йоду до елементного йоду. Робочими розчинами при титруванні є розчини йоду та тіосульфату натрію, індикатором – крохмаль.

ЙОН, -а, ч. * р. *ион*, а. *ion*, н. *Ion* n – електрично заряджена частинка речовини, що утворилася з атома або атомної групи внаслідок втрати або приєднання до них електронів. Позитивно заряджені йони – катіони, негативно заряджені – аніони. Йони можуть існувати самостійно у всіх агрегатних станах речовини, в електричному полі здатні бути переносниками струму (катіони мігрують до негативного електрода – катода, аніони – до позитивного, анода). У розчинах, зокрема, утворюються в результаті електролітичної дисоціації, причому звичайно виникають комплекси йонів з розчинником.

ЙОНІЗАЦІЯ, -ії, ж. * р. *ионизация*, а. *ionization, ionizing*, н. *Ionisierung* f, *Ionisation* f – утворення електрично заряджених частинок – йонів з електрично нейтральних частинок середовища. Може здійснюватися шляхом відриву від молекулярної частинки одного або декількох електронів з утворенням йона або за рахунок переходу електрона (електронів) від однієї частинки до іншої з набуттям ними зарядів. Ступінь Й. – відношення числа йонів до числа нейтральних частинок в одиниці об'єму. Енергія, необхідна для відриву електрона, називається енергією йонізації. Потенціал Й. – фізична величина, що визначається відношенням енергії, необхідної для одноразової йонізації атома (молекули), до заряду електрона; характеризує міцність зв'язку електрона. Й. в електролітах відбувається в результаті розчинення при розпаді молекул розчиненої речовини на йони (електролітична дисоціація); в газах – в результаті відриву від атома або молекули одного або декількох електронів під впливом зовнішніх чинників; в твердих тілах – в результаті переходу електронів з валентної зони або з домішкових рівнів в зону провідності. Й. викликається дією світла (фотойонізація), електронним ударом, тепловим рухом (термойонізація), дією ел. поля та ін. В.С.Білецький.

ЙОНИТИ, -ів, мн. * р. *иониты*, а. *ionites, ion exchangers*; н. *Ionenaustauschere* m pl, *Austauschere* m pl, *Ionite* m pl – тверді нерозчинні природні або штучні матеріали, здатні до обміну йонами в розчинах електролітів. За типом йоногенних груп розрізняють катіоніти та аніоніти. Й. використовують для вилучення або розділення різних елементів, очищення води та в аналітичних дослідженнях. Найважливіша група синтетичних Й. – йонообмінні смоли. Інша назва – йонообмінники. Див. сорбенти.

ЙОННИЙ ЗВ'ЯЗОК, -ого, -у, * р. *ионная связь*, а. *ionic bond*, н. *Ionenbindung* f – вид хімічного зв'язку, зумовлений перенесенням валентних електронів з одного атома на інший (з утворенням йонів) і електростатичною (кулонівською) взаємодією між ними. Утворюється між атомами або групами атомів зі значною різницею в електронегативностях. Характерний для сполук металів з найтипівішими неметалами.



КАВІТАЦІЯ, -ії, ж. * (від лат. *Cavitas* – пустота) р. *кавитация*, а. *cavitation*, н. *Blasenbildung* f, *Hohlsoog* m, *Kavitation* f, *Hohlraumbildung* f – утворення всередині рідини порожнин заповнених газом, паром або їх сумішшю (кавітаційних бульбашок), тобто порушення суцільності рідини. Виникає в результаті місцевого зниження тиску в рідині до певного критичного значення $p_{кр}$ (в реальній рідині значення $p_{кр}$ близьке до тиску насиченої пари цієї рідини при даній t -рі), що може відбуватися або при збільшенні швидкості рідини (гідродинамічна К.), або при проходженні акустичної хвилі великої інтенсивності під час півперіоду розрідження (акустична К.). Кавітаційна бульбашка, рухаючись з потоком рідини в область з більш високим тиском, дезінтегрує, створюючи ударну хвилю (імпульс адекватний

гідралічному удару). Це викликає вібрацію, руйнування поверхні робочих органів машин, зменшення к.к.д. і, таким чином, зменшення ефективності роботи *насосів*, турбін тощо. К. в *насосах* відбувається при падінні *тиску* на вході в *насос*. В лопатевих *насосах* К. супроводжується зменшенням подачі, напору, потужності і к.к.д. внаслідок того, що частина порожнини робочого колеса заповнюється паром.

КАЛІБРУВАННЯ ЗАСОБУ ВИМІРЮВАНЬ, -..., с. * р. *калибровка средства измерений*; а. *instrument calibration*; н. *Kalibrieren n des Meßgerätes n* – сукупність операцій, що виконуються з метою визначення метрологічних характеристик та придатності засобу вимірювальної техніки до застосування в певних умовах. ДСТУ 2681-94.

КАЛОРИМЕТР, -а, ч. * р. *калориметр*, а. *calorimeter, air heater*; н. *Kalorimeter n* – *прилад* для вимірювання кількості тепла, що її виділяє або вбирає тіло. Застосовується як основний прилад в калориметрії - сукупності методів вимірювання теплових ефектів, які супроводять різні хімічні, фізичні та біологічні процеси. Перший льодовий К. створений Дж.Блеком у сер. XVIII ст. Будь-який *калориметр* оснащений інструментом для вимірювання температури (ртутний *термометр*, *термометр* опору, *термопара* або термопарея, оптичний *пірометр* тощо), електричним нагрівачем та оточений оболонкою для регулювання теплообміну з навколишнім середовищем. В залежності від характеру теплообміну розрізняють ізотермічні, адіабатичні та теплопровідні К. Діапазон температур в сучасних К. складає 0,1-3500 К, значення кількості тепла - від 10^{-5} до декількох тисяч Дж, точність досягає $10^{-2}\%$. Тривалість досліджуваних процесів - від часток секунди до десятків діб.

КАЛОРИМЕТРИЧНА БОМБА, -ої, -и, ж. * р. *калориметрическая бомба*, а. *calorimetric bomb*, н. *Kalorimeterbombe f* – *прилад* для визначення теплоти вибуху ВР. К.б. – товстостінна сталева посудина (об'ємом від дек. десятитисячних до 0,05 м³), яка герметично закривається кришкою, забезпеченою вводами для під'єднання електродетонатора, вентиляції і відбору *проб*. Для визначення кількості тепла, яке виділяється при *вибуху*, бомбу вміщують в *калориметр* з точно відміряною кількістю калориметричної рідини. У деяких випадках для визначення теплоти вибуху заміряють безпосередньо т-ру тіла бомби без занурення її у воду.

КАЛОРИМЕТРИЯ, -ії, ж. * р. *калориметрия*, а. *calorimetry*, н. *Kalorimetrie f* – методи вимірювання теплоємності *газів*, *рідин* і *твердих тіл* або теплових ефектів різних фізико-хімічних процесів. Кількість теплоти Q, яка передається тілу (системі) або відібрана від нього, пропорційна зміні температури тіла ΔT та його масі *m*: $Q = cm\Delta T$, де *c* - питома теплоємність. Основна вимірювана величина в калориметричному досліді - ΔT . Методами К. визначають теплоємність індивідуальних речовин та фізико-хімічних систем, теплоти фазових переходів, теплові ефекти хімічних реакцій, *розчинення*, *змочування*, *сорбції*, радіоактивного розпаду та ін. Дані К. використовують для розрахунку термодинамічних властивостей речовин, складання теплових балансів технологічних процесів, розрахунку хімічної рівноваги, встановлення зв'язку між термодинамічними характеристиками речовин та їх властивостями, будовою, стійкістю, реакційною здатністю. К. застосовується також для вивчення кінетики та визначення *ентальпій* повільних процесів *розчинення*, змішування, гелеутворення тощо.

КАЛОРИФЕР, -а, ч. * р. *калорифер*, а. *calorifer, air heater*; н. *Heizapparat m, Heizkörper m, Kalorifer m* – теплообмінний *апарат* (пластинчастий, з гладеньких труб тощо), в якому повітря нагрівається теплоносієм через поверхню, що їх розділяє. Застосовується для нагрівання *повітря* в системах повітряного опалення, вентиляції та сушіння. Зокрема застосовується для підігріву свіжого вентиляційного потоку, що подається в *шахту* в холодну пору року.

КАЛОРИЙНІСТЬ, -ості, ж. * р. *калорийность*, а. *calorific power, calorific value*; н. *Energiegehalt f, physiologischer Brennwert m, Heizwert m* – 1) Енергетична цінність харчових продуктів або раціонів харчування: кількість тепла, що його виділяють харчові чи кормові речовини, коли вони окиснюються в організмі людини або тварини. 2) н. *Kalorienmenge* - К. палива - те ж саме, що й *теплота його згорання*.

КАЛОРИЯ, -ії, ж. * р. *калория*, а. *calorie, calory*, н. *Kalorie f, Wärmeinheit f* – позасистемна одиниця кількості тепла і термодинамічного потенціалу (внутрішньої *енергії*, *ентальпії*, вільної *енергії*), що дорівнює 4,1868 *джоуля* (у термохімії 4,1840 *джоуля*). Раніше К. вважали кількістю тепла, яке витрачається на нагрівання 1 г води на 1°C.

КАМ'ЯНОВУГІЛЬНА СМОЛА, -ої, -и, ж. * р. *каменноугольная смола*, а. *coke-oven coal tar*, н. *Kohlenteer m* – кам'яновугільний *дьоготь* – продукт коксування кам'яного *вугілля*. В'язка чорна *рідина* з характерним запахом. *Густина* 1120...1250 кг/м³. *Суміш* понад 1000 циклічних і гетероциклічних сполук та їх похідних: *бензолу*, *толуолу*, *нафталіну*, *феноліє*, *піридину* та його *гомологіє* і т. ін. Відходи після переробки *кам'яновугільної смоли* (*пек*) застосовують на будівництві шляхів, у будівельній промисловості, як *паливо* тощо.

КАМ'ЯНОВУГІЛЬНІ МАСЛА, -их, -ел, *мн.* * р. *каменноугольные масла*, а. *coke-oven coal oil, coal-tar*; н. *Kohlenöle n pl* – в'язкі *рідини* з фенольним запахом, жовтого або світло-коричневого кольору. Складні сполуки органічних речовин, одержаних при переробці *кам'яновугільної смоли*. Найбільше

значення мають вбирне та антраценове масла. Можуть застосовуватися як *реагенти* при збагаченні вугілля (процес *масляної агрегації, флотації*). Мають добрі адгезійні властивості щодо вугільної речовини, що обумовлено наявністю компланарних структур, а також функціональних груп.

КАНАЛІЗАЦІЯ, -ії, ж. * р. *канализация*; а. *waste-water disposal system, canalization, sewerage system, channeling conduit*; н. *Entwässerung(anlage) f, Kanalisation f* – 1) Сукупність інженерних споруд, *устаткування* та санітарних засобів, що забезпечує збирання та виведення за межі населених пунктів і промислових підприємств забруднених *стічних вод*, а також їх очищення та знешкодження перед використанням чи скиданням у водойму. 2) Прокладання *каналів*. 3) Розподіл електроенергії між споживачами; К. кабельна – система керамічних або бетонних труб для прокладання *кабелю* в підземних лініях зв'язку.

КАПІЛЯРИ, -ів, мн. * р. *капилляры*, а. *capillars*, н. *Kapillare f pl, Haarröhrchen n pl, Kapillarröhrchen n pl, Kapillargefäße n pl* – трубки з дуже вузьким каналом, система з'єднаних *пор*, напр., у *гірських породах*. Див. *пори*.

КАПІЛЯРНІ ПОРИ, -их, -ор, мн. (від лат. *capillaris* – волосяний; від грец. *πόρος* – отвір, прохід) * р. *капиллярные поры*; а. *capillary pores*; н. *Kapillarporen f pl* – *пори* з діаметром в межах 0,5 – 0,0002 мм, в яких рідина знаходиться під дією молекулярних сил притягання як між частинками рідини, так і між останніми та стінками пор; для переміщення рідини по них необхідно зусилля, яке значно перевищує силу ваги, тобто рух рідини не підлягає законам гідростатики і відбувається під дією особливих сил, серед яких поверхневий натяг рідини відіграє найголовнішу роль.

КАПІЛЯРНІСТЬ, -ості, ж. * р. *капиллярность*; а. *capillarity*, н. *Kapillarität f* – явище зміни висоти рівня рідини в *капілярах*, що пов'язане із змочуванням поверхні мікропор і капілярів рідиною. Виявляється в русі рідини по них (підняття при змочуванні, відштовхування при незмочуванні) завдяки додатковим силам під криволинійним меніском. Висота *h* підняття змочувальної рідини в капілярі визначається формулою:

$$h = \frac{2\sigma \cos \theta}{r\rho g},$$

де σ – коефіцієнт поверхневого натягу рідини; θ – крайовий кут змочування; r – радіус трубки;

ρ – густина рідини; g – прискорення вільного падіння.

Рідина в капілярі піднімається або опускається на таку висоту *h*, при якій тиск стовпа рідини (гідростатичний тиск) ρgh зрівноважується надлишковим, капілярним тиском $p_r = 2\sigma \cos \frac{\theta}{r}$. У

відповідності до того, що змочуюча рідина по капіляру піднімається, а незмочувальна – опускається, тобто при $\theta < \pi/2$ ($\cos \theta > 0$) отримуємо додатну значину *h*, а за $\theta > \pi/2$

($\cos \theta < 0$) – від'ємну. Висота підняття (опускання) рідини в капілярі обернено пропорційна його радіусу. В тонких *капілярах* рідина піднімається досить високо. Так, при повному змочуванні ($\theta = 0$) вода ($\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, $\sigma = 0,073 \text{ Н/м}$) в *капілярі* діаметром 10 мкм піднімається на висоту $h \approx 3\text{м}$.

КАРБИДИ, -ів, мн. * р. *карбиды*, а. *carbide, carbonide*; н. *Karbide n pl* – сполуки *вуглецю* з *металами* й неметалами (напр., карбід заліза, карбід кальцію). Тверді речовини, нерозчинні без руйнування в жодному з розчинників. Застосовують у виробництві металокерамічних і вилитих твердих сплавів для металообробки, *буріння гірських порід* тощо.

КАРБИНИ, -ів, мн. * р. *карбины*, а. *carbines*, н. *Karbine n pl* – кристалічна модифікація *вуглецю*. К. – електронейтральні сполуки одновалентного атома *вуглецю* з вільною електронною парою та неспареним *електроном*.

КАРБОКСИЛ, -у, ч. * р. *карбоксил*, а. *carboxyl*, н. *Karboxylgruppe f* – одновалентна група COOH, яка є *функційною групою* органічних кислот, зокрема карбонових. Інша назва - *к а р б о к с и л ь н а г р у п а*. Виявляє кислотні властивості. Для якісної ідентифікації К. можуть бути використані методи ІЧ-, УФ-спектроскопії та ЯМР. Для кількісного визначення застосовують *титрування* розчином *лугу* у воді і неводних середовищах.

КАРБОНАДО, * р. *карбонадо*, а. *black carbon, black diamond*; н. *schwarzer Diamant m, Karbonado m* – тонкозернистий, іноді поруватий різновид *алмазу*, що являє собою пористий мікро- або прихованокристалічний *агрегат* ясно-сірого або чорного кольору, що складається із зерен і *кристалів* октаедричного, рідше кубічного *габітусу*. Деякі К. мають підвищену в порівнянні з *алмазом* твердість. Розмір від 0,5 до 50,0 мкм. *Жовна* К. мають розмір від горошини до каменів в 700-800 кар; в Бразилії знайдений К. в 3087 кар. К. зустрічається в парагенетичній *асоціації* з *мінералами* метаморфіч. г.п.: *дистеном*, *корундом*, *ставролітом*, *рутилом*, *цирконом* і інш. К. містить числ. дрібні (0,5-220 мкм) мінеральні *включення*, які при *вилуговуванні* створюють пористу структуру *агрегатів*. Серед них встановлені *графіт*, *халцедон*, *кварц*, *монацит*, *рутил*, *ортоклаз*, *сEMATIT*, *ільменіт*, *циркон*, *каолініт* та інш. На відміну від *алмазу*, К. має, можливо, некімберлітовий *генезис*, що підтверджується близьким до кислих вивержених г.п. співвідношенням в К. *ізотопів* $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ та характером *мінералів-домішок*. Гол. род. К. зосереджені в Бразилії (*розсипи* Баїя, Мінас-Жерайса, Парані та інш. штатів), а також у Венесуелі, Гані, Уганді, Австралії. Застосовується К. як техн. *алмаз*.

КАРБОНАТИ, -ів, мн. * р. *карбонаты*, а. *carbonates*, н. *Karbonate n pl* – солі й ефіри вугільної

кислоти (напр., сода, *поташ*). Розрізняють нормальні (середні) *солі* з аніоном CO_3^{2-} (напр., K_2CO_3) та кислі (гідрокарбонати) з аніоном HCO_3^- (напр. KHCO_3). У воді розчинні нормальні солі лужних металів, амонію й талію і майже всі *гідрокарбонати*. К. можна поділити на штучні (одержувані в технологічних процесах) та природні. Поширені природні К. *мінерали кальцит* і *доломіт*. За походженням більшість природних К. є продуктами *вивітрювання* і *седиментації*. Значна частина їх виникає також при ендегенних процесах у гідротермальних *жилах*. Застосовують К. у будівництві, хімічній промисловості, в оптиці тощо. Див. *карбонати природні*.

КАРБОНАТИ ПРИРОДНІ, -ів, -их, *мн.* * *р.* *карбонаты естественные*, *а.* *natural carbonates*, *н.* *natürliche Karbonate* *n pl* – клас *мінералів, солей* вугільної кислоти H_2CO_3 . Відомо бл. 120 К.п. Виділяють: *бікарбонати* - кислі солі, *гідрокарбонати* - основні *солі*, безводні і водні нормальні К.п., складні К.п. Особливе місце серед К.п. займають ураніл-карбонати. У К.п. найбільш поширеними є *катиони* Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Fe^{2+} . Рідше зустрічаються *карбонати* Ba, Sr, Mn, Pb, Zn, Cu. *Катиони* Na^+ , K^+ , а також $(\text{NH}_4)^+$ частіше утворюють бікарбонати або подвійні солі. Відомий ряд фторокарбонатів. Для К.п. характерні числ. ізоморфні ряди в осн. обмеженої змішаності. Безперервний *ізоморфізм* виявляють пари Fe^{2+} - Mn^{2+} і Mg^{2+} - Fe^{2+} . Більша частина К.п. кристалізується в моноклінній і ромбічній, рідше - в тригональній, гексагональній та ін. *сингоніях*. Поширене явище *поліморфізму*. Найчастіше зустрічаються К.п., що кристалізуються в структурі *кальциту* (*магнезит*, *родохрозит*, *сидерит*, *доломіт*, *смітсоніт*) або *арагоніту* (*стронціаніт*, *вітерит*, *церусит*). Важлива діагностична ознака К.п. - розчинність в HCl. К.п. - характерні жильні *мінерали* гідротермальних середньо- і низькотемпературних *родовищ* (свинцевоцинкових, бляклорудних, арсенідних та ін.). Багато К.п. мають метасоматичну природу, утворюються у ході повторних процесів *карбонатизації*, що супроводжують ряд рудних процесів. При цьому утворюються специфічні навколорудні породи (*лиственіти*, *березити* тощо). К.п. - звичайні *мінерали кір вивітрювання*. Див. також ст. *карбонатні породи*.

КАРБОНАТИЗАЦІЯ, -ії, *ж.* * *р.* *карбонатизация*, *а.* *carbonatization*, *н.* *Karbonatisierung* *f* – процес зміни *гірських порід*, що зумовлює утворення *карбонатів кальцію, магнію, заліза* та інших металів.

КАРБОНІЛЬНА ГРУПА, -ої, -и, *ж.* * *р.* *карбонильная группа*, *а.* *carbonyl group*, *н.* *Karbonylgruppe* *f* – група $>\text{C}=\text{O}$, яка є складовою частиною альдегідів, кетонів, хітонів, кислот. К.г. є електроакцепторним замісником. Виявляє слабкі основні властивості. Ідентифікується ІЧ-, УФ-спектроскопією та ЯМР.

КАТАЛИЗАТОРИ, -ів, *мн.* * *р.* *катализаторы*, *а.* *catalysts*, *н.* *Katalysatoren*, *Kontaktkatalysatoren*, *Kontakt(stoffe)* *m pl* – *речовини*, що змінюють швидкість хімічної реакції (найчастіше знижуючи її енергію *активації*), а самі залишаються хімічно й кількісно незмінними. На молекулярному рівні К. вступають в реакцію в одних елементарних актах і відновлюються в інших. На практиці К. зазнають змін внаслідок побічних процесів. Основними характеристиками К. є каталітична активність та селективність.

КАТІОНИ, -ів, *мн.* * *р.* *катионы*, *а.* *cations*, *н.* *Kationen* *n pl* – позитивно заряджені *йони*, які під час *електролізу* рухаються до *катода*.

КАТОД, -а, *ч.* * *р.* *катод*, *а.* *cathode*, *н.* *Kathode* *f*, *Katode* *f* – 1) Негативний полюс джерела струму. 2) *Електрод* приладу, з'єднаний з негативним полюсом джерела струму.

КАТОДНИЙ ЗАХИСТ, -ого, -у, *ч.* * *р.* *катодная защита*; *а.* *cathodic protection*; *н.* *Kathodenschutz* *m* – метод електрохімічного захисту металевих споруд від морської і підземної *корозії*, оснований на катодній поляризації металу, яка здійснюється зовнішнім джерелом струму. К. з. приєднання металокопункції до негативного полюса зовнішнього джерела постійного струму або до металу з більш негативним потенціалом (анодний *протектор*), що дає змогу перетворити металокопункцію в *катод* і тим самим захистити *метал* від корозійного руйнування. Коли К.з. здійснюється за допомогою джерела постійного зовнішнього струму, то як допоміжний *електрод* (*анод*) використовують нерозчинні матеріали (*графіт*, *вугілля*) або нерозчинний брутх (*рейки*, труби тощо). Як *протектор* використовуюється *магній*, *цинк* та ін.

КАУСТОБИОЛІТИ, -ів, *мн.* * *р.* *каустобиолиты*, *а.* *caustobiolithes*, *н.* *Kaustobiolithe* *m pl* – горючі вкопні *гірські породи* органічного походження (*вугілля*, горючі *сланці*, *нафта*, *торф*, *озокерит* тощо). Термін К. запропонований в 1888 Г. Потоньє. За походженням К. поділяють на 3 групи: *сапропеліти* (виникли внаслідок поховання на дні водоймищ нижчих організмів, в осн. планктонних водоростей - *горючі сланці*, *вугілля* типу *богхед*), *гуміти* (утворилися із залишків вищих, перев. болотяних, рослин - *вугілля буре* та кам'яне); ліптобіоліти (*вугілля*, збагачене найбільш стійкими компонентами рослинної речовини – смолами, воском, кутикулою і інш.). Зустрічаються змішані типи К. - сапрогуміти, ліптосапропеліти (*кеннель*) і інш. Більшість сучасних геологів поділяють К. за умовами утворення на 2 групи: К. вугільного ряду та К. нафтового ряду.

КВАЗІСТАЦІОНАРНИЙ ПРОЦЕС, -ого, -у, *ч.* * *р.* *квазистационарный процесс*, *а.* *quasi-stationary process*, *н.* *quasistationärer Prozeß* *m* – процес, швидкість поширення якого в обмеженій системі така велика, що за час, який потрібен для поширення процесу в межах усієї системи, стан її помітно змінитися не встигає.

КВАЛІМЕТРІЯ, *р.* *квалиметрия*, *а.* *qualimetry*, *н.* *Qualimetrie* *f* – Галузь науки, яка вивчає та реалізує методи і засоби кількісної оцінки якості продукції.

КВАНТ, -а, ч. * р. *квант*, а. *quantum*, н. *Quant* n – загальна назва певних порцій променистої енергії, моменту кількості руху та інших величин, якими характеризують фізичні властивості мікросистем. Розрізняють К. дії та К. енергії. К. дії - стала Планка h , яка вимірюється в Дж·с. К. енергії - доза енергії, яку може поглинати або випромінювати мікросистема, переходячи з одного стану в інший. К. енергії пропорційний частоті ν фотона, який поглинається або випромінюється системою: $\mathcal{E} = h\nu$.

КВАНТУВАННЯ, -..., с. * р. *квантование*, а. *quantigation*, н. *Quantisierung* f, *Quantelung* f – дія, перетворення якоїсь величини з неперервною шкалою значень на величину з дискретною шкалою значень (напр., К. енергії частинок, К. сигналів). Напр., операція перетворення сигналу, при якій здійснюється його дискретизація за рівнем чи за часом або водночас і за рівнем, і за часом.

КВАРКИ, -ів, мн. * р. *кварки*, а. *quarks*, н. *Quarks* n pl – теоретично припустимі фундаментальні елементарні частинки, з яких, за сучасними уявленнями, побудовано елементарні частинки, зокрема адрони (протони, нейтрони та інш.). У вільному стані не спостерігалися. Побічно експериментально виявлені 6 типів (ароматів) К. (кварки u, d, s, c, b, t) – див. табл.

Кварки мають спин $1/2\hbar$, дробний електричний заряд. Кожен кварк має також один з трьох кольорів. Відповідно є набір з 6 антикварків.

Кварк	Назва	Маса	Заряд
u	Up (Верхній)	від 1.5 до 5 MeV	2/3
d	Down (Нижній)	від 3 до 9 MeV	-1/3
s	Strange (Дивний)	від 60 до 170 MeV	-1/3
c	Charm (Зачарований)	від 1.1 до 1.4 GeV	2/3
b	Bottom (Красивий)	від 4.1 до 4.4 GeV	-1/3
t	Top (Початковий або Справжній)	від 168 до 178 GeV	2/3

КВАРТУВАННЯ, -..., с. * р. *квартование*, а. *quartering, quartation, coning*; н. *Quartscheidung* f, *Quartieren* n *der Probe* f – стандартний спосіб скорочення маси проби сипкого матеріалу для подальшого дослідження послідовними поділами проб на чотири приблизно однакові за масою та речовинним складом частини.

КЕК, -у, ч. * р. *кек*, а. *cake, filter cake*; н. *Filterkuchen* m, *Filterrückstand* m, *Preßkuchen* m – шар твердих частинок, що залишається на фільтруючій поверхні після фільтрації суспензій, або нерозчинний залишок, який одержують після вилуговування цінних компонентів з руди або проміжного продукту.

КЕННЕЛЬ, -ю, ч. * р. *кеннель*, а. *cannel coal*, н. *Kännelkohle* f – різновид вугілья вихопного групи сапропелітів, який складається з геліфікованої сапропелевої маси з великою кількістю (до 25%) рівномірно і пошарово розташованих мікроспор у підпорядкованій кількості - водорості, фрагменти кутикул і дрібні залишки вищих рослин. Колір чорний, сіруватий або бурий з жирним блиском. В елементному складі підвищений вміст (6-9%) водню. К. залягає у вигляді прошарків та лінз у пластах гумусового вугілья.

КЕРОГЕН, -у, ч. * р. *кероген*, а. *kerogen*, н. *Kerogen-Gestein* n – геохімічно перетворений залишок органічної речовини, органічна частина горючих сланців. У земній корі знаходиться біля 650 трлн т К. горючих сланців, тоді як запаси нафти становлять лише 2 трлн т. К. - частина розсіяної органічної речовини осадових гірських порід (низьких стадій перетворення), нерозчинна в органічних розчинниках. К. являє собою асоціацію різномірних детритних і тонкодисперсних органіч. залишків, перетворених г.ч. в анаеробних умовах. Вміст К. в горючих сланцях до 60%, переважно 15-35%. Елементний склад К. в зоні катагенезу (%): сапропелевого типу - С 64-93; Н 6-10; О 0-25; N 0.1-4.0; S 0-8; гумусово-сапропелевого типу С 64-96; Н 1-5; О 3-25; N 0.1-2.0; S 0.1-3.0. При метаморфізмі збільшується частка С і зменшується частка Н і гетероелементів. Структуру К. представляють макромолекули, які складені конденсованими карбоциклічними ядрами, з'єднаними гетероатомними зв'язками або аліфатичними ланцюжками.

КИПЛЯЧИЙ ШАР, -ого, -у, ч. * р. *кипящий слой*, а. *fluidized bed*, н. *Wirbelschicht* f, *Wirbelbett* n, *Flieβbett* n *Wirbelsinterbett* n – дво- або трифазна система, яка створюється приведенням до завислого стану частинки твердої фази шляхом динамічного впливу на них висхідним потоком рідини або газу (повітря). К.ш. використовується як однорідне об'єднане середовище для розділення (збагачення, класифікації) мінеральної маси, а також для забезпечення інтенсивного тепло-масообміну в сушарках киплячого шару.

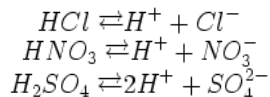
КИП'ЯЧКА, -и, ж. – староукраїнська назва нафти. Зустрічається в документах XVI ст.

КИСЕНЬ (ОКСИГЕН), -ю, ч. (-у, ч.) * р. *кислород*, а. *oxygen*, н. *Sauerstoff* m – хімічний елемент, символ О, ат. н. 8; ат. м. 15,9994. Газ без запаху і смаку. Утворює сполуки з усіма елементами, крім гелію, аргону та неону. При 90,18 К конденсується в бідо-голубу рідину, при 54,36 К твердне. Густина рідкого К. 1,142; $t_{\text{плав}} -218,7$ °С, $t_{\text{кип}} -192,98$ °С. З деякими металами утворює пероксиди Me_2O_2 , надпероксиди MeO_2 , озоніди MeO_3 , з горючими газами - вибухові суміші. К. займає 3-є місце після водню і гелію за поширеністю у Всесвіті. Найпоширеніший хім. елемент на Землі - 47% маси земної кори, 85,7% маси гідросфери, 23,15% маси атмосфери, 79% і 65% маси рослин і тварин

відповідно. За об'ємом К. займає 92% об'єму земної кори. Відомо біля 1400 *мінералів*, які містять К., головні з них - *кварц, польові шпати, слюда*, глинисті *мінерали, карбонати*. Понад 99,9% К. Землі знаходиться у зв'язаному стані. К. - гол. чинник, який регулює розподіл *елементів* у планетарному масштабі. *Вміст* його з глибиною закономірно меншає. К-ть К. в *магматичних породах* змінюється від 49% в кислих *ефузивах* і *гранітах* до 38-42% в *дунітах* і *кімберлітах*. *Вміст* К. в *метаморфічних породах* відповідає глибині їх формування: від 44% в *еклогітах* до 48% в *кристалічних сланцях*. Максимум К. - в осадових *породах* 49-51%. Виключну роль в геохім. процесах відіграє вільний К., значення якого визначається його високою хім. активністю, великою міграц. здатністю і постійним, відносно високим *вмістом* у біосфері, де він не тільки витрачається, але і відтворюється. Вважають, що вільний К. з'явився у *протерозої* внаслідок *фотосинтезу*. У гіпергенних процесах К. - один з осн. *агентів*, він окиснює *сірководень* і нижчі *оксиди*. К. визначає поведінку багатьох *елементів*: підвищує міграц. здатність халькофілів, окиснюючи *сульфіди* до рухливих *сульфатів*, знижує рухливість *заліза* і *марганцю*, осаджуючи їх у вигляді гідроксидів і зумовлюючи цим їх розділення. У водах *океану* вміст К. змінюється: літом океан віддає *кисень* в атмосферу, взимку поглинає його. Полярні регіони збагачені *киснем*. Важливе геохім. значення мають сполуки К., зокрема *вода*. Осн. пром. метод отримання К. - розділення повітря методом глибокого охолодження. Як побічний продукт К. отримують при електролізі води. Розроблений спосіб отримання К. методом вибіркової *дифузії* газів через молекул. сита. Газ К. застосовується в *металургії* для інтенсифікації доменних і сталеплавильних процесів, при виплавці кольорових металів у шахтних печах, *бесемеруванні* штейнів та ін. (понад 60% споживаного К.); як окисник у баг. хім. виробництвах; в техніці - при зварюванні і різанні *металів*; при підземній газифікації вугілля тощо; озон - при стерилізації питної води і дезинфекції приміщень. Рідкий К. використовують як окисник для деяких різновидів ракетних палив.

КИСЛОТА, р. *кислота*, а. *acid*, н. *Säuren* - сполука, яка при розчиненні в іонізуючому розчиннику (воді), вивільняє іони водню (H^+ , або протони). У сучасній хімії кислоти означаються як речовини, що є донорами протонів і приймають електрони для утворення іонних зв'язків. Кислоти вступають у реакції з основами, утворюючи солі, а також діють як розчинники. Сильні кислоти корозійні, розбавлені кислоти мають кислий або гострий смак, хоча в деяких органічних кислотах цей смак частково схований за іншими смаковими характеристиками.

Кислотами називаються електроліти, які у водному розчині дисоціюють з утворенням лише одного типу катіонів — водню H^+ . Наприклад:



Атоми водню, що входять до складу молекул кислот і можуть відщеплюватись від молекул кислот при їх дисоціації у вигляді катіонів водню H^+ , називаються кислотними атомами водню. Кислотні атоми водню в молекулах кислот можуть заміщатися атомами металів (або металоподібних груп, як NH_4) з утворенням солей.

Атоми або групи атомів, що сполучені з кислотними атомами водню в молекулах кислот, називаються кислотними залишками. Так, атом хлору в хлоридній кислоті (точніше аніон хлору Cl^-) називається кислотним залишком хлоридної кислоти, група атомів NO_3 в нітратній кислоті (точніше аніон NO_3^-) є кислотним залишком нітратної кислоти, а група атомів SO_4 в сульфатній кислоті (точніше аніон SO_4^{2-}) — кислотним залишком сульфатної кислоти.

КИСНЕВИЙ БАЛАНС, -ого, -у, ч. * р. *кислородный баланс*, а. *oxygen balance*, н. *Sauerstoffbilanz* f – у вибуховій справі – співвідношення між вмістом *кисню* у складі *вибухової речовини* та його кількістю, необхідною для повного *окиснення* горючих компонентів до їх вищих *оксидів* у процесі вибухового перетворення. К.б. промислових ВР є важливою характеристикою, яка визначає *склад отруйних газів*, що утворюються під час *вибуху*. Розрізняють позитивний, негативний та нульовий К.б. При *вибуху* ВР з позитивним К.б. (надлишком *кисню*) виділяються токсичні оксиди *азоту*, з браком *кисню* оксид *вуглецю* і *вуглець*. Тому для підземних робіт допускають пром. ВР з нульовим або близьким до нуля К.б. Для ВР, які застосовуються на відкритих *вибухових роботах*, значення К.б. є менш суттєвим.

КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. * р. *количественный анализ*, а. *quantitative analysis*, н. *quantitative Analyse* f – визначення *вмісту* або кількісних співвідношень елементів, *функційних груп, сполук* або *фаз* у об'єкті, що аналізується (зразку речовини). К.а. розділяють на елементний, молекулярний, функціональний і фазовий. У залежності від кількості *речовини*, що аналізується, техніку виконання аналізу поділяють на макро- ($>10^{-1}$ г), напівмікро- (10^{-2} - 10^{-1} г), мікро- (10^{-3} - 10^{-2} г), ультрамікро- (10^{-6} г) і субмікро- (10^{-9} г) *аналіз*. Відносна *похибка* хім. методів звичайно становить 0,05-0,2%, фізико-хімічних і фізичних 0,01-50%, К.а. використовується для встановлення складу руд, *мінералів* і для контролювання *технологічних процесів*. Тенденція розвитку К.а. - інструменталізація, *автоматизація*, комп'ютеризація.

КІНЕМАТИКА, -и, ж. * р. *kinematika*, а. *kinematics*, н. *Kinematik f*, *Bewegungslehre f* – 1) Розділ механіки, в якому вивчають залежність механічного руху тіл лише від часу, не беручи до уваги маси тіл та дії на них сил. 2) Частина розділу *гідромеханіки*, що називається динамікою *рідин* (*гідродинамікою*), в якій вивчається рух *рідини* без урахування сил, які визначають цей рух.

КІНЕТИКА, -и, ж. * р. *кинетика*, а. *kinetics*, н. *Kinetik f* – 1) В широкому розумінні – вчення, в якому досліджуються явища, що змінюються з часом. 2) Розділ теоретичної механіки, що об'єднує *статику* й *динаміку*. 3) Вчення про загальні закони перебігу хімічних реакцій у часі.

КІНЕТИЧНИЙ, -ого. * р. *кинетический*, а. *kinetic*, н. *kinetisch* – пов'язаний з рухом; к - а т е о р і я г а з і в - теорія, яка пояснює явища в *газах* як наслідок безладного руху газових *молекул*, що безперервно стикаються між собою; к - а е н е р г і я - *енергія* тіла, що рухається, енергія руху, на відміну від потенціальної *енергії* – *енергії*, зумовленої взаємним розміщенням тіл.

КІР, кору, ч. * р. *кир*, а. *breca*, *kir*, н. *Kir*, *Kir-Ablagerungen f pl* – назва групи природних *бітумів* (*мальти*, *асфальти*, *асфальтити*), що утворюються в результаті *вивітрювання* в зоні виходів легких метанових і нафтових *нафт*. В залежності від складу і глибини *вивітрювання* нафт *колір* К. змінюється від темно-коричневого до чорного. *Густина* 0,96-1,2. Розчинний в органіч. розчинниках. *Склад* (%): С 75-86; Н 8-12; N+S+O 2-11; *масел* 25-65, *смол* і *асфальтенив* до 80. К. просочує проникні *пласти* (закірування), утворює покривала біля нафт. виходів і «капельюхи», пов'язані з грязьовими *сальзами* і *грязьовими вулканами*.

КЛАРЕН, -у, ч. * р. *кларен*, а. *clarain*, н. *Halbglanzkohle f*, *Clarit m* – літогенетичний тип (*літотип*) вкопного *вугілля*, блискучий *інгредієнт*, що макроскопічно розрізняється. У неоднорідному *вугіллі* утворює смуги різної товщини, іноді складає суцільні пласти *вугілля*. Тріщинуватий, крихкий. *Колір* К. чорний, *злам* нерівний, *текстура* смугаста. За фіз. і хім. властивостями при однаковому ступені *вуглефікації* наближається до *вітрену*. У складі К. переважають (понад 75%) геліфіковані мікрокомпоненти групи *вітриніту* при зниженому *вмісті* ліпоїдних (групи *лейптиніту*) і фюзенізованих (групи *інтертиніту*) мікрокомпонентів.

КЛАРИТ, -у, ч. * р. *кларит*, а. *clarite*, н. *Clarit m* – бімацеральний *мікролітотип*, що містить мінімум 95 % *мацералів* групи *вітриніту* і *ліптиніту*, кожний з яких повинен бути представлений як мінімум 5% (за об'ємом). Термін введений Р. Потонье (1924 р.). З 1955 р. за рішенням Міжнародного комітету з *петрології вугілля* і органічної речовини (МКПВОР) термін застосовується для позначення *мікролітотипа*, що складається, в основному, з *мацералів* групи *вітриніту* і *ліптиніту*.

Співвідношення *мацералів* обох мацеральних груп, згаданих вище, можуть варіювати, наприклад, *кларит_v* і *кларит_t* означають кларени, багаті відповідно вітринітовими або ліптинітовими *мацералами*. Їх вітритова основна маса часто складається з колодетриніту. Відмінність можна встановити тільки по присутності спеціального ліптинітового *мацерала*, наприклад, кутиклариту, резиноклариту і т.д. В залежності від типу спор, присутніх в клариті, розрізняють тенюї- і крассикларит (Е.Штах і інш., 1982 р.). К. може містити *домішки*, в основному, *глинисті мінерали*, *пірит* і *карбонати*.

Густина К. варіює між 1,2 і 1,7 г/см³ в залежності від ступеня *вуглефікації вугілля* і змінюється зворотно пропорційно *вмісту ліптиніту*. Міцність варіює від 26 до 85 кг/мм². Звичайно міцність вища, ніж у *вітрити*, але ця відмінність меншає із збільшенням ступеня *вуглефікації*.

Елементарний склад К. варіює між складом *вітриніту* і *ліптиніту*. К. характеризується високим *вмістом екстрактивної* і легкої речовини. Ці характеристики залежать від співвідношення *мацералів* обох мацеральних груп і *вуглефікованості* речовини.

К. формується в різних середовищах. Вугільні *пласти* з високим *вмістом клариту_v* є типовим продуктом вологих деревних торфовищ (Діссель, 1992 р.). Резинокларит утворюється з деревини, багатої на смолу і, імовірно, сформувався в лісових болотах (Лігуа і Дубінже, 1991 р.). Алгокларит вказує на озеро а водоймища, в яких збиралися гумусові і ліптинічні детрити (Діссель, 1992 р.). Наявність різновидів спор в спороклариті свідчить про навколишнє середовище (Шміт, 1968 р.; Штрехло, 1990 р.). *Кларит*, багатий кутикулами, може формуватися, в основному, в дрібних водоймищах незабаром після відділення від рослин-батьків і без особливого транспортування (Теймюллер, 1962 р.). Оскільки мезофілова тканина листя розкладається швидше, ніж кутикули, останні ущільнюються (Діссель, 1992 р.).

Кларит є основним компонентом літотипу кларена. Він поширений і типовий для *вугілля середньої стадії вуглефікації*, особливо *вугілля кам'яновугільного періоду* і деякого *вугілля еоцену-олігоцену* в північній півкулі. К. з високим *вмістом щільно упакованих кутикул* утворює «паперове вугілля» (Діссель, 1992 р.).

Вміст у клариті ліптиніту обумовлює тенденцію до меншого розтріскування, ніж у випадку *вітрити*, і до більшої міцності. Від *вмісту ліптиніту* також залежать крупність і характеристики дроблення *клариту*. К. має тенденцію до концентрації в *гранули* крупністю > 1 мм.

Технологічні характеристики. У коксівному *вугіллі кларит* суттєво підвищує спіклівість. Вихід побічних продуктів (наприклад, *газів*) змінюється із *вмістом ліптиніту*. К. співвідносять з пористими напівкоксами крассисферами і тенюїсферами (Розенберг і інш., 1996 р.), що отримуються при спаленні. У *вугіллі середнього ступеня вуглефікації* К. повністю гідрогенізується. Це пов'язано з високим *вмістом водню* який входить до складу ліптинітових *мацералів*. К. не виявляє тенденції до пилотворення завдяки своїй міцності.

Походження слова: clagus (лат.) – ясний, яскравий. Синоніми: напівпрозорий аттрит.

КЛАС КРУПНОСТІ, -у, -і, ч. * р. *класс крупности*, а. *size grade*, н. *Kornklasse f*, *Größenklasse f* – сукупність частинок *мінералу*, обмежених верхнім та нижнім граничними розмірами. Розділення на К.к. провадиться для роздільного *збагачення* (підготовча *класифікація*) або використання кожного К.к. окремо (розсортування). Визначається двома лінійними величинами, що означають розмір

отвору сита: менший - через який не проходить жодна частинка даного матеріалу, більший - через який проходять найкрупніші частинки (шматки, грудки, зерна) матеріалу.

КЛАС ТОЧНОСТІ, -у, -і, ч. * р. *класс точности*, а. *accuracy rating, accuracy class*; н. *Genauigkeitsklasse, Meßgenauigkeitsklasse f, Toleranzgruppe f, Präzisionsklasse f, Genauigkeitsklasse f* – узагальнена характеристика засобу вимірювальної техніки, що визначається границями його допустимих основної і додаткових похибок, а також іншими характеристиками, що впливають на його точність, значення яких регламентуються.

КЛАСИФІКАЦІЯ, -ії, ж. * р. *классификация*, а. *classifying, sizing*, н. *Sortieren n, Sichten n, Klassieren n, Klassierung f* – процес розділення (*сепарації*) подрібнених матеріалів у рідинному або повітряному середовищі на основі відмінності в швидкостях падіння (осідання) частинок різного розміру, форми і густини. Мета - отримання продуктів різного *гранулометричного складу* і густини. К. застосовують у *гірничій промисловості*, переважно при збагаченні руд чорних і кольорових металів, вугілля і т.п. для забезпечення оптим. крупності продуктів при подальшій обробці, в т.ч. перед *гравітац. збагаченням* і *флотацією*. *Крупність* частинок, що розділяються, як правило, становить 1 мм - 40 мкм. Матеріал крупніший 3 мм (при збагаченні вугілля *крупністю* до 13 мм) класифікується рідко. За технол. призначенням К. розділяють на: с а м о с т і й н у (остаточну) для відділення грубозернистого матеріалу від мулистих і глинистих частинок, отримання готових продуктів, сортність яких визначається *крупністю*; п і д г о т о в ч у - для розділення тонкозернистих матеріалів на окр. *класи крупності* перед їх збагаченням гравітац. або флотац. процесами. При *подрібненні* виділяють К.: п о п е р е д н ю - відділення великих частинок для подальшого їх *подрібнення*; к о н т р о л ь н у, або п е р е в і р о ч н у - виділення великих частинок (*пісків*) з подрібненого матеріалу для подальшого їх доподрібнення в замкненому циклі; с у м і щ е н у - попередню і контрольну (перевірочну), коли обидві операції об'єднані в одну при *подрібненні* в замкненому циклі. У залежності від середовища, в якому відбувається розділення частинок, розрізняють м о к р у (гідравлічну) і с у х у (пневматичну) К. За принципом розділення виділяють К. г р а в і т а ц і й н у (з розділенням частинок у полі сили тяжіння) і в і д ц е н т р о в у (з розділенням в полі відцентрової сили). Розрізняють також К. с и т о в у (грохочення) та б е з с и т о в у. Теорія К. базується на вивченні і кількісному описі переміщення частинок в рідкому або повітряному середовищі, зокрема для дрібних частинок на основі *закону Стокса*. Ефективність К. залежить від розподілу рідкої фази по продуктах К., нерівномірності швидкостей потоку і його *турбулентності* по перетину *класифікатора*, форми і густини частинок, а також конструктивних параметрів *класифікаторів*. Утруднення К. виникають зі зменшенням розміру частинок. Дуже тонкі (менше 10 мкм) частинки сильніше злипаються одна з одною - коагулюють або флокулюють. Для чіткого розділення тонких частинок необхідно їх роз'єднати, *пелтизувати* додаванням *реагентів*, що запобігають злипанню тонких частинок.

КЛАСИФІКАЦІЯ ВУГІЛЛЯ -ії, -..., ж. * р. *классификация углей*, а. *coals classification*, н. *Kohlenklassifikation f* – здійснюється за генетичними і технологічними параметрами, крупністю, збагачуваністю, петрографічним складом тощо. Розрізняють генетичні, хіміко-технологічні, промислові та змішані К.в.

Промислова К.в. передбачає розподіл *вугілля* на різні *марки* та групи в залежності від їх фізико-хімічних властивостей і можливості використання для технологічної або енергетичної мети. Основними класифікаційними параметрами прийнято: вихід *летких речовин* на беззолну масу V^{daf} , %; товщину пластичного шару Y (мм); загальну *вологість* W^t , %. Крім того, до класифікаційних параметрів відносять об'ємний вихід *летких речовин* на беззолну масу $V'_{об}$ (м³/кг); питому *теплоту згорання* Q_s^{daf} (кДж/кг); *індекс Рога* (RI), вихід первинної смоли $T_{ск}^{daf}$. Промислова К.в. України регламентується державним стандартом ДСТУ 3472-96 (Див. *вугілля кам'яне*).

К.в. за крупністю передбачає розділення *вугілля* на класи *крупності*: плитний (*антрацит*) П — 100...300 мм; крупний К — 50...100 мм; *горіх* О — 25...50 мм; дрібний М — 13...25 мм; насіння С — 6...13 мм; *штиб* Ш — менше 6 мм; рядове *вугілля* — 0...200 мм для підземних та 0...300 мм. для відкритих робіт.

К.в. за їх збагачуваністю регламентується ГОСТ 10100-84. Показник *збагачуваності* T являє собою відношення сумарного виходу проміжних *фракцій* (1400-1800 кг/м³ для *вугілля кам'яного* і 1800-2000 кг/м³ для *антрацитів*) до виходу безпородної маси:

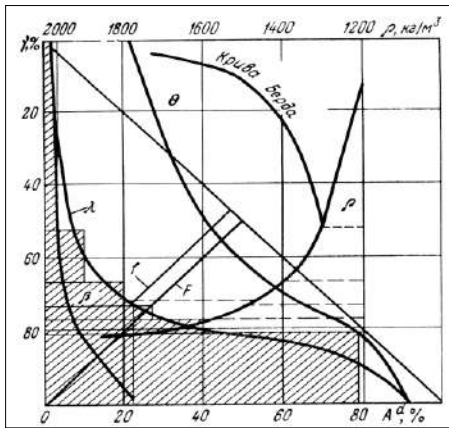
$$T = 100 \gamma_{пр} / (100 - \gamma_n),$$

де $\gamma_{пр}$ – *вміст* проміжних *фракцій* у %; γ_n – *вміст* породних *фракцій* (*густиною* понад 1800 кг/м³ для *вугілля кам'яного* і понад 2000 кг/м³ - для *антрацитів*).

В залежності від значення T *вугілля кам'яне* та *антрацити* відносять до наступних *категорій* збагачення:

T , %	Категорія збагачуваності	Ступінь збагачуваності
До 4 (5) включно	1	Легка
4 (5)-10	2	Середня
10-15(17)	3	Важка
Понад 15(17)	4	Дуже важка

Запропонована велика кількість графічних та аналітичних методів оцінки збагачуваності *вугілля*. Графічні методи оцінки збагачуваності базуються на використанні *збагачуваності кривих*, які будуються за результатами *фракційного аналізу*. Існує ряд способів оцінки *збагачуваності* вугілля



Криві збагачуваності: $\lambda(\gamma)$ - крива зольностей елементарних шарів, $\rho(\gamma)$ - крива густини; $\beta(\gamma)$ - крива середніх зольностей концентрату; $\theta(\gamma)$ - крива середніх зольностей відходів.

за кривими збагачуваності. Берд запропонував характеризувати збагачуваність вугілля вмістом матеріалу в певних границях вище і нижче заданої густини розділення. Границі відхилення від густини розділення прийняті рівними $\pm 100 \text{ кг/м}^3$, при цьому (без вільної породи). Крива Берда будується графічним або аналітичним шляхом за результатами фракційного аналізу.

Французькі дослідники запропонували використовувати як показник збагачуваності тангенс кута нахилу α кривої густин при відповідному вмісті суміжних фракцій (густиною $\pm 100 \text{ кг/м}^3$ від густини розділення). Напр., при вмісті суміжних фракцій 3 % $\text{tg } \alpha = 0,25$, що відповідає хорошій збагачуваності, а при вмісті цих фракцій 6 % $\text{tg } \alpha = 0,5$ - збагачуваність важка.

Г.І.Прейгерзон запропонував показник, аналогічний показнику Берда. Характеристика збагачуваності залежить від виходу матеріалу зольністю в межах ± 5 % від зольності шару на демаркаційній лінії. Вихід матеріалу визначається за кривою $\lambda(\gamma)$.

За Т.Г.Фоменко збагачуваність визначається коефіцієнтом збагачуваності K , який дорівнює відношенню величини прогину f кривої $\lambda(\gamma)$ до максимально можливого її значення F : $K = f / F$ (див. рис.). За С.І.Панченко категорія збагачуваності вугілля визначається відношенням теоретичного виходу концентрату густиною менше 1400 кг/м^3 до його зольності. Існують і інші методи оцінки збагачуваності вугілля: за Маєром, В.Топорковим, Л.Улицьким та ін.

Інститут УкрНДІвуглезбагачення запропонував формулу для визначення індексу збагачуваності T_z :

$$T_z = aA_L^d + b(100 - \gamma_L)^2$$

де A_L^d і γ_L - відповідно зольність та вихід легких фракцій, %; $\Delta\gamma / \Delta A^d$ - параметр, що характеризує ступінь вкрапленості та дисперсності мінеральних домішок у вугіллі. Значення параметрів a і b для вугілля різних басейнів наступні:

Басейн	a	b
Донецький:		
кам'яне вугілля	0,055	0,0011
антрацит	0,040	0,0016
Львівсько-Волинський	0,016	0,0002

В залежності від значення показника збагачуваності T_o приведена класифікація донецького вугілля, яка пов'язана з технологічним напрямком використання збагаченого вугілля:

Категорія збагачуваності	Значення індексу T_o	Отримувані концентрати
I	$0 < T_o \leq 1$	Чисті та надчисті
II	$1 < T_o \leq 2$	Для виробництва металургійного коксу
III	$2 < T_o \leq 3$	Те ж саме, при зменшеному виході
IV	$2 < T_o \leq 4$	Для використання у енергетичних цілях
V	$T_o > 4$	Продукти збагачення, які можна використовувати у енергетичних цілях та для комунально-побутових потреб

Міжнародна К.в. була прийнята у 1954 р. Комітетом по вугіллю Європейської економічної комісії ООН. Згідно цієї класифікації вугілля з вищою теплою згоряння вологої беззольної маси до 23826 кДж/кг належать до бурих, а вугілля з більшою теплою згоряння - до кам'яного і антрацитів. К.в. охоплювала вугілля кам'яне та антрацити і виконувалася по: виходу легких речовин на суху беззольну масу V^{daf} , теплоті згоряння Q_s^{daf} , спікливості та коксівності вугілля. У 1988 р. ця класифікація була відмінена. Європейська економічна комісія ООН затвердила нову систему міжнародної кодифікації вугілля середнього та високого рангів, тобто кам'яного вугілля та антрацитів. За цією класифікацією до бурого відносять вугілля з вищою теплою згоряння вологої беззольної маси до 24000 кДж/кг . Набір основних ознак, якими повинно характеризуватися вугілля, наведені в таблиці.

Крім зазначених показників система кодифікації передбачає можливість використання для характеристики вугілля і додаткових показників у відповідності з домовленістю постачальника і

покупця. В результаті вивчення *вугілля* складається сертифікат, який характеризує його *метаморфізм*, мацеральний склад та технологічні властивості.

№	Показники	Індекси	Номер цифр в кодї <i>вугілля</i>	Міжнародні стандарти для визначення показників
1	Середній показник відбиття <i>вітриніту</i>	R_o	1, 2	7404-1984
2	Характеристика рефлектограми	-	3	7404-1984
3	Мацеральний склад: -вміст інертиніту -вміст ліптиніту	I	4	7404-1984
		L	5	7404-1984
4	Індекс вільного спучування	SI	6	500-1984; 562-1984
5	Вихід <i>летких речовин</i> на сухе беззолне паливо	V^{dat}	7, 8	1170-1977
6	<i>Зольність</i> на суху масу	A^d	9, 10	1171-1984
7	Вміст <i>сірки</i> на суху масу	S_t^d	11, 12	334-1975
8	Вища <i>теплота згоряння</i> на суху беззолну масу	Q_6^{dat}	13, 14	1923-1976

Приклад сертифікату одного австралійського *вугілля*:

№	Показники	Індекси	Одиниці вимірювання	Значення показників	Код
1	Середній показник відбиття <i>вітриніту</i>	R_o	%	1,25	12
2	Характеристика рефлектограми: - середнє відхилення - кількість розривів	S		0,14	1
		-	шт.	-	
3	Мацеральний склад: - вміст інертиніту - вміст ліптиніту	I	%	51	5 1
		L	%	3	
4	Індекс вільного спучування	SI	Умовні одиниці	6,5	6
5	Вихід <i>летких речовин</i> на сухе беззолне паливо	V^{dat}	%	24,3	24
6	<i>Зольність</i> на суху масу	A^d	%	5,53	05
7	Вміст <i>сірки</i> на суху масу	S_t^d	%	0,42	04
8	Вища <i>теплота згоряння</i> на суху беззолну масу	Q_6^{dat}	МДж/кг	35,9	35

Код *вугілля*: 12151624050435. Якщо для характеристики *вугілля* використовуються додаткові показники, то вони також включаються у *сертифікат*, але не кодуються. Якщо дані за яким-небудь параметром не визначаються, або відсутні, то в кодї ставиться знак "x", в тому випадку, коли код мав складатися з однієї цифри, або "xx", якщо з двох цифр.

У додатку подається кодифікаційна таблиця та сертифікати *вугілля* різних марок з шахт Львівсько-Волинського та Донецького басейнів (за С.Д.Пожидаєвим).

К.в. за генетичними і технологічними параметрами – єдина система кодування бурого, кам'яного *вугілля* і *антрацитів*, що дає комплексну оцінку їх генетичних та технологічних характеристик. Була створена рядом НДІ України і Росії у 90-х роках ХХ ст. Параметри *класифікації*: г е н е т и ч н і - середній показник відбитної здатності *вітриніту* і сума фюзенованих компонентів, які відображають молекулярну *структуру, склад* і природні особливості *вугілля*; т е х н о л о г і ч н і - а) для бурого *вугілля*: максимальна *вологоємність* на беззолне паливо і вихід *смоли* напівкоксування на сухе беззолне паливо; б) для кам'яного *вугілля*: вихід *летких речовин* на беззолну масу, товщина пластичного шару і показник Рога; в) для *антрацитів*: об'ємний вихід *летких речовин* на беззолну масу і *анізотропія* відбитної здатності *вітриніту*. Ця *класифікація* не набула широкого використання в Україні.

Крім описаних існує *петрогенетична класифікація вугілля викопного*, хіміко-технологічні х-ки, змішані *класифікації* тощо. В.С.Білецький, В.І.Саранчук.

КЛАСИФІКАЦІЯ ВУГЛЕВОДНІВ НАФТ, -іі, ..., ж. * р. *классификация углеводородов нефтей*; а. oil hydrocarbons classification; н. Klassifikation f von Erdölkohlenwasserstoffen m pl – розподіл *вуглеводнів* нафти на дві групи: перетворені *вуглеводні*, реліктові *вуглеводні*. До реліктових *вуглеводнів* відносяться нормальні і ізопреноїдні алкани, циклічні ізопреноїди – стерани, тритерпани та ін. У свою чергу, реліктові *вуглеводні* нафти можна поділити на *вуглеводні ізопреноїдного* та *неізопреноїдного* типу. Група ізопреноїдних реліктових *вуглеводнів* у нафтах складається із значно більшого числа різних сполук, ніж група неізопреноїдних *вуглеводнів*. Реліктові *вуглеводні* неізопреноїдного типу представлені, в основному, аліфатичними сполуками, а ізопреноїдного типу – аліфатичними *вуглеводнями* з числом циклів у молекулі від одного до п'яти. Найважливішою властивістю реліктових *вуглеводнів* нафти є їх гомологічність. Виділяють гомологічні ряди 2-метилалканів, 3-метилалканів, 4-метилалканів, 1-метил-2-алкілциклогексанів, 1-метил-3-алкілциклогексанів тощо.

КЛАСИФІКАЦІЯ НАФТ, -іі, ..., ж. * р. *классификация нефтей*; а. petroleum (oil) classification; н. Erdölklassifikation f – у світі існують різні хімічні, генетичні, промислові та товарні *класифікації нафти*, які знайшли своє відображення у відповідних нормативних документах. В основу технологічної *класифікації нафти*

покладено вміст сірки в нафтах і світлих нафтопродуктах, вихід фракцій, що википають при температурах до 350 °С, потенційний вміст та індекс в'язкості базових масел і вміст парафіну. За вмістом загальної сірки нафти поділяють на три класи: I – малосірчисті (до 0,5%); II – сірчисті (0,51- 2,0 %); III – високосірчисті (понад 2,0 %). В залежності від виходу фракцій, що википають при температурах до 350 °С нафти поділяються на три типи: T₁ – не менше 45%; T₂ – (30-44,9%); T₃ – менше 30%. За сумарним вмістом дистильованих і залишкових масел – на чотири групи: M₁ – не менше 25% в перерахунку на нафту; M₂ – (15-25%) в перерахунку на нафту і не менше 45 % в перерахунку на мазут; M₃ – відповідно 15-25% і 30-45%; M₄ – менше 15% в перерахунку на нафту. За величиною індексу в'язкості масел є 2 підгрупи нафти: I₁ (>85) та I₂ (40-85), а за вмістом парафіну – три види: П₁ – не більше 1,5%; П₂ – (1,51-6,0%); П₃ – понад 6%. За вмістом смол і асфальтенів нафти поділяють на малосмолисту (до 10%), смолисту (10-20%) і високосмолисту (понад 20%). Залежно від густини при 20 °С нафти поділяють на три групи: 1 – легкі (до 850 кг/м³); 2 – середні (850-890 кг/м³); 3 – важкі (понад 890 кг/м³). Див. також класифікація нафт за вмістом сірки, парафіну і смол, класифікація нафт за В.Т.Малишеком, класифікація нафт за хімічним складом.

КЛАСИФІКАЦІЯ НАФТ ЗА ВМІСТОМ СІРКИ, ПАРАФІНУ І СМОЛ, -ії, -..., ж. * р. *классификация нефтей по содержанию серы, парафина и смол*; а. *oil classification*; н. *Erdölklassifikation f nach dem Schwefel-, Paraffin-, Harzgehalt* m – розподіляють нафти за кількістю сірки на три класи: малосірчисті (за вмісту сірки не більше 0,5%), сірчисті (0,5-2,0%) і високо сірчисті (за вмісту сірки понад 2%); за вмістом смоли на підкласи: мало смолисті (вміст смол нижче 18%), смолисті (від 18 до 35%) і високо смолисті (вище 35%); за вмістом парафіну на мало парафіністі (за вмісту парафіну менше 1,5% по масі), парафіністі (за вмісту його від 1,5 до 6,0%) і високо парафіністі (понад 6% парафіну). В.С.Бойко.

КЛАСИФІКАЦІЯ НАФТ ЗА ХІМІЧНИМ СКЛАДОМ, -ії, ..., ж. (класифікація; нафта; від грец. χυμεία – вміння плавити метал) * р. *классификация нефтей по химическому составу*; а. *chemical classification of oils*; н. *Erdölklassifikation f nach dem chemischen Anteil* m – розподіл нафт на основі переважання вмісту в нафті будь-якого одного чи декількох класів вуглеводнів. Розрізняють нафти: парафінові, парафіно-нафтеніві, нафтеніві, парафіно-нафтені-ароматичні, нафтені-ароматичні, ароматичні.

У парафінових нафтах усі фракції містять значну кількість алканів: бензинових – не менше 50 %, масляних – 20 % і більше. У парафіно-нафтені-ароматичних нафтах містяться поряд з алканами у проміжних кількостях циклоалкани, вміст аренів невеликий. Як і в чисто парафінових, у нафтах цієї групи мало смол і асфальтенів. Для нафтені-ароматичних нафт характерний високий (до 60% і більше) вміст циклоалканів у всіх фракціях; алканів у цих нафтах мало, смоли і асфальтени є також в обмеженій кількості.

У парафіно-нафтені-ароматичних нафтах вуглеводні усіх трьох класів містяться приблизно в однакових кількостях, твердих парафінів мало (не більше 1,5 %), а кількість смол і асфальтенів сягає 10 %. Нафтені-ароматичні нафти характеризуються переважним вмістом циклоалканів і аренів, особливо у важких фракціях. Алкани є тільки в легких фракціях, причому в невеликій кількості. Вміст твердого парафіну в нафті не перевищує 0,3 %, а смол і асфальтенів – 15 - 20 %. Ароматичні нафти характеризуються високою густиною; у всіх фракціях цих нафт міститься багато аренів. В.С.Бойко.

КЛАСИФІКАЦІЯ НАФТ ЗА В.Т.МАЛИШЕКОМ, -ії, -..., ж. * р. *классификация нефтей по В.Т.Малышеву*; а. *V.T.Malyshek's petroleum (oil) classification*; н. *V.T.Malyschek-Erdölklassifikation f* – розподіл нафт за поверхнево-активними властивостями, точніше за вмістом органічних кислот, на групи нафт: а) н е а к т и в н и х - вміст органічних кислот від 0,01 до 0,06%; поверхневий натяг для цих нафт на границі з синтетичною лужною, пластовою лужною водою та з морською водою становить 25-35 дин/см; б) м а л о а к т и в н и х - вміст органічних кислот та інших сполук, які здатні обмилюватися лугом, але мають малу поверхневу активність; їх поверхневий натяг на межі з лужною синтетичною і жорсткою морською водою становить 14-25 дин/см і тільки на межі з лужними пластовими водами, збагаченими солями органічних кислот, може знижуватися до 7-8 дин/см; в) а к т и в н и х - вміст від 0,3 до 1,0%; поверхневий натяг на границі з синтетичною лужною водою становить 4-12 дин/см, на границі з лужними пластовими водами, що містять мила органічних кислот, знижується до 1-7 дин/см, а при наявності в лужних водах йонів OH⁻ або CO₃²⁻ знижується до 1 дин/см; г) в и с о к о а к т и в н и х - вміст 1-2,5%; поверхневий натяг на границі з синтетичною лужною водою становить 3-6 дин/см, на межі з лужними пластовими водами, які збагачені солями органічних кислот, знижується до величин менше 0,1 дин/см, але на границі з жорсткою морською водою підвищується до 12-25 дин/см.

КЛАСИФІКАЦІЯ НАФТ ТЕХНОЛОГІЧНА, -ії, ..., -ої, ж. * р. *технологическая классификация нефтей*; а. *technological oil classification*; н. *technologische Erdölklassifikation f* – розподіл нафт на класи – за вмістом сірки в нафті, бензині, реактивному і дизельному пальному; типи – за виходом фракцій до 350 °С; групи – за потенційним вмістом базових мастил; підгрупи – за індексом в'язкості базових мастил; твердих алканів (парафінів) у нафті (таблиця 1).

Малосірчиста нафта містить не більше 0,5% сірки, при цьому бензинова та реактивно-паливна фракції – не більше 0,1%, дизельна – не більше 0,2%. Якщо сполуки, що містять сірку, зосереджені у важких залишках, а дистильовані палива фракції містять сірку в кількостях, що не перевищують норми, встановленої для 1 класу, то нафту відносять до малосірчистої. Якщо вміст сірки в будь-якому одному чи декількох видах дистильованих палив перевищує вказані межі, то нафта не може вважатися малосірчистою.

Таблиця 1 – Технологічна класифікація нафти

Клас	Вміст сірки, %				Тип	Вміст фракцій до 350 °С, %	Група	Потенційний вміст базових мастил, %	
	у нафті	у бензині	у реактивному пальному (120-240 °С)	у дизельному пальному (240-350 °С)				на нафту	на мазут вище 350 °С
1	≤ 0,50	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 0,20	1	≥ 55,0	1	> 25,0	> 45,0
							2	15,0-24,9	< 45,0
2	0,51-2,00	≤ 0,10	≤ 0,25	≤ 1,00	2	45,0-54,9	3	15,0-24,9	30-44,9
3	> 2,00	> 0,10	> 0,25	> 1,00	3	< 45,0	4	< 15,0	< 30,0

Сірчиста нафта містить від 0,51 до 2,0% сірки, при цьому бензинова фракція – не більше 0,10%, реактивно-паливна – не більше 0,25%, дизельна – не більше 1,0%. Якщо один чи декілька видів дистильованих палив містять сірку в більшій кількості, то нафта відноситься до високосірчистої.

Високосірчиста нафта містить більше 2% сірки, вміст сірки в дистильатах з цієї нафти складає: у бензиновому – більше 0,1%. Якщо дистильовані палива з високосірчистої нафти містять сірку в менших кількостях і за вмістом сірки відповідають вимогам, що ставляться до палив з сірчистої нафти, то навіть за вмісту сірки в нафті понад 2% таку нафту належить віднести до сірчистої.

За виходом світлих фракцій, що переганяються до 350 °С, нафти ділять на три типи, а за сумарним вмістом дистильованих і залишкових базових мастил – на чотири групи. В залежності від значини індексу в'язкості базових мастил розрізняють чотири підгрупи (таблиця 2).

Якщо ж у нафті міститься не більше 1,5% парафіну і з цієї нафти можна без депарафінації одержати реактивне пальне з межами перегонки 240-350 °С і температурою застигання не вище -45 °С, а також індустріальні базові мастила, то таку нафту відносять до малопарафіністих. Якщо ж у нафті міститься 1,5-6,0% парафінів і з неї можна без депарафінації одержати реактивне пальне та літне дизельне пальне з межами кипіння 240-350 °С і температурою застигання не вище -10 °С, то нафту відносять до парафіністих. Для одержання дизельного зимового пального і базових дистильованих мастил з цих нафт потрібна депарафінація. Нафти, в яких міститься більше 6,0% парафіну, називають високопарафіністими. З них і реактивне, і літне дизельне пальне одержують тільки після депарафінації.

Якщо з парафіністої нафти літне дизельне пальне можна одержати тільки після депарафінації, то нафту належить віднести до третього класу. І, навпаки, якщо для одержання літнього дизельного пального з нафти, яка містить більше 6% парафіну, депарафінації не потрібно, то таку нафту відносять до другого класу.

Таблиця 2 – Розподіл нафт на підгрупи і види

Клас	Підгрупа	Індекс в'язкості базових мастил	Вид	Вміст парафінів у нафті, %	Депарафінація	
					не потрібна	потрібна
1	1	> 95	1	≤ 1,50	Для одержання реактивного і дизельного пального, дистильованих базових мастил	–
	2	90-95				
2	3	85-89,9	2	1,51-6,00	Для одержання реактивного і дизельного літнього пального	Для одержання дизельного зимового пального і дистильованих базових мастил
3	4	< 85	3	> 6,00	–	Для одержання реактивного і дизельного пального, дистильованих базових мастил

Примітка. Подано масовий вміст компонентів

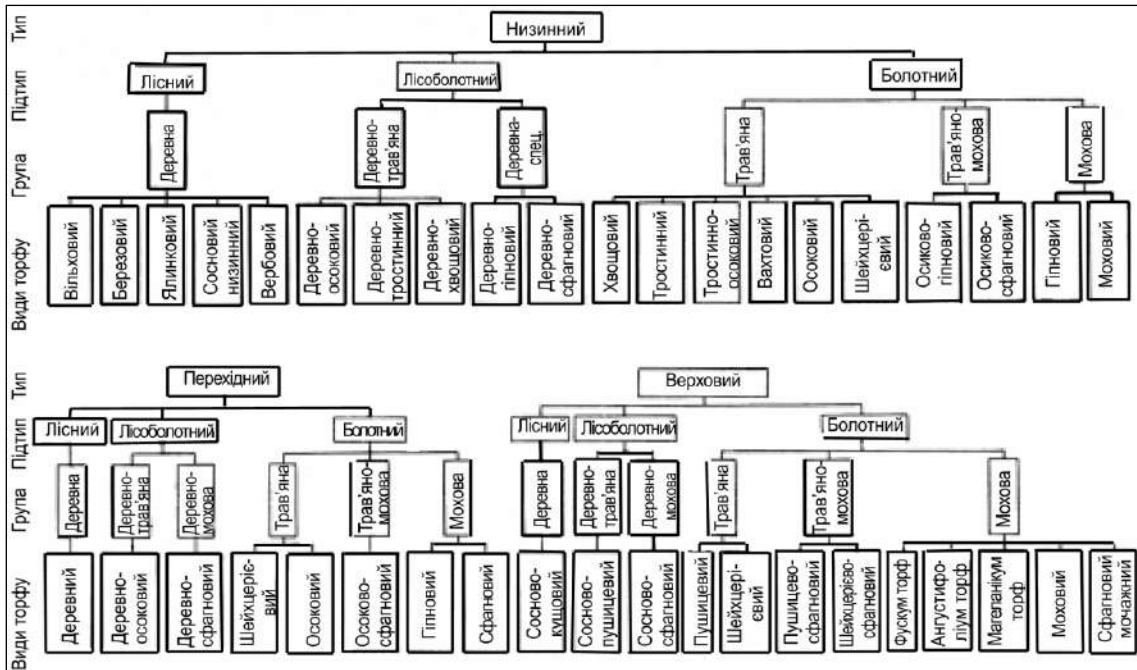
КЛАСИФІКАЦІЯ РОДОВИЩ ПРИРОДНИХ ВУГЛЕВОДНІВ, -її, -..., ж. * р. *классификация месторождений природных углеводородов*; а. *classification of natural hydrocarbon fields*, н. *Klassifikation f der Lagerstätten von Naturkohlenwasserstoffen* m pl – розподіл родовищ природних вуглеводнів у залежності від характеру флюїдів, які знаходяться в продуктивному пласті, і рVT-стану цих флюїдів на нафтові, нафтогазоконденсатні, газоконденсатні, газові і газогідратні. Нафтові родовища можуть існувати при температурах нижче критичної. Розрізняють нафтові родовища з тиском вище тиску насичення (вище точок кипіння), нафтові родовища з тиском, що дорівнює тиску насичення (крива точок кипіння), і нафтові родовища з тиском нижче тиску насичення (нижче точок кипіння) чи так звані двофазні нафтові родовища (нафта і газова шапка). Для усіх нафтових родовищ є характерним процес виділення газу при зниженні тиску і постійній температурі.

У ретроградній області має місце оборотне явище. При зниженні тиску і при постійній температурі в ретроградній області спостерігається виділення рідини (конденсація) вуглеводнів. У цій області між критичною точкою і криконденбаром лежить зона існування нафтогазоконденсатних родовищ. У цій же ретроградній області між криконденбаром і криконденстермом лежить зона існування газоконденсатних родовищ.

Нафтогазоконденсатні і газоконденсатні родовища можуть бути як недонасиченими (пластовий тиск вище тиску точок кипіння), насиченими (пластовий тиск дорівнює тиску точок кипіння), так і двофазними (пластовий тиск нижче тиску точок кипіння).

Зона праворуч криконденстерм і нижче лінії точок роси є зоною існування газових родовищ. У цій зоні зниження тиску при постійній температурі не призводить до появи вуглеводневої рідкої фази. Ліворуч точки гідратоутворення знаходиться зона існування газогідратних покладів.

КЛАСИФІКАЦІЯ ТОРФІВ, -ії, -..., ж. * р. *классификация торфов*, а. *peats classification*, н. *Torfklassifikation* f – торфи класифікують на типи, підтипи, групи і види торфу. Основні типи торфу – низинний, перехідний і верховий. Поділ на підгрупи, групи і види подано на рисунку.



Класифікація видів торфа.

КЛАСТЕР, -а, ч. * р. *кластер*, а. *cluster*, н. *Cluster m, Klaster m* – 1) Багатоядерні комплексні сполуки, в основі яких лежить об'ємний скелет (чарунка, комірка) з атомів металів, зв'язаних між собою. Найчастіше чарунка має форму правильного поліедра й оточена лігандами, якими можуть бути молекули органічних і металорганічних сполук. К. іноді можуть виникати в міжфазній зоні "субстрат-адгезив" при переробці корисних копалин, зокрема при брикетуванні вугілля з органічним зв'язуючим, масляній агломерації вугілля тощо. 2) Структуровані об'єкти води, в яких молекули води зв'язані різними Н-зв'язками, напр., структури типу (H₃O₂⁺). Ізольовані К. (можуть зустрічатися, напр., у мікропорах розміром порядку нм) мають обмежену поступальну і більш високу обертальну рухливість. У повністю кластеризованій об'ємній воді К. мають меншу рухливість, ніж ізольовані К.

КОАГЕЛЬ, -ю, ч. * р. *коагель*; а. *coagel*; н. *Koagel n – гель*, що виникає в процесі неповної коагуляції золю, коли осад утворює наповнену розчинником пористу структуру.

КОАГУЛЯНТИ, -ів, мн. * р. *коагулянти*, а. *coagulants, coagulating agents, coagulators*; н. *Koagulant n – речовини*, що спричинюють коагуляцію. Застосовують для очищення води, виділення цінних промислових продуктів з відходів виробництва тощо.

КОАГУЛЯЦІЯ, -ії, ж. * р. *коагуляція*, а. *coagulation (flocculation)*; н. *Koagulation f, Flockung f, Ausflocken n, Flocken n, Gerinnen n* – злипання частинок колоїдів при їхньому зіткненні в процесі теплового (броунівського) руху, перемішування або напрямленого переміщення в зовнішньому силовому полі. У *аррепатах* (флокулах) первинні частинки пов'язані молекулярними силами безпосередньо або через прошарок навколишнього (дисперсійного) середовища. К. зумовлена агрегативною нестійкістю системи і її тенденцією до зменшення вільної енергії. Процес, зворотний К., - розпад *аррепатів* на первинні частинки, або перехід гелю в золь, наз. *пептизацією*. К. використовують, напр., при флотаці збагаченні руд, очищенні води від природних і побутових забруднень, виділенні цінних пром. продуктів з відходів виробництва, зміцненні водонасичених ґрунтів. К. відіграє важливу роль при *кольматації* проникних порід під час буріння нафти і газових свердловин з використанням бурових розчинів. Процеси К. і гелеутворення, а також повторні фіз. і хім. перетворення в коагелях (конденсація, рекристалізація, йонний обмін і інш.) мають вирішальне значення у формуванні різноманітних осадових гірських порід (глинистих, карбонатних, крем'янистих і інш.). К. супроводжується випаданням осаду, гелевипаданням чи гелеутворенням по всьому об'єму системи. К. може відбуватися як без зовнішнього впливу на систему, так і при зовнішній дії (підвищенні температури, механічних та ін. впливах, при введенні коагулянтів). Застосовують для очищення води, повітря, прискорення осадження колоїдних частинок тощо.

КОВАЛЕНТНИЙ ЗВ'ЯЗОК, -ого, -у, ч. * р. *ковалентная связь*, а. *covalence*, н. *Atombindung f*,

Elektronenpaarbindung f, homöopolare (kovalente, unpolare, unitarische) Bindung f, Kovalenz f – те саме, що й *гомеополярний зв'язок*.

КОГЕЗІЯ, -ії, ж. * р. *когезия*, а. *cohesion*, н. *Kohäsion f* – прилипання одна до одної частин того самого *твердого тіла* або рідини при їхньому *контакті* (однієї і тієї ж *речовини* - *молекул, йонів, атомів* - що становлять одну фазу). К. зумовлена силами міжмолекулярного (міжатомарного) притягання різної природи, кількісною характеристикою чого є енергія *когезії*, яка еквівалентна роботі віддалення на безкінечну відстань когезійно зв'язаних частинок. Подолання сил притягання при роз'єднанні гомогенного тіла на частини вимагає здійснення роботи, яка називається роботою К. У випадку легкорухомих рідин зворотня робота К. дорівнює подвоєній значині питомої вільної поверхневої *енергії*, або поверхневого натягу. Для твердих тіл часто використовують поняття когезійної міцності - гранично високої міцності, яку б мало дане тіло при ідеальній (бездефектній) *структурі*. Міцність реальних тіл через дефекти структури може бути в сотні і тисячі разів нижчою за когезійну. К. визначає найважливіші фіз. і фіз.-хім. властивості *мінералів*: твердість, плавкість, розчинність і інш. К. має допоміжне значення для протікання процесів осадження *пилу* (пилотловлювання), *флотації*.

КОГЕРЕНТНІСТЬ, -ості, ж. * р. *когерентность*, а. *coherence*, н. *Kohärenz f* – здатність до *інтерференції*, яку виявляють за певних умов хвилі, зокрема світлові. Умовою К. хвиль є незмінюваність у часі різниці між фазами коливань у них, що можливо лише тоді, коли хвилі мають однакову довжину (частоту).

КОГЕРЕНТНІСТЬ СВІТЛА — здатність світла утворювати нерухому інтерференційну картину. К.с. пояснюють постійним у часі співвідношенням між фазами світлових хвиль, що дають можливість одержувати інтерференцію. Когерентні промені одержують від того самого джерела. Розрізняють К.с. повну і часткову. Повна К.с. настає тоді, коли контраст інтерференційної картини ідеальний, тобто мінімальна інтенсивність світла в області тіні дорівнює нулю; часткова — якщо контраст не ідеальний. Якщо контраст відсутній, то світло цілком некогерентне.

КОДУВАННЯ, -..., с. * р. *кодирование*, а. *encoding*, н. *Kodieren n* – отожднювання *символів* чи груп символів одного *коду* з символами чи групами символів іншого *коду* або обробка певної інформації через знакову систему певного коду.

КОЕФІЦІЄНТ ВАРІАЦІЇ, -а, -..., ч. * р. *коэффициент вариации*, а. *variation coefficient*, н. *Variationsbeiwert m* — відносна величина, що служить для характеристики коливання (мінливості) ознаки. Являє собою відношення середнього квадратичного відхилення τ до середнього арифметичного \bar{X} , виражається у відсотках:

$$v = \frac{\tau}{\bar{X}} 100\%$$

КОЕФІЦІЄНТ В'ЯЗКОСТІ ДИНАМІЧНИЙ, -а, -..., -ого, ч.* р. *вязкости динамический коэффициент* (или *коэффициент молекулярной (физической) вязкости*; а. *viscosity dynamic coefficient* (or *molecular (physical) viscosity coefficient*; н. *dynamischer Faktor m der Viskosität f – 1*) Відношення поздовжньої дотичної напруги τ внутрішнього тертя при прямолінійному русі *рідини* до *градієнта*

швидкості $\frac{du}{dn}$ по нормалі до напрямку руху. 2) Коефіцієнт пропорційності в рівнянні Ньютона:

$$\tau = \eta \left| \frac{du}{dn} \right|. \text{ Одиницею виміру в системі CGS є пуаз (П), в системі СІ – паскаль-секунда (Па·с). 1}$$

П=1 (дин·с)/см²; 1 сП=1 мПа·с.

КОЕФІЦІЄНТ В'ЯЗКОСТІ КІНЕМАТИЧНИЙ (КІНЕМАТИЧНИЙ КОЕФІЦІЄНТ МОЛЕКУЛЯРНОЇ (ФІЗИЧНОЇ) В'ЯЗКОСТІ), -а, -ості, -ого, ч. (-ого, -а, -..., ч.) * р. *коэффициент вязкости кинематический* (или *кинематический коэффициент молекулярной (физической) вязкости*; а. *viscosity kinematic coefficient* or *kinematic coefficient of molecular(physical) viscosity*; н. *kinematischer Faktor m der Viskosität f* – відношення динамічного коефіцієнта *в'язкості* μ до *густини* рідини ρ : $\nu = \mu / \rho$, м²/с. Величина залежить тільки від фізичних властивостей *рідини* й *температури* і не залежить від умов її руху. Одиницею в системі CGS є стокс (Ст), в системі СІ – квадратний метр на секунду (м²/с); 1 Ст = 10⁻⁴ м²/с.

КОЕФІЦІЄНТ В'ЯЗКОСТІ СТРУКТУРНИЙ (КОЕФІЦІЄНТ СТРУКТУРНОЇ В'ЯЗКОСТІ), -ості, -..., -а, ч. (-а, -..., ч.) * р. *коэффициент вязкости структурный* (коэффициент *структурной вязкости*), а. *viscosity structural coefficient*, н. *Faktor m der Strukturviskosität f* – перевищення динамічної *в'язкості* золю над ньютонівською *в'язкістю* або ж різниця між динамічними коефіцієнтами *в'язкості* у випадку малих і дуже великих *градієнтів* швидкості; причиною змін динамічного коефіцієнта *в'язкості* зі зміною *градієнта* швидкості є утворення внутрішніх структур.

КОЕФІЦІЄНТ ДИФУЗІЇ, -а, -..., ч. * р. *коэффициент диффузии*; а. *diffusion coefficient*; н. *Diffusionskoeffizient* m – величина D , визначена першим законом Фіка, чисельно дорівнює кількості дифундованої речовини через одиницю площі за одиницю часу, коли на одиницю довжини припадає однакова зміна концентрації.

КОЕФІЦІЄНТ РОЗЧИННОСТІ ГАЗУ В НАФТІ, -а, ..., ч. * р. *коэффициент растворимости газа в нефти*; а. *ratio of solubility of gas in oil, coefficient of gas dissolution in oil*; н. *Lösungs-Gas-Öl-Verhältnis* n – показник, який характеризує здатність природнього вуглеводневого газу розчинятися в нафті, – кількість газу, яка розчиняється в одиниці маси об'єму нафти при збільшенні тиску на одиницю. Виражається в $\text{м}^3/(\text{м}^3 \cdot \text{Па})$ або $\text{м}^3/(\text{кг} \cdot \text{Па})$. Компоненти нафтового газу характеризуються різною розчинністю в нафті. Із збільшенням молекулярної маси коефіцієнт розчинності вуглеводневих газів зростає. Із неуглеводневих газів досить високу розчинність має вуглекислий газ, азот – найбільш низьку. Розчинність нафтового газу, який має складний склад, відхиляється від лінійного закону (не відповідає законам ідеального газу); із збільшенням тиску коефіцієнт розчинності газу зростає, з ростом температури знижується.

КОЕФІЦІЄНТ ТЕМПЕРАТУРНОГО РОЗШИРЕННЯ РІДИНИ β_t , -а, -..., ч. * р. *коэффициент температурного расширения жидкости* β_t ; а. *coefficient of temperature expansion of liquid* β_t ; н. *Flüssigkeitswärmeausdehnungskoeffizient* m – відношення відносного збільшення об'єму рідини (тобто величини dV/V до відповідного приросту t -ри: $\beta_t = dV/(Vdt)$).

КОЕФІЦІЄНТ ТЕПЛОВІДДАЧІ, -а, -..., ч. * р. *коэффициент теплоотдачи*; а. *convective heat transfer coefficient*; н. *Wärmeübertragungskoeffizient* m, *Wärmeabgabekoeffizient* m – кількість теплоти, яка передана в одиницю часу через одиницю площі поверхні за різниці температур 1 К між поверхнею та середовищем-теплоносієм; характеризує інтенсивність тепловіддачі.

КОЕФІЦІЄНТ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ, -а, -..., ч. * р. *коэффициент теплопередачи*; а. *heat transfer coefficient*; н. *Wärmeübertragungskoeffizient* m, *Wärmeabgabebzahl* f, *Wärmedurchgangszahl* f – кількість теплоти, яка передається через одиницю площі поверхні розділу в одиницю часу за різниці t -р між теплоносіями 1 К; характеризує інтенсивність передавання теплоти.

КОЕФІЦІЄНТ ТИСКУ ТЕРМІЧНИЙ, -а, -..., -ого, ч. * р. *коэффициент давления термический*; а. *thermal coefficient of pressure*; н. *thermischer Druckkoeffizient* – величина, яка дорівнює відношенню відносної зміни тиску p системи до зміни ΔT її t -ри при ізохорних умовах: $\beta = \Delta p/(p\Delta T)$.

Вимірюється в *кельвінах* в мінус першому степені K^{-1} : $\dim \beta = \theta^{-1}$. Для ідеальних газів $\beta = 1/273 \text{ K}^{-1}$.

КОКС, -у, ч. * р. *кокс*, а. *coke*, н. *Koks* m – тверда, міцна пориста маса, продукт коксування або крекінгу природного палива або продуктів його переробки при t -рах 950-1100°C без доступу повітря. Застосовують переважно як паливо й відновник у металургійній промисловості. В залежності від виду сировини розрізняють кам'яновугільний, електродний пековий і нафтовий К.

КОКС КАМ'ЯНОВУГІЛЬНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *кокс каменноугольный*, а. *coal coke*, н. *Steinkohlenkoks* m – твердий пористий кокс (*пористість* 49-53%) сірого кольору - продукт коксування вугілля з вмістом вуглецю від 78-89 до 90-95 %. Вміст вуглецю в самому К.к. - 96-98%. Зольність до 9-11%. Вологість 0,5-4,0%. Теплота згоряння 29-33 МДж/кг. Вихід К.к. 75-78%. Є бездимним паливом у металургії, при виплавці чавуну слугує також відновником залізної руди й розпушувачем шихти. Доменний К.к. повинен мати розмір грудок не менше 10 мм, ливарний К.к. використовується для ливарного виробництва, вміст сірки у ньому не повинен перевищувати 1,2-1,3%. К.к. для газогенераторних установок повинен мати тупоплавку золу (t -ра плавлення не нижче за 1250 °С).

КОКС НАФТОВИЙ, -у, -ого, ч. * р. *кокс нефтяной*, а. *refinery coke*, н. *Ölkoks* m, *Petrolkoks* m – тверда пориста речовина від темно-сірого до чорного кольору, що є продуктом коксування (прожарювання) важких залишків нафти. Елементний склад: 90-96% С, 4-6% Н, 0,1-2% S. Зольність 0,1-0,8 %. Застосовується: у виробництві анодів для виплавки алюмінію, спеціальних графітованих електродів для одержання електролітичної сталі тощо.

КОКСІВНІСТЬ ВУГІЛЛЯ, -ості, -..., ж. * р. *коксуемость угля*, а. *cokeability of coal*, н. *Kokungsfähigkeit* f der *Kohle* f, *Verkokungsfähigkeit* f – здатність подрібненого вугілля до спікання, у відповідному температурному режимі без доступу повітря, з утворенням спеченого твердого продукту - коксу. К.в. визначається прямими методами (напівзаводське коксування) або непрямими методами, а саме: дилатометричним дослідженням здатності пластичної маси вугілля спучуватися; методом Грей-Кінга (порівнянням нелеткого залишку, отриманого в стандартних умовах, з еталонною шкалою типів коксу). Див. *спікливість вугілля*, *товщина пластичного шару*.

КОКСОВА ПІЧ, -ої, печі, ж. * р. *коксовая печь*, а. *coke oven*; н. *Kokssofen* m – піч, в якій коксуванням кам'яного вугілля одержують кокс. Звичайно коксові печі об'єднують у батареї (по 61 - 77 печей) із загальною системою підведення опалювального газу й відведенням легких речовин, подавання вугілля та ін.

КОКСОВИЙ ГАЗ, -ого, -у, ч. * р. *коксовый газ*, а. *coke gas*, н. *Koksgas* n, *Koksofengas* n, *Kokereigas* n, *Zechengas* n – горючий газ, що утворюється при коксуванні кам'яного вугілля.

Використовується як *паливо* у промислових печах, газових двигунах, як сировина в хімічній промисловості.

КОКСОХІМІЧНА ПРОМИСЛОВІСТЬ, -ої, -ості, ж. * р. *коксохимическая промышленность*, а. *by-product coke industry*, н. *Kokereindustrie* f – галузь важкої промисловості, на підприємствах якої здійснюється хімічна переробка *вугілля кам'яного* методом *коксування*. Найбільші підприємства на території України: Авдіївський, Криворізький, Комунарський, Запорізький, Ясинівський коксохімічні заводи.

КОКСУВАННЯ, -..., с. * р. *коксование*, а. *coking process*, н. *Verkoken* n, *Verkokung* f, *Koken* n, *Verkokungsvorgang* m – переробка природного *палива* нагрівом до температури 900... 1050°C без доступу *повітря* для одержання *коксу*, *коксогого газу* та деяких побічних продуктів. *Коксування кам'яного вугілля* проводять у *кокскових печах*, *коксування* важких продуктів переробки *нафти* — в металевих кубах або спеціальних печах. В результаті *коксування* паливо розкладається з утворенням летких продуктів і твердого залишку *коксу*. Основним цільовим продуктом цього процесу є *кокс*, який використовується г.ч. як відновник і паливо у металургійній промисловості.

КОЛБА, -и, ж. * р. *колба*, а. *retort, flask*; н. *Kolben* m – скляна посудина з круглим або плоским дном і виведеною шийкою. Застосовують у лабораторній практиці.

КОЛЕКТОР, -а, ч. * р. *коллектор*, а. *collector*, н. *Kollektor* - 1) Збірний або розподільчий *пристрій* для поєднання ряду транспортних або технологічних потоків з однойменними й однорідними продуктами чи *агентами* (*суспензією*, *рідиною*, *газом*). 2) Флотаційний *реагент* - *збирач*. 3) *Гірська порода*, здатна вмщати рідкі, газоподібні *вуглеводні* і віддавати їх у процесі *розробки родовищ*.

КОЛІМАТОР, -а, ч. * р. *коллиматор*, н. *Kollimator* m – оптичний *прилад*, використовуваний для створення пучка паралельних променів при лабораторних дослідженнях зорових труб і кутомірних приладів. К. складається з довгофокусного об'єктива, тест-об'єктива, встановленого в його фокальній площині, і освітлювального пристрою.

КОЛОДЕТРИНІТ, -у, ч. * р. *коллодетринит*, а. *collodetrinite*, н. *Collodetrinit* m – мацерал підгрупи *детровітриніту* в мацеральній групі *вітриніту*, що залягає у вигляді тонкозернистої вітринітової основної маси, яка зв'язує інші компоненти *вугілля*. Термін введений в 1994 р. Міжнародним комітетом з петрології вугілля і органічної речовини (МКПВОР) для позначення компактної вітринітової основної маси мікролітотипів *клариту*, *тримацериту* і *вітринертиту*.

КОЛОЇДИ, КОЛОЇДНІ СИСТЕМИ, -ів, -их, -м, мн. * р. *коллоиды, коллоидные системы*, а. *colloid systems*; н. *Kolloidsysteme* n pl – мікрогетерогенні *дисперсні системи* (промійний стан між справжніми *розчинами* й грубодисперсними системами), що складаються з дуже подрібнених частинок (від 10^{-6} – 10^{-7} до 10^{-9} м), рівномірно розподілених (розосереджених) в однорідному середовищі або фізично однорідні системи, що містять *макромолекули* як один з компонентів (молекулярний *колоїд*). На відміну від частинок грубодисперсних систем (*суспензій*, *емульсій*, *пін* тощо), розмір частинок яких звичайно перевищує 10^{-4} см, *колоїдні частинки* беруть участь в інтенсивному броунівському русові і не *седиментують* в полі сил земного тяжіння. К.с. з газовим дисперсійним середовищем - високодисперсні *аерозолі* (дими, тумани), з рідким - *золі*, *латекси*, *міцелярні розчини*, *мікроемульсії*, з твердого - системи типу *рубінового скла*. К.с. утворюються внаслідок *конденсації* (при виділенні колоїдно-дисперсної фази з перенасиченої *пари*, *розчину* або *розплаву*) або *диспергування*. Найбільш важливі і різноманітні К.с. - з рідким дисперсійним середовищем. Див. *старіння колоїдного розчину*.

КОЛОРИМЕТР, -а, ч. * р. *колориметр*, а. *colorimeter*, н. *Kolorimeter* n – *прилад* для визначення характеристик *кольору*. Застосовується, зокрема, в методах дослідження *гірських порід*, *вугілля* тощо, напр., у методі вибіркової *сорбції* барвника (метод А.С.Колбановської).

КОЛОРИМЕТРІЯ, -ії, ж. * р. *колориметрия*, а. *colorimetry*, н. *Kolorimetrie* f – методи *вимірювання* і кількісного визначення *кольору*. Базуються на визначенні координат *кольору* у вибраній системі трьох основних кольорів.

КОЛОСНИК, -а, ч. * р. *колосник*, а. *fine(grate)-bar*; н. *Rost* m, *Roststab* m, *Roststange* f – складовий елемент *колосникової решітки*, яка використовується як опірна площа для *палива* в *топках*, а також як робоча (просіююча) поверхня у *грохотах колосникових* (нерухомих похилих або коливних). Використовують К. з профілем поперечного перетину, який при *грохоченні* чинить найменший опір проходженню дрібних шматків і одночасно скорочує можливість заклинювання “трудних зерен” між *колосниками*.

КОЛОТЕЛІНІТ, -у, ч. * р. *коллотелинит*, а. *collotelinite*, н. *Kollotelinit* m, *Collotelinit* m – мацерал вітринітової групи, підгрупа теловітриніту, що має гомогенний, аморфний вигляд. Термін введений в 1994 р. Міжнародним комітетом з петрології вугілля і органічної речовини (МКПВОР) для позначення гомогенізованих шарів вітриніту, які можуть мати структуру, що слабо визначається. Клітинна структура може розпізнаватися або виділятися за допомогою методів травлення. У низьковуглефікованому вугіллі *колотелініт* може мати тонкозернисту або залишкову клітинну структуру. Травлення посилює деталі кліткової структури; в цьому випадку видимі стінки кліток називають крипотелінітом. *Колотелініт* відрізняється від *колодетриніту* своєї гомогенністю.

Відбивна здатність К. широко використовується для визначення ступеня *вуглефікації* вугілля і

органічної речовини у відкладах. Звичайно відбивна здатність *колотелініту* вище, ніж *колодетриніту* на 0,05-0,10 %.

К. флуоресцює в широкому діапазоні *вуглефікації вугілля* (від бітумінозного з високим вмістом летких до напівантрацитів). Інтенсивність *флуоресценції* вітринітових *мацералів* має місце приблизно при мінімум 0,5 % R_g і досягає максимуму при відбивній здатності *вітриніту* 1,0-1,1 % R_g в залежності від довжини хвилі збудження і вимірювання. При подальшому збільшенні *вуглефікації* інтенсивність *флуоресценції* знижується. Флуоресценцію *вітриніту* пояснюють результатом утворення у *вугіллі* нафтоподібних речовин. Стислі і сітчасті ароматичні структури у *вітриніті* вважаються нефлуоресцюючими.

Елементний склад і вміст ароматичних сполук залежить від стадії *вуглефікації*. Підвищена ароматичність приводить до підвищення відбивної здатності. Хімічний склад чистого К. подано в таблиці.

Таблиця. Хімічні властивості *колотелініту*

Ступінь вуглефікації	Колотелініт, %, об'ємних	C	H	N	O	S	Леткі, %	
		% (сухе беззолоне вугілля с.б.в.)						(с.б.в.)
0,55% R _g	82,7 (+ тіл.)	67,0	5,0	0,7		16,0	0,2	36
0,68% R _g	72,7	77,2	5,4	0,9		16,3	0,2	35
h _v B	97,1	81,5	5,1	2,0		10,8	0,6	35,1
h _v A	88,7	88,8	5,3	1,7		3,6	0,6	29,8
1,49% R _g	біля 90	88,8	4,9		5,2		1,1	25,1
1,61% R _g	біля 90	88,9	4,9		4,8		1,4	21,4
2,08% R _g	біля 90	90,5	4,3		4,2		1,0	14,0
3,73% R _g	87,0	94,8	2,1	1,0		1,6	0,5	6,4

Алкїлнафталіни і алкїлфеноли є домінуючими ароматичними сполуками.

К. є похідним паренхімних і деревних волокон коріння, стебел і листя, що складаються з *целюлози* і *лігніну*, і походить як від трав'яних, так і деревовидних рослин. Геохімічна *геліфікація* (вітринізація) привела до зникнення первинних структур. Попередником К. у вугіллі низької стадії *вуглефікації* є ульмініт. На більш високих рівнях *вуглефікації* К. також утворюється з *телініту* і його вітринітового клітинного заповнення.

Відклади К. найбільші в яскравих літотипах *вітрину* і в меншій мірі в *кларені*. У осадових породах К. є основним вітринітовим *мацералом*. К. часто зустрічається у *вугільних сланцях*, є частиною *керогену* типу III.

Відбивна здатність К. широко використовується як показник ступеня *вуглефікації* вугілля, а також органічної речовини в *осадових породах*. У *геології* дані про ступінь *вуглефікації* вугілля, отримані на основі вимірювання відбивної здатності К., складають основу для оцінки палеотемператур, кількості еродованої покривної породи і часу деформації при розгляді процесів *вуглефікації*.

К., як представник вітринітової групи, утворює основний реактивний *мацерал* в технологічних процесах типу *коксування* і *зрідження*. Разом з тим, реакційна здатність *вітриніту* при *коксуванні* обмежується вузьким діапазоном відбивної здатності від 0,8-1,6 % R_g і рідко до 2,0 % R_g. При *зрідженні* оптимальні швидкості конверсії в рідину і газоподібні продукти отримують з *вугілля* середньої стадії *вуглефікації* з високим вмістом *летких*. Експериментально показано, що температури запалення при *газифікації* і швидкості вигорання при спаленні *вугілля* безпосередньо пов'язані з рівнем відбивної здатності *мацерала* К.

Походження слова: colla (грецьке) - клей, tela (латинське) - тканина. Синоніми: кsilовітрен; вітриніт А; гомоколініт; псевдовітриніт; телоколініт; ульмініт (буре вугілля).

КОМПАКТНІСТЬ, -ості, ж. * р. *компактность*, а. *compactness*, н. *Kompaktheit* f – властивість предметів і тіл, яка характеризує їх просторові параметри, щільність, відсутність проміжків, малий об'єм.

КОМПАУНД, -а, ч. * р. *компаунд*, а. *compound*, н. *Mischung* f, *Gemisch* n, *Compoundmasse* f, *Kompond* m – 1) Електроізоляційний матеріал з асфальтових і парафінових речовин та масел. 2) *Динамомашина* з обмотками послідовного і паралельного збудження водночас. 3) Парова машина подвійного розширення.

КОМПАУНДУВАННЯ, -..., с. * р. *компаундирование*, а. *compounding*, н. *Kompondierung* – змішування двох чи кількох масел, видів *палива*, щоб одержати спеціальні продукти заданих якостей. 2) Схема вмикання електричних обмоток чи *арператів*, за якої магнітний потік зростає зі збільшенням струму (навантаження машини).

КОМПЛАНАРНІСТЬ, -ості, ж. * р. *компланарность*, а. *complanarity*, н. *Ko(m)planarität* f – розташування двох чи більше плоских груп (напр., бензольних кілець) в одній спільній площині або в паралельних площинах. Важливий фактор адгезійних взаємодій речовин. Наприклад, К. сприяє адгезійному контакту вугілля-реагент в процесах *флотації*, *масляної арператії* тощо.

КОМПЛЕКТ, -у, ч. * р. *комплект*, а. *complete set*; *completion*, н. *Satz* m – 1) Повний набір предметів,

які становлять щось ціле, або мають однакове призначення. 2) Установлене число осіб, які допущені куди-небудь або повинні бути десь за штатом.

КОМПОНЕНТ, -а, ч. * **р.** *компонент*, **а.** *component*, **н.** *Komponente* *f* – різновид, складова частина чогось. У *мінералогії* розрізняють: компоненти індиферентні (компоненти, наявність чи відсутність яких у мінеральному комплексі зумовлює наявність чи відсутність відповідного *мінералу* і не впливає на співвідношення решти *мінералів*); компоненти леткі (газова фаза, яка є складовою частиною магматичного розплаву: H₂O, CO₂, CO, HCl, HF, H₂S, SO₂, N₂, CH₄ та ін.); компоненти теригенні (уламки різних *мінералів*, які входять до складу *осадових порід*); компонент-мінерал відокремлений (або надлишковий) (*мінерал*, який складається більш ніж з одного інертного компонента, а також може містити цілком рухомі компоненти).

КОМПРЕСІЯ, -ії, ж. * **р.** *компрессия*, **а.** *compression*, **н.** *Kompression f*, *Verdichtung f* – стиснення газу внаслідок силового впливу на нього, що приводить до зменшення об'єму газу, а також до підвищення його тиску і т-ри. У *гірн. справі* використовується при подачі газу або його суміші в *апарати* і *машини* для технол. обробки сировини та інтенсифікації цих процесів (*збагачення* твердих к.к., очищення і переробка *нафти*, *нафтопродуктів* і інш.), при закачуванні повітря в *пласти* з метою забезпечення внутрішньопластового горіння (*газифікація вугілля*) або підвищення нафтовіддачі *пласта*, при зборі природного (нафтового) газу із *свердловин* і транспортуванні його по магістральних *газопроводах*, акумулюванні газу в підземних і інш. сховищах, транспортуванні *твердих тіл* або *рідини* (*буріння свердловин*, *компресійний видобуток нафти*, *пневмотранспорт*) або забезпеченні теплопередачі (калориферні та холодильні установки, *сушарки*), при *вентиляції шахт*.

КОМПРИМУВАННЯ, -..., с. * **р.** *компримирование*; **а.** *gas compression*; **н.** *Komprimieren n*, *Verdichten n*, *Verdichtung f*, *Gaskomprimieren n*, *Gasverdichten n* – підвищення тиску газу з допомогою *компресора*. К. – одна з основних операцій при транспортуванні вуглеводневих газів по *магістральних трубопроводах*, їх закачуванні в нафтогазові пласти для підтримання *пластового тиску* (з метою збільшення нафтоконденсатовилучення), в процесі заповнення підземних *газосховищ*, а також при скрапленні газів. К. здійснюється в один або декілька ступенів, тип і потужність *компресора* визначається залежно від кількості *компримованого газу* і необхідного ступеня підвищення тиску (ступеня стиснення). К. супроводжується підвищенням температури газу і, як правило, потребує його подальшого охолодження.

КОНВЕЄР, -а, ч. * **р.** *конвейер*, **а.** *conveyor*; **н.** *Rutsche f*, *Stetigförderer m*, *Förderer m*, *Fließband n* – *машина* безперервної дії, призначена для транспортування насипних і штучних вантажів - *корисної копалини*, *породи*, *закладальних матеріалів* і інш. Широко застосовується в *кар'єрах*, на *шахтах*, *збагач. ф-ках*. Основні типи *конвеєрів*: гвинтові, роликові, гравітаційні, стрічкові, стрічково-канатні, стрічково-ланцюгові, скребкові, вібраційні, пластинчасті та ін. До *конвеєрів* належать також *елеватори* та *ескалатори*. Осн. елементи К.: тяговий, вантажний або тягово-вантажний органи; опорні і направляючі елементи; *конвеєрний лостав*, *привод*. За конструктивними ознаками розрізняють К. з гнучким тяговим органом і без тягового органу. У перших К. вантаж рухається разом з тяговим органом на його робочій гілці (стрічкові, стрічково-канатні, стрічково-ланцюгові, скребкові, пластинчасті К., *елеватори*). В інших К. поступальний рух вантажу здійснюється при коливному або обертовому рухові робочих елементів (інерційні, вібраційні, шнекові, роликові К.). Для живлення К. застосовується електрична, рідше гідравлічна і пневматична енергія. За кутом підйому розрізняють горизонтальні і слабкопохилі (6-3°), похилі (до 18-20° і до -16°), крутопохилі К. (понад 18-20° і понад -16°). Траса К. може бути як прямолінійною, так і криволінійною, став К. постійної або змінної довжини. К. бувають стаціонарні, напівстаціонарні і пересувні, за призначенням - для підземних, *відкритих гірничих робіт*, загального призначення, спеціальні (напр., *живильники*, *перевантажувачі* тощо). Особливий різновид К. являє *конвеєрний поїзд*. Переваги К.: безперервність переміщення вантажів, завантаження і розвантаження без зупинок, висока продуктивність, велика довжина транспортування, високий ступінь *автоматизації*, забезпечення умов безпеки праці, високі техніко-економічні показники. В Україні *конвеєри* випускають Дніпропетровський завод будівельних машин, Львівський конвеєробудівний завод, харківський завод "Світло шахтаря" та інші підприємства. Розрізняють: *конвеєр вібраційний*, *конвеєр крутопохилий*, *конвеєр пластинчастий*, *конвеєр скребковий*, *конвеєр вібраційний шахтний*, *конвеєр стрічковий*, *конвеєр стрічково-візковий*, *конвеєр стрічково-канатний*, *конвеєр стрічково-ланцюговий*, *конвеєр шнековий*.

КОНВЕЄРИЗАЦІЯ, -ії, ж. * **р.** *конвейеризация*, **а.** *conveyorisation*, **н.** *Umstellung f auf Fließfertigung [auf Band(betrieb)], Einführung f der Fließfertigung f [des (Fließ-)Bandbetriebes]* – механізація виробничих процесів за допомогою транспортуючих *машин* безперервної дії.

КОНВЕЄРНИЙ ТРАНСПОРТ, -ого, -у, ч. * **р.** *конвейерный транспорт*, **а.** *conveyor transport*; **н.** *Bandförderung f*, *Stetigförderung f* – 1) У широкому значенні - комплекс, що об'єднує *конвеєри* і допоміжне обладнання (напр., *бункери*, *живильники* та ін), техн. засоби управління, а також техн. обслуговування і ремонту. Галузі ефективного використання К.т. - на підземних роботах - переміщення *вугілля*, *калійних* і *марганцевих руд* з *вибою* до пунктів *перевантаження* в інш. трансп.

засоби або до збагач. ф-ки на поверхні; на відкритих роботах - переміщення *вуїлля* і м'яких розкривних *порід*, що розробляються *ротормними екскаваторами*, а також міцних порід і *руд* після попереднього *дроблення*. 2) Технол. процес переміщення *гірничої маси* за допомогою *конвеєрів* на підземних і відкритих розробках родовищ корисних копалин.

КОНВЕКЦІЙНИЙ, -ого. * р. *конвекционный*, а. *convection*, н. *konvektiv* – той, що переноситься середовищем, де він міститься; к. с т р у м - електричний струм, зумовлений рухом наелектризованих тіл (напр., мікрочастинок пилу, диму); к. п о т і к - потік тепла, яке переноситься висхідним рухом *повітря*.

КОНВЕКЦІЙНИЙ ПЕРЕНОС, -ого, -у, ч. * р. *конвективный перенос*, а. *convection transfer*; н. *Konvektionsübertragung* f – процес розповсюдження повітряним потоком в атмосфері *гірничих виробок* і *виробленому просторі* газу, пилу та ін. *домішок*. К.п. відбувається в напрямі осн. руху повітря і завжди супроводжується дифузійним переносом: молекулярним при ламінарному режимі руху і молекулярним та турбулентним - при турбулентному режимі. При нормальній *вентиляції* гірнич. підприємства дифузійний перенос забезпечує насичення повітряного потоку *домішками*, в той час як К.п. здійснює їх винос з виробок і виробленого простору *шахт* і *кар'єрів*. Інтенсивність К.п. визначається швидкістю повітряного потоку і концентрацією в ньому речовини, яка переноситься. Необхідна для попередження накопичення шкідливих *домішок* в *шахтах* інтенсивність К.п. забезпечується нормуванням мінімальної величини швидкості повітря у виробках (0,15-0,25 м/с).

КОНВЕКЦІЙНИЙ ПОТІК, -ого, -у, ч. * р. *конвекционный поток*; а. *convection*; *convection current*, *convective flow*; н. *Konvektionsstrom* m – переміщення частинок рідини чи газу, зумовлене різницею температури, а отже, і різницею густин. Потік тепла, яке переноситься висхідним рухом повітря.

КОНВЕКЦІЯ, -ії, ж. * р. *конвекция*, а. *convection*, н. *Konvektion* f – 1) заг. – перенесення тепла в *рідинах* або *газах* потоками речовини. 2) в *тектоніці* – передбачуваний рух мас підкорової або *мантіної речовини*, направлене латерально або вгору-вниз г.ч. за рахунок змін у тепловому режимі мас. Згідно ряду гіпотез саме з К. пов'язане горотворення, утворення *океанічних жолобів*, *острівних дуг*, *геосинкліналей*. 3) в океанографії – найважливіший механізм перемішування вод океану. 4) в метеорології – підняття від землі теплих мас повітря і одночасне опускання більш холодних.

КОНДЕНСАТ, -у, ч. * р. *конденсат*, а. *condensate*, н. *Kondensat* n – продукт (*рідина* або *тверде тіло*) *конденсації* газу або пари. Див. також *газовий конденсат*.

КОНДЕНСАЦІЯ, -ії, ж. * р. *конденсация*; а. *condensation*; н. *Verdichtung* f, *Kondensation* f, *Kondensierung* f, *Wasserniederschlag* m, *Dampfniederschlag* m – 1) Процес переходу *газу* або насиченої *пари* в *рідину* чи *тверде тіло* внаслідок охолодження або стиснення їх. Швидкість процесу залежить від зовнішніх умов – *тиску*, *температури*, інколи – наявності інших *речовин*. 2) Реакція, при якій два або більше реактантів (або ж віддалених реактивних центрів (*reactive sites*) в межах однакових молекулярних частинок (у випадку реакцій циклізації) з'єднуються в одно при одночасному виділенні менших молекул, частіше води, амоніаку, воденьгалогеніду. Механізм багатьох таких реакцій включає послідовні реакції приєднання та елімінування.

КОНДИЦІЙНИЙ ПРОДУКТ, -ого, -у, ч. * р. *кондиционный продукт*, а. *standard product*, *off-the-shelf product*, *commercial product*, *selling product*, *sale product*, н. *Konditionsprodukt* n – у *збагаченні корисних копалин* – продукт, який відповідає встановленій сукупності вимог щодо якості, *агрегатного стану*, транспортабельності, *вмісту* шкідливих та баластних *домішок* і т.і. і не потребує подальшої обробки для використання за основним призначенням.

КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ, -..., с. * р. *кондиционирование воздуха*, а. *air conditioning*; н. *Luftklimatisierung* f – створення і підтримка параметрів повітряного середовища (т-ри, відносної *вологості*, *складу*, швидкості руху і тиску *повітря*), найбільш сприятливих для роботи персоналу, обладнання і *приладів* на *гірничих підприємствах*. К.п. застосовується на *шахтах*, *кар'єрах*, в надшахтних будівлях, приміщеннях збагач. ф-к та ін. На сучасних *шахтах* К.п. виконується, якщо *т-ра повітря* в очисних *вибоях* перевищує 26°C, у *вибоях підготовчих виробок* - 24-26°C. Існують загальношахтні і місцеві системи К.п., на робочих місцях використовують також засоби індивідуального теплового захисту у вигляді переносних повітроохолоджувачів.

КОНІМЕТР, -а, ч. * р. *кониметр*, а. *konimeter*, *coniometer*; н. *Staubmesser* m, *Konimeter* n – *прилад* для визначення кількості завислого у повітрі *пилу*.

КОНСИСТЕНЦІЯ, -ії, ж. * р. *консистенция*, а. *consistency*, н. *Konsistenz* f – 1) Ступінь *щільності* або *густини* речовини. 2) Ступінь *в'язкості* або *густини* напівтвердих-напіврідких речовин (*мастил*, *мила*, *фарб*, *будівельних розчинів* тощо).

КОНСТАНТА, -и, ж. * р. *константа*, а. *constant*, н. *Konstante* f – стала, постійна величина. Якщо *x* – постійна величина, то записують *x = const*. Часто константу позначають символами *K* або *C*. Синонім – постійна.

КОНСТАНТАН, -у, ч. * р. *константан*, а. *constantan*, н. *Konstantan* n – сплав *міді* (осн.) з *нікелем* (40%), *марганцем* (1,5%) і *домішками* деяких інших елементів. Характеризується сталістю електричного опору при зміні температури. Застосовують для виготовлення *термопар*, електричних опорів, вимірювальних і нагрівних *приладів* тощо.

КОНФУЗОР, -а, ч. * р. *конфузор*; а. *confuser, contractor, reducer*; н. *Konfusor* – напірна труба, що звужується за течією. Рух рідин у *конфузорі* супроводжується збільшенням швидкості і падінням тиску. Опір *конфузора* при рівних геометричних співвідношеннях завжди менший, ніж у *дифузори*.

КОНЦЕНТРАТ, -у, ч. * р. *концентрат*, а. *concentrate*, н. *Anreicherungsprodukt* n, *Konzentrat* n – основний продукт *збагачення корисних копалин*, в якому вміст цінного компонента вищий, ніж у вихідній *гірничій масі*, що надходить на *збагачення*. Розрізняють первинний (чорновий) К., що часто містить дек. цінних *мінералів* (т.зв. колективний К.), напр. *шліхи* – важку *фракцію* розсипних *родовищ*, в якій концентруються *мінерали титану, цирконію, заліза, олова, золота*. Первинний (чорновий) К, піддають операції *доводки* з метою отримання кінцевих продуктів - кондиційних К.(чистових К.), що відповідають стандартним вимогам або техн. умовам.

КОНЦЕНТРАЦІЙНИЙ СТИЛ, -ого, -а, ч. * р. *концентрационный стол*, а. *concentrator, concentrating table*; н. *Konzentrationsherd* m, *Herd* m – *апарат* для гравітаційного *збагачення корисних копалин* у потоці води, що тече по похилій поверхні, яка коливається та на якій створюються поздовжні *жолобки* з метою накопичення і транспортування зерен важких *мінералів*. К.с. використовують для *збагачення руд* рідкісних, благородних і чорних *металів* (*крупністю* 3-0,1 мм) і *вугілля* (0,074-13 мм) *густиною* в межах 1200-15600 кг/м³. К.с. з нерухомою прямокутною *декою* і періодичним розвантаженням (*вашгерди*) відомі тисячі років. У *ваннерів* і круглих К.с., які з'явилися пізніше, за рахунок повільного переміщення *деки* розвантаження важких частинок здійснювалося постійно. У сучасних К.с. *деки* здійснюють майже горизонтальний асиметричний зворотно-поступальний рух, що забезпечує розпушення шару частинок і їх транспортування. Внаслідок зносу верх. шару зерен потоком рідини упоперек *деки* і транспортування нижнього шару (де концентруються важкі частинки) вздовж *деки* утворюється віяло зерен матеріалу різної *густини* (*крупності*), що дозволяє збирати частинки *однакової густини* в різні приймачі. Форма *деки* близька до паралелограма, площа її 7-8 м². *Деки* забезпечені *нарифленням*, що утворює дрібні канали, напрям яких близький до напрямку переносу важких частинок. Частота коливань *дек* 4-7 Гц, амплітуда 6-30 мм. Кут поперечного нахилу *дек* для тонких продуктів 1-2°, крупних - до 10°. Кут повздовжнього нахилу ±0,2-0,5°. К.с. мають 1-6 *дек*, розташованих одна над іншою. Продуктивність кожної *деки* на крупному матеріалі до 4 т/год, на тонкому - до 0,2-0,5 т/год. *Вміст* твердого компонента в живленні 15-40% (за масою), витрата додаткової (змивної) *води* 1-2,5 м³/т. Як правило, К.с. виділяють *концентрат, промпродукти* і *хвости*.

КОНЦЕНТРАЦІЯ, -ії, ж. * р. *концентрация*; а. *concentration*; н. *Konzentration* f, *Konzentrierung* f – 1) Зосередження, скупчення, насичення, об'єднання. 2) Величина, яка характеризує кількість даного компонента у багатокомпонентній системі, середовищі, тобто відносна кількість даного компонента в гомогенній системі в об'ємному, масовому або молярному вимірах.

КОНЦЕНТРАЦІЯ ГІДРОСУМІШІ, -ії, -..., ж. * р. *концентрация гидросмеси*, а. *volume percent concentration of slurry, weight percent concentration*, н. *Pulpengehalt* m, *Pulpenanteil* m, *Trübengehalt* m, *Trübenanteil* m – показник, що характеризує *вміст* твердого матеріалу у певному об'ємі *гідросуміші*. Розрізняють К. о б ' є м н у (відношення обсягу твердого матеріалу, який транспортується, до відповідного об'єму *гідросуміші*) та м а с о в у (те ж саме в одиницях маси).

КОПОЛІМЕР (СПІВПОЛІМЕР), -у, ч. * р. *сополимер*; а. *copolymer*; н. *Kopolymerisat* n, *Kopolymer* n – продукт *полімеризації суміші* двох чи більше мономерів, *макромолекули* якого складаються з двох або більше типів мономерних ланок.

КОПОЛІМЕРИЗАЦІЯ, -ії, ж. * р. *сополимеризация*, а. *copolymerization*; н. *Kopolymerisation* f – *полімеризація суміші* двох чи більше мономерів, кожний з яких входить до полімерного ланцюга.

КОРЕЛЯТИВНИЙ, -ого. * р. *коррелятивный*, а. *correlative*, н. *korrelativ* – співвідносний, взаємозумовлений.

КОРЕЛЯЦІЯ, -ії, ж. * р. *корреляция*, а. *correlation*, н. *Korrelation* f – 1) Співвідношення, відповідність, взаємозв'язок предметів або понять. 2) Залежність між явищами або величинами (параметрами), що не має чіткого функціонального характеру.

КОРИСНИЙ КОМПОНЕНТ, -ого, -а, ч. * р. *полезный компонент*, а. *valuable component*; н. *Nutzkomponente* f, *Nutzbestandteil* m – *складова частина корисної копалини*, вилучення якої з метою пром. використання технологічно можливе і економічно доцільне. Розрізняють осн. і супутні (попутні) К.к. Основні К.к. - *складові частини к.к.*, самостійне вилучення (добування) яких економічно доцільне. При наявності двох або декількох осн. К.к. *корисна копалина* характеризується як комплексна (напр., мідно-молібденові, мідно-свинцево-цинкові руди). Попутні К.к. - *складові частини корисних копалин*, вилучення яких економічно доцільне лише спільно з основним К.к.

КОРОЗІЙНІ ІНГІБІТОР, -..., -у, ч. * р. *ингибитор коррозии*; а. *corrosion inhibitor*; н. *Korrosioninhibitor* m – *речовина*, яка гальмує процес *корозії* за рахунок конкуруючої *адсорбції* з частинками *активаторів* і утворення на металевій поверхні захисних *адсорбційних* або *фазових плівок*, іноді з бар'єрними властивостями. Див. *інгібітори корозії*.

КОРОЗІЯ, -ії, ж. * р. *коррозия*, а. *corrosion*; н. *Korrosion* f – 1) Самочинне руйнування *металів* внаслідок їх хімічної або електрохімічної взаємодії із зовнішнім (корозійним) середовищем.

Розрізняють хімічну, електрохімічну, атмосферну, ґрунтову, морську та інші види К. 2) Руйнування (розчинення) г.п. у воді з утворенням *тріщин, каналів, воронок (лійок), улоговин, каверн, печер* та ін. *порожнин*; особливо наочно К. виявляється в місцях розвитку легкорозчинних *порід* (кам. *солі, гіпсу, вапняків* та ін.). 3) Роз'їдання і часткове розчинення магматич. розплавом або *лавою* кристалів-вкраплеників, що виділилися на першому етапі їх *кристалізації*, або уламків *порід* (*ксенолітів*), захоплених *магмою* при її розповсюдженні. Див. *електрокорозія, корозія трубопроводів, фретінг-корозія*.

КОРПОГЕЛІНІТ, -у, ч. * р. *корпогелініт*, а. *corpogelinite*, н. *Korogelinit* m – мацерал мацеральної підгрупи *геловітриніту* в мацеральній групі *вітриніту*, що складається з гомогенних і розрізнених тіл, які являють собою заповнення клітин. Термін введений в 1994 р. Міжнародним комітетом з петрології вугілля і органічної речовини (МКПВОР).

Часточки *корпогелініту* можна знайти в складі *теловітриніту* в місцях їх початкового залягання. *Корпогелініт* залягає також ізольовано в атритній материнській породі як результат деградації навколишньої рослинної тканини. У зв'язку з цим часточки *корпогелініту* можуть групуватися разом або розташовуватися окремими тілами. У залежності від орієнтації форма *покладів* може бути сферичною, овальною або продовгувастою. Розмір варіює. Утворення *корпогелініту* можуть досягати в довжину 1-10 мм. Його границі звичайно носять рівний характер, іноді кутасті. Рідко *корпогелініт* містить вакуоли різного розміру. Він має більш високий, ніж інші попутні вітринітові *мацерали*, рівень відбивної здатності. Травлення може виявити або зробити більш видимим *корпогелініт* в складі *колотелініту* або *колодетриніту*. Інтенсивність *флуоресценції* К. слабша, ніж у попутних мацералів *колотелініту* і *колодетриніту*, або ж відсутня. У складі *вугілля* і *осадових порід* пізнього мезозою і кайнозою К. звичайно є похідним *корпогелініту* (флорафініту).

Корпогелініт присутній в невеликих кількостях у всьому палеозойському вугіллі, звичайно в тих мікролітописах, які містять значущі кількості вітриніту. У вугіллі мезозою, особливо крейди, і кайнозою корпогелініт зустрічається частіше. Для більш молодого вугілля великі тіла не характерні. У зв'язку з хімічною і фізичною стійкістю К. часто присутній в осадових породах. Він є частиною керогену типу III. Походження слова: *corpus* (лат.) - тіло; *gelu, us* (лат.) - мороз, твердіння (тіл з віком). Синоніми: *корпоколініт, флорафініт* (буре вугілля).

КОРПУСКУЛА, -и, ж. * р. *корпускула*, а. *corpuscule*, н. *Korpuskel* n – узагальнена назва дрібненьких частинок *матерії* (*електронів, фотонів* тощо).

КОРПУСКУЛЯРНИЙ, -ого. * р. *корпускулярний*, а. *corpuscular*, н. *corpuskular, korpuskele* – пов'язаний з *корпускулами*, к - а т е о р і я с в і т л а - теорія, за якою світло являє собою потік дрібних частинок *речовини*.

КРЕКІНГ, -у, ч. * р. *крекінг*, а. *cracking*, н. *Krack, Kracken* n, *Krackung* f, *Spalten* n, *Spaltung* f – процес, термічна або каталітична (див. *каталіз*) переробка нафтових *фракцій*, при якій *молекули* важких *вуглеводів* розщеплюються на простіші. Основними продуктами К. є компоненти моторних *палив*.

КРЕОЗОТ, -у, ч. * р. *креозот*, а. *creosote*, н. *Kreosot* n – масляниста жовтувата рідина з їдким запахом; складна суміш органічних сполук, в якій переважають *феноли*. Застосовують для просочування деревини, щоб запобігти гниттю, як *флотаційний реагент* при збагаченні *руд* тощо. Див. *флотація*.

КРИСТАЛІЗАЦІЯ, -ії, ж. * р. *кристаллізація*, а. *crystallisation*, н. *Kristallisation* a – перехід *речовини* з газоподібного, рідкого (розчину чи розплаву) або твердого (аморфного) станів у *кристалічний*. К. – процес утворення *кристалів* з пари, розчинів або розплавів та з *речовини* в інш. кристалічному або аморфному стані. К. починається при досягненні деяких граничних умов, напр., переохолодженні рідини або перенасиченні пари, коли практично миттєво виникає багато дрібних кристаликів – центрів *кристалізації*. Кристалики ростуть, приєднуючи *атоми* з рідини або пари. Ріст граней *кристалу* відбувається пошарово, краї незавершених атомних шарів (сходінки) при рості рухаються вздовж граней. Залежність швидкості росту від умов К. приводить до різноманітності форм росту та структури *кристалів* (багатогранні, пластинчасті, голчасті, скелетні, дендритні та ін. форми, олівцеві структури і т.д.). В процесі К. також виникають різні *дефекти* кристалічної *ґратки* (див. *дислокації*).

КРИСТАЛІТИ, -ів, мн. * р. *кристалліти*, а. *crystallites*, н. *Kristallite* m pl – 1) Найдрібніші зародкові кристалоутворення у різновидах вулканічного *скла*. 2) Дрібні неправильної форми *кристали* литого *металу* або металевого *сплаву*, міцно зв'язані між собою.

КРИСТАЛІЧНИЙ, -ого. * р. *кристаллический*, а. *crystalline*, н. *kristall(in)isch, kristallin, Kristall...* - той, що складається з *кристалів*, подібний до них; к-ні г р а т к и – періодично повторюване розміщення *молекул, атомів* або *йонів* у *кристалах*. Див. *кристалічні сланці, щит кристалічний*.

КРИСТАЛОГІДРАТИ, -ів, мн. * р. *кристаллогидраты*, а. *crystalline hydrates*, н. *Kristallhydrate* m pl, *Kristallohydrate* m pl – кристалічні *речовини*, в складі *молекул* яких є кристалізаційна *вода*, напр. *гідрат хлористого кальцію*. Див. *гідрати вуглеводневих газів*.

КРИСТАЛОХІМІЯ, -ії, ж. * р. *кристаллохимия*, а. *crystallochemistry*, н. *Kristallchemie* f – розділ *кристалографії, наука* про просторове розміщення структурних частинок (*молекул, атомів, йонів*) у *кристалах* та залежність фізико-хімічних властивостей кристалічних *речовин* від їхньої структури.

Кристалохімія тісно пов'язана з *хімією*, *кристалофізикою* і *мінералогією*. Базується на даних експериментального вивчення структури *кристалів* рентгенівськими (рентгеноструктурний, нейтронографічний, електроннографічний та ін.), хімічними та фізичними методами.

КРИТЕРІЙ ОПТИМАЛЬНОСТІ, -ю, -..., ч. * р. *критерий оптимальности*; а. *optimum criterion*; н. *Optimalitätskriterium* n – основний показник якості роботи системи. К.о. – фундаментальне поняття системи оптимального функціонування об'єктів (*машин, процесів, підприємства*, галузі, економіки у цілому). У економіці, напр., К.о. може бути максимум *прибутку*, мінімум трудових затрат, мінімальний час досягнення мети тощо. У системах управління *технологічними процесами* К.о. може бути один з показників якості *перехідного процесу* (скажімо, його тривалість), точність у номінальному режимі, собівартість продукції тощо. Випадковий характер ряду технологічних та економічних процесів потребує імовірнісної оцінки ступеня оптимальності управління, тобто обумовлює необхідність введення т.зв. статистичних *критеріїв оптимальності*. Приклади останніх: критерій мінімуму імовірності помилкового рішення (Критерій Котельникова або критерій ідеального спостерігача), критерій мінімуму середнього ризику, мінімакський критерій – мінімуму максимального ризику та інш.

КРИТЕРІЙ ПОДІБНОСТІ, -ю, -..., ч. * р. *критерий подобия*; а. *similarity criterion*; н. *Ähnlichkeitsprinzip* n, *Ähnlichkeitsgesetz* n, *Ähnlichkeitskriterium* n – безрозмірне *число подібності*, складене із заданих розмірних параметрів математичного опису процесу, явища. Явища і процеси називаються подібними, якщо за заданими характеристиками одного з них можна одержати характеристики іншого шляхом перемноження на масштабні коефіцієнти (константи подібності). Розрізняють подібність: *геометричну* – постійність відношень лінійних розмірів об'єкта і моделі; *кінематичну* – постійність відношень швидкостей відповідних точок потоку, частинок тощо в об'єкті і моделі; *динамічну* – постійність відношень відповідних сил. В рудниковій аерології основні К.п.: число Рейнольдса, число Річардсона, число Фруда, число Струхаля (критерій гомохронності).

КРИХКІСТЬ, -ості, ж. * р. *хрупкость*, а. *fragility*, н. *Sprödigkeit f, Brüchigkeit f, Zerbrechlichkeit f* – властивість матеріалу руйнуватися без помітної пластичної деформації. До крихких матеріалів належать скло, камені, бетон, чавун тощо. Див. *крихкість гірських порід, крихкість мінералів*.

КРИОГЕННИЙ, -ого. * р. *криогенный*, а. *cryogenic*, н. *kryogen, Kryo...* - пов'язаний з низькими температурами.

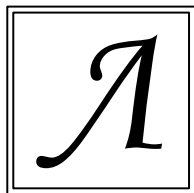
КРИОСТАТ, -а, ч. * р. *криостат*, а. *cryostat*, н. *Kryostat m* – *пристрій* для підтримання низьких температур у замкнутому середовищі (нижче 120 К) за допомогою зріджених *газів* (азоту, водню, гелію та ін). У К. досліджують фізичні властивості матеріалів, вивчають їх стійкість до низьких температур тощо.

КРОНБЛОК, -а, ч. * р. *кронблок*; а. *crown block*; н. *Turmseilrolle f, Turmrollenblock m, Turmrollenlager n, Kronenblock m* – 1) Нерухома частина талевої системи, зокрема *поліспасту*, що кріпиться у верхній частині підйомної вежі. 2) Система нерухомих роликів, яка розміщується на верхній частині вишки або щогли.

КРУПНІСТЬ, -ості, ж. * р. *крупность*, а. *size*, н. *Größe f* – характеристика *порції* або *проби* к.к., яка визначається за крайніми лінійними розмірами найбільшого та найменшого зерна матеріалу. Див. також *клас крупності*.

КУКЕРСИТ, -у, ч. * р. *кукерсит*, а. *kukersite*, н. *Kuckersit m* – масивний плитковий глинисто-мергелистий *горючий сланець* коричнево-бурого кольору. Гол. компоненти: *кероген* (органіч. речовина), тонкозернистий уламковий матеріал, карбонат *кальцію*. Масова частка *керогену* в К. 20-70% (в сер. 30-50%). К. використовується в осн. як енергетич. паливо, в менших масштабах для отримання побутового газу, рідкого палива і хім. продуктів. *Зола* К. придатна для буд. матеріалів, вапнування *ґрунтів*. Залягає у *Прибалтійському сланцевому басейні*.

КУРОНГІТ, -у, ч. * р. *куронгит*, а. *coorongite*, н. *Coorongit m* – різновид *сапропелей*, продукт субаерального перетворення *матеріалу* водоростей *Elaeophytoa coorongiana* Thiess. Склад органіч. маси (%): С 79,7; Н 12,0; N 0,7; S 0,1; О 7,5. Вихід *легких речовин* 75% на органіч. масу. За зовнішнім виглядом - каучукоподібна *речовина* темно-бурого кольору, зустрічається в солоних *лагунах* Півд. Австралії.



ЛАБІЛЬНИЙ, -ого * р. *лабильный*, а. *labile, unstable*, н. *labil, Labil...* – який легко змінюється, нестійкий, рухомий. Термін застосовується г.ч. для живої *матерії*.

ЛАБОРАТОРІЯ, -ії, ж. * р. *лаборатория*, а. *laboratory*, н. *Laboratorium n, Labor n, Versuchsfeld n* – 1)

Спеціально обладнане та устатковане *приладами, машинами, пристроями*, мережами приміщення або транспортний засіб (напр., автомашина, вагон потягу, літак, гелікоптер тощо) для наукових досліджень, навчальних робіт, контрольних *аналізів* та випробувань (див. *лабораторне устаткування*). 2) Установа або її відділ, що проводить експериментальну науково-дослідницьку та навчальну роботу. 3) Про внутрішні творчі процеси, внутрішню діяльність кого-небудь. Напр., творча лабораторія дослідника тощо.

ЛАГ, -а, ч. * р. *лаг*; а. *lag*; н. *Log n, Logge f* – 1) Показник, що відображає відставання, або випередження в часі одного явища (напр., економічного) порівняно з іншим, пов'язаним з ним явищем.

2) У патентній справі – відрізок часу використання винаходу, який не приносить ефекту. Це час між початком впровадження за ліцензією і виготовленням першого зразка.

3) В економіці, промисловості – розрив у часі між здійсненням капітальних вкладень і одержанням ефекту. Показник *лага* використовується в аналізі ефективності капітальних вкладень, напр., у видобуванні *нафти* і *газу*. *Лag* вимірюється, звичайно, в роках, рідше – в місяцях. Повний *лаг* капітальних вкладень складається з двох частин: а) будівельний *лаг* – період часу, необхідний для перетворення капітальних вкладень в основні фонди і виробничі потужності; його величина залежить від тривалості будівництва підприємств, будинків, споруд та розподілу капітальних вкладень по роках будівництва; б) *лаг* освоєння – період часу, необхідного для досягнення передбаченого проектом рівня віддачі на введених у дію основних фондів і виробничих потужностей. Його величина залежить від швидкості (темрів) освоєння основних фондів, що вводяться, і виробничих потужностей, тобто від швидкості досягнення проектних потужностей і техніко-економічних показників з випуску продукції і її собівартості.

ЛАЗЕР, -а, ч. * р. *лазер*, а. *laser*, н. *Laser m* – *прилад* для генерування або підсилення *монохроматичного* світла. Оптичний квантовий *генератор*. Л. – джерело когерентного, монохроматичного і вузькоспрямованого електромагнітного випромінювання оптичного діапазону, яке характеризується великою густиною *енергії*. Існують газові Л., рідинні та на твердих тілах (діелектричних *кристалах, склі, напівпровідниках*). В Л. має місце перетворення різних видів *енергії* в *енергію* лазерного випромінювання. Головний елемент Л. – активне середовище, для утворення якого використовують: вплив світла, електричний розряд у *газах*, хімічні реакції, бомбардування електронним пучком та ін. методи «накачування». Активне середовище розташоване між дзеркалами, які утворюють оптичний резонатор. Існують Л. безперервної та імпульсної дії. Л. отримали широке застосування в наукових дослідженнях (*фізика, хімія, біологія, гірнича справа* тощо), голографії і в *техніці*. Напр., у *геодезії, маркшейдерії*, у кінці ХХ ст. створено новий метод лазерної сепарації *алмазів* з потоку *руди* (Гудаєв О. А., Канаєв И. Ф., Шлюфман Е. М. // Датчики і системи. – 1999).

ЛАМІНАРНА ТЕЧІЯ, -ої, -ії, ж. * р. *ламинарное течение*, а. *laminar flow; straight-line flow*; н. *Laminarströmung f, laminare Strömung f, Bandströmung f, gleitende Strömung f* – впорядкований рух *рідини* або *газу*, при якому *рідина (газ)* рухається шарами, паралельними до напрямку течії. Режим течії *рідини* характеризується числом *Рейнольдса* $Re = \rho v l / \mu$, де ρ – *густина*, μ – *коєф. в'язкості*, v – *характерна швидкість* течії *рідини (газу)*, l – *характерний розмір*. Л.т. має місце, коли число Re менше від критич. значення. Для випадку течії *води* в круглій трубі $Re_{кр} = 2200$. Л.т. спостерігається в дуже в'язких *рідинах* або при течіях з досить малими швидкостями, а також при повільному обтіканні дуже в'язкою *рідиною* тіл малих розмірів. Із збільшенням швидкості руху даної *рідини (газу)* Л.т. переходить у *турбулентну течію*.

ЛАМІНАРНИЙ (В'ЯЗКИЙ) ПІДШАРОК, **ламинарный (вязкий) подслой*; ***laminar under-layer (viscous)*; ***(*viskose*) *Laminarunterschicht* – тонкий шар *рідини*, який виникає біля стінок русла при турбулентному русі. Л.п. рухається ламінарно.

ЛАМІНАРНИЙ РЕЖИМ, -ого, -у, ч. * р. *ламинарный режим*; а. *laminar flow conditions*, н. *Laminarzustand m, Laminarverhältnisse n pl* – ламінарний рух *рідини* (або *газу*), за якого окремі струмені течуть паралельно, обтікаючи перешкоди рівномірними шарами.

ЛЕЙПТИНІТ, -у, ч. – те ж саме, що й *ліптиніт*. Застарілий термін.

ЛЕП, -у, ч. * р. *леп*, а. *lep*, н. *Lep m*, п – місцева (карпатська) назва *озокериту*.

ЛЕТКІ РЕЧОВИНИ, -их, -ин, *мн.* * р. *летучие вещества*, а. *volatile matter*, н. *flüchtige Bestandteile m pl, flüchtiges Stoff m, Flüchtiges n – 1*) *Речовини*, які мають здатність швидко випаровуватись. Напр., *газ* виділяється швидко з сирої *нафти* при її введенні в *буровий розчин*. При *дистилюванні* бурових розчинів *леткими речовинами* стають *вода, нафта, газ* тощо, тобто ті продукти, які випаровуються, залишаючи тверді речовини як у розчинній формі, так і у формі *осаду*. 2) Газоподібні *речовини*, що виділяються з *вугілля викопного* при його *коксуванні* під впливом високих температур. До Л.р. належать: *волога*, пірогенетична *вода*, леткі органічні складові частини *вугілля*, продукти розкладу деяких *мінералів*. Леткі продукти, одержувані при *коксуванні*: сирий бензол, *аміак, сірководень*, двоокис *вуглецю*, ненасичені *вуглеводні*. *Вихід Л.р.* є однією з класифікаційних ознак *марки вугілля* та характеристикою його технологічної придатності. *Вихід Л.р.* має найбільшу величину для *вугілля бурого* (до 50%) і знижується до 2 % для *антрацитів*. Методи визначення *виходу Л.р.* регламентовані відповідними *стандартами*.

ЛЕТКІСТЬ, -ості, ж. * р. *leuchtbarkeit*; а. *volatility*; н. *Flüchtigkeit* f – термодинамічна величина, яка використовується для опису властивостей реальних газових сумішей. Вона дозволяє застосовувати рівняння, які відображають залежність *хімічного потенціалу* ідеального газу від температури, тиску і складу системи до компонента газової суміші, якщо в цих рівняннях замінити парціальний тиск на Л. Тобто Л. – це «виправлена» пружність насиченої пари («виправлений» парціальний тиск) компонентів ідеальних газових сумішей. Від підстановки Л. в рівняння ідеальних газів або розчинів вони стають придатними для опису властивостей реальних вуглеводневих газів або розчинів. Для ідеального однокомпонентного газу Л. f дорівнює тиску p , для суміші ідеальних газів – парціальному тиску p_i компонента, тобто $f_i = y_i p$, де y_i – молярна частка i -го компонента в газовій суміші. Приблизно Л. f дорівнює добутку коефіцієнта стисливості z на тиск пари суміші p , тобто $f = zp$. За рівності фазових тисків і температур хімічні потенціали компонентів рівні Л. компонентів у фазах. Відношення Л. компонентів у паровій фазі f_i (аналогічно в рідинній фазі $f_{iр}$) до $y_i p$ (аналогічно до $x_i p$, де x_i – молярна частка i -го компонента в рідинній фазі) називається коефіцієнтом Л. компонента i в паровій фазі (аналогічно в рідинній фазі), тобто ϕ_i , а відношення $f_{iр}$ до $x_i f_{iр0}$ – коефіцієнтом активності γ_i , тобто $\phi_i = \gamma_i f_{iр0}$ – Л. чистого компонента за температури суміші.

ЛИПКІСТЬ (КЛЕЙКІСТЬ), -і, (-і), ж. * р. *lipkosc*, а. *stickiness, adhesiveness*; н. *Adhäsion* f, *Klebrigkeit* f, *Zähigkeit* f – здатність прилипати, напр., породи до інструментів та обладнання при певному вмісті вологи. Налипання різко погіршує роботу землерийних машин, усіх видів транспортних засобів. Л. характерна для зв'язних порід. Максимальна Л. спостерігається при вологості порід вище нижньої межі пластичності.

Суть Л. в тому, що при певній вологості, плівки води (в загальному випадку – змочуючої рідини), які обволікають частинки породи, досягають такої товщини, при якій вони з приблизно однаковою силою взаємодіють як з мінеральними частинками, так і з поверхнею машин. Збільшення товщини плівки при подальшому насиченні водою призводить до різкого зменшення Л. Оцінюють Л. питомою величиною напружень, які потрібні на відривання злиплих тіл. Л. вуглемаєльних структур (брикетів, паст, гранул) можна визначити за емпіричною формулою А.Т.Слішевича (1972):

$$L_3 = P_v \cdot \tau_{TB} / S_{пл} \cdot \tau_{TB},$$

де P_v – зусилля що викликає відлипання, $S_{пл}$ – площа пластини, $\tau_{вп}$ – тривалість відлипання; τ_{TB} – тривалість відлипання гранично зруйнованої структури нафтозв'язуючих. При цьому, однак, залишається неоднозначність визначення липкості, що обумовлено залежністю результатів вимірювань від швидкості прикладання зусилля (роз'єднання пластин). В.С.Білецьким (1996) запропоновано поняття динамічної липкості.

ЛИГНІН, -у, ч. * р. *lignin*, а. *lignin, lignine*, н. *Lignin* n – 1) Органічна речовина, що поряд з целюлозою є складовою частиною здрев'янілих тканин вищих рослин. Разом з геміцелюлозою зумовлює міцність стовбурів і стебел рослин. При геліфікації і фузенізації утворює затверділу безструктурну торфову масу. Найбільше Л. містить деревина хвойних (до 35%) і листяних (20-25%) порід. У нижчих рослин – водоростей, грибів, мохів Л. немає. 2) Гідролізний Л. – речовина штучного походження, залишок виробничого процесу – гідролізу деревини. Використовується для зниження в'язкості бурових розчинів, одержання активного вугілля тощо. Крім того, за певних умов лігніни можуть використовуватися як недефіцитна зв'язуюча речовина при виробництві кам'яновугільних брикетів.

ЛИГНОСУЛЬФОНАТ, -у, ч. * р. *lignosulfonat*, а. *lignosulphonate*, н. *Lignosulfonat* n – речовина, що утворюється з лігніну при сульфатній варці деревини в процесі отримання целюлози. Мол. м. 200-60000. Випускаються з домішками вуглеводнів у вигляді рідких і твердих концентратів сульфатно-спиртової барди. Сухий залишок складає 50-90 мас.%. Лігносульфонати – аніонні ПАВ. Застосовуються як пластифікатори, реагенти, що впливають на гідрофільно-гідрофобний баланс поверхні різних мінералів.

ЛИМНОЛОГІЯ, -ії, ж. * р. *limnologie*, а. *limnology*; н. *Limnologie* f, *Seekunde* f – наука про поверхневі водойми суходолу – озера, ставки, водоймища. Інша назва – озерознавство. Розділ гідрології поверхні. Використовує методи гідрології, метеорології, гідробіології, гідрохімії, гідрофізики, геоморфології, гідрогеології та ін. Вивчає комплекс взаємопов'язаних фізичних, хімічних та біологічних процесів, що протікають в озерах, форми, розміри, походження озерних западин, донні відклади, фіз. та хім. властивості води, гідрологічний режим, рослинний та тваринний світ. Результати дослідження Л. використовуються у ряді галузей: водопостачанні, транспорті, гідроенергетиці, при видобутку корисних копалин та ін.

ЛІНІЯ ТЕХНОЛОГІЧНА, -ії, -ої, ж. * р. *технологическая линия*; а. *production line*; н. *technologische Linie* f – 1) Сукупність пристроїв, апаратів і т.і., що розташовані один за одним і мають певне загальне виробниче призначення. 2) Трубопровід у системі обладнання, яке необхідне для реалізації певної технології (технологічного процесу). 3) Технологічна система для початкового оброблення продукції нафтової чи газової свердловини перед її відправленням на береговий термінал чи на шельфове навантажувальне устаткування.

ЛІОФІЛЬНІСТЬ (СОЛЬВАТОФІЛЬНІСТЬ), -і (-і), ж. * р. *лиофильность, (сольватопфильность)*; а. *lyophilicity (solvatophilicity), lyophilic behavior*, н. *Lyophilität* f – здатність речовини інтенсивно взаємодіяти з рідким середовищем (з молекулами рідини), завдяки чому такі речовини можуть

розчиняються, змочуватись, набрякати. Окремим випадком Л. є *гідрофільність*.

ЛІОФОБНІСТЬ, (СОЛЬВАТОФОБНІСТЬ), -і (-і), ж. * р. *liophobicity, (solvatophobicity)*; а. *liophobicity, (solvatophobicity), lyophobic behavior*, н. *Lyophobicität* f – 1) Властивість компонентів (або окремих функційних груп їх молекул) двофазної системи, де взаємодія між однаковими частинками значно перевищує взаємодію між різними, що спричинює нерозчинність складників, їх незмочуваність чи нездатність набрякати. 2) Здатність речовини дуже слабо взаємодіяти з молекулами рідинного середовища, до якого ця речовина дотикається. Окремим випадком Л. є *гідрофобність*.

ЛІПОФІЛЬНІСТЬ (ОЛЕОФІЛЬНІСТЬ), -і (-і), ж. * р. *lipophilicity, (oleophilicity)*; а. *lipophilicity (oleophilicity), oil-receptivity, water-repellance, lipophily (oleophily)*, н. *Lipophilität* f – *ліофільність* сполук або їх частин у відношенні до *вуглеводнів*, жироподібних речовин, масел.

ЛІПТИНІТ, -у, ч. * р. *lipтинит, а. liptinite*; н. *Liptinit* m – група мацералів органічної речовини виходу з *вугілля*. Застаріла форма терміна: *лейптинит (leptynite, leptinite)*. Див. *ліптиніт* група.

ЛІПТИНІТОВА ГРУПА, -..., -и, ж. * р. *ліптиніт* група, а. *liptinite group*, н. *Liptinitgruppe* f – термін для позначення групи мацералів: спориніт, кутиніт, субериніт, резиніт, альгініт. Вони мають різну форму, що відповідає природним утворенням біохімічно стійких компонентів вищих рослин (оболонки спор, покривні кутикулові плівки листочків тощо).

Мацерали групи мають близькі фізичні та хімічні властивості, обумовлені природними біохімічно стійкими жироподібними ліпідами, смолами і т.п. Вони щільні, легкі, питома вага 1,20-1,25, у порівнянні з вітринітом мають більший вихід летких речовин, смол напівкоксування, меншу відбивну здатність; на низькій стадії вуглефікації, в прохідному світлі – жовті, рожеві, у відбитому світлі – темно-бурі, чорні; на антрацитовій стадії – анізотропні; з меншими, ніж у вітриніту, значеннями R_{\max} та більшими R_{\min} . У порівнянні з геліфікованими і фюзенізованими мацералами вугілля Л. характеризується найбільш низьким показником відбивання ($R_0=0,21-1,2$), добре вираженою морфологією, найвищим виходом летких речовин, вмістом водню, здатністю утворювати при термічному впливі рухливу масу. Розсіяні у вугіллі, знаходяться у структурах тканин або утворюють скупчення. Мацерали Л.г. належать до вуглетвірних мацералів вугілля дюренового типу, ліптобіолітів, сапропелітів.

ЛІПТИТ, -у, ч. * р. *ліптит, а. liptite*, н. *Liptit* m – мономацеральний мікролітотип, що містить мінімум 95 % (за об'ємом) мацералів ліптинітової групи. Термін введений Амосовим (1956 р.). З 1962 р. прийнятий Міжнародним комітетом з петрології вугілля і органічної речовини (МКПВОР) для позначення мікролітотипу, що складається, в основному, з мацералів ліптинітової групи. У залежності від особливого ліптинітового мацералу, утворюючого ліптит, можливе більш точне визначення, напр.: «спорит» (Потоньє, 1910 р.), кутит, алгіт і т.д.

Фізичні та хімічні властивості ліптиту відповідають ліптинітовим мацералам-складникам.

Відносно типовими є: 1) спорит, що походить від стиснутих спорангій, дуже великих мегаспор в палеозойському вугіллі (напр., в підводних відкладах інтракратонної западини Гранья (Корреа да Сільва і Маркес-Тойго, 1985 р.); 2) алгіт, який зустрічається в підводному вугіллі, напр., внутрішньогірських (intramontane) западинах (Вольф і Вольф-Фішер, 1984 р.; Гейгман і Вольф, 1989 р.); 3) кутит з товстостінних сероз, що зустрічаються, напр., у западині «Саар» (Saar Basin).

Походження слова: «*lipos*» (грецьк.) – жир, мастильне масло.

ЛІПТОБІОЛІТ, -у, ч. * р. *ліптобіоліт, а. liptobiolite*, н. *Liptobiolith* m – різновид вугілля, початковим матеріалом якого є біохімічно стійкі елементи вищих рослин (оболонки кутикул, спор, віск, смоляні тіла, пробкова тканина кори рослин і т.ін.). Л. – напівматове і матове вугілля із вмістом фюзиніту до 10% при загальному вмісті геліфікованих елементів до 50%. За перевагою в початковому матеріалі тих або інших елементів Л. поділяють на: спорове (тасманіт), кутикулове (листувате або паперове вугілля), смоляне (рабдопісит), корове (лопініт), воскове (піропісит) та ін. Колір Л. змінюється від жовтого до бурувато-чорного, блиск матовий, структура тонкозерниста з неправильним зламом (спорові і смоляні Л.), листувата (кутикуловий Л.), плитчаста (корові Л.). Колір ризику від коричнюватого-жовтого до чорного з буруватим відтінком. Л. горять полум'ям, що коптить, видаючи запах горілої гуми. Характеризуються підвищеним виходом летких речовин (45-57%), первинної смоли при сухій перегонці, підвищеним вмістом водню, високою теплою згоряння (34,3-36,4 МДж/кг) і низькою зольністю (8-9%). Смолисті ліптобіоліти мають підвищену пористість. Л. звичайно зустрічаються спорадично у вигляді дрібних лінзоподібних прошарків в ін. видах вугілля, іноді складають самостійні пласти і поклади. В Україні Л. складають невеликі за потужністю шари у вугіллі нижнього карбону Західного Донбасу.

ЛІТОГЕНЕТИЧНИЙ ТИП ВУГІЛЛЯ, -ого, -у, -..., ч. * р. *літогенетический тип угля, а. lithogenous coal, lithogenic coal*, н. *lithogenetische Kohlenart* f – термін для позначення макроскопічно помітних (за блиском, кольором, твердістю, структурою, текстурою) інгредієнтів у пластах виходу з вугілля. Вказані фіз. властивості відображають речовинний склад Л.т.в. та умови вуглеутворення. У гумолітах виділяють такі основні Л.т.в. (літотипи): вітрен, кларен (блискучі), дюрен (матовий),

фюзен (сажистий) і перехідні – дюрено-кларен (напівблискучий), кларено-дюрен (напівматовий); в *сапропелітах* основні Л.т.в. – *богхед* і *кеннель* і перехідні – богхед-кеннелі і кеннель-богхеда. *Вітрен* і *фюзен* виділяються при потужності шарів понад 3 мм, інші – при потужності понад 10 мм. *Вугілля* пласта може бути однорідним, складеним одним Л.т.в., або стрічковим – з чергуванням шарів різних Л.т.в.

ЛІТОТИПИ, -ів, мн. * р. *литотипы*, а. *lithotypes*, н. *Lithotype* m pl – термін для позначення гумусового *вугілля* макроскопічно різного за *блиском*, *структурою*, механічними властивостями, *тріщинністю*. За *блиском* та *структурою* виділяють прості та складні Л. Прості – *вітрен* (блискучий), *фюзен* (сажистий, волокнистий, матовий), *кларен* (напівблискучий, смугастий), *дюрен* (матовий) та перехідні – дюрено-кларен, кларено-дюрен. Товщина смуг *вітрена* – від 2 – 3 до 10 мм, мінімальна товщина *фюзена* та складних *літотипів* умовно 3 мм, максимальна відповідає товщині потужних *пластів*. *Блиск* складних Л. залежить від участі в їх будові тонких блискучих і матових смуг, а *структура* – від товщини смуг, яка знаходиться в межах до 3 мм. За цією ознакою *структура* складних Л. характеризується як неявносмугаста, штрихувата, тонко-, грубосмугаста тощо. Термін Л. використовується при макропетрографічних описах і в назвах типів гумусового *вугілля*, які розрізняються за *складом*, товщиною (потужністю) Л. та особливостями структури складних Л. Термін прийнято Номенклатурною комісією Міжнародного комітету з *петрології* вугілля (1963) за описом чотирьох основних смуг *вугілля* М.Стопс (1919). Назвам Л. присвоєно закінчення –ен. Син. – *інгредієнти*.

ЛОКАЛЬНИЙ, * р. *локальный*, а. *local*, н. *lokal* – місцевий, той, що не виходить за визначені межі.

ЛУГ, -у, ч. * р. *щелочь*, а. *alkali*, н. *Alkali* n, *Laugensalz* n – гідроксиди лужних і лужноземельних *металів*. Тверді *речовини*. Гідроксиди лужних *металів* (ідкі луги) добре розчиняються у воді, лужноземельних – погано. Ідкі луги створюють у воді велику концентрацію йонів OH^- .

ЛЮКС, -а, ч. * р. *люкс*, а. *lux*, н. *Lux* n – одиниця освітленості. 1 *лк* – освітлюваність, створена світловим потоком в 1 *люмен*, рівномірно розподіленим на площі 1 м^2 . 1 *лк* дорівнює 0,0001 *фота*.

ЛЮКСМЕТР, -а, ч. * р. *люксметр*, а. *luxmeter*, н. *Luxmeter* n, *Beleuchtungs(stärke)messer* m – *прилад* для *вимірювання* світла в *люксах*.

ЛЮМЕН, -а, ч. * р. *люмен*, а. *lumen*, н. *Lumen* n – одиниця світлового потоку. 1 *лм* випромінюється в тілесному куті в 1 *стерадіан* точковим джерелом світла, сила світла якого становить 1 *канделу*.

ЛЮМЕНОМЕТР, -а, ч. * р. *люменометр*, а. *lumenmeter*, *lumeter*; н. *Lichtstrommesser* m, *integrierendes Fotometer* n – *прилад* для *вимірювання* світлового потоку в *люменах*.

ЛЮМІНЕСЦЕНТНИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. * р. *люминесцентный анализ*, а. *fluorimetric (fluorescence) analysis*, *luminescent analysis*, н. *Lumineszenzanalyse* f – якісний і кількісний метод дослідження різних об'єктів, оснований на явищі *люмінесценції*. При Л.а. використовують *фотолюмінесценцію*, *рентгенолюмінесценцію*, катодолюмінесценцію або *хемолюмінесценцію*. Найпоширеніший Л.а. – з використанням *люмінесценції*, збудженої ультрафіолетовим промінням. В залежності від того, як реєструють сигнал – після закінчення збудження чи через певний проміжок часу, розрізняють флуориметрію і фосфориметрію. У залежності від методу одержання спектра розрізняють: звичайну (класичну, традиційну), синхронну, похідну і т.і. флуориметрію (фосфориметрію). Крім того, виділяють Л.а.: прямиий, непрямиий, індикаторний і сортовий аналіз (сортування за інтенсивністю і кольором люмінесценції).

Л.а. дає змогу визначити якісний та кількісний *склад речовин*. Застосовують у *хімії*, *геології* тощо. Л.а. використовують у видимій області *спектра*. Перевага методу – висока чутливість, яка дозволяє ідентифікувати речовину при її кількості від 10^{-8} - 10^{-9} г до 10^{-10} - 10^{-12} г. Л.а. може бути застосовано для дослідження понад 3000 органічних сполук, які мають власну *люмінесценцію*, флуоресціюючих неорганічних сполук: солей *уранілу*, *лантанідів*, комплексних галогенідів важких металів. Ряд цих сполук інтенсивно флуоресціюють після реакцій комплексоутворення, *окиснення*. В.С.Білецький.

Література: Гришаєва Т.И. Методы люминесцентного анализа. – С.-Петербург: НПО «Профессионал», 2003.– 226 с.

ЛЮМІНЕСЦЕНТНИЙ АНАЛІЗ ВОД, -ого, -у, -..., ч. * р. *люминесцентный анализ вод*, а. *fluorimetric (fluorescence) analysis of waters*, н. *Wasser-Lumineszenzanalyse* f – базується на спостереженні *люмінесценції*, а саме випромінювання *розчинів* при збудженні їх ультрафіолетовими променями. Чутливість бл. 10^{-1} мкг/л.

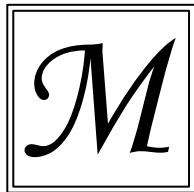
ЛЮМІНЕСЦЕНТНО-БІТУМІНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ, -...-ого, -у, ч. * р. *люминесцентно-битуминологический анализ*, а. *fluorimetric and bituminological analysis*, н. *lumineszenz-bituminologische Analyse* f – якісно-кількісний метод визначення бітумінозних утворень у *породі*, що базується на здатності органічних сполук до *люмінесценції* при збудженні їх ультрафіолетовими променями ($\lambda=366$ нм). Найбільш широке застосування метод дістав у нафтовій *геології*, де є обов'язковим початковим етапом геохімічних досліджень.

ЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ, -ї, ж. * р. *люминесценция*, а. *luminescence*, н. *Lumineszenz* f – свічення *речовини* (*люмінофору*), що не пов'язане з тепловим випромінюванням і має тривалість більшу за період світлових хвиль. Довготривалу Л. називають *фосфоресценцією*, а короткотривалу –

флуоресценцію. Виникає внаслідок опромінення речовини світлом, йонізуючим промінням, проходження крізь неї електричного струму, при хімічних реакціях, механічному впливі тощо. Інша назва – холодне світло. За механізмом розрізняють такі різновиди Л.: резонансну, спонтанну, вимушену та рекомбінаційну. За типом збудження розрізняють фотолюмінесценцію, рентгенюлімінесценцію, катодюлімінесценцію, хемолюмінесценцію, криолюмінесценцію, електролюмінесценцію, триболюмінесценцію та ін. Л. широко використовують в електропроменевих приладах, світлотехніці, дефектоскопії та люмінесцентному аналізі, при люмінесцентній сепарації корисних копалин. Л. мінералів є їх важливою діагностичною ознакою.

ЛЮМІНОФОРИ, -ів, мн. * р. люминофоры, а. luminophors, н. Luminophore m pl – неорганічні й органічні речовини, здатні до люмінесценції. Розрізняють: фотолюмінофори – світяться під дією освітлення, катодюлімінофори – світяться під ударом заряджених частинок, люмінофори радіоактивного збудження тощо. Неорганічні Л. (фосфори) – головним чином солі елементів I та II груп періодичної системи, активовані важкими металами – міддю, сріблом, телуrom і т.д. Органічні Л. (органолюмінофори, люмінори) – поліциклічні ароматичні вуглеводні.

Здатність люмінесцювати мають речовини, прозорі хоч би частково, в оптич. діапазоні довжин хвилі: рідини, мінерали-діелектрики і напівпровідники, якщо вони не містять істотних домішок-гасителів (напр., не більше одного атомного % йонів Fe^{2+}). Найважливіші мінерали-люмінофори: гомоатомні мінерали – алмаз і муасаніт; сульфіді – кіновар, сфалерит-клеїофан; галогеніди – флюорит, криоліт; оксиди – кварц, корунд, шпінель, каситерит, баделеїт, фенакіт; оксосолі – польові шпати, слюда, сподумен, датоліт, данбурит, циркон, апатит, кальцит, шеєліт, повеліт, ангідрит, барит, солі уранілу. Люмінесценція пов'язана з наявністю елементів-люміногенів, що створюють центри свічення у складі мінералів. Їх природу встановлюють спектроскопічними методами. «Наскрізним» люміногеном є кисень, люмінесценція якого збуджується при електронно-дірковій рекомбінації в процесі рентгенюлімінесценції і катодюлімінесценції. У фотолюмінесценції беруть участь г.ч. ізоморфно-домішкові люміногени – йони металів з недобудованими електронними оболонками: Mn^{2+} , Eu^{2+} і TR^{3+} в мінералах кальцію; Fe^{3+} – в силікатах і алюмосилікатах, Ti^{+} в мінералах калію і цезію та ін. Ряд мінералів (напр., кіновар, каситерит, родоніт, вульфеніт, силікати і гідроксиди уранілу) дають яскраву фотолюмінесценцію тільки після охолодження, напр., в рідкому азоті (криолюмінесценція).



МАГІСТРАЛЬНА ГІДРОТРАНСПОРТНА СИСТЕМА (МГТС), -ої, -ої, -и, ж. * р. магистральная гидротранспортная система, а. long-distance hydrotransport system, н. hydraulische Arbeitsleitung f, hydraulische Hauptleitung f – гідротранспортна система, що характеризується великим вантажопотоком (від декількох до десятків млн т на рік) та значною протяжністю (від десятків до декількох сотень кілометрів). Основні параметри та робочий режим МГТС визначаються вимогами максимальної ефективності транспортування у відповідності до вимог споживача. МГТС може мати самостійне значення, бути транспортною артерією паливно-енергетичного або паливно-металургійного комплексу, або частиною єдиної транспортної мережі країни у сукупності з автомобільним, залізничним та водним транспортом (напр., система “МАРКОНАФЛО”). МГТС складається з початкового терміналу, лінійної частини з насосними станціями та кінцевого терміналу.

Склад і структура цих терміналів визначається видом транспортованого матеріалу і способом його використання у споживача. Напр., при транспортуванні енергетичного вугілля можливі два принципово різні варіанти: 1. Дроблення на початковому терміналі до 0-1(3) мм – гідротранспорт вугілля з концентрацією суміші ~50% – зневоднення, сушка, подрібнення і спалювання вугілля у факелі на ТЕС кінцевого терміналу. 2. Подрібнення на початковому терміналі до 0-100 (250) мкм, приготування висококонцентрованого водовугільного палива – гідротранспорт палива – його пряме спалювання на ТЕС кінцевого терміналу. Для транспортування коксівного вугілля розроблені технічні рішення, які передбачають дроблення до 0-6 мм і масляну агрегацію вугілля на початковому терміналі – гідротранспорт вугільно-масляного агломерату – зневоднення його і використання для приготування шихти для коксування на кінцевому терміналі.

Найбільш відомі у світовій практиці МГТС: вугільні – “Белово – Новосибірськ” (Росія, висококонцентроване водовугільне паливо, 5 млн т на рік, 260 км, 500 мм, 3 насосні станції); “Блек Меса – Мохейв” (США, гідросуміш, 4,8 млн т на рік, 430 км, 450 мм, 4 насосні станції); для мідних руд та концентратів –

“Есконда” (Чилі, 2 млн т на рік, 175 км, 150 – 200 мм, 1 *насосна станція*); “ОК Теді” (Нова Гвінея, 0,6 млн т на рік, 160 км, 150 мм, під природним тиском); для *залізних руд та концентратів* – “Самарко” (Бразилія, 12 млн т на рік, 410 км, 500 мм, 2 *насосні станції*); “Ла Перла – Геркулес” (Мексика, 4,5 млн т на рік, 310 км, 350 мм, 3 *насосні станції*); для *вапняку* – “Регбі” (Великобританія, 1,7 млн т на рік, 95 км, 250 мм, 1 *насосна станція*); для фосфатного *концентрату* – “Вернал” (США, 2,9 млн т на рік, 160 км, 250 мм, 2 *насосні станції*); для *гільсоніту* – “Емерікен Гільсоніт” (США, 0,4 млн т на рік, 120 км, 200 мм, 1 *насосна станція*). Ю.Г.Світлий, В.С.Білецький.

Розрізняють: *гідралічний транспорт магістральний, газопровід магістральний, нафтопровід магістральний, трубопровід магістральний, магістральний трубопровідний транспорт газу.*

МАГІСТРАЛЬНИЙ ТРУБОПРОВІДНИЙ ТРАНСПОРТ ГАЗУ, -ого, -ого, -у, -...., ч. * р. *магістральний трубопроводний транспорт газу, а. long-distance gas piping; н. Gasfortleitung f, Gasrohrleitungstransport m* – єдина технологічна система для транспортування великих кількостей *природного газу* з р-ну видобутку або виробництва до пунктів споживання. Довжина – до дек. тис.км. Включає установки комплексної підготовки *газу до далекого транспорту* (УКПГ), *газопровід магістральний, газорозподільні мережі* (ГРМ), об’єкти використання *газу*. На УКПГ *газ* очищають від твердих і рідких механічних *домішок*, осушують, знижують його *тиск* до розрахункового на вході в *магістральний газопровід*. Для забезпечення пропускної здатності *газопроводу* вздовж траси на відстані 90-150 км розташовують *компресорні станції* (КС), де *тиск газу* підвищують, проводять його додаткове очищення і охолодження. На кінцевому пункті *магістрального газопроводу* *газ* надходить в *газорозподільні станції*, де його також очищують, одорують, вимірюють об’єм і направляють споживачеві. Для компенсації сезонної нерівномірності газоспоживання використовують підземні *газосховища*, сховища скрапленого газу. Син. – *далекій транспорт газу*. Див. також *газопровід магістральний*.

МАЗУТ, -у, ч. * р. *мазут; а. black oil, mazut, boiler oil, fuel oil, н. Heizöl n, Brennöhl n, Masut n* – маслянистий залишок *нафти* після відбирання із неї світлих дистилатів – *гасу, бензину, газоліну* (фракція, що випає вище 350 °С); нафтове котельне *паливо*. *Густина* 0,89-1,00. *Теплота згорання* 39,4-40,7 МДж/кг.

Мазут розганяють під вакуумом, при цьому в залежності від напрямку переробки *нафти* одержують такі фракції: а) для одержання палив за температури 350-500 °С – вакуумний газойль (вакуумний дистилат); понад 500 °С – вакуумний залишок (гудрон); б) для одержання масел – 300-400 °С (350-420 °С) – легка масляна фракція (трансформаторний дистилат); 400-450 °С (420-490 °С) – середня масляна фракція (машинний дистилат); 450-490 °С – важка масляна фракція (циліндровий дистилат); понад 490 °С – гудрон. Може бути використаний як *зв’язуюче у масляній агрегації вугілля*, *паливо* (для “факелів підсвітки”), як сировина для виробництва *мастил, бітуміє, коксу*.

МАКЕТ, -а, ч. * р. *макет, а. model, dummy, mock-up; н. Modell n* – 1) Просторове зображення, *модель* будь-чого (виробу, споруди, декорації тощо), звичайно у зменшених розмірах. Макети гірничих об’єктів (*шахт, кар’єрів, збагачувальних і брикетних фабрик* тощо) часто застосовують у навчальному процесі та як ілюстративний матеріал. 2) Вірець книжки, журналу тощо, виготовлення якого є етапом підготовки видання і має на меті остаточну перевірку правильності написання і розташування текстового та ілюстративного матеріалу.

МАКРИНІТ, -у, ч. * р. *макринит, а. macrinite, н. Macrinit m* – *мацерал* інертинітової мацеральної групи, який зустрічається або як аморфна основна маса, або розрізнені безструктурні тіла різноманітної форми.

Термін введений Штахом і Алперном (1963 р., опубл. в 1966 р.) для опису відносно великого масивного інертинітового *мацерала*.

Макриніт зустрічається як основна маса, у формі *прошарків* або *лінз* не має характерної форми. Найменший діаметр макринітових *агрегатів* – понад 10 мкм.

За структурою і відбивною здатністю макриніт займає перехідне положення по відношенню до семіфіюзиніту (Діссель, 1992 р.). У вугіллі нижчого ступеня *вуглефікації макриніт* зустрічається у вигляді тріщинних *гелей* з високою відбивною здатністю або має *текстуру*, подібну текстурі навколишніх атриніта/денсиніта, який його оточує (Штах і ін., 1982 р.). *Агрегати* ясно розпізнаваних найдрібніших гранул (<2 мкм) з відбивною здатністю *інертиніту* належать до *мікриніту*. Круглясті інертинітові тіла з або без порожнин або тріщин належать до *секретиніту*.

Походження. *Пласти* і *агрегати макриніту*, ймовірно, утворюються з флокульованих речовин гумусової основної маси, які зазнали процесів дегідратації і окиснення-відновлення на ранньому етапі торфоутворення в зв’язку зі зниженням рівня *підземних вод* (Штах і Алперн, 1966 р.; Діссель, 1992 р.). *Макриніт* може також бути метаболічним продуктом грибів і бактерій (Штах і ін., 1982 р.). Ізольовані *агрегати* можуть походити від корполітів (Штах і ін., 1982 р.). *Макриніт* низької стадії *вуглефікації вугілля* може бути результатом повільного горіння *торфу*.

Фізичні властивості. *Колір* – ясно-сірий до білого, в *горючих сланцях* іноді жовтувато-білий. Відбивна здатність може варіювати в широкому діапазоні в межах одного *вугілля*, але завжди вища, ніж у супроводжуючого *вітриніту*. *Флуоресценція* спостерігається особливо при опроміненні хвилями з великою довжиною (Діссель, 1985 р.), але вона завжди нижча, ніж у вітринітових *мацералів* того ж *вугілля* (Діссель і МакХью, 1986 р.). Чим вища відбивна здатність, тим нижча інтенсивність *флуоресценції*.

Твердість шліфування. Ослаблення носить змінний характер, але в більшості випадків вища, ніж у *мацералів* вітринітової групи, а іноді нижча, ніж у *секретиніту* в тому ж *вугіллі*.

Машталерц і Бастін (1993 р.) визначили елементний склад *макриніту* у *вугіллі* з допомогою електронного мікронданду.

Залюгання. *Макриніт* характерний для *джуриту*, особливо в деяких крассидюдитах з північної півкулі. Також зустрічається в тримацериті. Іноді *макриніт* супроводить *вітриніт*, г.ч. *колодетриніт*. У залежності від його хімічних властивостей *макриніт* може бути частиною *керогену* типу III (флуоресцюючий *макриніт*), але частіше за все він належить до *керогену* типу IV.

Реакційна здатність *макриніту* пов'язана з його відбивною здатністю і властивостями *флуоресценції*. Чим нижча відбивна здатність і більша *флуоресценція*, тим вища реакційна здатність (Діссель, 1992 р.).

Походження слова: *macros* (грецьк.) – довгий.

Син. – опакова речовина, частково опаковий детрит (ТВМ), гелюфюзиніто-колініт, (Тимофеев і Боголюбова, 1964 р.), “Steinkohlenartige Teilchen” в лігнітах (Тейхмюллер, 1950 р.), масивний мікриніт (МКПВОР, 1963 р.).

МАКРОМОЛЕКУЛА, -и, ж. * р. *макромолекула*, а. *macromolecule*, н. *Makromolekül* п – велика молекула, молекула полімеру. Побудована за принципом повторення ідентичних (від сотень до мільйонів) структурних одиниць (гомополімери) або чергування різних мономерних ланок (колімери), ковалентно об'єднаних у єдиний ланцюг. Останній характеризується числом ланок (ступенем полімеризації) або молекулярною масою. М. одержують за методами полімеризації і поліконденсації. За деякими уявленнями *вугілля* є природною М.

МАНІПУЛЯТОР, -а, ч. * р. *маніпулятор*; а. *manipulator*; н. *Manipulator* м – прилад або пристосування для регулювання складних виробничих процесів, який під управлінням оператора виконує дії (маніпуляції), аналогічні діям руки людини, або діє автоматично. Наприклад: а) *пристрій* для роботи на віддалі з радіоактивними речовинами (на АЕС, збагачувальних фабриках і т.д.); б) автоматичні (програмні) М. – промислові роботи – задіяні на збиральних операціях у *машинобудуванні* тощо; в) гідравлічно керований механічний важіль, встановлений у передній частині вільно плаваючого автономного заглибого судна з екіпажем.

Прості М. можуть пересуватися вгору і вниз тілки в межах обмеженої дуги; складні механізми приводяться в дію за допомогою контрольного важеля керування. Типовий простий *маніпулятор* для захоплення може підняти до 65 кг, але деякі системи здатні підняти до 200 кг.

МАНОМЕТР, -а, ч. * р. *манометр*, а. *manometer, pressure gauge*; н. *Manometer* п, *Druckmesser* м, *Druckmessgerät* п, *Vakuummeter* п – прилад для вимірювання тиску *рідини*, *газу* або *пари*. Найпоширенішими є механічні М., в яких чутливим елементом, що сприймає тиск, служить трубка, *поршень*, *мембрана* або інше тіло.

МАРКИ ВУГІЛЛЯ, -ок, -... , мн. * р. *марки угля*, а. *ranks of coal*; н. *Kohlensorten* f pl, *Kohlenarten* f pl – умовне позначення певного типу *вугілля* за сукупністю класифікаційних показників, що характеризують його технологічні властивості: середній показник відбиття *вітриніту*, вихід *легких речовин*, *товщина пластичного шару*, *індекс Рога*, *теплота згоряння*. Згідно з діючим стандартом *вугілля* України, за зазначеними показниками, поділяється на основні марки: Б – буре, Д – довгополуменеве, ДГ – довгополуменеве газове, Г – газове, Ж – жирне, К – коксівне, ПС – пісчувате сіпкраве, П – пісне, А – *антрацит*

МАСЛА МІНЕРАЛЬНІ, -ел, -их, мн. * р. *минеральные масла*; а. *petroleum oils, coal oils*, н. *Mineralöle* п pl – рідкі суміші висококиплячих *вуглеводнів* ($t_{\text{кип}} = 300-600^{\circ}\text{C}$), г. ч. алкілнафтоєвих і алкілароматичних. Отримують переробкою *нафти* та *вугілля*. М.м. розрізняються: за способом виробництва – дистильатні (отримують дистилляцією *нафти*), залишкові (видаленням небажаних компонентів з масляних гудронів), компаундовані (змішуванням дистильатних і залишкових); за ділянками застосування – мастильні і немастильні.

МАСЛО ГІРСЬКЕ, -а, -ого, с. * р. *масло горное*, а. *rock oil*, н. *Bergöl* п – 1) Застаріла назва *нафти*. 2) Застаріла назва *сульфатів* і *арсенатів* Na, Mg, Cu, Fe, Al.

МАСЛЯНА АГРЕГАЦІЯ, -ої, -ії, ж. * р. *масляная агрегация*, а. *oil aggregation*, н. *Ölaggregation* f – процес структурування дисперсних гідрофобних матеріалів, зокрема *вугілля*, у водному середовищі за допомогою *аполярних реагентів*. Як правило, реалізується при турбулентному перемішуванні водо-масло-вугільної *пульпи* у *мішалці* звичайної або спеціальної конструкції (напр., *турботрон*). Процес М.а. може бути поєднаний з іншими технологічними процесами, які супроводжуються перемішуванням матеріалу у водному потоці – *гідравлічним транспортом*, перекачуванням *гідросуміші* через *байпас*, мокрим *подрібненням* у *млинах* тощо. М.а. проізначена для *збагачення*, *зневоднення* й *облагороджування корисних копалин*.

Розрізняють: *масляну грануляцію* (зерна до 3–5 мм, витрати *реагенту* – від 8–10 до 40–50 мас.%), *агломерацію* (полідисперсний матеріал 0–3(5) мм, витрати *реагенту* – 2–7 мас.%) та *флокуляцію* (зерна 0,1–0,2 мм і менше, витрати *реагенту* – 0,5–2 мас.%). Як *реагент* застосовують різні *нафтопродукти*, *кам'яновугільні смоли*, рослинні та вторинні масла. *Гранулянт* являє собою моно- або полідисперсний продукт крупністю від 0,5–0,7 до 7–10 мм. *Агломерат* – частково згранульований полідисперсний матеріал крупністю від 0,2–0,3 мм і більше. *Флокули* – пухкі або ущільнені комплекси крупністю 0,2–0,3 мм. Відомо близько ста різновидів процесу М.а. Найчастіше застосовується для переробки *вугілля*. Перші варіанти технології (XIX ст.) застосовувалися для *збагачення* сульфідних руд.

Найбільш відомі *технології*: процес Трента, “*Конвертоль*”, “*Оліфлок*”, “*Могіфлок*”, ОВЗУМС та ін. В Україні *Донецьким національним технічним університетом* опрацьовано ряд *технологій* М.а., які випробувані на *збагачувальних фабриках* Донбасу. М.а. використовувалася на Губахінському коксохімзаводі в Росії, а

також у напівпромисловому варіанті в Індії, Канаді, США, Японії, Австралії, Україні. Найбільш перспективним є застосування процесу при перезбагаченні (повторному збагаченні) тонкодисперсних фракцій, гідротранспортуванні вугілля, підготовці його до коксування та гідрогенізації. Перспективним є застосування М.а. в процесі адгезійного збагачення корисних копалин

МАСООБМІН, -у, ч. * р. *масообмен*, а. *mass exchange, mass transfer*, н. *Stoffaustausch m, Massenaustausch m* – перенесення речовини з однієї фази в іншу у нерівноважних бінарних або багатокомпонентних системах. Включає перенесення речовини від границі розділу фаз всередину фази і перенесення речовини із однієї фази в іншу через поверхню розділу фаз. Розрізняють еквімолярний М., при якому через поверхню розділу у протилежних напрямках переноситься одна кількість компонентів, і нееквімолярний. Рушійна сила М. – різниця хімічних потенціалів компонентів. М. – основа ректифікації, дистиляції, абсорбції, екстракції, розчинення та ін. процесів.

МАС-СПЕКТРОМЕТРИЯ, -...-ії, ж. * р. *масс-спектрометрия*, а. *mass spectrometry*; н. *Massenspektrometrie f* – метод визначення хімічного, фазового складу і молекулярної структури речовини, що базується на реєстрації спектра мас йонів, утворених внаслідок іонізації атомів і (або) молекул проби.

Іонізацію здійснюють пучком електронів або йонів, лазерним випромінюванням тощо. Рідини перед іонізацією часто випаровують. М.-с. належить до найбільш інформативних методів і відрізняється високими аналітичними характеристиками, дозволяє провести аналіз твердих, рідких і газоподібних речовин. Число хім. елементів, що одночасно визначаються у природних об'єктах – до 40; одночасно з елементним складом (з точністю до 1 % при наявності стандартних зразків і до 30% при безеталонному аналізі) визначається ізотопний склад (з точністю до 10–1–10–2%) речовини. Границі виявлення: відносна 10–4–10–8 %, абсолютна 10–10–10–19 г. У геології, геохімії, космохімії використовують три осн. напрямки М.-с.: ізотопний, молекулярний і елементний аналізи.

І з о т о п н и й а н а л і з (вимірювання поширеності ізотопів різних елементів в земних і космічних об'єктах та їх варіацій) дозволяє: # отримувати інформацію про первинний ізотопний склад елементів, пов'язаний з процесами, що відбувалися під час формування Сонячної системи або в період, що передував (процеси нуклеосинтезу); # встановлювати розповсюдженість радіогенних ізотопів; # визначити абсолютний вік порід, мінералів і рудних тіл; # вимірювати варіації розповсюдженості стабільних ізотопів в земній корі, її надрах і космічних об'єктах; # вивчати роль біосфери в процесах формування родов. горючих к.к. (вугілля, нафти і газу).

М о л е к у л я р н и й а н а л і з (аналіз складних сумішей органічних сполук і визначення їх структури) використовується для визначення складу органічних сполук у ґрунтах, реєстрації органічного забруднення вод, для вивчення складу нафти і їх фракцій з метою оптимізації процесів їх переробки.

Е л е м е н т н и й а н а л і з дозволяє визначити склад домішок порід, мінералів і рудних утворень і дослідити розподіл елементів в мікрооб'єктах природних об'єктів, пов'язаний з магматичними і осадовими процесами. В.І.Саранчук.

МАС-СПЕКТРОСКОПІЯ, -...-ії, ж. * р. *масс-спектроскопия*, а. *mass spectroscopy*; н. *Massenspektroskopie f, Massenspektrometrie f* – метод дослідження та аналізу речовини, оснований на іонізації атомів та молекул, які входять до складу проби, та реєстрації спектра мас йонів, які виникають. Проба піддається йонізації в джерелі йонів. Пучок виниклих йонів розділяється в мас-спектрометрі, напр., під дією постійного магнітного або змінного електромагнітного поля. М.-с. відрізняється високими аналітичними якостями. Відносне стандартне відхилення досягає 10^{-3} – 10^{-4} , границі виявлення 10^{-2} – 10^{-15} г і 10^{-4} – 10^{-8} %. Галузі застосування М.-с.: ізотопний аналіз у геохімії, коксохімії, геології (напр., при визначенні віку гірських порід), молекулярний аналіз органічних речовин, включаючи нафту та нафтопродукти тощо.

МАСТИЛО, -а, с. * р. (рідинне) *масло*, (консистентне) *смазка*; а. *grease, lubricant*; н. *Schmiermittel n* – жирова речовина (нафтова, синтетична тощо) для змащування поверхонь тертя механізмів і деталей машин; *масло*. Розрізняють моторні, трансмісійні, індустріальні та ін. М.

МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, -их, -ів, мн. * р. *смазочные материалы*; а. *lubricants, oils*, н. *Schmiermittel n pl* – речовини, які мають мастильні властивості. Основні М.м.: мастильні масла (*мастила*), пластичні мастила, тверді мастила (порошковидний графіт, дисульфід молибдену, політетрафлуоретилен, а також мастильні покриття, плівки м'яких металів тощо), мастильно-охолоджувальні рідини.

МАТЕРІЯ, -ії, ж. * р. *материя*, а. *matter, substance*; н. *Stoff m, Materie f* – основа буття, яка проявляється у всій різноманітності і багатогранності об'єктів, процесів, явищ мікро-, макро- і мегасвіту. Існує в русі, розвитку та взаємоперетвореннях. На сучасному етапі пізнання встановлено два фундаментальні види матерії – речовина, поля фізичні. Проте фізична картина світу не вичерпує всієї його багатогранності.

МАТОЧНИЙ РОЗЧИН, -ого, -у, ч. * р. *маточный раствор*, а. *mother solution*, н. *Mutterlauge f, Mutterlösung f* – пересичений розчин мінеральних солей, у якому здійснюється флотація водорозчинних мінералів (*карналіту, сильвіну* та ін.).

МАЦЕРАЛИ, -ів, мн. * р. *мацералы*, а. *macerals*, н. *Mazerale n pl* – елементарні органічні мікрокомпоненти вугілля кам'яного, що розрізняються тільки під мікроскопом за характерними петрографічними ознаками: оптичними властивостями (*колір*, відбивна здатність, *анізотропія*, заломлення, їх показники), рельєфом, *морфологією*, розміром. На відміну від мінералів, М. не мають кристалічної будови та постійного хімічного складу. М. є залишками неповного розкладу відмерлих рослин під час *генезису* (торфо-,

сапрогенезису) та наступної *вуглефікації* в процесі регіонального *метаморфізму*.

Хім. склад, фізичні та технологічні властивості М. змінюються в залежності від ступеня *вуглефікації* зі збереженням природи рослинного матеріалу та змін у процесі *генезису*.

Розрізняють такі групи М.: *гумініт* H (у бурому м'якому *вугіллі*), *вітриніт* Vt (у бурому щільному, кам'яному *вугіллі* та *антрациті*), *семивітриніт* Sv, *інертиніт* I (фюзенізовані компоненти), *ліптиніт* L. М., як правило, визначають за двома показниками оптичних властивостей: відбивною здатністю (ISO 7404.4.78) та *анізотропією* відбивання (ГОСТ 12113–94). У порівнянні з М. гр. вітриніту *ліптиніт* має більш низькі значення показників відбивання та *анізотропії* відбивання (в кам'яному вуг. високого ступеню *вуглефікації* Rr 1,60–2,50%, показники відбивання М. гр. Vt і L близькі і візуально під *мікроскопом* не розрізняються). *Інертиніт* та *семивітриніт* мають більш високі значення показників відбивання в порівнянні з *вітринітом*, вони ізотропні або слабко анізотропні. Існує декілька класифікацій М., побудованих за оптичними властивостями та різною мірою деталізації виділень М. *морфологією*, розміром, ступенем збереженості структури залишків рослинного матеріалу, за гістологічною та систематичною приналежністю М.

Як правило, М. визначають у відбитому світлі (за стандартними методиками), рідше – у прохідному світлі, із застосуванням окиснювального або йонного травлення, методами флуоресцентної та електронної *мікроскопії*.

Стандартні методи включають також визначення мінеральних *домішок*. Інші властивості М. визначаються безпосередньо у *вугіллі* (показники заломлення, мікротвердість, крихкість) і за аналізами *концентратів* М., виділених вручну з крупних грудок *вугілля*, або з тонкоподрібненого *вугілля* шляхом мацерації чи за питомою вагою.

Класифікація мацералів бурого вугілля
(ISO 7404–1–84)

Група	Мацерали
<i>Гумініту</i>	Підгрупа гумотелініту Текстиніт Текстоульмініт Ульмініт Евульмініт Підгрупа гумодетриніту Атриніт Дензініт Підгрупа гумоколініту Гелініт (субмацерали: телогумініт, детрогелініт, евгелініт, поригелініт) Корпогелініт
<i>Інертиніту</i>	Фюзиніт Семифюзеніт Макриніт Склеротиніт Інертодетриніт
<i>Ліптиніту</i>	Спориніт Кутиніт Субериніт Резиніт Ліптодетриніт Альгініт Бітумуніт
<i>Мінеральні включення</i>	Глинисті мінерали Оксиди кремнію Карбонати Сульфідні заліза Інші

Класифікація мацералів кам'яного вугілля та антрацитів (ISO 7404–1–84)

Група	Мацерали
<i>Вітриніт</i>	Телініт (субмацерали: колотелініт) Вітродетриніт (колодетриніт, десмоколініт) Колініт (коловітриніт, корпоколініт)
<i>Семивітриніт</i>	Семителініт Семиколініт
<i>Інертиніт</i>	Фюзиніт Семифюзиніт Макриніт Мікриніт Склеротиніт Інертодетриніт
<i>Ліптиніт</i>	Спориніт (субмацерали: теньюспориніт, красиспориніт, мікроспориніт, мегаспориніт) Кутиніт Субериніт Резиніт Ліптодетриніт <i>Альгініт</i>

Термін М. введений Мері Стокс (Геерлен, 1935). Син. – мікрокомпоненти.

МЕЗОМОЛЕКУЛА, -и, ж. * р. мезомолекула, а. *mesomolecule*, н. *Mesomolekül* п – молекула, в якій хімічний зв'язок між атомами спричинюється негативно зарядженою мю-частинкою – мюоном.

МЕЗОМОРФНИЙ, * р. мезоморфный, а. *mesomorphic*, н. *mesomorph* – той, що має проміжну форму; мезоморфний с т а н – стан деяких речовин між рідким і твердим кристалічним станом.

МЕЗОНИ, -ів, *мн.* * **р.** *мезоны*, **а.** *mesons*, **н.** *Mesone* *n pl* – нестабільні елементарні частинки з масою, проміжною між масами лептонів і масами більш масивних частинок – баріонів. Назва пов'язана з тим, що маса мезонів більша за масу електрона, але менша за масу нуклона. Беруть участь у всіх трьох видах взаємодії – сильній, електромагнітній та слабкій, при цьому сильна взаємодія превалює. Розрізняють піони (π -мезони), каони (K -мезони), етон (η -мезон). Від класу баріонів відрізняються відсутністю баріонного заряду, від лептонів – відсутністю лептонного заряду. Мають нульовий спин. Бувають електрично зарядженими і нейтральними, дивними і звичайними, мають цілий і напівцілий ізотопічний спин. Подібно до електронів та протонів існують у вигляді частинок і античастинок. Вперше відкриті у космічних променях. Див. елементарні частинки, адрони.

МЕРКАПТАНИ, ТІОЛИ, ТІОСПИРТИ, -ів, -ів, -ів, *мн.* * **р.** *меркаптаны, тиолы, тиоспирты*; **а.** *mercaptans*; **н.** *Mercaptane* *n pl*, *Schwefelalkohole* *m pl*, *Thioalkohole* *m pl* – органічні похідні сірководню з загальною формулою RSH , де R – вуглеводневий радикал. Нижчі M . – легколеткі рідини (метилмеркаптан – газ) з сильним, неприємним запахом, з слабкокислотними властивостями. Метил- і етилмеркаптани містяться в природних газах, високомолекулярні M . – в бензиновій і газовій фракції нафти і конденсатів. Застосовують M . та їхні похідні як прискорювачі вулканізації і пластифікатори каучуків, у синтезі лікарських речовин.

МЕТААНТРАЦИТ, -у, *ч.* * **р.** *метаантрацит*, **а.** *metaanthracite*, **н.** *Metaanthrazit* *m* – антрацит на останній стадії вуглефікації. Завершальна ланка вервечки “напівантрацит-антрацит-метаантрацит”. $R_f \sim 5,5\%$, $V^{dat} < 4$.

МЕТАМОРФІЗМ, -у, *ч.* * **р.** *метаморфизм*, **а.** *metamorphism*, **н.** *Metamorphose* *f* – суттєва зміна текстури, структури і мінерального складу осадових і магматичних г.п. в результаті дії т-ри, тиску, глибинних розчинів чи ін. факторів. *Метаморфізм* звичайно відбувається при зміні т-ри в діапазоні 1100–300 °C і тиску в діапазоні 1–6000 атм. M . включає *перекристалізацію*, мінералогічні і хім. перетворення г.п., в результаті яких вони перетворюються в *метаморфізовані* г.п.

M . поділяється на *ендогенний*, що відбувається під впливом на *породи* тепла, *флюїдів*, а також *тиску* шарів Землі, і *космогенний*, що має місце в *астроблемах* (великих метеоритних кратерах) при впливі на *породи* ударних хвиль, що породжуються падіннями великих *метеоритів*. *Екзогенні процеси* вивітрювання *порід* і *літогенез* при зануренні *осадів* на глибину в ході накопичення шаруватих товщ (*діагенез*, *катагенез*) в поняття M . не включаються.

Ендогенний M . поділяється на *регіональний* і *контактний*.

У результаті *регіонального* M . утворюються *метаморфічні сланці* (*філіти*, слюдяні *сланці*, *гнейси*, *амфіболіти*, піроксен-плагіоклазові *сланці*, *еклогіти*), *кварцити* і *мармури*. Цього типу M . зазнають геосинклінальні вулканогенні, вулканогенно-осадові і *осадові відклади* в ході еволюції розвитку *складчастих поясів*.

Контактний M . відбувається в безпосередній близькості від *інтрузій* або *екструзій магм* під впливом на вмісні *породи флюїдів* і тепла. M . в умовах підвищення т-ри супроводжується дегідратацією *мінералів* і назив. прогресивним (M . зворотного напрямку назив. регресивним). Сланцева, гнейсова, амфіболітова *текстури метаморфічних порід* зумовлені розвитком M . в умовах стресу (направленого *тиску*, що викликає *складчастість* і ін. *деформації* шаруватих товщ). З контактним M . пов'язане утворення *родовищ мармуру*, *корунду* тощо. M . завжди супроводжується істотними змінами хім. складу *порід*. У тих випадках, коли ці зміни торкаються г.ч. легких компонентів, M . умовно називають і *зохімічним*, при більш радикальних змінах складу – *алохімічним*. При крайньому вираженні алохімії. природи M . за постійного об'єму використовується термін *метасоматизм*.

Космогенний M . пов'язаний з різким короточасним зростанням т-ри і тиску під впливом на *породи* ударних хвиль, що породжуються падіннями великих *метеоритів*. Він призводить до утворення *імпактітів*, в яких зустрічаються *мінерали* високого тиску (*штишовіт*, *коесит*, дрібні *алмази* і ін.) спільно з продуктами плавлення, *деформації* та *дроблення мінералів* первинних *порід*.

МЕТАН, -у, *ч.* * **р.** *метан*, **а.** *methane*, **н.** *Methan* *n* – CH_4 , найпростіша органічна сполука *вуглецю* з *воднем*, природний безбарвний горючий *газ* без запаху, що зустрічається в осадовому чохлах *земної кори* у вигляді вільних скупчень (*покладів*), в розчиненому (в *нафті*, *пластових* і *поверхневих водах*), розсіяному, сорбованому (*породами* і органіч. речовиною) і твердому (газогідратному) станах. Має *густину* за повітрям 0,555 (20°C); мол.м. 16,04, $t_{пл} = -182,49^\circ C$, $t_{кип} = -161,56^\circ C$, критичний тиск 4,58 МПа, критична температура $-82^\circ C$, температура спалаху $87,8^\circ C$, температура самозаймання $537,8^\circ C$. Перший член *гомологічного ряду* насичених (метанових) *вуглеводнів*. M . є осн. компонентом *газів природних горючих* (до 99,5%), *нафтових попутних* (39–91%), *болотяних* (понад 99%) і *рудникових* (34–48%) *газів*; присутній у *газах грядзових вулканів* (понад 95%), спорадично зустрічається у *вулканічних газах* і в *газах магматичних і метаморфічних порід*. Велика кількість M . розчинена у *водах океанів*, *морів*, *озер*. Середній *вміст* M . у *водах Світового ок.* бл. 10^{-2} см³/л, загальна кількість – 14–1012 м³. Кількість M ., розчиненого у *пластових водах*, на дек. порядків вища від його пром. запасів. M . присутній також в атмосфері Землі, Юпітера, Сатурна, Урану; в *газах* поверхневого *грунту* Місяця. Осн. маса M . літо- і гідросфери Землі утворилася при біохім. і

термокаталітичній деструкції розсіяної органічної речовини, *вугілля* і *нафти*. М. утворюється при анаеробному розкладі *органічних речовин*, зокрема *целюлози* (метанове бродиння).

При низьких т-рах М. утворює газові гідрати – тверді кристалічні речовини *густиною* 880–890 кг/м³, схожі на сніг або лід. Гідратоутворення відбувається в пористому середовищі осадового чохла з формуванням *газогідратних покладів*.

З повітрям М. утворює вибухові суміші. При вмісті в повітрі до 5–6% М. горить біля джерела тепла (т-ра запалення 650–750 °С), при вмісті 5–15,2(16)% – вибухає, понад 16% – може горіти при припливі *кисню*, зниження при цьому *концентрації* М. вибухонебезпечне. М. має слабку наркотичну дію. ГДК 300 мг/м³. Виділення М. у виробки *шахт* створює особливу небезпеку при видобутку *вугілля*. Розрізняють три форми виділення М. в *гірничі виробки*: звичайне, *суфлярне* і раптове. За *метановістю*, відповідно до “Правил безпеки у вугільних та сланцевих шахтах”, *шахти* поділяють на п'ять категорій. Критерієм такого поділу є відносна *метановість*, тобто кількість *метану* у кубометрах, що виділяється за добу на 1 т середньодобового видобутку: з виділенням *метану* до 5 м³/т; 5 – 10 м³/т; 10 – 15 м³/т; надкатерогійні – понад 15 м³/т; небезпечні за *суфлярними* виділеннями. *Шахти*, що розробляють *пласти*, небезпечні або загрозливі за *раптовими викидами вугілля, газу й породи*, належать до особливої категорії – небезпечних за *раптовими викидами*.

Перспективним вважається видобуток *метану* з *вугільних пластів* (Див. *метан вугільних родовищ*). В кінці ХХ ст. цією проблемою тільки в США займалися науковці бл. 40 університетів, задіяно бл. 100 фірм. Перші промислові спроби використати попутний *метан* (при вуглевидобутку) провадяться і в Україні, на Донбасі. У промисловості М. застосовують для одержання синтезгазу, ацетилену, хлороформу, чотирохлористого *вуглецю*, технічного *вуглецю* та ін. Див. також *болотний газ, газова промисловість, газу природні, газу природні горючі, градієнт метановості вугільних шахт, газовий режим шахти, метановість виробок, метаноємність вугілля*. В.І.Саранчук, В.С.Білецький.

МЕТАН ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ, -у, -их, -..., ч. * р. *метан угольних месторождений*, а. *methane of coal deposits*, н. *Methan n aus den Kohlenlagerstätten* – попутна *корисна копалина*, яка знаходиться у *вугільних пластах* і вмісних *породах*. Теоретично і експериментально показано, що *метан* у виходному *вугіллі* знаходиться в трьох станах: вільному (в *порах*), адсорбованому (на поверхні г.ч. *пор*) і розчиненому в органіці *вугільної речовини*. Особливу увагу на М.в.р. як к.к. звернули після нафтової кризи 1973 р. В кінці ХХ ст. запаси М.в.р. оцінені в ряді країн. Ресурси М.в.р. ФРН складають 3-4 трлн м³; Англії – 1,9-2,8 трлн м³; Австралії – 6,0 трлн м³; Польщі – 1,6-2,0 трлн м³; Китаї – 25-30 трлн м³; США – 8,5-14 трлн м³.

В Україні метаносність кам'яного вугілля *Донецького* та *Львівсько-Волинського басейнів* коливається в межах 0,5-25 м³/т. Ресурси *метану* в розвіданих кондиційних *вугільних пластах* до глибини 1800 м складають 0,45-0,55 трлн м³. В *породах* акумулювано в 1,5-2 рази більше *вуглеводневих газів*, ніж у *вугільних пластах*, тобто в них не менше 1,5-2,0 трлн м³ *метану*. Таким чином, *вугільні родовища* України містять бл. 2,5-3,0 трлн м³ *метану*. За іншими оцінками ресурси *метану* тільки у *вугільних пластах* діючих *шахт* Донбасу складають 0,491 трлн м³; ресурси *метану* у *вугільних пластах* за межами полів діючих *шахт* – 0,592 трлн м³; ресурси вільного *метану* у вмісних *породах* – 3, 77 трлн м³. Загалом – понад 4,0 трлн м³.

Використання М.в.р. в кінці ХХ ст. ще не набуло поширення. В 1998 р. в США з *вугільних пластів* великої потужності з метаносністю 8,5–19,2 м³/т видобуто і утилізовано бл. 10 млрд м³ *метану*, що майже в 12 разів більше, ніж у 1997 р. В США експлуатується понад 5000 *свердловин*, які видобувають газ з *вугільних пластів*. Видобуток М.в.р. у США в 2000 р. склав 30 млрд м³. В Україні використання М.в.р. знаходиться на початковій стадії. Аналіз діяльності об'єднання “Донецьквугілля” за останні 10 років ХХ ст. показав, що з 4,5 млрд м³ *метану*, який виділився при видобуванні *вугілля*, 80% було викинуто в атмосферу, 18% каптовано системами підземної *дегазації*, 2% вилучено через *свердловини*, пробурені з поверхні. В каптованій метаноповітряній суміші концентрація *метану* частіше за все складає <25% (тільки іноді до 60%), що обумовлює обмежене його використання в енергетиці (бл. 9%).

Найбільш перспективним вважається видобування М.в.р. із застосуванням *свердловин*, пробурених з поверхні. В залежності від стану перебування *метану* в газовому *колекторі* застосовуються три технології добування М.в.р.: 1. Для *дегазації* масиву, який містить *вугільні пласти*, *породи* з розсіяною *вугільною речовиною* і газоносні *пісковики*, використовують *технологію* з частковим розвантаженням *масиву* в результаті його *підробки* і відводом *газу* через спрямовані *дегазаційні свердловини*. Суть способу полягає в просторовому розташуванні активного *стовбура* *свердловини* у відповідності з особливостями формування зони повного зрушення *вуглепородного масиву* при його *підробці*. Нижню частину *свердловини* бурять паралельно одній з границь зони повного зрушення. 2. Попередня *дегазація шахтних полів* до будівництва *шахти* застосовується при наявності геологічних структур, які включають антиклінальні, купольні та флексурні системи, що мають газоносні *пісковики*, що вкриті шаром герметизуючих *порід* (т.зв. “газові пастки”). *Дегазаційну свердловину* бурять в найбільш продуктивній точці “пастки” з *перебутом* продуктивних за газом горизонтів. *Свердловину* кріплять *обсадною колоною*, розрахованою на тривалий термін експлуатації,

перфорованої по потужності *продуктивних горизонтів*. 3. *Технологія* попередньої *дегазації* вуглепородного *масиву* із застосуванням гідродинамічного способу обробки *вугільних пластів* та газоносних *порід*. Суть її полягає у закачуванні *робочої рідини* в *пласт* при витратах, які перевищують природну прийнятну здатність *пласта*. Це приводить до багатократного підвищення проникності *пласта* за рахунок розкриття і розширення природних *тріщин*, які об'єднані в єдину гідравлічну систему, орієнтовану до *свердловини*, по якій після видалення *робочої рідини* відбувається транспортування *газу* з *пласта* до *свердловини*.

М.в.р. є джерелом для одержання моторного *палива* (заміник *нафтопродуктів*) і може використовуватися для одержання електроенергії. Згідно з Державною програмою (Концепцією [2]) до 2011 р. за рахунок М.в.р. на Донбасі повинно бути забезпечено вироблення щорічно 8237 млн кВт-год електроенергії, 9508 тис. Гкал теплової енергії, 164 млн м³ газомоторного палива, 670 тис. т *метанолу*.

МЕТАНОЄМНІСТЬ ВУГІЛЛЯ, -і, -..., ж. * р. *метаноемкость угля*, а. *methane-bearing capacity of coal*; н. *Methangehalt m der Kohle* – кількість *газу*, яка може бути поглинута одиницею об'єму або маси *вугілля*. При цьому враховується адсорбована, розчинена частина *метану*, та, що знаходиться у вигляді газової фази у порожнинах *вугілля*. Вимірюється звичайно в мл (г або м³/т).

МЕТАНОЛ, МЕТИЛОВИЙ СПИРТ, -у, ч., -ого, -у, ч. * р. *метанол*, *метиловий спирт*, а. *methanol*, *methyl alcohol*, н. *Methanol* n, *Methylalkohol* m – найпростіший насичений одноатомний спирт. *Формула*: CH₃OH. Безбарвна, легкорухлива, дуже отруйна *рідина* з запахом алкоголю (потрапляння в організм веде до сліпоті і смерті у дозах до 50 мл). *Густина* 792,4 кг/м³ (t-ра 20 °C); *t*_{пл} = – 97,9°С, *t*_{кип} = 64,5°С, *відносна густина* = 0,7917, концентраційні границі вибуховості 6,7–36,5%, показник заломлення 1,3330. Легко змішується з водою (в будь-якому співвідношенні), спиртами, бензолом, ацетоном та іншими органічними розчинниками. Застосовують г.ч. у виробництві формальдегіду, розчинників, антифризів та ін.; додають до моторного палива для підвищення октанового числа. Використовують також у газонафтовидобуванні як основний *інгібітор* гідратуутворення, найчастіше на *газоконденсатних родовищах*. Опрацьовані технічні рішення використання М. як несучого середовища при дальньому гідротранспорті вугілля. Інша назва – *деревний спирт*.

МЕТАСТАБІЛЬНИЙ СТАН, -ого, -у, ч. * р. *метастабильное состояние*; а. *metastable state*; н. *metastabiler Zustand* m – рівноважний стан термодинамічної системи, який має обмежену стійкість. При скінченних відхиленнях від цього стану система перейде до іншого, стійкішого стану. М.с. існують протягом обмеженого часу. Прикладами таких М.с. може бути перегріта пара, переохолоджена рідина, *нафта*, тиск якої знизився нижче тиску насичення *газом*.

МЕТИЛОРАНЖ, -у, ч. * р. *метилоранж*, а. *methyl-orange*, н. *Methylorange* n – органічний барвник. Водний розчин М. застосовують як *індикатор*, що набуває в кислому середовищі червоного кольору, а в лужному – жовтого.

МЕТИЛЦЕЛЮЛОЗА (МЦ), -и, ж. * р. *метилцеллюлоза (МЦ)*; а. *methylcellulose*; н. *Methylzellulose* f – нейоногенний *полімер*, який одержують обробленням алкаліцелюлози діметилсульфатом чи хлористим метилом. Ефективний понижувач водовіддачі *тампонажних розчинів*. Відрізняється від карбоксилметилцелюлози (КМЦ) тим, що замість карбоксильної групи містить метоксил; у воді розчиняється повільно, краще в розчинах лугів; у холодній воді розчиняється така МЦ, яка містить 13-33% метоксильних груп; у гарячій – низькомолекулярна; трохи уповільнює тужавіння; випускається у вигляді порошку в мішках та барабанах; зберігати необхідно за умов, які виключають зволоження; застосовується за температури 0-100 °С.

МЕТРОЛОГІЯ, -ії, ж. * р. *метрология*, а. *metrology*, н. *Metrologie* f – *наука* про *вимірювання*, способи досягнення їхньої єдності і необхідної точності. Розрізняють теоретичну, прикладну (практичну) і загальну М. Крім того, введення поняття "загальна" М. дало поштовх до появи ряду "галузевих" М., напр., медичної, будівельної, спортивної, гравітаційно-релятивістської М. тощо. З метою впорядкування понятійної системи останнім часом пропонується відмовитися від вживання понять *галузевих М.*, залишивши тільки терміни *метрологія законодавча*, *метрологія теоретична* та *метрологія практична*. Завдання сучасної М.: теорія *вимірювань*, побудова одиниць фізичних величин і систем одиниць; вивчення метрологічних характеристик, перевірка і атестація засобів *вимірювання*; створення еталонів, методів і засобів *вимірювання*, зокрема в *гірничій справі*; оцінка похибок *вимірювання* тощо.

МЕТРОЛОГІЯ ЗАКОНОДАВЧА, -ії, -ої, ж. – частина *метрології*, що містить законодавчі акти, правила, вимоги, які регламентуються і контролюються державою для забезпечення єдності *вимірювань*.

МЕТРОЛОГІЯ ПРАКТИЧНА, -ії, -ої, ж. – розділ *метрології*, який присвячений вивченню питань практичного застосування в різних сферах діяльності результатів теоретичних досліджень у рамках *метрології* та положень *метрології законодавчої*.

МЕТРОЛОГІЯ ТЕОРЕТИЧНА, -ії, -ої, ж. – розділ *метрології*, присвячений вивченню її теоретичних основ.

МЕХАНІЗМ, -у, ч. * р. *механизм*, а. *mechanism*, н. *Vorrichtung* f, (*mechanische*) *Einrichtung* f, *Werk* n, *Mechanismus* m – 1) *Пристрій* (сукупність рухомих ланок або деталей), що передає чи перетворює

(відтворює) рух. Якщо в перетворенні руху беруть участь рідкі або газоподібні тіла, то М. називають підравлічним або пневматичним. Розрізняють М. плоскі, в паралельних площинах і просторові. 2) Сукупність проміжних станів або процесів будь-яких явищ. Напр., М. *зневоднення*, М. *вилуговування* тощо.

МЕХАНОХІМІЧНА АКТИВАЦІЯ ВУГІЛЛЯ, -ої, -ії, -... , ж. * р. *механохимическая активация угля*, а. *mechanochemical activation of coal*; н. *mechanochemische Aktivierung f der Kohle* – зміна фізико-хімічних властивостей *вугілля* в процесі тонкого *подрібнення*. Викликає зміну ближнього порядку атомів *вуглецю* в структурі *вугілля*, збільшення *дисперсії* віддалей між *атомами вуглецю* і виникнення деформованих зв'язків. Як результат розриву *хімічних зв'язків* виникають вільні *радикали*. Порушуються вуглець-вуглецеві та вуглець-кисневі зв'язки, виникають нові атомні утворення. Протікає переалкілювання конденсованих ароматичних *ядер* і утворення *летких речовин* та розчинних продуктів. М.а.в. в присутності *каталізатора* змінює напрямок механохімічних перетворень для бурого *вугілля* в бік механодеструктивного *гідрування*. М.а.в. в середовищі розчинника – донора *водню*, активізує його донорську здатність. Присутність *каталізатора* при цьому прискорює механоактивізаційний процес передачі *водню* від розчинника до *вугілля*. Зі свіжоутвореної поверхні *вугілля* відбувається емісія високоенергетичних *електронів*, що може бути однією з причин газового розряду та ін. фіз. явищ. При М.а.в. спостерігається інтенсивна аморфізація *вугілля*. Відбувається зміна молекулярно-масового розподілу *фракцій* в бік збільшення низькомолекулярних. Підвищується розчинність *вугілля* в органічних та неорганічних розчинниках (як наслідок зменшення молекулярних мас органічної речовини *вугілля* і появи нових *функційних груп*). Збільшується вихід *гумінових кислот* з бурого *вугілля*. Підвищується вихід розчинних продуктів при диспергуванні *вугілля* в середовищі розчинника.

Специфічні зміни фізико-хімічних властивостей *вугілля* в процесі тонкого *подрібнення* можуть бути використані для:

1. Збільшення реакційної здатності *вугілля* в процесах його *збагачення* (*флотація*, *масляна агрегація* тощо).
2. Підвищення ефективності *скраплення* вугілля.
3. Інтенсифікації *технології* одержання гумінових препаратів – стимуляторів росту рослин.
4. Удосконалення *технології* одержання *бітумів* з *вугілля*.
5. Інтенсифікації процесів *брикетування* вугілля зі зв'язуючими і покращання якості *брикетів*.
6. Термоокиснювального процесу одержання *водню* при відновленні окисдно-металічних контактів на основі оксидів *заліза* диспергованим *вугіллям*.
7. Приготування *висококонцентрованих* мазуто- і *водовугільних суспензій* (ВВВС).

Процес М.а.в. протікає в зонах тектонічних процесів, при *раптових викидах*, тому перспективним є дослідження зон геологічних порушень у *вугільних пластах* з урахуванням величини показника механохімічної деструкції.

МЕХАНОХІМІЯ, -ії, ж. * р. *механохимия*, а. *mechanochemistry*, н. *Mechanochemie* f – розділ *науки*, що вивчає хімічні та фізико-хімічні перетворення при механічній дії на *речовину*. До процесів, які розглядає М., належать: механічна деструкція та механосинтез *полімерів*; реакції при терті *твердих тіл* (трибохімія), а також при їхньому деформуванні й руйнуванні; механічна (механохімічна) активація *твердих тіл*; перетворення під дією ультразвуку; *корозія* механічно напружених *металів*; реакції під дією напружень, які розвиваються при фазових переходах та ін.

Механохімічні реакції – це хімічні перетворення речовини, ініційовані або прискорені механічним діянням. Мають місце у твердих тілах при їх стисканні, подрібненні, дії ударних хвиль, зсувах, деформації тощо, а також в рідинах при кавітації, розвиненій турбулентності. У полімерах, речовинах з надмолекулярною структурою, в т. ч. вугіллі, під дією механічних напружень змінюються відстані між атомами і валентні кути в основному ланцюгу мактомлекули, геометричні параметри надмолекулярних утворень, що зменшує енергію активації в реакціях за участі цих атомів. При певних напруженнях відбувається розпад хімічних зв'язків. Продукти розпаду – вільні радикали – ініціюють подальші реакції (заміщення, розпад, приєднання і т. п.). У *кристалах*, аморфних речовинах деформації викликають появу точкових дефектів, дислокацій з порушенням структури, які є центрами наступних хімічних реакцій; поверхневе руйнування теж викликає виникнення поверхневих активних центрів. У водному середовищі у місцях накопичення дислокацій виникають локальні зміни електрохімічного потенціалу, що, зокрема, стає причиною активізації корозійних процесів.

Досягнення М. важливі для розвитку теорії міцності і довговічності матеріалів, фізико-хімічної *механіки*, теорії тертя і зношування, старіння *полімерів*, окремих розділів *геохімії*, технології механічної обробки матеріалів, а також використовуються в деяких процесах *збагачення корисних копалин*.

МЕШ, -а, ч. * р. *меш*, а. *mesh*, н. *Masche* f – одиниця виміру розміру сит у деяких країнах з дюймовою системою лінійних мір. 1 *меш* – число отворів сита на одному лінійному дюймі, тобто на відстані 25,4 мм. Співвідношення *меш* з виміром, що застосовується в Україні (лінійним розміром сторони або діаметра отвору):

мм	меш	мм	меш
8	2,5	0,25	60
6,73	3	0,15	100
4,8	4	0,125	120
4	5	0,090	170
1,7	12	0,063	230
1,0	18	0,045	325
0,5	35	0,020	635

МИЛОНАФТ, -у, ч. * р. *мылонафт*; а. *naphthenate soap*, н. *Seifenlauge* f – натрієві солі нерозчинних у воді органічних кислот, які застосовуються як *пластифікатор* за температури до 100 °С. Повинен відповідати вимогам ГОСТ 13302-77 “Кислоти нафтові”; випускається у вигляді пастоподібного продукту із вмістом сухої речовини не менше 70%, постачається в металевих чи дерев’яних бочках; повинен зберігатися в закритих складських приміщеннях.

МІЖНАРОДНА КЛАСИФІКАЦІЯ ВУГІЛЛЯ, -ої, -..., ж. * р. *международная классификация угля*, а. *international coal classification*, н. *internationale Kohlenklassifikation* f – Див. *класифікація вугілля*.

МІЖНАРОДНА СИСТЕМА ОДИНИЦЬ, -ої, -и, ж. * р. *Международная система единиц*, а. *International System of Units*, SI System, н. *Internationales Einheitensystem* n, *Internationales Masssystem* n – найбільш поширена система одиниць фізичних величин SI – від англійського System International. Прийнята XI Генеральною асамблеєю з мір і ваг (1960 р.). Система складається з 7 основних (довжини – метр, маси – кілограм, часу – секунда, сили електричного струму – *ампер*, термодинамічної температури – кельвін, сили світла – кандела, кількості речовини – *моль*) і 2 додаткових (плоского кута – радіан, тілесного кута – стерадіан) та цілого ряду похідних одиниць. Перевага системи SI в її універсальності.

МІКРИНІТ, -у, ч. * р. *микритум*, а. *micrinite*, н. *Mikrinit* m – *мацерал* інертинітової мацеральної групи, який зустрічається в дуже малих округлих *гранулах* і є “вторинним мацералом”, який утворюється в процесі *вуглефікації*. Термін похідний від слова “мікроніт” (Стопс, 1935 р.). Був уведений Конгресом зі стратиграфії вугленосних відкладів в Геерлене (Нідерланди) у 1935 р. за пропозицією К.А. Сейлера для опису найдрібніших *гранул* з інертинітовою відбивною здатністю.

Походження. *Мікриніт* являє собою залишки колишніх ліпоїдних речовин (ліптинітових або *вітриніту*, багатого на *водень*) (Альпен і Прегермейн, 1965 р.; Тейхмюллер, 1974 р.). Тіссен і Шпрунк (1936 р.) у прохідному світлі зернисту дослідили опакову речовину, яка утворилася із залишків вторинних стінок трахеїд. Іноді *мікриніт* формується в процесі торфоутворення (Шібаока, 1978, 1983 рр.; Тейлор і Лью, 1989 р.). *Мікриніт* може також бути результатом сильної фрагментації інших інертинітових *мацералів*. Часто важко відрізнити *мікриніт* і інші невеликі інертинітові уламки. Тоді *мікриніт* розрізняють від *інертдетриніту* за граничною крупністю в 2 мкм (Діссель, 1992 р.). *Агрегати мікриніту* можуть розпізнаватися і відрізнятися від *макриніту* за їх зернистістю. У зв’язку з невеликим розміром окремих зерен мацеральний аналіз *мікриніту* утруднений. Можна точно підрахувати тільки його *агрегати*. Необхідно розрізнявати *мікриніт* і деякі інші тонкозернисті матеріали типу *каолініту* або поригелініту у вугіллі низького ступеня *вуглефікації*. На відміну від *мікриніту*, інші матеріали звичайно мають чіткі внутрішні відбиття і не характеризуються явною зернистістю інертинітового виду. Фізичні властивості. Колір *мікриніту* блідо-сірий до білого. Відбивна здатність вища, ніж у супроводжуючого *вітриніту*, але часто нижча, ніж у інших інертинітових мацералів того ж *вугілля*. В області RrVit 1,4 % *мікриніт* стає схожий з *вітринітом* за відбивною здатністю і більше не розпізнається. У зв’язку із зернистістю *мікриніту* його відбивну здатність можна визначити тільки приблизно на *агрегатах* частинок. *Мікриніт* не флуоресцює.

Твердість шліфування. Різниця в твердості щодо інших *мацералів* інертинітової мацеральної групи невелика або відсутня.

Хімічні властивості. У зв’язку з малою крупністю *гранул мікриніту* і трудністю у виділенні чистого *мікриніту* хімічні дані відсутні. На відміну від інших інертинітових *мацералів мікриніт* виділяє відносно велику кількість летких речовин (Штах та інші, 1982 р.).

Залягання. *Мікриніт* – типовий *мацерал вугілля* середньої стадії *вуглефікації* і порівняно рідкісний для молодого вугілля. Він зустрічається в більшості мікролітотипів як окремі тонкі зерна або агрегації зерен в різних кількостях. *Мікриніт* характерний для *вітриніту*, який походить від *колодетриніту*, де він зустрічається в безпосередній близькості до спориніту і алгініту. Це також один з типових *мацералів* довгополуменового вугілля і *богхедів*, в яких він може утворювати основну масу. *Мікриніт* – це інертинітовий компонент такого *вітринітиту*, який утворюється зі смолистого дерева. Загалом палеозойське вугілля містить більше *мікриніту*, ніж більш молоде вугілля, тому що перше багатше на *ліптиніт*, ніж останнє. У

вугіллі *кам'яновугільного періоду* процентний вміст *мікриніту* складає в середньому 3-6% і може досягати 19 %. У вугіллі посткам'яновугільних періодів кількість *мікриніту* рідко перевищує 3 %. (Діссель, 1992 р.). Крім того, *мікриніт* зустрічається в *горючих сланцях* (Тейхмюллер і Вольф, 1977 р.; Тейхмюллер і Оттен'ян, 1977 р.) і чорних сланцях (Стасюк, 1991 р.).

Практична значущість. Мікриніт є інертинитовим мацералом з найвищою реакційною здатністю і бере участь у всіх процесах конверсії. За допомогою мікроскопа в продуктах і залишках конверсії вугілля не розпізнається (Діссель і Вольф-Фішер, 1987 р.).

Походження слова: "мікро" (грецьк.) – малий. Син. – тонкий мікриніт (МКПВОР, 1963 р.).

МІКРОАЛМАЗ, -у, ч. * р. *мікроалмаз*, а. *microdiamond*, н. *Mikrodiamant* m – алмаз *крупністю* менше 0,5 мм. Походження остаточно не встановлене. *Гіпотези*: 1) *кристали алмазу*, що мали недостатньо часу для росту; 2) *кристали*, які утворилися в середовищі з обмеженим вмістом *вуглецю*, що затримало їх ріст. Місцем утворення М. може бути *мантія* Землі на глибині 150 – 200 км; *кімберлітова* чи *лампроїтова магма*, яка піднімається на поверхню; місця зіткнення тектонічних *плит*. М. знайдені також у *метеоритах*. За формою зустрічаються *октаедричні*, *додекаедричні*, *кубічні монокристали* М., *інколи* – зерна *неправильної форми* та *змішані кубічно-октаедричні кристали*. Найбільш поширеними є *октаедри*, які складають понад 50% всіх М.

МІКРОАНАЛІЗ, -у, ч. * р. *мікроаналіз*, а. *microanalysis*, н. *Mikroanalyse* f – сукупність методів і прийомів, за допомогою яких можна виконувати *аналіз* малих кількостей *неорганічних та органічних речовин* (від мільйонних до сотих часток *грама*).

МІКРОЕЛЕМЕНТИ НАФТИ, -ів, -..., *мн.* * р. *мікроэлементы нефти*; а. *microelements of oil*; н. *Erdölmikroelemente* n pl – *хімічні елементи*, наявні в *нафтах* у невеликих концентраціях (у тисячних або сотих частках процента) і виділяються в *золі*, що отримується після *перегонки нафти* (S, Mg, Na, O₂, N₂, Wn, P, Ni, J, Si, Ca, Fe, Al, Mn, Ag, Cu, Ti, U, Sn, As та ін.). У нафтах виявлено понад 40 *мікроелементів*, загальний вміст яких рідко перевищує 0,02 – 0,03% від маси нафти. *Син.* – *мікрокомпоненти нафти*, *мінеральні речовини нафти*.

МІКРОЕМУЛЬСІЇ, -ій, *мн.* * р. *мікроэмульсии*; а. *microemulsions*; н. *Mikroemulsionen* f pl – *високодисперсні системи*, які утворюються двома взаємно *нерозчинними рідинами*. Діаметр *крапельок дисперсної фази* від 10 до 200 нм, їх *об'ємна частка* може сягати 50% і більше. Основні типи М. такі ж, як у *звичайних емульсій*: *прямі* (типу "масло у воді") і *обернені* ("вода в маслі"). Завдяки малому розмірам *крапель М.*, на відміну від *звичайних емульсій*, *стійкі* і, як правило, *прозорі*.

МІКРОЛІТОТИПИ, -ів, *мн.* * р. *мікролитотипы*, а. *microlithotypes*, н. *Mikrolithotype* m pl – *нашарування*, які складають *органічну частину гумусового вугілля* і розрізняються за *складом та участю мацералів групи вітриніту V_t, інертиніту J, ліптиніту L*.

Термін введений К.А. Сейлером в 1954 р. для позначення типових асоціацій *мацералів* і асоціацій *мацералів з мінералами*, виявлених при *мікроскопії гумусового вугілля*. *Мікролітотип* може бути *агломерацією одного мацерала* або *природних мікроскопічних асоціацій мацералів* однієї або більше груп з (або) без *випадкової (побічної) мінеральної речовини*. Між *літотипами* і *мікролітотипами* *ясного взаємозв'язку* не існує. Напр., *літотип дюрет* тьмяного вигляду може складатися не тільки з *клариту*, багатого *ліптинітом, тримацериту* і *дюриту*, але і з *вітриту*, сильно забрудненого *мінеральною речовиною*.

Номенклатурна комісія Міжнародного комітету з *петрології* вугілля встановила мінімальну оцінювану товщину (потужність) *мікролітотипів* в 50 мкм, а також саму назву згідно відомої системи Стопс-Геерлен (система SH) та закінчення в назвах "іт" ("ит"). М. класифікують за *числом груп мацералів* на *одномацерали* (мономацерали) – *вітрит, інертит, та ліптит*; *двомацерали* (бімацерали) – *кларит(іт) V_t+L, дюрит J+L, вітринертит V_t+J* та *тримацерали V_t+J+L*. В складі *одномацералів* допускається присутність інших у кількостях до 5% *об'ємних*. Для *складних М.* *участь окремих груп мацералів* повинна бути більшою 5% *об'ємних*. При *переважанні одного з мацералів* після назви *мікролітотипу* пишуть *індекс цього мацералу*, напр., *кларит L, дюрит J*.

Основні мікролітотипи

Мікролітотип	Основні групи мацералів і мінералів	Кількість мацеральних груп
Вітрит Ліптит Інертит	Вітриніт Ліптиніт Інертиніт	Мономацерал
Кларит Дюрит Вітринертит	Вітриніт + ліптиніт Інертиніт + ліптиніт Вітриніт + інертиніт	Бімацерал
Тримацерит	Вітриніт + ліптиніт + інертиніт	Тримацерал
Карбомінерит Карбаргіліт Карбанкерит Карбосиліцит Карбопірит	Мацерали + невизначні мінерали Мацерали + глинисті мінерали Мацерали + карбонати Мацерали + кварц Мацерали + сульфідні мінерали	незалежно від кількості присутніх мацеральних груп

Інша вітчизняна схема класифікації (Донецьк, М.М.Ліфшиць, 1959) побудована більш деталізовано і за іншим принципом – за співвідношенням всіх трьох груп *мацералів* незалежно від їх участі. В умовних межах вмісту *мацералів*, за *вітринітом* визначається назва *мікролітотипів*, які відповідають назвам *літотипів*. За сучасною номенклатурою: ультракларит, *кларит*, дюркларит, клародюрит, *дюрит* та ультрадюрит. За вмістом *ліптиніту* та *інертиніту* М. відносять до ліптинітових, змішаних та інертинітових; відповідно після назви М. пишуть індекс *мацерала*, напр., *кларит* L.

М. з тісно зв'язаними вкрапленнями глинистої речовини, оксидів *кремнію*, карбонатів або сумішей *мінералів* при їх вмісті 20-60% об'ємних, а *піриту* 5-20% названі відповідно – карбаргіліт, карбосиліцит, карбанкерит, карбомінерит, карбопірит (ISO. 7404-1-84).

М. мають пластовидну лінзоподібну форму, розмір від мікроскопічного до значного, площа розповсюдження варіює в широких межах. При потужності шарів від декількох см до 1 м та більше вони представляють своєрідні *типи вугілля* вкопного з рівномірним розподілом *мацералів* (це є характерною особливістю М.) і, відповідно, однорідною структурою, наприклад, клареновий кутинітовий, ультрадюреновий *типи* та ін. У відповідності зі складом *мацералів* М. розрізняють за хімічними, фізичними та технологічними властивостями, напр., за *густиною*, *міцністю*, *тріщинуватістю*. При руйнуванні та подрібненні *вугілля* його *дезінтеграція* відбувається по площинах дотику *мікролітотипів* і карбомінеритів. Це приводить до того, що частинки подрібненого *вугілля* крупністю менше 3 мм представлені різними *мікролітотипами* і карбомінеритами. Ця відома особливість гумусового *вугілля* справляє суттєвий вплив на їх *збагачення*. Різна міцність М. проявляється в *грануломеричному складі*, а також впливає на характер пилоутворення, сорбційну здатність, окиснення, самозаймання та спікливі властивості *вугілля*. *Склад*, розмір і розподіл М. є характеристикою мікроструктури (і структури) *вугілля*, одною з ознак *типу вугілля* і кореляції *вугільних пластів*.

Походження слова: mikros (грецьк.) – маленький, lithos (грецьк.) – камінь, tyros (грецьк.) – тип. Син.: макротип (Г.Х. Кейді, 1942 р.), частково стрейфенарт (streifenart), частково підтип, тип вугілля (ТВМ).

МІКРОПОРІСТІТЬ, -і, ж. * р. *мікропористость*, а. *microporosity*, н. *Mikroporosität* f – характеристика розмірів і кількості мікропор (як правило, діаметром 0,7-1,5 нм) у твердому матеріалі. Див. *пористість вугілля*, *пористість гірських порід*.

МІКРОСКОПІЯ, -ії, ж. * р. *микроскопия*, а. *microscopy*, н. *Mikroskopie* f – сукупність методів застосування *мікроскопа* і способи виготовлення мікроскопічних препаратів.

МІКРОСКОПІЧНИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. * р. *микроскопический анализ*, а. *microscopic analysis*; н. *mikroskopische Analyse* f – *вимірювання* розмірів частинок під *мікроскопом* і класифікація їх на групи у вузьких межах певних розмірів (для матеріалів *крупністю* від 50 мкм до десятих часток мкм).

МІКРОСТРУКТУРА, -и, ж. * р. *микроструктура*, а. *microstructure*, н. *Mikrostruktur* f – будова твердих тіл (*металів*, *гірських порід* та ін.), що її можна спостерігати лише за допомогою оптичного або електронного *мікроскопа*.

МІКРОТОМ, -а, ч. * р. *микротом*, а. *microtome*, н. *Mikrotom* n – *прилад*, за допомогою якого одержують надтонкі зрізи для досліджень. Дозволяє отримувати зрізи товщиною 1 – 60 мкм. Див. *ультрамикротом*.

МІКРОФОТОГРАФІЯ, -ії, ж. * р. *микротография*, а. *photomicrography*, н. *Mikrophotografie* f – фотографія (знімок), утворена фотографуванням з використанням *мікроскопа* для значного збільшення зображень об'єктів (напр., *аншліфів вугілля*, *мінералів*), що їх фотографують.

МІКРОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. * р. *микрхимический анализ*, а. *microchemical analysis*; н. *mikrochemische Analyse* f – сукупність прийомів і методів якісних і кількісних *аналізів*, що використовуються при дослідженні *проб* масою 10-3-10-2 г для твердого зразка або об'ємом 0,1-1 мл для *розчину*. М.а. застосовують у різних галузях промисловості в тих випадках, коли кількість *речовини*, що досліджується, дуже мала: для аналізу включень в *рудах*, *мінералах* і *сплавах* та ін., при *аналізі* високоокисних і радіоактивних *речовин* з міркувань безпеки, при *аналізі* коштовних і рідкісних матеріалів, а також для зниження трудомісткості *аналізу* складних органічних сполук.

МІКСЕР, -а, ч. * р. *миксер*, а. *mixer*, н. *Mixer* m, *Mischer* m – 1) *Пристрій* для *гомогенізації* сумішей шляхом їх турбулентного перемішування. Може бути застосований для *моделювання* в лабораторних умовах деяких технологічних процесів *збагачення корисних копалин*, напр., *масляної агрегації вугілля*. 2) Посудина для зберігання чавуну в рідкому стані. В *міксері* усереднюється його хімічний *склад* і температура, а також частково видаляються *домішки*.

МІКСТ, -у, ч. * р. *микст*, а. *mixed product*, н. *Mixt* m – проміжний за якістю продукт *збагачення корисних копалин*, який являє собою переважно суміш частинок *корисного компонента* та *відходів*, що потребує подальшого розділення (контрольного *збагачення*) – на відміну від справжнього *промпродукту*, який переважно складається зі зростків *корисного компонента* та *відходів*.

МІНЕРАЛ, -у, ч. * р. *минерал*, а. *minerale*, н. *Mineral* n – природна хімічна сполука кристалічної будови, що утворюється внаслідок прояву геологічного процесу. Ця дефініція є найбільш визнаною (А.Г. Булах, 1977) й охоплює передусім типові (обов'язкові, прямі) природні об'єкти, які є складовими частинами *гірських порід*, *руд* і утворились внаслідок прояву геологічних процесів на (в) Землі або інших космічних тілах (за іншою версією до *мінералів* у широкому розумінні цього поняття зараховують також *рідини* – *нафту*, *мінер. воду* і т.д. та *природний газ* – прим. ред.). Число відкритих

мінералів зростає з року в рік і нині перевищують 4000. Від пізньолат. "minera" – рудник, рудна жила, руда.

Поняття "мінерал" виникло давно й з того часу безперервно змінюється відповідно до зміни змісту мінералогії. На початковому етапі її розвитку термін "мінерал" був синонімом терміна "копалина" й охоплював власне мінерали (в сучасному розумінні), гірські породи, руди та скам'янілості. Нині мінералогія досягла такого консолідованого стану розвитку, що чітко окреслилося коло її об'єктів дослідження, якими стали мінерали-кристали будь-якої форми. Отже, основна сутність мінералу – кристалічний стан, обумовлений закономірним розташуванням будівельних частинок (атомів, йонів, молекул) у просторі й підпорядкований законам симетрії. Відтак, некристалічні (тверді) природні утворення (речовини з аморфним, метамікним, інколи колоїдним станом) не є мінералами. Їх рекомендовано віднести до іншої множини сполук – мінералоїдів. Однак останні є повнокровними об'єктами мінералогії або суміжних наук, оскільки генетично й парагенетично пов'язані з мінералами.

Нетрадиційними об'єктами дослідження в мінералогії є хімічні сполуки кристалічної структури, які штучно отримує (синтезує) людина; сполуки, що виникають внаслідок перетворення, часто довільного, техногенних продуктів – териконів шахт, відходів підприємств, атомних електростанцій тощо, а також каміння, що утворюється в організмі людей, тварин, рослин. Всі ці сполуки є назагал другорядними об'єктами мінералогії й їх доцільно відповідно називати так: штучні мінерали, техногенні мінерали, біомінерали.

Мінерали існують в природі поодинокі у вигляді мінеральних індивідів (кристалів-багатогранників або кристалів-зерен) або, що буває значно частіше, утворюють між собою зростки аґреґати (мономінеральні або полімінеральні). Останні переважають. Зростки бувають закономірні та випадкові. Мінеральні індивіди складають всі камені (гірські породи, руди), тобто складають весь мінеральний світ подібно індивідам-організмам, які складають світ тварин і рослин. У природі існує величезна кількість мінеральних індивідів, які своїм існуванням фіксують дискретність мінерального світу, є одиничними об'єктами мінералогії й являють собою конкретну форму існування мінеральних видів.

МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ВУГІЛЛЯ ВИКОПНОГО, -ії, -..., ж. * р. *минерализация угля ископаемого*, а. *mineralisation of fossil coal*, н. *Mineralisation f der fossilen (mineralischen) Kohle* – сума мінеральних речовин вугілля викопного, яка потрапила до вугілля внаслідок прояву осадових процесів на етапах торфоутворення, затоплення і поховання торфових покладів та в процесі вуглефікації. Включає як сторонні мінерали та елементи, так і мінеральну речовину рослин-вуглеутворювачів. У складі вугілля викопного визначено бл. 50 мінералів та 60 мікроелементів. Найбільш поширені (80-90%): глинисті (60-80%), карбонати (сидерит, кальцит, кварц, сульфід заліза (пірит, марказит). Глинисті мінерали включають: каолінит, монтморилоніт, іліт, серицит, хлорит, полімінеральні глинисті речовини – глініт. Ці мінерали присутні у вугіллі в тонкорозсіяному стані, а також у вигляді грудок, шарів та прошарків різної потужності, заповнюють порожнини, напр., порожнини клітин фіюзиніту. Сидерит у вугіллі представлений дрібнокристалічними аґреґатами, іноді у вигляді конкрецій (нирок), які включають залишки рослин, що добре збереглися. Кальцит у вугільній речовині зустрічається також у вигляді конкрецій, прошарків і фрагментів вуглефікованих тканин, а також у вигляді нальотів і пластинок у тріщинах вугілля.

Шари вугілля із вмістом карбонату 20-60% відносять до карбанкериту. Кварц присутній у вугіллі у вигляді обкатаних та напівобкатаних уламків кристалів, сконцентрованих у окремих шарах (карбосиліцит), або розсіяних серед детритіту; як правило, присутній у глинистих прошарках. Тонкокристалічні кварцові включення представлені конкреціями, які виникли з колоїдних кременистих гелів, заповнюють порожнини та тріщини вугільної речовини, зустрічаються у вигляді інкрустацій залишків рослинних тканин. Пірит представлений поодинокими включеннями. Його вміст у вугіллі викопному досягає 5 %. При вмісті піриту 5-20% шари к.к. відносять до карбопіриту. Розрізняють такі форми піриту у вугіллі: а – крупнокристалічні, масивні, натічні, інкрустації залишків тканин, фрагменти рослин; конкреції, а також нальоти і пластинки в тріщинах вугілля; б – мікрокристали (менше 1 мкм) і мікросфероліти (діаметр менше 30 мкм), які розсіяні у вугільній речовині майже рівномірно. Сфероліти складаються з ультратонких кубічних кристалів піриту (іноді з марказитом); утворилися до вуглефікації торфових (сапропелевих) покладів всередині бульбашок сірководню, спочатку у вигляді мельніковіту (чорного колоїдального дисульфід заліза), який зберігся переважно у розкристалізованому вигляді (є критерієм відновленого типу вугілля). У вугіллі різних покладів, пластів, різних зонах одного пласта вміст деяких хім. елементів, напр., германію, галію, вольфраму, золота, урану, фосфору, сірки та ін. перевищує їх середній, кларковий вміст у земній корі. Див. мінеральні домішки викопного палива.

МІНЕРАЛОГІЧНА ШКАЛА ТВЕРДОСТІ, -ої, -и, -..., ж. * р. *минералогическая шкала твердости*, а. *mineralogical scale of hardness*; н. *Skala f für Mineralhärte, Mohs-Skala f, Mohs'sche Skala f* – 1) Десятибальна шкала твердості мінералів, за якою розрізняють десять ступенів твердості. 2) Власне набір еталонних мінералів для визначення їх відносної твердості методом дряпання: 1 –

тальк, 2 – гіпс, 3 – кальцит, 4 – флюорит, 5 – апатит, 6 – ортоклаз, 7 – кварц, 8 – топаз, 9 – корунд, 10 – алмаз. Те ж саме, що й шкала Мооса.

МІНЕРАЛОГІЯ, -ії, ж. * р. *минералогия*, а. *mineralogy*, н. *Mineralogie* f – наука про мінерали, їх хімічний склад, будову, властивості, генезис та розподіл у природі. Мінералогія покликана сприяти задоволенню потреб людства у мінеральній сировині та її раціональному використанні.

Мінералогія – давня наука (за деякими даними, їй приблизно 2000 років), хоча сам термін “мінералогія” з’явився порівняно недавно – 1636 р. і введений італійським натурфілософом Бернардом Цезієм. Про практичне значення цієї науки у певній мірі засвідчує походження терміна “мінерал” – від давнього слова “мінера”, що означає *руда* або *камінь*, з якого можна вилучити *метал*. Передбачається, що вживання терміна “мінерал” сягає сивої давнини (приблизно 300 р до н.е.) й спричинене рудокопною та металоплавильною діяльністю кельтських племен. Зміст, мета, завдання, об’єкти, структура *мінералогії*, як і будь-якої іншої науки, з плином часу змінювались. На початку своєї історії *мінералогія* була всеосяжною наукою про неживу природу. Пройшовши декілька етапів диференціації, спричиненої все більш глибоким пізнанням об’єктів дослідження, вона трансформувалася у природничо-історичну науку про мінерали-кристали.

Знахідки нових і життєво важливих *мінералів* були настільки вагомими, що знайшли віддзеркалення у періодизації історії людства: кам’яний вік (використовується *кремень*, *обсидіан*, *нефрит*), бронзовий вік (*халькопірит*, *каситерит*), залізний вік (*гетит*, потім *гематит*, *магнетит*), вік атомної енергетики (*ураніт*).

Практицизм *мінералогії* ніяк не зменшився і в наш час, але нині він реалізується на засадах теоретичних напрацювань (законів, правил) та емпіричних закономірностей, тобто знань, які отримують в результаті всебічного дослідження хімічного складу, будови, форми, властивостей, умов утворення й розподілу в природі *мінералів*. Вдосконалення методичного арсеналу *мінералогії*, відкриття нових *мінералів*, їх поглиблене вивчення збагачують теорію, яка може бути використана для відкриття нових *покладів* мінеральної сировини. Більшість напрямків *мінералогії* вже існували з XVIII ст., деякі зародилися у другій половині XX ст. Найдавнішими серед них є систематика мінералів, морфологія мінералів, вчення про фізичні властивості, походження мінералів, прикладна мінералогія. У другій половині XX ст. виникли гострі екологічні проблеми, спричинені пошуками, розвідкою, переробкою та використанням *мінеральної сировини*. У їх вирішенні теж важлива роль належить *мінералогії*.

Сучасна *мінералогія* – фундаментальна природничо-історична наука, яка будується на генетичній основі. Індивідуальність статусу *мінералогії*, як і будь-якої іншої науки, можна визначити двома основними чинниками – об’єктами дослідження та метою дослідження цих об’єктів. Об’єктами дослідження в М. є *мінерали*. Мету мінералогічної науки Д.П.Григор’єв, спираючись на твори своїх попередників – Плінія Старшого, Ж.Л.Бюффона, М.В.Ломоносова, М.І.Кокшарова, В.І.Вернадського, влучно визначив як “пізнання природної історії мінерального царства”. Таким чином, статус М. вичерпно обґрунтовується поєднанням – об’єкти (*мінерали*) плюс мета (пізнання природної історії *мінералів*). Гол. завдання М.: розробка наук. класифікації *мінералів*, виявлення зв’язків між варіаціями їх складу, будови, властивостей і умовами утворення та існування в природі; створення наук. основ для пошуків і оцінки родов. мінеральної сировини, вдосконалення технології її переробки, залучення нових видів *мінеральної сировини* в пром. використання; розробка методів штучного вирощування і облагороджування *кристалів* цінних *мінералів*. М. характеризується значним розмаїттям теоретичних і прикладних напрямків, а також відповідною системою назв – номенклатурою. За даними Є.К.Лазаренка, *мінералогія* нараховує бл. 14000 термінів, тобто слів або словосполучень, якими позначаються наукові поняття.

Традиційно навчальна мінералогія ділиться на дві великі частини: загальну або теоретичну та описову або систематичну (опис мінералів). Опис *мінералів* є повним тільки в тому випадку, якщо він належним чином теоретично обґрунтований. Теоретичні розробки є надбанням всіх напрямків сучасної *мінералогії*, але з неоднаковим співвідношенням в них обсягів теорії, емпіричного та описового матеріалу. Розділи сучасної М.: *кристалохімія* мінералів, *фізика мінералів*, *морфологія мінералів*, *генезис мінералів*, регіональна мінералогія (топомінералогія), систематична мінералогія, експериментальна мінералогія, прикладна мінералогія, космічна мінералогія.

Кристалохімія мінералів – майже суто теоретичний розділ *мінералогії* (її ще називають теорією атомної структури *кристалів*), основним завданням якого є вивчення закономірних зв’язків між хімічним складом, кристалічною структурою, властивостями та умовами утворення *мінералів*.

Фізика мінералів – тісно пов’язаний з *кристалохімією* розділ *мінералогії*, покликаний вивчати будову та природу фундаментальних фізичних властивостей *мінералів* та їх зв’язок з умовами утворення та перебування у природі. В дійсності, сучасна *фізика мінералів* вийшла далеко за рамки одного розділу *мінералогії* і набула всеосяжного значення для пізнання природи мінеральної речовини, відіграє істотну роль у створенні наукових засад генетичної, пошукової, технологічної мінералогії, мінералогічного матеріалознавства, гемології, *мінералурії*.

Морфологія мінералів – розділ *мінералогії*, у рамках якого вивчається форма мінеральних *індивідів*, *агрегатів* та її зв’язок з *конституцією* та *генезисом* *мінералів*.

Генетична М. – вчення про закони утворення, перетворення та руйнацію мінеральних *індивідів* і *агрегатів*. Воно охоплює такі явища: зародження, ріст, перетворення *мінералів*, способи їх утворення, геологічні процеси мінералоутворення.

Регіональна М. (топомінералогія) вивчає просторові закономірності формування та розподілу *мінералів* у геологічних об’єктах – *масивах*, *родовищах*, регіонах, *земній корі* тощо. Цей напрямок забезпечує чи не найбільший обсяг первинних мінералогічних знань.

Систематична М. – великий розділ *мінералогії*, у якому систематизуються всі знання, що стосуються окремих *мінералів*. Мінерали описуються в послідовності, що відповідає їх знаходженню у науковій класифікації. У цьому розділі всі якості та умови утворення *мінералів* розглядаються як взаємопов'язані чинники, що визначають самостійність мінерального виду – основної таксономічної одиниці систематичної мінералогії.

Експериментальна М. – науково-технічний розділ, покликаний з'ясувати умови вирощування *мінералів штучних* та моделювати механізми, явища, процеси мінералоутворення у широкому діапазоні фізико-хімічних умов *кристалізації*. М. доповнює генетичну М. лабораторним моделюванням природних процесів мінералоутворення і вивченням фіз.-хім. систем, що відтворюють природні мінеральні *парагенезиси* і обстановку їх формування. Модельний експеримент використовується також як критерій оцінки теоретичних напрацювань, напр., з *кристалохімії, морфології мінералів*.

Практична М. напрацьовує наукові засади практичного використання *мінералів* – для пошуку та оцінки *родовищ корисних копалин*, створення високих економічно прибуткових та екологічно чистих *технологій* переробки *мінеральної сировини*, створення нових видів сировини, синтезу технічно корисних *кристалів* – дефіцитних аналогів *мінералів*, виявлення корисних (лікарських), шкідливих для здоров'я людини властивостей, декоративних якостей *мінералів* тощо.

Космічна М. вивчає *мінерали* планет, астероїдів, *метеоритів*, комет, космічного пилу.

Активно розвиваються два нових розділи мінералогії – біоінералогія та наномінералогія.

Всі розділи сучасної *мінералогії*, не дивлячись на їх специфіку, відмінності у змісті та завданнях, насправді мають умовні межі, органічно пов'язані між собою та спільно інтегрують нову якість – сучасну мінералогічну науку. Див. також *наномінералогія*.

В Україні значна роль у розвитку *мінералогії* належить Є.К.Лазаренку, О.С.Поваренних, О.І.Матківському, О.М.Платонову, В.І.Павлишину та ін. Дослідження з *мінералогії* проводять в Інституті геохімії і фізики мінералів НАН України, університетах і т.ін.

МІНЕРАЛЬНІ ДОМІШКИ ВИКОПНОГО ПАЛИВА, -их, -ок, -..., *мн.* * **р.** *минеральные примеси ископаемого топлива*, **а.** *mineral impurities of fossil fuel*; **н.** *Mineralzusätze m pl des fossilen (mineralischen) Brennstoffes* – негорючі компоненти у вигляді включень, *вкраплення, прошарків, зростків* та механічних *домішок*, які являють собою частку *бокових порід (вмісних порід)* і потребують видалення при *збагаченні* палива для підвищення його *теплотворної здатності*. У *вугіллі* *викопному* мінеральні *домішки (порода)* представлені переважно *силікатами (кремнезем, глинозем), сульфідами (пірит, марказит), карбонатами (кальцит, сидерит), сульфатами (гіпс)*, значно менше – *оксидами металів, хлоридами, фосфатами*, а також в незначних кількостях сполуками рідкісних та розсіяних *елементів*. У *нафті* з мінеральних *домішок* виділяють *сірку*. Найбільше *мінеральних домішок* містять *горючі сланці*. За походженням М.д.в.п. поділяють на внутрішні, які утворилися з мінеральної речовини вихідних рослин, та зовнішні, які складаються з мінеральних частинок, занесених у *торф* і *вугілля*. Крім того, М.д.в.п. підрозділяють на теригенні мінеральні включення (уламковий матеріал – зерна *кварцу, кальциту*, включення *apatиту* тощо) і мінеральні новоутворення (з'являються в результаті хімічних взаємодій у середовищі вуглеутворення – сингенетичні, або утворюються вже у вугільному *пласті* по поверхнях *тріщин* – епігенетичні).

Склад мінеральних *домішок вугілля* вивчають фізичними методами – мікроскопічним, рентгенокопічним і радіоізотопним аналізом та методом низькотемпературного озолення *вугілля* у кисневій *плазмі* при *t*-рі 100-150 °С. Див. *вугілля викопне, мінералізація вугілля викопного, торф, нафта*.

МІНЛИВІСТЬ, -і, *ж.* * **р.** *побежалость*, **а.** *tarnish*, **н.** *Anlauf m, Anlaufen n* – у *мінералогії* – явище утворення переливчастої строкато забарвленої плівки на поверхні *мінералу*, зумовлене *інтерференцією* падаючого світла і відбиттям його від внутрішніх поверхонь *мінералу*, *тріщин спайності* або від поверхонь будь-яких включень.

МІСЬКИЙ ГАЗ (ПОБУТОВИЙ ГАЗ), -ого, -у, *ч.* * **р.** *городской (бытовой) газ*, **а.** *city gas, town gas*, **н.** *Haushaltsgas n* – суміш *газів*, що її застосовують в основному для комунального газозабезпечення. Як *міський газ* використовують природні горючі *гази* та (або) одержувані *газифікацією* натуральних твердих і рідких *палив*.

МІЦЕЛИ, -ел, *мн.* * **р.** *мицеллы*; **а.** *micelles*; **н.** *Mizellen f pl* – скупчення правильно розміщених *молекул, асоціація в агрегати молекул*, які втримуються переважно дисперсійними силами. Кожна *міцела* є асоційованою частинкою дисперсної фази *золю*, яка включає також подвійний електричний шар і сольватні оболонки; існує в рівновазі з *молекулами* та *йонами*, які її утворюють (напр., *поверхнево-активні речовини в розчинах*). Утворення М. характерно для водних *розчинів мийних речовин* і деяких органічних барвників з великими *молекулами*. Органічні й неорганічні молекулярні *агрегати*, що трапляються в колоїдних розчинах; їх довголанцюгові структурні одиниці хімічним шляхом з'єднуються та створюють жмутики. При гідратуванні *бентоніту* йони *натрію* або інших металів входять до *розчину*, частинки *глини* та *йони* утворюють *міцелу*. Мають місце при *міцелярному витісненні нафти* із *покладу*.

МІЦНІСТЬ (МАТЕРІАЛІВ), -і, ж. * р. *прочность* (материалов), а. *strength of materials*, н. *Festigkeit f, Haltbarkeit f, Widerstandsfähigkeit f (von Materialien)* – властивість матеріалу чинити опір руйнуванню (поділу на частини), а також необоротній зміні форми (пластичній *деформації*) під впливом зовнішніх навантажень; у вузькому розумінні – чинити опір руйнуванню. Є міцність власне матеріалу і конструкційна міцність, короткочасна і тривала. Показники *міцності*: тимчасовий опір, або границя міцності, границя витривалості, границя пластичності, границя текучості. Границя (межа) міцності при стиску щільних *вивержених* та *метаморфічних гірських порід* складає приблизно 100 МПа, а для особливо міцних *порід*, напр., *базальтів*, досягає 500 МПа. М. *осадових порід* суттєво залежить від їх *структури* та *пористості* і знаходиться в межах 5-200 МПа. Теорія міцності розроблялася багатьма видатними вченими, серед яких були Галілей, Сен-Венан, Кулон, Максвелл, Мор, Рітінґер і ін.

МІЧЕНІ АТОМИ, -их, -ів, мн.– Див. *ізотопні індикатори, метод радіоактивних ізотопів, радіоактивних індикаторів метод, мічені речовини (об'єкти)*.

МЛИН, -а, ч. * р. *мельница*, а. *mühl*, н. *Mühle f* – машина або апарат для подрібнення сипучих матеріалів (*руд, вугілля*, буд. матеріалів та ін.) для їх подальшого безпосереднього використання, *збагачення* або дослідження в лабораторних умовах. Застосовують в *металургії*, теплоенергетиці, вугільній, хімічній і ін. галузях промисловості. Розрізняють млини для сухого і мокрого *подрібнення*. Розрізняють такі М.: барабанні або гравітаційні (кульові, стержневі, роликові, самоподрібнення), відцентрові, вібраційні (інерційні, ґраційні); маятникові (вихрові, аеробильні, молоткові, пальцеві); струменеві, колоїдні та ін. М. бувають промислові та лабораторні. Окрему групу М. становлять стирачі лабораторні (напр., *бігуни*), у яких подрібнення здійснюється між двома стираючими поверхнями (дисками, циліндрами), в той час як в ін. М. процес протікає в об'ємі подрібнюваного матеріалу. За ін. класифікацією М. поділяють на барабанні (кульові, стержневі), трубні, конусні, самоподрібнення, роликові (роліко-кільцеві, кульово-кільцеві, катково-чашкові, катково-дискові), ударно-відцентрові (молоткові, дезінтеґратори, дисмембратори), жорнові, вібраційні, струменеві тощо. Провідний вітчизняний виробник млинів різних конструкцій Новоқраматорський машинобудівний завод (НКМЗ).

МОДЕЛЬ, -і, ж. * р. *модель*, а. *model*, н. *Modell n* – речова, знакова або уявна (мислена) система, що відтворює, імітує, відображає принципи внутрішньої організації або функціонування, певні властивості, ознаки чи(та) характеристики об'єкта дослідження (оригіналу). Розрізняють фізичні, математичні та ін. *моделі*. Смысловое навантаження терміна “модель” багатопланове: а) зразок, взірцевий примірник чогось; б) тип, марка конструкції; в) те, що є матеріалом, натурою для відтворення; г) зразок, з якого знімається форма для відливання в іншому матеріалі; д) комп'ютерна модель, розрахункова модель, теоретична модель (процесу, конструкції тощо).

Розрізняють: *аналітична модель покладу, модель Баклея-Левретта, модель Бернадського, модель Бінгама, модель газорідного потоку гомогенна, модель дрейфу, модель Дюпюї-Форхгеймера, модель Маскета-Мереса, модель математична, модель математична у промисловій геології, модель пласта, модель покладу (об'єкта розробки) геологічна (графічна), модель потоку дрейфу, модель промислово-геологічна, модель промислово-геологічна концептуальна, модель Рапопорта-Ліса, модель Рейнольдса-Буссінеска, модель рідини уявна, модель руху двофазних систем узагальнена, модель тілесна, модель фізична, модель Шведова*.

МОДИФІКАТОР, -а, ч. * р. *модификатор*, а. *modifier*, н. *Modifikator m, Impfstoff m* – 1) Невелика (десяти частки – декілька %) добавка (*домішка*) до чого-небудь, напр., *домішка* до флотаційного *реагенту*, *реагенту масляної агломерації*, яка підвищує відповідно їх флотаційну та агломераційну здатність тощо. 2) У нафтовидобуванні – *інгібітори парафінових відкладів*, які дають змогу утримувати *парафін* у завислому стані на всьому шляху руху *нафти* від *пласта* до збірного пункту. В якості *модифікаторів* використовують *хімічні речовини*, які мають структуру, подібну до *парафінів*, тобто довгий ланцюг вуглеводневих радикалів. 3) *Пристрій*, який змінює роботу, дію *машини*. В.С.Бойко, В.С.Білецький.

МОДИФІКАЦІЯ, -ії, ж. * р. *модификация*, а. *modification*, н. *Modifizierung f, Abänderung f, Modifikation f* – 1) Зміна, видозміна, перетворення, поява нових ознак, властивостей; якісно відмінні стани чого-небудь. Результат *модифікування*. Приклад – модифікування поверхні адгезійно активних ґранул носіїв у процесі *адгезійного збагачення* золота краун-ефіром, що підвищує ефективність захоплення носіями надтонких часточок *золота*. 2) У *мінералогії* та *кристалографії* – різні види *кристалів* однієї і тієї ж речовини, які утворюються внаслідок *поліморфізму* і *політипії*. В.С.Білецький.

МОДИФІКУВАННЯ, -..., с. * р. *модифицирование*, а. *modification*, н. *Abänderung f, Impfen n, Modifizierung f* – дія, напрямлена зміна властивостей об'єктів. М. *металів* – додавання в розплавлені *метали модифікаторів*. М. *полімерів* – направлена зміна їх властивостей шляхом регулювання *надмолекулярної структури* (введення зародків *кристалізації*, термообробка) або зміна хім. складу *молекули* (введення реакційноздатних груп тощо). М. *реагентів* – направлена зміна їх властивостей шляхом введення в *реагент* *домішок-модифікаторів*. Останні, напр., можуть містити активні *функційні групи*, що сприяє процесам *агломерації, флотації* окиснених матеріалів (зокрема, *вугілля*).

МОДУЛЬ, -я, ч. * р. *модуль*, а. *module*, н. *Zahl f, Ziffer f; Betrag m, Modul m* - 1) *техн. і матем.* – Назва важливого коефіцієнта чи величини (напр., М. пружності, М. зубців, М. комплексного числа). 2) *техн.* – Уніфікований функціональний вузол, виконаний у вигляді самостійного виробу, установки тощо. Приклад – модульні збагачувальні установки. 3) *будівн.* – Умовна одиниця, яку приймають для позначення кратних співвідношень розмірів частин будови, споруди з метою їх координації, надання будові співвимірності. Див. *модуль буровий, модуль експлуатаційний, модуль крупності, модуль об'ємної пружності рідини, модуль пружності, модуль шкали грохочення.*

МОЛЕКУЛА, -и, ж. * р. *молекула*, а. *molecule*, н. *Molekül n* – найменша частинка речовини, що здатна існувати самостійно, зберігаючи основні хімічні властивості цієї речовини. М. простих речовин складаються з атомів одного хімічного елемента, а М. складних речовин – з атомів різних елементів. Число атомів у М. може бути різним – від двох до сотень тисяч. Склад і розташування атомів у М. передає хімічна формула (див. *формула*). Зв'язок між атомами у молекулі здійснюється шляхом хімічних зв'язків, в яких беруть участь зовнішні (валентні) електрони. Він буває таких основних типів: йонний, гомеополарний, змішаний. Молекула електронейтральна, але якщо центри позитивних і негативних зарядів у ній не співпадають, то така М. полярна і має власний електричний дипольний момент. У зовнішньому електричному полі М. може набутися дипольного моменту, тобто поляризуватися. Більшість молекул діамантні, тобто не мають постійного магнітного моменту; їх магнітна сприйнятливість негативна. Парамагнітні молекули мають постійний магнітний момент, їх магнітна сприйнятливість позитивна (див. *діамагнетика, парамагнетика*).

Молекулярна будова речовини вивчається рентгеноструктурним аналізом, електронографією, мас-спектрометрією, ЕПР, ЯМР та ін. методами. Поняття молекули введено у хімії в 1860 р.

МОЛЕКУЛЯРНА МАСА, -ої, -и, ж. * р. *молекулярная масса*, а. *molecular mass*, н. *Molekularmasse f, Molekülmasse f* – маса молекули, виражена в атомних одиницях маси. Дорівнює сумі мас усіх атомів, що входять в дану молекулу. За М.м. часто беруть середню масу молекули з урахуванням ізотопного складу всіх елементів, що утворюють хімічну сполуку.

МОЛЕКУЛЯРНА СПЕКТРОСКОПІЯ, -ої, -ії, ж. * р. *молекулярная спектроскопия*, а. *molecular spectroscopy*, н. *molekulare Spektroskopie f* – вивчає молекулярні спектри випромінювання, поглинання та відбивання електромагнітних хвиль в діапазоні хвильових чисел 10³ -10⁵ см⁻¹. Включає інфрачервону спектроскопію (ІЧ-спектроскопію), спектроскопію у видимій частині спектру і ультрафіолетову спектроскопію (УФ-спектроскопію). М.с. використовують для визначення структури, функцій і динаміки поведінки різних речовин за допомогою їх електромагнітних характеристик, дослідження кінетики хімічних реакцій, складу речовин, зокрема визначення наявності в речовині функційних груп та структурних фрагментів, ідентифікації міжфазних взаємодій тощо.

МОЛЯЛЬНІСТЬ, -ості, ж. * р. *моляльность*, а. *molality*, н. *Molalität f, Kilogramm-Molalität f, molale Konzentration f* – концентрація моляльна, кількість речовини в молях, розчиненої в 1 кг розчинника (моль/кг).

МОЛЯРНИЙ, * р. *молярный*, а. *molar*, н. *molar, Mol...; molekular, Molekular...* – пов'язаний з грам-молекулою: м. р о з ч и н – розчин, в 1 л якого міститься одна грам-молекула розчиненої речовини; м – а ч а с т к а – відношення кількості молей даної розчиненої речовини до суми молей усіх розчинених речовин і розчинника.

МОЛЬ, -я, ч. * р. *моль*, а. *mole*, н. *Mol n, Gramm(ekül) n* – одиниця кількості речовини в системі Si. Позначається *моль*, *Mol*. Те саме, що й грам-молекула. М. – це кількість речовини, виражена в грамах, що чисельно дорівнює її молекулярній масі і відзначається тим, що 1 моль будь-якої речовини відповідає однакової кількості молекул. А саме, 1 моль містить стільки молекул (атомів, йонів, інших структурних елементів речовини), скільки атомів у 0,012 кг вуглецю 12С, тобто дорівнює сталій Авоґадро.

МОНОЕТАНОЛАМІН (МЕА), -у, ч. * р. *моноэтаноламин (МЭА)*; а. *monoethanolamine*; н. *Monoethanolamin n* – безбарвна в'язка гігроскопічна рідина, яка змішується з водою в будь-яких пропорціях і використовується у вигляді 15-20 %-ного розчину для очищення природного вуглеводневого газу від сірководню H₂S і діоксиду вуглецю CO₂ (МЕА-процес). Для цього М. заливається на тарілки абсорбера, а очищуваний газ, який подається в абсорбер знизу і проходить через шар М., очищається від H₂S і CO₂. Молекулярна маса 61,08; температура кипіння 444 К при 0,1 МПа, пружність пари 108 Па при 303 К; динамічний коефіцієнт в'язкості 24,1 мПа·с при 293 К; теплота випаровування 820 кДж/кг.

МОНОКРИСТАЛ, -у, ч. * р. *монокристалл*, а. *monocrystal*, н. *Einkristall m* – кристалічна речовина, складена одним кристалом.

МОНОЛІТ, -у, ч. * р. *монолит*, а. *monolith*, н. *Monolith m* – 1) Суцільна кам'яна брила, споруда або її частина, висічені з суцільного каменя або зведені з бетону. 2) Зразок гірської породи або ґрунту, вирізаний великим шматком (непошкодженим).

МОНОМЕР, -у, ч. * р. *мономер*, а. *monomer*, н. *monomere Substanz f, Monomere n, Grundmolekül n* – низькомолекулярна хімічна сполука, яка є первісним матеріалом для синтезу полімерів.

Мономерами служать сполуки, що мають кратні зв'язки, циклічні групи та сполуки з різними функційними групами.

МОРСЬКА ВОДА, ВОДА ОКЕАНУ, -ої, -и, ж., -и, -у, ч. * **р.** морская вода, вода океана; **а.** sea water, ocean water; **н.** Meerwasser n, Seewasser n – вода морів і океанів. Переважаюча кількість М.в. знаходиться в Світовому океані (1,37 млрд км³). Середній сумарний солеміст М.в. бл. 35‰, т-ра замерзання 1,91 °С, густина 1020 кг/м³. Склад М.в. постійний – 99,99% за масою сольового складу припадає на Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻, Br⁻, F⁻, Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Sr²⁺. При цьому 85% солей у М.в. складає NaCl, у значних кількостях присутні: MgCl₂, MgSO₄, CaSO₄, NaBr, а також розчинені гази та органічні речовини (1-5 мг/л).

М.в. характеризується постійністю сольового складу, під якою розуміють стабільність співвідношення між концентраціями головних йонів, що витримується поза залежністю від їх абсолютних концентрацій у воді відкритих частин океану (моря). Для океану вміст солей (солоність) в середньому складає 35‰, а в морях, в залежності від ступеня їх ізольованості від океану, припливу слабкомінералізованих поверхневих вод суші, кліматичних умов, солоність води коливається в значних межах. Відмічається трохи менший солеміст у полярних акваторіях і підвищений до 39-42‰ в південних. Розподіл солей за глибиною в осн. постійний, в ниж. горизонтах зростає вміст розчиненої вуглекислоти, внаслідок чого в глибинних ділянках осад карбонату кальцію розчиняється. Різка зміна складу води за глибиною спостерігається в Чорному м. за рахунок двох потоків через Босфор (верхнього, більш прісного, з Чорного м. і нижнього, більш солоного, в Чорне м.) і дії сульфатредуючих бактерій, що приводить до накопичення сірководню (до 14 мг/л). Йонний склад Світового океану характеризується такими даними: Na⁺ – 10,7‰, K⁺ – 0,39‰, Ca²⁺ – 0,42‰, Mg²⁺ – 1,30‰, SO₄²⁻ – 2,70‰, Cl⁻ – 19,35‰, Br⁻ – 0,06‰, CO₃²⁻ – 0,07‰. Внаслідок високої концентрації компонентів і величезного їх сумарного вмісту у водах Світового ок. (приблизно 10¹⁶ т) М.в. використовується для отримання багатьох хім. сполук. Напр., у країнах жаркого клімату (КНР, Японія, Індія, Австралія і ін.) упарюванням за рахунок сонячного тепла отримують 30-40% світового виробтку солі. В перспективі, з появою нових технологій, з М.в. можливе вилучення ряду цінних к.к. Морська вода містить у розчиненому вигляді практично всі елементи періодичної таблиці.

МОРСЬКА ВОДА НОРМАЛЬНА, -ої, -и, -ої, ж. * **р.** морская вода нормальная; **а.** normal sea water, **н.** normales Meerwasser n, normales Seewasser n – морська вода з солоністю 34-35‰ (г/дм³). Лабораторним шляхом для досліджень готують морську воду штучну, що містить солі NaCl, MgCl₂, Na₂SO₄, CaCl₂, KCl, NaHCO₃, KBr, H₃BO₄, SCl₂, NaF, які взято у певній пропорції. Необхідно вводити поправку на вміст кристалізаційної води в застосовуваних реактивах, якщо вона в них є.

МОРФОЛОГІЯ, -ії, ж. * **р.** морфология, **а.** morphology, **н.** Morphologie f – наука про будову та форму речовин, організмів і т.і.

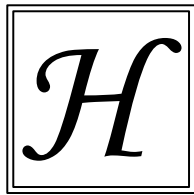
МУЛ, -у, ч. * **р.** ил, **а.** ooze, mud, **н.** Schlamm m, Schlick m – 1) Тонкодисперсний водонасичений неуцільнений осад, що утворюється на дні водоймищ. М. – початкова стадія формування багатьох осадових гірських порід. Розрізняють М. морський і континентальний (озерний, болотняний), за генезисом – теригенний (глинистий і ін.), біогенний (діатомовий, глобігеріновий, радіолярієвий і ін.), хемогенний (карбонатний та ін.), вулканогенний (збагачений вулканічним попелом), за гранулометричним складом – дрібноалевритовий, алеврито-пелітовий, пелітовий. Іноді М. збагачені органіч. речовиною (сапропель). 2) Тонкодисперсний високозольний продукт обробки та зневоднення шламів, що утворився внаслідок подрібнення та стирання частинок глинистих порід, їх розмокання в процесі збагачення. При накопиченні в обігових водах М. підвищує їх в'язкість, що негативно впливає на ефективність гравітаційного збагачення. Осадження та зневоднення М. пов'язане зі значними труднощами, навіть при застосуванні флокулянтів. Див. також радіолярієвий мул, мул птероподовий, мул голубий, мулисті потоки, сапропель.

МУЛОНАКОПИЧУВАЧ, -а, ч. * **р.** илонакопитель, **а.** sludge tank, **н.** Schlammansammler m – гідротехнічна споруда, штучно створений ставок для накопичення та відстоювання відходів флотації та високозольних тонкодисперсних мулів і одержання проясненої води, що повертається на збагачувальну фабрику для повторного використання. М. споруджуються за межами території фабрики, переважно з використанням природних заглиблень рельєфу. Конттури М. огорожуються валом та греблею з боку, протилежного надходженню мулів. Ложе ущільнюється і, при необхідності, вкривається водонепроникним шаром для виключення дренажу мулів до ґрунтових водонесних шарів. Обвалування та греблю насапають шарами з глинистого ґрунту, який зволожується та ущільнюється. Схили зміцнюються плитами або ін. способом. Водозбір проясненої води облаштовується в кінці протилежному завантаженню М. Навколо М. споруджуються дамби та відповідні канали для захисту від дощових та паводкових вод.

МУЛЬТИПЛЕТИ, -ів, мн. * **р.** мультиплеты, **а.** multiplets, **н.** Multiplette n pl, Multiplettterme m pl – група спектральних ліній, близько розміщених одна до одної. Розрізняють синглети (одинарні), дуплети (подвійні), триплети (потрійні) – спектральні лінії, які відповідають кількості розщеплень енергетичного рівня атома.

МУЛЬТИЦИКЛОН, -а, ч. * **р.** мультициклон, **а.** multiclone, multistage cyclone; **н.** Multi(zy)klon m – повітря- або газоочисний апарат відцентрової дії. Складається з кількох невеликих однотипних апаратів (циклонів) діаметром від 40 до 200 мм, що розміщені у спільному корпусі, мають спільний завантажувальний пристрій і спільні колектори продуктів розділення.

МУФЕЛЬ, -я, ч. * р. *муфель*, а. *tuffle*, н. *Muffel* f – камера чи посудина, куди вміщують *проби корисної копалини*, що їх нагрівають або випалюють у печі. Широко застосовують при *аналізі* проб сипучого матеріалу на *вологість*, *вугілля* – на *зольність* тощо.



НАБРЯКАННЯ, -..., с. * р. *набухание*; а. *swelling*; н. *Aufquellen* n, *Quellen* n, *Schwellen* n, *Anschwellen* n – процес зв'язування рідини або газу *гелем* чи *твердим тілом*, що супроводжується збільшенням об'єму за рахунок вбирання *рідини*, при цьому форма тіла, що набукає, в основному не змінюється. Син. – *набухання*.

НАБУХАННЯ, -..., с. * р. *набухание*, а. *swelling*, н. *Schwellung* f, *Schwellen* n, *Anschwellen* n, *Aufquellen* n, *Quellen* n – здатність матеріалів, зокрема *глинистих порід*, збільшуватись у об'ємі внаслідок вбирання *води*. Характеризується коефіцієнтом Н., який дорівнює відношенню об'єму набухлої *породи* до її первісного об'єму. Н. відбувається внаслідок проникнення *води* між пакетами кристалічних *граток* мінералів. Найбільшу здатність до *набухання* звичайно мають *глини* та *глинисті сланці*. Коеф. Н. *глин* коливається від 2 до 1,5, *супісків* – від 1,5 до 1,05. Для *пісків* коеф. Н. дорівнює 1. Н. *гірських порід* приводить до деформації *виробок*, руйнування *кріплення*, зсування *залізничної колії* та ін.

НАВАНТАЖЕННЯ, -..., с. * р. *нагрузка*, а. *load*, н. *Belastung* f – 1) Кількість (маса, об'єм) оброблювального матеріалу, який надходить на *апарат* або транспортний *пристрій* за одиницю часу. Звичайно для сипких матеріалів виміром Н. є кількість т/год, для розріджених матеріалів, *пульп*, *суспензій* – в м³/год. Крім того, виділяють термін *п* і *т о м е* *навантаження*, напр., на збагачувальний апарат, під яким розуміють Н. на одиницю характерного для даного *апарата* розміру: - для *відсаджувальних машин*, *грохотів*, *фільтрів* тощо – т/год на 1 м² робочої площі; - для *важкосередовищних сепараторів* (іноді також для *відсаджувальних машин*) – т/год на 1 м ширини робочого відділення; - для *флотацийних машин* – м³/год на 1 м³ об'єму флотацийної камери; - для *зсушувачів*, *гідралічних класифікаторів*, *відстійників* тощо – м³/год на 1 м² дзеркала поверхні *пульпи* чи *суспензії*. Величина питомого Н. має суттєве значення як параметр, що тісно пов'язаний з технологічною *ефективністю розділення мінеральних сумішей*, зокрема має граничні значення, за яких процес може відбуватися з достатньою для практики *ефективністю*. 2) Дія або сукупність дій, операцій до значення “навантажити”, “навантажувати”. Напр., у *кар'єрах* розрізняють нижнє навантаження, при якому транспортний горизонт знаходиться на рівні горизонту стояння навантажувальної машини чи нижче його. 3) Зовнішні сили або моменти. Враховуються при розрахунку споруд і окремих конструкцій, роботі двигунів тощо. 4) Електричне Н.: *а к т и в н е* Н. – активний електричний опір (напр., лампи, нагрівальні прилади); *є м к і с н е* Н. – навантаження ланцюга змінного струму, при якому вплив ємності переважає над впливом індуктивності, а струм при цьому випереджає напругу; *і н д у к т и в н е* Н. – навантаження ланцюга змінного струму, при якому вплив індуктивності переважає над впливом ємності, а струм при цьому відстає від напруги. В.С.Білецький.

НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, -ого, -а, с. * р. *окружающая среда*, а. *environment*, н. *Umgebung* f – середовище життя і діяльності людства, оточуючий людину природний і створений нею матеріальний світ. Н.с. включає природне і техногенне середовище, тобто сукупність соціально-економічних факторів, характерних для даного етапу розвитку суспільства і його взаємодії з природою. Техногенне середовище в епоху НТР суттєво (і негативно) впливає на глобальні природні процеси. Часто під терміном Н.с. розуміють лише навколишнє природне середовище (*довкілля*); в такому розумінні цей термін використовується у міжнародних угодах. В.С.Білецький.

НАГРІВ, -у, ч. * р. *нагрев*, *нагревание*; а. *heating* (up), *heat*; н. *Aufwärmung* f – 1) Дія і стан за значенням робити щось гарячим або теплим. 2) Ступінь, до якого що-небудь нагріто. 3) Поверхня чого-небудь, площа, яку нагрівають.

НАГРІВАННЯ, -..., с. * р. *нагревание*; а. *heating* (up); н. *Aufwärmen* n – дія за значенням робити що-небудь гарячим або теплим. Напр., Н. *зв'язуючого* при *брикетуванні вугілля*, Н. вентиляційного струменя *шахти* у холодну пору року тощо.

НАДІЙНІСТЬ, -і, ж. * р. *надежность*, а. *reliability*, н. *Betriebssicherheit* f, *Zuverlässigkeit* f – властивість технічних об'єктів зберігати у часі у встановлених межах значення всіх параметрів, необхідних для виконання технічних (технологічних та ін.) функцій в заданих режимах і умовах застосування. Під техн. об'єктами розуміють *пристрої*, *прилади*, *механізми*, *машини*, комплекси *обладнання*, буд. конструкції і споруди, технол. операції і *процеси*, системи зв'язку, інформаційні системи,

автоматизов. системи управління технол. процесами і т.п. Методи теорії і практики *надійності* базуються на застосуванні апарата *теорії імовірностей* і випадкових процесів, *матем. статистики, моделювання*. Основні поняття Н.: справний – несправний стан, працездатний – непрацездатний стан, пошкодження, відмова, граничний стан. У справному стані об'єкт повинен відповідати всім вимогам, встановленим для нього нормативно-технічною і конструкторською документацією. Невідповідність хоч би одній з вимог переводить об'єкт в категорію несправних.

НАДМОЛЕКУЛЯРНА ОРГАНІЗАЦІЯ ВУГІЛЛЯ, -ої, -ії, -..., ж. * **р.** *надмолекулярная организация угля*, **а.** *supramolecular coal structure*, **н.** *übermolekulare Kohlenorganisation f* – внутрішня *структура*, взаємне розташування у просторі і характер взаємодії між структурними елементами, які утворюють макроскопічне вугільне тіло. Розміри дискретних елементів Н.м.о. варіюються в межах від одиниць до сотень нанометрів. Розрізняють чотири основних типи Н.м.о.: глобулярна (згорнуті поодинокі *макромолекули* або їх групи), смугаста (структури всіх *полімерів* у високоеластичному стані), фібрилярна (лінійні пачки та їх *агрегати* довгастої форми), крупноструктурна (*сфероліти*).

Фізичні та хімічні властивості *вугілля* значною мірою визначаються його надмолекулярною організацією (НМО). Для *вугілля* низького ступеня *вуглефікації* НМО характерні наявністю незамкнених (відкритих) деформованих кристалоподібних шарів-пачок. З ростом вмісту *вуглецю* до 85% надмолекулярні структурні перетворення протікають тільки за рахунок аліфатичної маси *вугілля* і виявляються у конформаційних перетвореннях шарів-пачок при переході від марок Д - Г до Г - Ж. При цьому кінцеві групи рекомбінують, утворюються згорнені (складчасті) глобулярні системи, що супроводжується зменшенням концентрації парамагнітних центрів (ПМЦ). По мірі збільшення вмісту *вуглецю* упаковка цих глобулярних систем стає більш щільною. За рахунок розриву аліфатичних зв'язків з'являються нові ПМЦ. Але й при С = 80-86% частина вугільної маси існує у вигляді незгублюваних фрагментів НМО. При С = 98-90% вугільна маса практично повністю представлена *глобулами*, росте товщина пакетів, форма *глобул* наближається до сферичної. При переході від *вугілля* середніх стадій *метаморфізму* до *вугілля* марок ПС-Т (С = 93-94%) *глобули* руйнуються, відбуваються докорінні структурні перебудови, результатом яких є елементи НМО паличкоподібної форми (фібрилярна НМО). При цьому різко збільшується ароматичність, виникає велика кількість короткоживучих ПМЦ. Найбільш досконала НМО у *антрациті* (С = 95,8%). Молекулярна структура характерна мінімальними міжядерними відстанями. Вуглецеві пакети мають витягнуту форму в площині. Стабільні радикали практично відсутні, а короткоживучі, що виникають у процесі подрібнення, швидко рекомбінують.

Особливістю НМО „солоного“ *вугілля* є те, що йони *натрію* та *хлору* заповнюють міжпакетний простір, орієнтуючись біля електрично відповідних частин структури. *В.І.Саранчук*.

Література: 1. Саранчук В.И., Айруни А.Т., Ковалев К.Е. Надмолекулярная организация, структура и свойства угля. – Київ: Наукова думка. 1988. - 192 с. 2. Шендрик Т.Г., Саранчук В.И. Солёные угли. – Донецк: Східний видавничий дім. – 2003. – 296 с.

НАДРА, -надр, * **р.** *недра*, **а.** *bowels of the Earth, interior part of the Earth, entrails of the Earth*; **н.** *Erdinnere* **п** – у широкому розумінні – *земна кора, мантія та ядро Землі* (або ін. космічного тіла). У вузькому розумінні – верхня частина *земної кори* (в тому числі і під *Світовим океаном*), в межах якої при сучасному рівні *науки і техніки* можливий видобуток *корисних копалин*.

В Україні Н. є виключною власністю народу України і надаються тільки у користування. Користувачами *надр* в Україні можуть бути підприємства, установи, організації, громадяни України, а також іноземні юридичні особи та громадяни. *Надра* надаються у користування для:

геологічного вивчення, в тому числі дослідно-промислової розробки *родовищ корисних копалин* загальнодержавного значення; видобування *корисних копалин*. Роботи по геологічному вивченню Н. підлягають обов'язковій державній реєстрації та обліку, який провадиться Державним інформаційним геологічним фондом України. Умови розпорядження геологічною інформацією, в тому числі і тією, що підлягає обов'язковій передачі до Державного інформаційного геологічного фонду України, визначаються Положенням про порядок розпорядження геологічною інформацією, що розробляється на основі Кодексу України про надра, законодавства про науково-технічну інформацію і затверджується Кабінетом Міністрів України;

будівництва та експлуатації підземних споруд, не пов'язаних з видобуванням *корисних копалин*, у тому числі споруд для підземного зберігання *нафти, газу* та інших речовин і матеріалів, захоронення шкідливих речовин і відходів виробництва, скидання *стічних вод*;

створення геологічних територій та об'єктів, що мають важливе наукове, культурне, санітарно-оздоровче значення (наукові полігони, геологічні заповідники, заказники, пам'ятки природи, лікувальні, оздоровчі заклади та ін.). Н. надаються у користування підприємствам, установам, організаціям і громадянам лише за наявності у них спеціального дозволу (*ліцензії*) на користування ділянкою *надр*. Право на користування *надрами* засвідчується актом про надання *гірничого відводу*. Землевласники і землекористувачі в межах наданих їм земельних ділянок мають право без спеціальних дозволів (*ліцензій*) та *гірничого відводу* видобувати для своїх господарських і побутових потреб к.к. місцевого значення і *торф* загальною глибиною розробки до 2 м і *прісні підземні води* до 20 м та використовувати Н. для господарських і побутових потреб.

Надра надаються в постійне або тимчасове користування. Постійним визнається користування *надрами* без заздалегідь визначеного терміну. Тимчасове користування *надрами* може бути короткостроковим (до п'яти років) і довгостроковим (до двадцяти років). У разі необхідності терміни тимчасового користування *надрами* може бути продовжено. Перебіг терміну користування *надрами* починається з дня одержання спеціального дозволу (*ліцензії*) на користування *надрами*, якщо в ньому не передбачено інше.

Ліцензування діяльності щодо користування *надрами* – це єдиний порядок надання спеціальних дозволів (*ліцензій*) на користування ділянкою *надр* з відповідною метою. Спеціальні дозволи (*ліцензії*) на користування *надрами* в межах конкретних ділянок надаються спеціалізованим підприємствам, установам і організаціям, а

також громадянам, які мають відповідну кваліфікацію, матеріально-технічні та економічні можливості для користування *надрами*. Надання спеціальних дозволів (*ліцензій*) на користування *надрами* здійснюється після попереднього погодження з відповідною місцевою Радою питання про надання земельної ділянки для зазначених потреб, крім випадків, коли в наданні земельної ділянки немає потреби.

У разі виконання окремих видів робіт, пов'язаних з користуванням *надрами*, особами, не зазначеними в спеціальному дозволі (*ліцензії*), відповідальність за виконання умов, передбачених *ліцензіями*, несе суб'єкт, що надав *ліцензію*.

Щодо окремих видів користування *надрами* чи окремих користувачів *надр* можуть встановлюватись певні обмеження, передбачені законодавством України.

Спеціальні дозволи (*ліцензії*) на користування *надрами* надаються Державним комітетом України з геології і використання надр за погодженням з Міністерством охорони навколишнього природного середовища України, як правило, на конкурсних засадах у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України.

Іноземним юридичним особам *надра* в користування та право на переробку мінеральної сировини надаються на конкурсній основі на підставі угод (контрактів), що укладаються відповідно до вимог законодавчих актів України.

Порядок укладання контрактів на користування *надрами* та переробку мінеральної сировини за участю іноземних юридичних осіб та громадян визначається Кабінетом Міністрів України.

Якщо міжнародним договором України встановлено інші правила, ніж ті, що містяться в законодавстві України про *надра*, то застосовуються правила міжнародного договору. *В.С.Білецький*.

НАЛЬОТИ НА ВУГІЛЛІ, -ів, -..., *мн.* * *р.* *налёт*ы на угле, *а.* *coal incrustations*, *н.* *Kohlenbeläge* *m pl* – *нальоти*, які дають *мінерали* на *вугіллі* при їх прожарюванні за допомогою паяльної лампи. Сірчани та арсенові *мінерали* дають їх безпосередньо при прожарюванні, інші – після попереднього розтирання в порошок проби *вугілля* з потрібною кількістю *соди*. Мають діагностичне значення для *мінералів*, що містять *арсен*, *стибій*, *свинець*, *бісмут*, *цинк*, *олово*.

НАНОТЕХНОЛОГІЇ, -ій, *мн.* * *р.* *нанотехнологии*, *а.* *nanotechnologies*, *н.* *Nanotechnologien* *f pl* – технології, основані на маніпуляції окремими *атомами* і *молекулами* для побудови структур із наперед заданими властивостями. Н. розвиваються за трьома основними напрямками: 1) створення матеріалів з ексклюзивними, наперед заданими властивостями шляхом оперування окремими *молекулами*; 2) конструювання нанокомп'ютерів, які використовують замість звичайних мікросхем набори логічних елементів з окремих *молекул*; 3) збирання нанороботів – систем, що саморозмножуються і призначені для ведення будівництва на молекулярному рівні. Інша назва – наномолекулярні технології (від “нано” – К.Ерік Дрекслер, 1977).

Нанотехнології можуть бути з успіхом застосовані при переробці *корисних копалин* (наноподрібнення, див. *подрібнення*) і створенні штучних *мінералів*. Див. *нанотрубки вуглецю*. *В.С.Білецький*.

НАНОТРУБКИ ВУГЛЕЦЮ, -ок, -..., *мн.* * *р.* *нанотрубки углерода*, *а.* *carbon nanotubes, vapor-grown carbon fibrils, carbon fibrils*, *н.* *Kohlenstoff-Nanorohre* *n pl* – трубчасті наноутворення *вуглецю*. Виявлені у 1991 р. Бувають одно- і багатощарові. Відповідно діаметр цих трубок знаходиться у межах 0,4 – 500 нм, а довжина від 1 мкм до декількох десятків мікрометрів (при синтезі довгих волокон – і до десятків см). Утворюються при розкладанні вуглецьвмісних газів (CH₄, C₂H₄, C₂H₂, CO, парів C₆H₆ і т.д.) на каталітично активних поверхнях металів (Fe, Co, Ni тощо) при т-рах 300 – 1500 °С. Н.в. можуть набувати найрізноманітніших форм – від прямолінійних до скручених волокон (у т.ч. спіралей). Головна особливість цих вуглецевих наноструктур (як і *фулеренів*) – їх каркасна форма. Виявлені природні форми Н.в. (напр., у *шунгітах*), а також можуть продукуватись штучно. При цьому встановлено, що природні Н.в. утворюються при обробці вуглецьвмісних біологічних тканин особливим грибом – карбоксиметилцелюлофогом, який виявлений, зокрема, в карстових печерах Нової Зеландії і в Карелії (родовище *шунгіту*).

Властивості. Н.в. дуже міцні як на розтяг, так і на згинання – модуль пружності вздовж осі трубки складає 7000 ГПа, тоді як для легованої сталі і найбільш пружного металу ітрію відповідно 200 і 520 ГПа. Прояв властивостей напівпровідника або металу в Н.в. залежить від їх геометричних параметрів і виду каталізатора.

Застосування. Унікальні властивості Н.в. обумовлюють їх перспективне використання в ряді галузей: як армуючих добавок в композиційних матеріалах, для одержання елетропровідних композиційних полімерів, як добавка в метали для одержання надпровідникових матеріалів, компонент холодних емісійних катодів в дисплеях, якісно нове джерело світла, напівпровідникові транзистори з р-п переходами, для виробництва особливих марок графіту, пористого графіту, сировина для виробництва теплоізоляційних матеріалів, як сорбент і сховище водню, як носій каталізаторів, для виготовлення вуглець-літійових батарей і суперконденсаторів, як мікроелектрод, як мікрозонд і т.д. Надзвичайно продуктивними є хімічні і біологічні галузі застосування Н.в.

Син. – волокнистий вуглець, каталітичний філаментарний вуглець, волокнистий піровуглець, нановолокна вуглецю. *В.І.Саранчук*.

НАПІВКОКСУВАННЯ, -..., *с.* * *р.* *полукоксование*, *а.* *low-temperature carbonization, coal distillation, semicarbonization, low-temperature coking*, *н.* *Schwelung* *f* – термічна переробка твердого *палива* (*вугілля*, *горючих сланців*, *торфу*) шляхом його нагрівання в спец. печах без доступу повітря до 500 – 550 °С. Основні продукти Н.: напівкокс (вихід 55 – 70%), первинний *газ* (80 – 100 м³/т), первинна *смола* (10 – 40%). Напівкокс використовується як енергетичне *паливо*, як відновник у деяких металургійних процесах, для отримання карбиду *кальцію* і ін.; первинний *газ* – як сировина для хім. *синтезу* і як *паливо*; первинна *смола* – для переробки в різні рідкі *палива*.

НАПІР, -у, *ч.* * *р.* *напор*; *а.* *head (pressure)*; *н.* *Druck* *m, Förderhöhe* *f, Gefälle* *n* – лінійна величина, що

характеризує питому (віднесену до одиниці ваги) механічну енергію рідини в даній точці потоку. В гідротехнічних спорудах – глибина водойми перед спорудою, або різниця рівнів води перед спорудою та за нею.

НАПІР ШВИДКІСНИЙ, -у, -ого, ч. * **р.** *напор скоростной*; **a.** *velocity head (pressure)*; **н.** *Staudruck m, Geschwindigkeitshöhe f* – відношення $w^2/2g$, де w – швидкість дійсна (фізична) рідини; g – прискорення вільного падіння.

НАПОРОМІР, -а, ч. * **р.** *напоромер*; **a.** *U-tube manometer, Bourdon-tube pressure gauge, head gauge*, **н.** *Druckmessgerät n* – манометр малих надлишкових тисків (до 0,04 МПа).

НАПРУГА, -и, ж. * **р.** *напряжение*, **a.** *voltage, effort*, **н.** *Spannung f* – 1) Електрична Н. – те ж саме, що й різниця потенціалів між двома точками електричного ланцюга. На ділянці ланцюга, яка не містить електрорушійної сили (ЕРС), дорівнює добутку сили струму на опір ділянки. 2) Величина тиску або розтягання, що виникає в тілі внаслідок зовнішніх впливів (сили, температури тощо).

НАСОС, -а, ч. * **р.** *насос*, **a.** *pump*, **н.** *Pumpe f* – машина, призначена для створення потоку рідкого середовища, яка перетворює механічну енергію у кінетичну енергію та енергію тиску. Робота насоса характеризується його подачею, напором, потужністю, коефіцієнтом корисної дії та частотою обертання. За принципом дії насоси, які застосовують у гірничій промисловості, розподіляють на динамічні та об'ємні. До динамічних насосів відносять лопатеві (відцентрові, вільновихрові) та струминні. У динамічному насосі під дією сил інерції та в'язкості перекачуваного середовища всередині робочої порожнини насоса кінетична енергія від обертового робочого колеса передається перекачаний рідині, перетворюючись, в основному, в енергію тиску. Об'ємні насоси представлені поршневыми (плунжерними) та гвинтовими. В об'ємних насосах (або насосах витіснення) енергія передається безпосередньо від робочого органу до транспортованого середовища при його витісненні. За призначенням насоси підрозділяють на: водопровідні, вугільні, ґрунтові, землесоси, шламові, піскові, суспензійні, нафтові.

Н. широко застосовуються в усіх без винятку галузях народного господарства в системах водо- і теплопостачання, водовідливу, переміщення гідросумішей твердих сипких матеріалів (в т. ч. вугілля, породи та відходів збагачення), нафти та нафтопродуктів тощо.

Найбільш відомими в Україні центрами насособудування є такі спеціалізовані насосні заводи: ТОВ “Торговий дім “Південгідромаш” (м. Бердянськ Запорізької обл.), ВАТ “Торговий дім “Насосенергомаш” (м. Суми), СМПО (м. Суми), Свесський насосний завод (м. Свеса Сумської обл.).

Розрізняють: електронасос, насос відцентровий, насосна станція, електронасосний агрегат, дозувальний насос, насос аксально-поршневий, насос вихровий, насос відцентровий секційний, насос вставний, насос гвинтовий, насос дисковий, насос діафрагмовий, насос ексцентриковий, насос занурений, насос невставний, насос лопатевий, насос об'ємний, насос осьовий, насос пластинчастий, насос плунжерний, насос поршневий, насос радіально-поршневий, насос роторний, насос свердловинний, насос струминний, насос тертя, насос трубний, насос шестерінчастий, насос штанговий. Син. – помпа, нагінатч. Ю.Г.Світлий.

НАСОС ШЛАМОВИЙ, -а, -ого, ч. * **р.** *насос шламовый*, **a.** *mud [slush, slurry] pump*, **н.** *Dickstoffpumpe f, Schlammpumpe f* – динамічний насос, призначений для перекачування гідросумішей. З точки зору гідравліки нічим не відрізняється від звичайних відцентрових насосів; знаходить широке застосування на вулзбагачувальних фабриках. Ю.Г.Світлий.

НАФТА, -и, ж. * **р.** *нефть*, **a.** *petroleum (mineral oil), oil, naphtha, crude oil, petroleum*; **н.** *Erdöl n, Öl n, Rohöl n, Naphtha n* – горюча корисна копалина, складна суміш вуглеводнів різних класів, що являє собою густу маслянисту рідину, від світло-бурою до чорного кольору. За хімічною природою і походженням нафта близька до природних горючих газів, озокериту, а також асфальту. Іноді всі ці горючі копалини об'єднують під загальною назвою петролітів і відносять до ще більшої групи так званих каустобіолітів – горючих мінералів біогенного походження, які включають також торф, буре і кам'яне вугілля, антрацит, сланці. Нафта утворюється разом з газоподібними вуглеводнями на глибині понад 1,2 – 2 км; залягає на глибинах від десятків метрів до 5 – 6 км. Однак на глибинах понад 4,5 – 5 км переважають газові і газоконденсатні поклади з незначною кількістю легких фракцій. Максимальне число покладів нафти розташовується на глибині 1 – 3 км. Поблизу земної поверхні нафта перетворюється в густу мальту, асфальт і ін. напр., бітумінозні піски і бітуми.

Фізичні властивості. Середня молекулярна маса Н. 220-300 г/моль (рідко 450-470). Густина 0,65-1,05 (звичайно 0,82-0,95) г/см³; нафта, густина якої нижче 0,83, – легка, 0,831-0,860 – середня, вище за 0,860 – важка. Вона містить велике число різних органічних речовин і тому характеризується не температурою кипіння, а температурою початку кипіння рідких вуглеводнів (звичайно >28 °С, рідше > 100 °С – для важких нафт) і фракційним складом – виходом окремих фракцій, що переганяються спочатку при атмосферному тиску, а потім під вакуумом у певних температурних межах, як правило, до 450-500 °С (википає ~ 80 % об'єму проби), рідше 560-580 °С (90-95 %). Т-ра застигання від – 60 до + 30 °С; залежить переважно від вмісту в нафті парафіну і легких фракцій. В'язкість змінюється в широких межах (від 2 до 266 мм²/с для різних нафт), визначається фракційним складом нафти і її температурою, а також вмістом смолисто-асфальтенових речовин. Питома теплоємність 1,7-2,1 кДж/(кг·К); діелектрична проникність 2,0-2,5; електрична провідність від 2·10⁻¹⁰ до 0,3·10⁻¹⁸ Ом⁻¹·см⁻¹.

Елементний склад (%): вуглець 80-88, водень 11,0-14,5, сірка 0,01-6 (рідко до 8), кисень 0,005-0,7(рідко до 1,2), азот 0,001-1,8. Основу технологічної класифікації нафти складають: вміст сірки (клас I – малосірчисті Н., що

включають до 0,5% S; клас II – сірчисті Н. з 0,5-2% S; клас III – високосірчисті Н., що містять понад 2% S). Усього в *нафті* виявлено понад 50 хімічних елементів. Так, нарівні із згаданими в *нафті* присутні V (10-5 – 10-2%), Ni (10-4 – 10-3%), Cl (від слідів до $2 \cdot 10^{-2}\%$) і т.д.

Хімічний склад нафти. Н. являє собою суміш бл. 1000 індивідуальних речовин, з яких велика частина – рідкі *вуглеводні* (понад 500 або звичайно 80-90 мас.%) і гетероатомні органічні сполуки (4-5 мас.%), переважно сірчисті (бл. 250), азотисті (понад 30) і кисневі (бл. 85), а також метал-органічні сполуки (в основному ванадієві і нікелеві); інші компоненти – розчинені вуглеводневі гази (C1-C4, від десятих часток до 4 %), вода (від слідів до 10 %), мінеральні солі (головним чином хлориди, 0,1-4000 мг/л і більше), розчини солей органічних кислот і ін., механічні домішки (частинки глини, піску, вапняку).

Вуглеводневий склад. У *нафті* представлені парафінові (30-35, рідше 40-50 об'ємних %) і нафтеніві (25-75 %), ароматичні (10-20, рідше до 35 %) і змішаної (гібридної) будови – парафіно-нафтеніві, нафтенно-ароматичні тощо.

Технологічні властивості. *Нафта* – легкозаймиста рідина, температура спалаху від –35 до +120 °С (залежить від фракційного складу і вмісту в ній розчинених газів). Питома *теплота згоряння* (нижча) 43,7-46,2 МДж/кг. *Нафта* розчинна в органічних розчинниках, у звичайних умовах не розчинна у воді, але може утворювати з нею стійкі *емульсії*. У технології для відділення від *нафти* води і розчинених у ній солей проводять *зневоднення* і *знесолювання*.

Світові запаси. Розвідані запаси *нафти* на 2004 р. становили 210 млрд т (1200 мільярдів барелів), нерозвідані – оцінюються в 52-260 млрд т (300-1500 млрд барелів). Світові розвідані запаси нафти оцінювалися до початку 1973 р. в 100 млрд т (570 млрд барелів), у 1998 р. – 137,5 млрд т. Таким чином, в минулому розвідані запаси зростали. Сьогодні вони скорочуються.

Великі нафтогазоносні осадові басейни приурочені до внутрішньоплатформних, внутрішньоскладчастих, складчато-платформних та крайових *прогинів*, а також до періокеанічних платформних областей. *Родовища* Н. виявлені на всіх *континентах*, крім Антарктиди, і на значних площах *акваторій*. У світі відомо понад 30 тис. *родовищ* Н., з них 15-20% газонафтові. Бл. 85% світового видобутку Н. дають 5% родовищ. Найбільші запаси Н. в Саудівській Аравії, Кувейті, Ірані, Іраку.

На території України поклади *нафти* є у Дніпровсько-Донецькій області, у Передкарпатті та в Чорноморському *шельфі* (за деякими даними тут вони найбільші). Станом на кінець ХХ ст. початкові потенційні ресурси нафти України оцінювалися в 1,33 млрд т, а газового конденсату – 376,2 млн т. Державним балансом враховано понад 130 родовищ нафти і понад 151 газового конденсату. Розвіданість початкових потенційних ресурсів нафти складає 33,0%, газового конденсату – 37,0%, а ступінь виробленості відповідно 21,6% та 15,9%.

Видобуток нафти. До середини 1970-х світовий видобуток *нафти* подвоювався приблизно кожне десятиріччя, потім темпи його зростання сповільнилися.

Країни з найбільшими запасами нафти
(за даними BP Statistical Review)

Країна	Запаси, млрд т
Саудівська Аравія	36,1
Іран	18,0
Ірак	15,5
Кувейт	13,3
Об'єднані Арабські Емірати	13,0
Венесуела	11,2
Росія	9,5
Лівія	4,7
Нігерія	4,6
Сполучені Штати Америки	4,2
Китай	3,2
Члени ОПЕК	120,4
Країни, що не входять в ОПЕК	24,4

Найбільші світові країни-продуценти нафти
(дані Міжнародного енергетичного агентства, 2003)

Країна	Видобуток, млн т	Частка світового ринку (%)
Саудівська Аравія	470	12,7
Росія	419	11,3
США	348	9,4
Іран	194	5,2
Мексика	189	5,1
Китай	165	4,4
Норвегія	151	4,1
Венесуела	149	4,0
Канада	138	3,7
Об'єднані Арабські Емірати	120	3,2
Загальна частка світового ринку	1370	36,9
Світовий видобуток нафти	3710	100

У 1938 р. видобуток складав біля 280 млн т, в 1950 – 550 млн т, в 1960 р. понад 1 млрд т, а в 1970 понад 2 млрд т. У 1973 р. світовий видобуток *нафти* перевищив 2,8 млрд т, а у 2004 р. склав біля 5,2

млрд т, у 2005 р. – 3,6 млрд т (без урахування газового конденсату), причому Росія вийшла на перше місце, добувши 461 млн т, Саудівська Аравія – 458 млн т, США – 256 млн т (За даними "Oil and Gas Journal"). Усього з початку промислового видобутку (з кінця 1850-х рр.) до кінця 1973 р. в світі було видобуто з *надр* 41 млрд т *нафти*, з яких половина припадає на 1965 – 1973 рр.

За нинішніх темпів споживання розвіданої *нафти* вистачить приблизно на 40 років, нерозвіданої – ще на 10 – 50 років. За останні 35 років споживання *нафти* виросло з 20 до 30 млрд барелів на рік.

Крім "традиційної" *нафти*, яку видобувають свердловинним способом, також є великі запаси *нафти* (3400 млрд барелів) у нафтових пісках Канади і Венесуели. Цієї *нафти* за нинішніх темпів споживання вистачить на 110 років.

Застосування. Н. – найважливіше джерело рідкого *палива*, мастил, сировина для синтетичних матеріалів тощо. *Нафта* займає провідне місце в світовому паливно-енергетичному господарстві. Її частка в загальному споживанні енергоресурсів безперервно зростає: 3 % в 1900 р., 5 % перед Першою світовою війною 1914-1918 рр., 17,5 % напередодні Другої світової війни 1939-1945 рр., 24 % у 1950 р., 41,5 % у 1972 р., 48 % в 2004 р. У перспективі ця частка буде меншати внаслідок зростання застосування атомної і інших видів енергії, а також збільшення вартості видобутку.

НАФТА АСФАЛЬТОВОЇ ОСНОВИ, -и, ..., ж. * р. *нефть асфальтового основания*; а. *asphalt base petroleum*; н. *Erdöl n der Asphaltbasis* – *нафта*, що майже не містить *парафіну*; у ній переважають *вуглеводні* асфальтового ряду.

НАФТА БЕЗПАРАФІНИСТА, -и, -ої, ж. * р. *нефть беспарафинистая*; а. *nonparaffinous oil*; н. *paraffinfreies Erdöl n* – *нафта* із вмістом *парафіну* не більше 1%.

НАФТА ВАЖКА, -и, -ої, ж. * р. *нефть тяжелая*; а. *heavy [low-gravity, black] oil*; н. *Schweröl n* – *нафта* з високими *в'язкістю* та *густиною* (понад 886 кг/м³ при 20 °С), що зумовлена підвищенням вмістом асфальтено-смолистих речовин,

переважанням в її складі *вуглеводнів* циклічних структур та низьким вмістом легкокиплячих *фракцій*. Часто містить *вуглеводневі* сполуки, в складі яких є *сірка*, *кисень*, *азот*, а також сполуки *металів* (в основному *ванадію*, *нікелю*, *заліза*, *хрому*). Температура кипіння Н.в. іноді перевищує 200°С. Н.в. залягає в *пісковиках*, *карбонатних* або *теригенних колекторах*.

НАФТА ВИСОКОСІРЧИСТА, -и, -ої, ж. * р. *нефть высокосернистая*; а. *sour crude, sour oil*, н. *hochschwefelhaltiges Erdöl n* – *нафта* із вмістом *сірки* понад 2%.

НАФТА ГАЗОВАНА, -и, -ої, ж. * р. *нефть газированная*; а. *gas-cut [thinned, live] oil*, н. *(gashaltiges) durchgastetes Erdöl n, Lebendöl n* – суміш *нафти* і *вільного газу* (при тиску, меншому від тиску насичення *нафти* газом).

Lebendöl n – суміш *нафти* і *вільного газу* (при тиску, меншому від тиску насичення *нафти* газом).

НАФТА ДЕГАЗОВАНА, -и, -ої, ж. * р. *нефть дегазированная*; а. *degassed oil, dead oil*, н. *entgasirtes Erdöl n* – суміш *вуглеводневих* компонентів і *невуглеводневих* домішок, отримана після вилучення *нафти* із *надр* і видалення з неї частини компонентів і *домішок* у газовому стані при зниженні тиску та підвищенні температури. Не рекомендує., див. *нафта розгазована*.

НАФТА ЗАГУЩЕНА, -и, -ої, ж. * р. *нефть загущенная*; а. *thickened oil*; н. *konzentriertes Erdöl n* – рідина *глушіння свердловини* на основі *нафти*, для регулювання *в'язкості* і *фільтрації* якої використовують додатки *бітумів*, *асфальтенів*, інших органічних *колоїдів* і яка застосовується на *родовищах* з аномально низькими *пластовими тисками*. *Нафта* не повинна містити *домішок*, які можуть спричинити зменшення *проникності пластів*. Рецептура *загущення нафти* може бути такою: *гудрони* рослинних і тваринних жирів – 2-4%, *каустична сода (каустик)* – 1-2%, *нафта* – 97-94%.

Загущення і *структурування нафти* здійснювали натрієвими милами жирних або *нафтових кислот*. Така рідина *глушіння* містить 95% безводної *нафти розгазованої*, 4% суміші *гудронів* рослинних і тваринних жирів (або СМАД-1) і 1% *каустичної соди* NaOH. Вона характеризується такими технологічними властивостями: *густина* 940-960 кг/м³, умовний коефіцієнт *в'язкості* 70-75 с, статична *напруга зсуву* (СНЗ) 1-3 мПа, величина *водовіддачі* 6-8 см³/30 хв. Компоненти змішують на поверхні і багатократно пропомпують суміш через *свердловину*, підготовлену до ремонту. Підвищена температура у *свердловині* і рух рідини забезпечують рівномірний розподіл компонентів в її об'ємі і омилення *кислот* протягом 2-3 циклів. Навіть після 2-3 місяців діяння на пласт така *загущена нафта* не погіршує його *колекторських властивостей*. Таку рідину можна неодноразово використовувати. В. С. Бойко.

НАФТА ЛЕГКА, -и, -ої, ж. * р. *нефть лёгкая*; а. *light oil*; н. *leichtes Erdöl n, Leichtöl n* – *нафта* з відносно низькою *густиною* – нижче 830 кг/м³, що зумовлено як хімічним її характером – переважним вмістом *метанових вуглеводнів*, так і *фракційним складом* – високим вмістом *бензину*.

НАФТА МАЛОПАРАФІНИСТА, -и, -ої, ж. * р. *нефть малопарафинистая*; а. *low-paraffin oil*; н. *paraffinarmes (schwach paraffinhaltiges) Erdöl n* – *нафта* з вмістом *парафіну* до 1-2% (за деякими авторами до 1,5%). Син. – *малопарафінова нафта*.

НАФТА МАЛОСІРЧИСТА, -и, -ої, ж. * р. *нефть малосернистая*; а. *low-sulphur oil*; н. *schwefelarmes (schwach schwefelhaltiges) Erdöl n* – *нафта* з вмістом *сірки* до 0,5%.

НАФТА МАЛОСМОЛИСТА, -и, -ої, ж. * р. *нефть малосмолистая*; а. *low-tar oil*, н. *harzarmes Erdöl n* – *нафта* з вмістом *смоли* до 8% (за деякими авторами до 5%). Див. *нафта сильносмолиста*.

НАФТА ОКИСНЕНА, -и, -ої, ж. * р. *нефть окисленная*; а. *oxidated oil*; н. *oxidiertes Erdöl* n – нафта, яка зазнала гіпергенних змін під дією процесів випаровування, фотохімічної полімеризації, окиснення, зокрема бактеріального в аеробних і анаеробних умовах. Н.о. залежно від масштабів, характеру окиснювальних процесів і типу вихідної нафти має велику густину (від 960 до 1050 кг/м³), низький вміст бензинів (до 3-10%), високий відсоток смолисто-асфальтенових компонентів (понад 20%).

НАФТА СИЛЬНОСМОЛИСТА, -и, -ої, ж. * р. *нефть сильносмолистая*; а. *extra-pitchy petroleum, very tarry oil*; н. *stark harzhaltiges Erdöl* n – нафта з вмістом смол понад 28% (за деякими авторами понад 15%).

НАФТА СИРА, -и, -ої, ж. * р. *нефть сырая*; а. *base oil, crude oil*; н. *rohes Erdöl* n – нафта пластова, видобута із надр. Син. – видобувна нафта.

НАФТА ТОВАРНА, -и, -ої, ж. * р. *нефть товарная*; а. *stock-tank oil, saleable oil, separator oil*; н. *Tanköl* n, *Tankeröl* n – вуглеводнева рідина, яка отримується в результаті пропускання видобувної нафтогазової суміші через наземне устаткування з метою відділення від нафти газоподібних компонентів та пластової води і відповідає певним товарним кондиціям.

НАФТЕНИ, -ів, мн. * р. *нафтены*; а. *naphthenes*; н. *Naphthene* n pl – циклічні насичені вуглеводні загальної формули C_nH_{2n}; зустрічаються в нафті. Н. – складова частина моторних палив і мастил. Інші назви – циклопарафіни, поліметилени.

НАФТЕНОВІ КИСЛОТИ, -вих, -лот, мн. * р. *нафтеновые кислоты*; а. *naphthene acids*; н. *Naphthensäuren* f pl – органічні кислоти, що виділяються з нафти. Солі Н.к. застосовують для виготовлення мастил, масляних фарб тощо. Див. *нафти кисневмісні сполуки*.

НАФТИ ЗНЕВОДНЕННЯ, -..., с. * р. *нефти обезвоживание*; а. *oil dehydration, n. Erdöldehydration* f – технологічний процес відділення води від нафти з метою надати нафті товарних кондицій за вмістом води. Н.з. передбачає звичайно попереднє руйнування емульсії нафти і води шляхом додавання деемульгаторів, нагрівання і т. ін., а відтак відстоювання.

НАФТИ І НАФТОВИХ ФРАКЦІЙ СТРУКТУРНО-ГРУПОВИЙ АНАЛІЗ СКЛАДУ, ..., -ого, -у, -..., ч. * р. *нефти и нефтяных фракций структурно-групповой анализ состава*; а. *structural-group analysis of the composition of oil and oil fractions, n. Strukturgruppenanalyse f der Erdöl- und Erdölfraktionszusammensetzung* – аналіз складу нафти і нафтових фракцій за вмістом структурних груп вуглеводнів, коли нафта і нафтові фракції розглядаються як побудовані з ароматичних кілець, насичених вуглецевих кілець і алканових ланцюгів. Індивідуальний склад може бути поки що визначений лише для газових і бензинових фракцій.

НАФТИ КЛАСИФІКАЦІЯ, -..., -ії, ж. * р. *нефти классификация*; а. *oil classification*; н. *Erdölklassifikation* f – розподіл нафт на класи, типи, групи і види. За складом дистильованої частини нафти ділять на п'ять класів: метанова, метано-нафтенова, нафтенова, метано-нафтенароматична і нафтенароматична.

За вмістом сірки нафту ділять на малосірчисту (до 0,5%), сірчисту (0,5-2%) і високосірчисту (понад 2%).

За вмістом фракцій, що википають при перегонці до температури 350°C, її ділять на типи: Т₁ (понад 45%), Т₂ (30-45%), Т₃ (менше 30%).

За вмістом базових мастил нафти ділять на чотири групи: М₁ (понад 25%), М₂ (20-25%), М₃ (15-20%) і М₄ (менше 15%).

За вмістом твердих парафінів її ділять на три види: П₁ (менше 1,5%), П₂ (1,5-6%), П₃ (понад 6%).

За вмістом смол і асфальтенів нафту ділять на малосмолисту (до 10%), смолисту (10-20%) і високосмолисту (понад 20%).

У практиці вживається умовний поділ нафти на легку, середню і важку відповідно з густиною до 850, 850 – 950 і понад 950 кг/м³.

Нафта і газ є єдиними корисними копалинами (правда, до них вже починаємо стихійно відносити і чисту питну підземну воду), що мають здатність переміщатися. Через свою рухомість вони можуть завдавати шкоди доквіллю, але і накопичуються в надрах та утворюють поклади. Див. також *класифікація нафт*. В.С.Бойко.

НАФТИ МЕТОДИ АНАЛІЗУ ГРУПОВОГО СКЛАДУ, -..., -ів, -..., мн. * р. *нефти методы анализа группового состава*; а. *analysis methods of oil type content, n. Analysenmethoden f pl der Erdölgruppenzusammensetzung* – сукупність неінструментальних методів аналізу (за критичними температурами розчинення; рефрактометричний, газохроматографічний; рідинної хроматографії на силікагелі в присутності флуоресціюючих індикаторів; оборотної газової хроматографії; екстрактивної кристалізації) і методів мас-спектрометрії, хромато-мас-спектрометрії, спектрального аналізу, функціонального аналізу (для сірко-, азото- і кисневмісних сполук).

НАФТИ МЕТОДИ АНАЛІЗУ ІНДИВІДУАЛЬНОГО СКЛАДУ, -..., -ів, -..., мн. * р. *нефти методы анализа индивидуального состава*; а. *analysis methods of oil individual content, n. Analysenmethoden f pl der Erdölindividualzusammensetzung* – сукупність методів газової хроматографії (для аналізу нафтових газів, бензинових фракцій, висококиплячих вуглеводнів, неуглеводневих компонентів) і

аналітичної реакційної газової *хроматографії*. На сьогодні у складі *нафти* виявлено близько 1000 індивідуальних сполук. Більша частина з них належить до *вуглеводнів*, бл. 250 – до сірко-, бл. 85 – до кисне- і понад 30 – до азотовмісних сполук.

НАФТИ МЕТОДИ СТРУКТУРНО-ГРУПОВОГО АНАЛІЗУ, -..., -ів, -..., *мн.* р. нефти методы структурно-группового анализа*; **a.** *methods of oil structural and type content*, **н.** *Strukturgruppenmethoden f pl der Erdölanalyse* – сукупність методів *кореляції* складу і фізико-хімічних констант для легких і середніх *фракцій* (“*молекулярна маса – елементний склад фракцій*”, “*питома рефракція – густина – молекулярна маса*” тощо) і аналізу асфальтено-смолистих речовин (методи ультрацентрифугування, кріоскопічний, світлорозсіювання, молекулярної плівки, дослідження гідродинамічних характеристик, фракціонування, рентгенографії, електронної мікроскопії, термічного аналізу і т.д.).

НАФТИ МІКРОЕЛЕМЕНТИ, -..., -ів, *мн.* р. нефти микроэлементы*; **a.** *oil trace elements*, **н.** *Erdölmikroelemente n pl* – *метали* (понад 30 *елементів*) і неметали (бл. 20 *елементів*), які містяться в *нафті* (V, Ni, Fe, Zn, Al, Hg, Cd, Cu, Mn, Se, As, Pb, Sb, Ba, Mo, Cr, Ag, Au, Na, Ca, Br, Si, Sr, Co, Ti, Ga, Sn тощо). Частина *металів* у *нафтах* знаходиться в формі солей органічних кислот і хелатних комплексів, у яких *атом* металу розміщений в центрі порфіринового циклу або в пустотах конденсованих ароматичних фрагментів, а основна маса – в формі складних полідентатних комплексів. Багато з таких комплексів можуть вступати в йонний обмін з металами, які присутні в *розчинах* або на поверхні *гірських порід*, що контактують з *нафтою*. Найбільша кількість *металів* міститься в асфальтено-смолистих речовинах. *Ванадій* повністю концентрується в асфальтено-смолистих речовинах. *Нікель* також сконцентрований у найбільш високомолекулярній частині *нафти*. В.С.Бойко.

НАФТИ ПАРАФІНІСТІ, *нафт*, -их, *мн.* р. нефти парафинистые*, **a.** *paraffin oils*; **н.** *Paraffinöle n pl* – *нафти*, що містять значну кількість розчинених *парафінів*. Всі *нафти* містять у своєму складі певну кількість *парафінів*, вміст їх коливається від 0,2 до 30 мас. % і більше. Як правило, *нафта* як сировина для отримання *палива* і *масел* за вмістом *парафінів* поділяється на 3 види: *малопарафініста* (до 1,5% *парафінів*), *парафініста* (від 1,5 до 6,0%) і *високопарафініста* (понад 6,0%). *Парафіни* обмежено розчинні в *нафтах*. Випадання *парафінів* із *розчину* негативно позначається на розробці *нафтових родовищ*, експлуатації *свердловин* та транспортуванні *видобувної нафти*.

НАФТИ СВІТЛІ ФРАКЦІЇ (ДИСТИЛЯТИ), -..., -их, -ій, (-ів), *мн.* р. нефти светлые фракции (дистилляты)*; **a.** *light fractions (distillates) of oil*; **н.** *helle Erdölfraktionen f pl (Destillate n pl)* – *фракції*, які википають за температур до 350 °С і тиску, що трохи перевищує атмосферний. Звичайно, при атмосферній перегонці одержують такі фракції, назва яким присвоєна в залежності від напрямку їх подальшого використання: початок кипіння: 140 °С – бензинова фракція; 140-180 °С – лігроїнова фракція (важка *нафта*), 140-220 °С (180-240 °С) – *гасова фракція*, 180-350 °С (220-350 °С, 240-350 °С) – *дизельна фракція* (легкий або атмосферний газойль, оляровий дистиллят). Див. також *фракційний склад нафти*.

НАФТИ СІРКОВІСНІ СПОЛУКИ, -..., -их, -лук, *мн.* р. нефти серосодержащие соединения*; **a.** *sulphur-bearing oil compounds*, **н.** *schwefelhaltige Erdölverbindungen f pl* – *сполуки* насичені ациклічні $C_nH_{2n+2}S$ і циклічні $C_nH_{2n-p}S$ ($p = 0, 2, 4, 6$), *тіофенові* $C_nH_{2n-4}S$ і *тіофено-циклоалкано-аренові* $C_nH_{2n-p}S$ ($p = 6, 8, 10, 14, 16, 18, 22, 24, 26, 28, 30, 32$). До Н.с.с. належать елементарна *сірка*, *сірководень*, *дисульфід*, *меркаптани* (тіоли, тіофеноли, циклоалканотіоли, ареноалканолотіоли, тіонафтоли), *сульфіди* (тіаалкани, тіаалкени, тіаалкіни; діарилсульфіди, тіациклоалкани, алкиларилсульфіди, арилтіаалкани). Вміст *сірки* у *нафті* становить 0,1-2,83% (мас.).

НАФТИ ТЕМНІ ФРАКЦІЇ, -..., -их, -ій, *мн.* р. нефти фракции темные*; **a.** *dark fractions of oil*; **н.** *dunkle Erdölfraktionen f pl* – *мазут* і одержані з нього *фракції*. Продукти, одержані при вторинних процесах переробки *нафти*, так само, як і при первинній перегонці, відносять до світлих фракцій *нафти*, якщо вони википають при температурах до 350 °С, і до темних, якщо межі википання 350 °С і вище. Див. також *фракційний склад нафти*.

НАФТИДИ, -ів, *мн.* р. нафтиды*, **a.** *naphthides*; **н.** *Naphthide n pl* – група природних *бітумів*, що включає *нафту*, *гази природні горючі*, *газоконденсати*, а також природні похідні *нафти*: *мальти*, *асфальти*, *асфальтити*, *оксикерити*, *гумінокерити*, *керити*, *антраколіти*, *озокерити* тощо. Межі між переліченими класами Н. визначаються фіз.-хім. показниками.

НАФТОВА РОПА, -ої, -и, *ж.* – староукраїнська назва *нафти*. Зустрічається в документах XVI ст. Див. також *скельний олій*.

НАФТОВИЙ ГАЗ, -ого, -у, *ч.* р. нефтяной газ*, **a.** *oil gas*; *petroleum (associated) gas*; **н.** *Erdölbegleitgas n, Erdölgas n, Naphthagas n, Fettgas n, Ölgas n* –1) *вуглеводневий газ* (в основному насичені *вуглеводні*), який видобувається разом з *нафтою* (попутно). Відокремлюється під час її *сепарації*. Н.г. – *газ*, розчинений у *нафті* при *пластових умовах*; виділяється при експлуатації *нафтових покладів* внаслідок зниження *пластового тиску* нижче за тиск насичення *нафти*. Вміст Н.г. (m^3/t) у *нафтах* (газовий чинник) коливається від 3-5 у верхніх горизонтах до 200-250 і більше у глибоких *пластах*. За складом Н.г. поділяють на *вуглеводневі* (95-100% *вуглеводнів*), *вуглеводневі з*

домішкою *вуглекислого газу* (CO_2 4-20%), *вуглеводневі* з домішкою *азоту* (N_2 3-5%), *вуглеводнево-азотні* (N_2 до 50%); за співвідношенням *метану* і його гомологів – на сухі (CH_4 понад 85%, C_2H_6 +вищі 10–15%) і жирні (CH_4 60–85%, C_2H_6 +вищі 20–35%). Для встановлення кількості і складу Н.г. проби *нафти*, відібрані на *гірлі свердловини* або в пластових умовах (глибинним пробовідбірником), піддають *дегазації*. Через часткову *дегазацію* нафти у *привибірній зоні* і піднімальних трубах Н.г., відібраний на *гірлі свердловини*, містить більше *метану* і менше його *гомологів*, ніж газ з глибинних проб *нафти*. Н.г. використовується як *паливо* (отримують “скраплений” пропан-бутановий газ і газовий бензин) і в нафтохімічній промисловості (виробництво полімерних виробів та ін.). Термін “попутний газ” не рекомендується. 2) *Газ* (ненасичені *вуглеводні*, *водень*) термічної й каталітичної переробки (*крекінгу* або *піролізу*) *нафти*. Використовують як *паливо*, як сировину для одержання етилового спирту, барвників тощо. Син. – попутний газ.

НАФТОВИЙ ПОКЛАД, -ого, -у, ч. * р. *нефтяная залежь*, а. *oil field*, *oil pool*; н. *Erdöllager* n – природне одиничне скупчення *нафти* у *пастці*, утвореній *пластом-колектором* і *покришкою* (покриттям), яке контролюється єдиним *водонафтовим контактом* (ВНК). Межа між суміжними *покладами* в одному *пласті* проводиться за зміною положення ВНК. Н.п. звичайно оконтурюється водою: законтурною (поза внутрішнім контуром *нафтогазоносності*) або підшовною (яка знаходиться під *покладом нафти*); рідше буває обмежений з усіх боків непроникиними *породами* і не має контакту з водою (піщана *лінза*). Осн. параметри Н.п.: площа, ефективна потужність (товщина), *пористість*, *проникність* і *нафтонасиченість* колектора, *пластова т-ра*, *пластовий тиск*, висотне положення ВНК. За запасами Н.п. поділяють на унікальні (понад 300 млн т), гігантські (від 100 до 300 млн т), великі (від 30 до 100 млн т), середні (від 10 до 30 млн т), дрібні (до 10 млн т) і непромислові. Крім того, Н.п. характеризують за будовою *колектора* в *пастці* (пластові, масивні); за типом *колектора* (поровий, тріщинний, кавернозний, змішаний); за типом *екрана* в *пастці* (склепінчасті, літологічно, стратиграфічно, тектонічно, гідродинамічно екрановані і ін.); за якістю *нафти*, *густиною*, *в'язкістю*, структурно-груповим складом; кількістю і складом розчиненого в ній *газу* та інших компонентів. Режим роботи Н.п. при експлуатації визначається характером прояву рушійних сил, які зумовлюють приплив *нафти* до експлуатаційних *свердловин*; залежать від геологічної будови і фізико-хімічних властивостей *пласта* і *нафти*, а також від штучно створюваних умов розробки. Сукупність *покладів*, приурочених до загальної ділянки земної поверхні і підлеглих єдиній тектоніч. структурі, утворює *нафтове родовище*. Див. *водонафтовий поклад*, *газонафтовий поклад*, *нафтовий поклад з газовою шапкою*, *газоконденсатно-нафтовий поклад*, *нафтовий поклад з газоконденсатною шапкою*. В.С.Бойко.

НАФТОГАЗОВИЙ КОМПЛЕКС (ПРОМИСЛОВІСТЬ), -ого, -у, ч. (і, ж.) * р. *нефтегазовый комплекс* (*промышленность*), а. *oil and gas industry*, *petroleum and gas industry*; н. *Erdöl-Gas-Industrie* f – галузь важкої промисловості, підприємства якої розвивають, видобувають і переробляють *нафту* та *газ*, транспортують і зберігають їх. За запасами *нафти* та *газу* Україна посідає четверте місце в Європі після Норвегії, Великобританії і Нідерландів. На її території розташовані три нафтогазових регіони: Західний (Львівська, Івано-Франківська, Чернівецька, Закарпатська обл.), Східний (Полтавська, Сумська, Харківська та Чернігівська обл.) та Південний (Причорноморсько-Кримський). Таким чином, промислові і прогнозовані запаси *нафти* в Україні залягають у Дніпровсько-Донецькій нафтогазонасній області, Карпатській та Причорноморській нафтогазонасних провінціях. На державному балансі нараховується 289 родовищ *вуглеводнів*. Експлуатується понад 4300 нафтових та газових *свердловин*. Потреби України за рахунок власного видобутку забезпечуються *нафтою* на 10-12 %, а *газом* на 20-22 %. Розроблена провідними фахівцями програма “Нафта і газ України до 2010 р.” передбачає довести сумарні обсяги видобутку *нафти* з *конденсатом* до 7,5 млн т (для порівняння – у 1996 – 1997 рр. – по 4,1 млн т), а *газу* - до 35 млрд м³ (у 1996 – 1997 рр. – 18,1-18,4 млрд м³).

Особливо важливі об'єкти нафтогазової галузі, перелік яких визначається Кабінетом Міністрів України, охороняються спеціалізованими охоронними підрозділами відповідно до чинного законодавства. Режим охорони інших об'єктів нафтогазової галузі відповідні підприємства визначають самостійно з дотриманням вимог чинного законодавства. Підприємства нафтогазової галузі зобов'язані укомплектувати робочі місця кваліфікованими кадрами, забезпечувати їм безпечні умови праці.

Працівники, які забезпечують виробничі процеси в нафтогазовій галузі, зобов'язані проходити спеціальну підготовку і перевірку знань (атестацію) згідно з вимогами законодавства. Перелік спеціальностей і посад працівників, які повинні проходити спеціальну підготовку і атестацію, затверджується Кабінетом Міністрів України за поданням спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади, до відання якого належить питання охорони праці. Працівникам підприємств нафтогазової галузі, які перебувають у зоні впливу шкідливих і небезпечних факторів, надаються передбачені чинним законодавством пільги в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України. Дисципліна праці працівників, зайнятих на роботах з видобування нафти і газу на континентальному шельфі, а також працівників спеціалізованої служби із запобігання та ліквідації нафтових та газових фонтанів, регулюється відповідними положеннями, що затверджуються Кабінетом Міністрів України.

Історія. Західний регіон України. Нафтопрояви в Українських Карпатах місцеве населення спостерігало з давніх-давен, що позначилося на топонімах, які походять від автохтонної назви *нафти* – *ропа*: Роп'янка, Ріпне,

Ропиця та ін. В Україні *нафту* вперше почали видобувати на Прикарпатті в XVI - на початку XVII ст. (для порівняння - в Російській імперії промислове видобування *нафти* розпочато в 60-х роках XIX ст. в районі Баку). Ще в XVI ст. Дрогобич отримав привілей на освітлення вулиць "*скельним олієм*". Перша згадка про карпатську *нафту* зустрічається в літературі 1617 р. На старовинному промислі Слобода Рунгурська її добували в 1711 р. На початку XIX ст. нафтові поклади було відкрито в смузі від Добромиля через Дрогобич до Кут і далі до Румунії. Бориславське нафтогазове родовище почали розробляти в 1854 р. Нафтові ями тут розміщували переважно вздовж р.Тисмениці. У 1865 р. в Бориславі функціонувало бл. 5 тис ям глибиною 35-40 м. Добова продуктивність однієї копанки досягала 130-140 кг. У 1855 – 1865 рр. вартість щорічного видобутку *нафти* та *озокериту* в Галичині оцінювалася в 15 млн золотих. У 1865 р. за межі Галичини вивезено 150 т *нафти*. У 1870 р. видобуток *нафти* у Бориславі досяг 10,6 тис.т. Тут діяло бл. 800 дрібних підприємств, на яких працювало майже 10 тис. робітників. Розширюється нафтовидобуток і на Станіславщині. У 1871 р в Слободі Рунгурській, що біля Печеніжини, закладено *шахту*, яка давала *нафту*. У 1886 р. у Бориславі розпочато буріння *свердловин* механічним ударним способом. Пробурено перших 9 свердловин з добовим дебітом 4 т. У 1893 р. у Бориславі вперше розпочато буріння *свердловин* канатним способом. Вже у 1894 р. перші *свердловини* дали до 150 т *нафти* на добу. Свердловинний спосіб видобутку повністю витісняє колодязний. Глибина *свердловин* досягає 800 м і більше. Деякі *свердловини* дають фонтани до 3 тис. т *нафти* на добу з глибини понад 1000 м. "Галицька Каліфорнія" – Борислав приваблювала підприємців з усієї Європи і світу. Видобуток *нафти* зростає. У 1906 р. у Бориславському нафтовому р-ні було видобуто 562 тис. т *нафти*, а в 1909 р. – понад 1,9 млн т. Зростає видобуток *нафти* в районі Стрільбич. У 1881 р. тут діяло всього 10 колодязів, а в 1899 р. – 21 *свердловина*. Річний видобуток *нафти* на *родовищі* зріс від 100 т (1886 р.) до 2300 т (1890 р.). У районі Східниці в 1889 р. було 36 нафтових колодязів, в 1898 р. тут діяло 388 *свердловин*, які дали 168480 т *нафти*, а в 1901 р. число свердловин досягло 500. Зростав видобуток *нафти* і в інших нафтоносних р-нах Галичини, зокрема на Станіславщині. В р-ні Космача перші бурові роботи розпочалися в 1899 р. У 1905 р. тут діяло 4 *свердловини*, з яких видобуто 1080 т *нафти*. На цьому рівні видобуток *нафти* залишився до Першої світової війни. Початок нафтовидобутку в р-ні Пасічної відноситься до 1880 р. У 1891 р. тут діяло 12 *свердловин*, які давали 690 т *нафти*, а в 1902 р. – 55 *свердловин*, які давали 2360 т *нафти*. Першу *свердловину* в р-ні Биткова було закладено в 1897 р., а у 1910 р. тут діяло 18 *свердловин* з загальним дебітом 21470 т *нафти*. З 1886 р. почався видобуток *нафти* біля с.Майдан. Перші бурові роботи в р-ні Ріпного розпочалися в 1887 р. У 1892 р. тут діяло 11 *свердловин*, у 1896 р. – 28 з видобутком *нафти* 2360 т на рік. Нафтопромисел біля Слободи Рунгурської у 1890 р. дав 240 т *нафти*, а у 1904 р. – 4890 т. З 1893 р. *нафта* видобувалася в р-ні Витвиці (біля Болехова). У 1908 р. фірма "Холендерський нафтовий синдикат" побудувала на ділянці Тустанович-Бориславського нафтового родовища *свердловину* "Oil-Cimi". 13 червня вона дала *нафту* з глибини 1016 м. Дебіт *свердловини* зростає до 3000 т *нафти* на добу, що було максимальним видобутком на одну *свердловину*. Якщо в період 1890-1893 рр. в цілому по Галичині видобували понад 90 тис. т *нафти*, то в 1894 р. – понад 130 тис. т., у 1895 – понад 210 тис. т., у 1896-1900 рр. – 310-330 тис. т., у 1902 р. – понад 570 тис. т., у 1903-1906 рр. – 700-800 тис. т., у 1907 р. – понад 1170 тис. т., у 1909 р. – понад 2 млн т. Після 1919 р. на Прикарпатті створили ряд акціонерних товариств з видобутку й переробки *нафти*: "Малопольське нафтове товариство", "Польська спілка з реалізації нафти", фірми "Борислав", "Вакуум", "Карпати", "Франко-Полонія" та ін. Господарями цих товариств та фірм були американські, англійські, французькі та німецькі підприємці. Видобуток *нафти* зменшується. В Бориславському нафтовому р-ні у 1913 р. було видобуто понад 1 млн т *нафти*, а в 1938 р. – тільки 0,5 млн т. В цей час на Галичині діяло бл. 40 нафтопромислів, бл. 4100 *свердловин*. Після 1939 р. промислові підприємства нафтогазоозокеритової галузі були націоналізовані і підпорядковані тресту "Укрнафтовидобуток" (управління в Бориславі). Німецька окупація перервала розвиток нафтогазової промисловості, який відновлюється в 1944 р. В 1950 р. дала *нафту* перша потужна свердловина в Долині. В 1952 р. тут утворено нафтовидобувне підприємство "Долинанафта". За 1950 – 1955 рр. видобуток *нафти* в Долинському нафтовому р-ні зріс у 20 разів. У 1953 р. на основі Битківського *нафтопромислу* і Надвірнянської нафторозвідки створено Битківську контору буріння, а в 1957 р. нафтовидобувне підприємство "Надвірнафта". Всі підприємства галузі увійшли у об'єднання "Укрнафта". В 1969 – 1972 рр. проведена реорганізація об'єднання "Укрнафта". У середині 60-х років XX ст. видобуток *нафти* на Прикарпатті досяг максимуму. Подальше зниження видобутку – закономірний процес, пов'язаний з вичерпанням запасів. З 1966 р. застосовуються нові методи *заводнення*, циклічного витиснення водою *нафти* з *продуктивних пластів*. У 1975 р. шляхом надглибокого буріння відкрито Новосхідницьке нафтогазове родовище. *Свердловина* 3-Новосхідниця з глибини 4350 м дала *нафту* при дебіті понад 300 т за добу. Сумарно на 01.01.2000 р. *свердловина* видала 730 тис. т *нафти* і 284 млн м³ газу. Це найкращий показник видобутку *нафти* на одну *свердловину* на Прикарпатті. В жовтні 1992 р. на Прикарпатті видобуто сто-мільйонну тунну *нафти* від часу облікування, тобто з 1886 р. В Бориславському нафтогазоносному р-ні випомпували з *надр* 42,8 млн т *нафти*, 261,1 тис. т *конденсату* та 18,325 млрд м³ газу. В Долинському р-ні – 46,1 млн т *нафти*. В Надвірнянському р-ні – 11,1 млн т. При цьому фонтанний фонд *свердловин* становив 2,8%, а механізований – 97,2%. Нафтовилучення в родовищах Бориславського р-ну коливається від частки % (Коханівське, Мельничинське) до 73,4% (Східницьке), а пересічно склала 24,5 %. Виробка видобувних запасів *нафти* по Бориславському родов. склала 72,6%, по Східницькому – 99,5%, у решти *родовищ* виробка запасів менша. Починаючи з середини 90-х років XX ст. пошуково-розвідувальні роботи на Прикарпатті різко скорочені, що зумовлено кризою економіки країни.

Східний регіон України. Виняткове значення для розвитку нафтовидобутку в Україні у післявоєнний період мало відкриття нового нафтогазового регіону – *Дніпровсько-Донецької западини*, який незабаром став основним за запасами і видобутком *нафти* та *газу*. Вперше на території Східної України *нафту* одержано у 1936 р. в Сумській обл. на Роменській структурі, де при бурінні *свердловини* на глибинах 200-400 м було виявлено *брекчію*, просякнуту *нафтою*, дебіт якої при випробуванні становив близько 2 т/добу. Роменська структура пов'язана з солянкупольною *тектонікою* і була встановлена вимірюваннями сили тяжіння, які провадилися Полтавською астрономічною обсерваторією. Згідно з цими дослідженнями, в межах *Дніпровсько-Донецької западини* по локальних мінімумам сили тяжіння було виявлено інші соляні структури, на яких здійснювалося

розвідувальне буріння в 1937-1941 рр., завдяки чому прояви *нафти* в *брекчії*, що покриває соляні *штоки*, були відкриті також на Висачківській і Дмитрівській соляних структурах. На Роменській структурі за цей період пробурено 52 структурні та 44 розвідувальні й експлуатаційні *свердловини*, за весь період розвідки і експлуатації – всього 108. Видобуток *нафти* тут розпочався в 1940 р. і склав 10 тис. т. Після війни на Роменській структурі провадилися сейсмічні дослідження і пробурено ще 12 розвідувальних *свердловин*. Внаслідок проведених робіт і досліджень встановлено, що скупчення *нафти* зосереджуються в кавернозних породах *кепроку* та зони *брекчії*, дебіти *свердловин* дуже низькі і швидко зменшуються, а експлуатація родовища нерентабельна. Тому перший *нафтопромисел* на Сході України був ліквідований в 1948 р. У 1947 р. вперше почався перехід на новий напрямок нафтопошукових робіт – від пошуків соляних куполів (типу Роменської структури) до пошуків спокійних не порушених або незначно порушених соляними *інтрузіями* пологих структур для глибокої розвідки.

Полтавський нафтопромисловий район. Однією з перших таких структур стала Радченківська, яку виявлено в 1947–1948 рр. і оконтурено структурно-картувальними (по підшві киявського ярусу) та сейсмічними роботами. Розвідувальне буріння на структурі обумовило відкриття в 1950 р. першого на Сході України промислового *нафтогазового родовища* в тріасових (*газ*) та кам'яновугільних (*нафта*) *відкладах*. Це визначило подальший напрямок нафтопошукових робіт. У 1951 р. на Радченківському родовищі в експлуатацію введено *свердловину* № 5, і з цього часу почався відлік видобутку *нафти* в Східному регіоні. На той період нафтовою промисловістю керувало об'єднання "Укрнафта", яке знаходилося в м. Дрогобичі. За дуже короткий термін в смт Гоголеве було організовано Радченківську дільницю з видобутку *нафти* від тресту "Бориславнафта". За чотири роки (1951–1955) обсяги глибокого пошуково-розвідувального буріння на *нафту* і *газ* збільшилися майже в чотири рази і продовжували зростати в наступні роки. За порівняно короткий період було відкрито нові родовища: газове Шебелинське (1950) – найбільше на той час в Європі, нафтові – Качанівське (1957), Глинсько-Розбишівське (1958), Гнідинцівське (1959) і Леляківське (1962). Ці родовища за початковими видобувними запасами виявилися основними в Україні і багато років визначали обсяг видобутку *нафти* в республіці і її динаміку, тому що характеризувались також високою щільністю запасів у межах продуктивного контура, багатопластовістю і порівняно невеликими глибинами залягання об'єктів розробки – 1400 – 2500 м. Такі сприятливі геолого-технологічні умови дали змогу швидкими темпами забезпечити масове розбурювання цих родовищ експлуатаційними *свердловинами*, одночасно комплексно їх облаштувати, збудувати необхідну мережу *нафтопроводів*, ліній електропередач, доріг, товарних парків, що дозволило нарощувати обсяги видобутку *нафти*. Для забезпечення геологорозвідувальних робіт у Східному регіоні було створено три трести – "Полтаванфтогазрозвідка" (1952), "Харківнафтогазрозвідка" (1957) і "Чернігівнафтогазрозвідка" (1959). До 1980 р. на території східних областей країни було відкрито понад 40 нових нафтових родовищ. У 60-х роках тут організовано два нафтових об'єднання – "Укрсхіднафта" (м. Полтава) і "Чернігівнафта" (м. Прилуки), які в 1970 р. були реорганізовані в три нафтогазопромислових управління – "Полтаванфтогаз", "Чернігівнафтогаз" і Охтирське нафтогазовидобувне управління (НГВУ). Ці управління, що входять до складу нині існуючого ВАТ "Укрнафта", забезпечують понад 70% поточного видобутку *нафти* в Україні.

Південний регіон України. Південний регіон – найменш вивчений. Основні його перспективи пов'язані з *шельфом* і континентальним схилом Чорного моря. У післявоєнний період розвідувальні роботи концентрувались на Керченському півострові, де невдовзі було відкрито три *нафтових родовища* в міоценових *відкладах* – Мисове, Білокаменське і Приозерне. Але *свердловини* мали низьку продуктивність. З 1954 р. глибоке буріння переноситься у район рівнинного Криму, де було відкрито кілька родовищ *нафти* і *газу*. У 1956-1960 рр. *нафта* в регіоні видобувалася лише в Криму на двох *родовищах* – Владиславівському і Приозерному. Через незначні запаси і складні умови експлуатацію *свердловин* невдовзі було зупинено, і вони були ліквідовані. Промисловий видобуток *нафти* в останні роки відновлено на Семенівському родовищі (з 1987 р.) і Серебрянському (з 1990 р.), обсяги якого складають близько 10 тис. т/рік. В останні роки *нафту* виявлено в р-ні *Азовського валу*.

Пошуки і розвідка нових родовищ *нафти* та *газу* в Україні останніми роками пов'язані з великими глибинами (4-7 км) та роботами в акваторіях Чорного й Азовського морів. У 1985 – 2000 рр. структура поточних розвіданих вітчизняних запасів *нафти* та *газу* погіршувалася, значна їх частина за своїми характеристиками віднесена до важковидобувних. За даними О.Г.Шпака на 01.01.97 р., з *надр* України від початкових геологічних запасів видобуто бл. 24% *нафти*. 800 млн т запасів *нафти* залишається в *надрах*, при цьому понад 50% з них перебуває в складних гірничо-геологічних умовах і вимагає нетрадиційних методів видобутку. Поточна нафтовіддача на родовищах України становила в кінці ХХ ст. бл. 22 %.

Вагоме місце у Н.к. займає нафтопереробна промисловість. В Україні перші нафтопереробні заводи виникли на Прикарпатті – у Бориславі, Львові, Дрогобичі, Надвірній. В 1848 р. у Дрогобичі почав працювати з-д Шрайнера й Герца по перегонці *нафти*. Ще в 1853 р. Австрійське цісарське бюро патентів видало винахіднику Іванові Зеху патент на спосіб очищення нафтових *дистилатів*, а в 1859 р. у Дрогобичі збудовано першу вітчизняну нафтоперегінну установку; в 1863 р. почала працювати нафтоперегінна установка у Болехові; 1866 р. – початок постійної промислової переробки *нафти* у Дрогобичі (завод Готліба, де працювало 200 робітників). У 1882 р. нафтоперегінний з-д побудовано в Печеніжні (500 робітників).

Сучасна нафтопереробна промисловість України представлена шістьма нафтопереробними заводами (табл. 3) загальною потужністю первинної переробки 51 – 54 млн т *нафти* на рік (це перевищує аналогічні потужності Польщі, Угорщини, Чехії та Словаччини взяті разом). Найпотужніші підприємства нафтопереробної промисловості України розташовані в Кременчуку, Лисичанську і Херсоні. Ці заводи виробляють 50 видів *нафтопродуктів* (всього відомо понад 300 найменувань цих продуктів). В умовах економічної кризи кінця ХХ ст., що вразила постсоціалістичні країни, завантаженість вітчизняних нафтопереробних заводів знаходиться на рівні 25%. Показники діяльності НПЗ України за 1998 – 1999 рр. подані в табл.3. Застарілі технології та обладнання обумовлюють малу глибину переробки *нафти* – близько 55-65 % проти 80-90% в розвинених країнах. Загальні номінальні потужності установок поглибленої переробки *нафти* (каталітичного *крекінгу*, *коксування*, термічного *крекінгу*, виробництва масел, *бітумів*) на всіх НПЗ України становить 6,92 млн т на рік

(1999), з них каталітичного *крекінгу* – 3,68 млн т на рік, що становить відповідно 13,5 та 7,2% загальних потужностей переробки сирової *нафти*. Основні поставки *нафти* – з Росії, Казахстану та вітчизняні. Загальна довжина магістральних газопроводів – 35 тис. км, нафтопроводів – 4 тис. км. Україна має 12 підземних сховищ газу, що за своїм об'ємом є найбільшими в Європі. Науково-технічне забезпечення Н.к. в Україні здійснюють 17 науково-дослідних та проектних інститутів. Діють *Українська нафтогазова академія*, профільні вищі навчальні заклади. *Л.В. Михалевич, В.С. Білецький, В.С. Бойко*.

Література: 1. Галицька брама, № 1(25), 1997. 2. Економічний часопис, № 8. - 1998; № 1. - 1999. 3. Музичко І.І., Нафта і газ України, ВАТ "Укрнафта", Київ, 1997. Вісник НАН України. 4. Шпак О.Г. Нафта та нафтопродукти. К.: Ясон-К. – 2000. – 370 с.

НАФТОГАЗОВИЙ ПОКЛАД, -ого, -у, ч. * р. *нефтегазовая залежь*, а. *oil and gas pool*, н. *Erdöl- und Erdgas-Lagerstätte* f, *Erdöl- und Erdgas-Lager* n – *нафтовий поклад з газовою шапкою*; відрізняється перевищенням об'єму нафтової частини єдиного *покладу* над газовою. На відміну від *нафтогазоконденсатного покладу* газова частина Н.п. практично не містить рідких *вуглеводнів* у стані зворотного випаровування. *Газові шапки* бувають первинними і вторинними. Останні утворюються за рахунок виділення *газу* у вільну фазу в процесі розробки *нафт. покладів в режимі розчиненого газу*, коли *пластовий тиск* став нижчим від *тиску насичення нафти*. Газова частина Н.п. характеризується термобаричними параметрами і складом *газу*, який відрізняється від розчиненого газу контактуючої з ним нафтової частини *покладу* більшим вмістом *метану* і меншою концентрацією його *гомолгів*. Осн. параметри нафтової частини *покладу* – *тиск насичення*, властивості пластової *нафти*, *газовий фактор* і ін. *Газові шапки* в залежності від розмірів поділяють на промислові або непромислові. У першому випадку Н.п. розробляються з урахуванням взаємодії *газових* і *нафтових частин*. *Пластова енергія* в стисненому газі *газової шапки* відіграє велику роль на першій стадії розробки нафтової частини Н.п. (*газонапірний режим* розробки). Якщо *газова шапка* непромислова, *поклад* розробляється як *нафтовий з розчиненим газом*.

НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНИЙ ПОКЛАД, -ого, -у, ч. * р. *нефтегазоконденсатная залежь*, а. *oil and gas condensate pool*, н. *Erdöl- und Erdgaskondensat-Lager* n – *нафтовий поклад з газоконденсатною шапкою*. Відрізняється перевищенням об'єму нафтової частини єдиного *покладу* над газовою частиною і наявністю в останній в стані зворотного (ретроградного) випаровування певної кількості *бензиново-гасових* (рідше *масляних*) *фракцій вуглеводнів*. Газоконденсатна частина характеризується: *пластовими термобаричними умовами*, вмістом *стабільного конденсату*, *тиском макс. конденсації* і *тиском початку конденсації*, *коєф. конденсатовіддачі*, *складом пластового газу* і *конденсату*, а *нафт. частина Н.п.* – *тиском насичення*, властивостями пластової *нафти*, *газовим фактором* і ін. параметрами. *Вміст* *стабільного конденсату* в газовій частині коливається від *десятьків г/м³* до *1000* і більше *г/м³*.

НАФТОПРОДУКТИ, -ів, *мн.* * р. *нефтепродукты*, а. *oil (petroleum) products*, н. *Erdölprodukte* n pl – *продукти*, одержані внаслідок переробки *нафти*. Виділяють тип *нафтопродукту*, до якого включають сукупність *нафтопродуктів* однакового функційного призначення. Сукупність *нафтопродуктів* одного типу, що мають схожі показники якості та умови використання, складають групу *нафтопродуктів*. Підгрупа *нафтопродуктів* – сукупність *нафтопродуктів* однієї групи, що мають схожі показники якості та умови використання. *Марка нафтопродукту* – *назва*, умовне позначення, *склад та властивості нафтопродукту*, регламентовані стандартами і технічними умовами. Розрізняють *кондиційні* (*некондиційні*) *нафтопродукти* – *нафтопродукти*, що відповідають (не відповідають) вимогам нормативних документів. Відпрацьований *нафтопродукт* – *нафтопродукт*, під час експлуатації якого відбулися зміни деяких властивостей, регламентованих нормативною документацією. *Нафтопродукт*, який використовують як джерело енергії, називають *нафтовим паливом*.

Перелік основних Н.: *бензин*, *авіаційний бензин* (*авіабензин*), *автомобільний бензин* (*автобензин*), *газотурбінне паливо*, *гас* (*авіаційний, освітлювальний*), *лігроїн* (*суміш рідких вуглеводнів, температура кипіння яких міститься між температурами кипіння бензину і гасу і яку застосовують як паливо, розчинник та гідравлічну рідину*), *дизельне паливо*, *мазут* (*паливний, флотський, мартенівський*), *олива* (*суміш високомолекулярних нафтових вуглеводнів, що використовується в техніці як змащувальний, електроізоляційний, консерваційний матеріал та робоча рідина; розрізняють мастильну, моторну, газотурбінну, трансмісійну, циліндрову, індустріальну, приладну, компресорну, холодильну, ізоляційну, антикорозійну та ін. оливу*), *мастило* (*структурована загусником олива, що застосовується для зменшення тертя, консервації виробів та герметизації ущільнень; розрізняють мильне, органічне, неорганічне, консерваційне, ущільнювальне, технологічне мастило*), *нафтобітум*, *парафін*, *черезин* (*суміш твердих високомолекулярних насичених вуглеводнів, переважно ізобудови*), *технічні рідини: амортизаційна, протиліфодова, ізоляційна, гальмівна, гідравлічна, гальмівна*.

Основні властивості Н.: *прогонність* – *здатність до транспортування нафтопродукту продуктогонами, кризь фільтри, сепаратори, отвори; збережуваність* – *здатність нафтопродукту зберігати в часі встановлені значення параметрів, що визначають його експлуатаційні властивості; індукційний період* – *термін, упродовж якого нафтопродукт в умовах окиснення зберігає свої властивості; коксівність* – *здатність нафтопродукту утворювати кокс під час згорання; колоїдна стабільність* – *здатність мастила протидіяти виділенню оливи під дією навантаження; детонаційна стійкість* – *здатність бензину згорати без вибуху в двигуні з іскровим запалюванням; октанове число* – *показник, що визначає детонаційну стійкість бензину; цетанове число* – *показник, що характеризує період затримки загорання від стиснення паливно-повітряної суміші; люмінометричне число* – *показник інтенсивності світлового випромінювання під час згорання рідкого нафтового палива; висота некіптявого полум'я* – *показник максимальної висоти полум'я нафтопродукту, яка може бути досягнута без*

утворення кіптяви під час згорання *нафтопродукту*; розділюваність – здатність *нафтопродукту* розділятися на рідкі та тверді фази; *пенетрація* – показник, що характеризується глибиною проникнення стандартного конуса (голки) у нафтопродукт; температура крапання – температура падіння першої краплі пластичного *нафтопродукту*, який нагрівають у капсулі спеціального *термометра*; температура помутніння – температура, за якої рідкий прозорий *нафтопродукт* починає мутніти; температура сповзання – температура, за якої шар мастила починає сповзати з гладкої вертикальної металевої поверхні; лужне число – кількість міліграмів гідроксиду калію (KOH), еквівалентна кількості кислоти, витраченої на нейтралізацію всіх основних сполук, що містяться в 1 г нафтопродукту; кислотне число – кількість міліграмів гідроксиду калію (KOH), витраченого на нейтралізацію вільних кислот, що містяться в 1 г *нафтопродукту*; йодне число – показник, що характеризує вміст ненасичених сполук у *нафтопродукті* та виражається числом грамів йоду, витраченого на реакцію з 100 г *нафтопродукту*; бромне число – показник, що характеризує вміст ненасичених сполук у *нафтопродукті* та виражається числом грамів броду, витраченого на реакцію з 100 г *нафтопродукту*; конструкційна сумісність – характеристики дії *нафтопродукту* на конструкційні матеріали; функційна сумісність – здатність двох чи більше *нафтопродуктів* зберігати експлуатаційні властивості після їх змішування; *тиксотропність* – відновлення реологічних характеристик мастила після припинення деформування в ізотермічних умовах; *синерезис* – показник, що характеризує здатність мастила виділяти *оливу* під дією тиску або нагрівання (ДСТУ 3437-96). В.С.Бойко.

НАФТОПРОДУКТИ В ПРИРОДНИХ ВОДАХ, -ів, -..., мн. * р. *нефтепродукты в природных водах*; а. *oil (petroleum) products in natural waters*; н. *Erdölprodukte n pl im natürlichen Wasser* – суміші газоподібних, рідких та твердих *вуглеводнів* різних класів, що містяться в *нафті* та *нафтових газах* та забруднюють природні води. Розрізняють: паливо, масла, тверді *вуглеводні* (*парафіни, церезини, озокерити*), *бітуми* тощо. Належать до числа найбільш поширених та небезпечних речовин, що забруднюють природні води. Поняття "*нафтопродукти*" в *гідрохімії* умовно обмежуються тільки вуглеводневою фракцією (аліфатичні, ароматичні, аліциклічні *вуглеводні*), яка складає 70-90% суми усіх речовин, що входять до складу *нафти* та продуктів її переробки. Великі кількості Н. надходять у природні води при перевезенні *нафти* водним шляхом, зі *стічними водами* будь-яких промислових підприємств, особливо підприємств нафтовидобувної та нафтопереробної промисловості, із господарсько-побутовими *стічними водами*. Деяка кількість *вуглеводнів* потрапляє у воду в результаті прижиттєвих та посмертних виділень рослинними та тваринними організмами. У результаті процесів *випаровування, сорбції*, біохімічного та хімічного *окиснення* концентрація Н. у воді може істотно знижуватися; при цьому значним змінам може піддатися їх хімічний склад. Швидкість цих процесів залежить від складу Н., температурного режиму водного об'єкта, інтенсивності розвитку мікроорганізмів, що утилізують їх.

Н. містяться в природних водах у різних міграційних формах: розчиненої, емульгованої, сорбованої на твердих частинках завислих речовин та *донних відкладів*, у вигляді плівки на поверхні води. Кількісне співвідношення цих форм визначається комплексом факторів, найважливішими з яких є умови надходження Н. у водний об'єкт, відстань від місця скидання, швидкість течії і перемішування водних мас, характер та ступінь забрудненості природних вод, а також *склад* Н., їх *в'язкість, розчинність, густина*, температура кипіння компонентів. Три останні фактори є причиною того, що *фракціонування* Н. супроводжується помітною зміною їх хімічного складу в різних формах міграції. Звичайно в момент надходження основна маса Н. зосереджена в плівці. В міру віддалення від джерела забруднення відбувається перерозподіл між основними формами міграції, що направлений в бік підвищення частки розчинених, емульгованих, сорбованих Н., і відповідного зменшення їх вмісту в плівці.

Н. несприятливо впливають на організм людини та тварин, водну рослинність, фізичний, хімічний та біологічний стан водного об'єкта. Низькомолекулярні аліфатичні, нафтенові та особливо ароматичні *вуглеводні*, що входять до складу Н., виявляють токсичний та певною мірою наркотичний вплив на організм, вражаючи серцево-судинну та нервову систему. Найбільшу небезпеку створюють поліциклічні конденсовані *вуглеводні* типу 3,4 – бензпірену, що характеризуються канцерогенними властивостями. ГДК Н. у побутових і питних водах дорівнює 0,3 мг/дм³, ГДК Н. у водах для рибогосподарського використання 0,5 мг/дм³. Присутність канцерогенних *вуглеводнів* у воді недопустима.

Вміст Н. в річкових, озерних, морських, *підземних водах* та атмосферних осадах звичайно становить соті або десяті частки міліграма в 1 дм³. У незабруднених Н. водних об'єктах концентрація природних *вуглеводнів* може коливатися: в *морських водах* – від 0,01 до 0,10 мг/дм³ і вище, в річкових та озерних водах – від 0,10 до 0,20 мг/дм³, іноді сягаючи 1,0 – 1,5 мг/дм³. *Вміст* природних *вуглеводнів* визначається трофічною водного об'єкта і в значній мірі залежить від біологічної ситуації в ньому (розвиток та розпад фітопланктону, інтенсивність діяльності бактерій тощо). Характер розподілу Н. і природних *вуглеводнів* по вертикалі і акваторії водного об'єкта дуже складний і непостійний. Звичайно найбільш забруднені прибережні зони. Підвищені концентрації спостерігаються в поверхнево-придонному шарі, іноді на окремих ділянках всередині водної товщі. В.С.Бойко, В.Г.Суярко, В.С.Білецький.

НАФТОХІМІЧНИЙ КОМПЛЕКС, -ого, -у, ч. * р. *нефтехимический комплекс*; а. *petrochemical complex*; н. *petrolchemischer Komplex m* – група підприємств з виробництва органічних і неорганічних продуктів на основі нафтових *фракцій*, природного газу і газів нафтопереробки. Н.к. включає: пункти прийому *нафти*, сировинні резервуарні парки, насосні і змішувальні станції, реагентне господарство, технологічні *устаткування*, парки проміжних продуктів, технологічні *трубопроводи*, товарні парки, очисні споруди, служби водо- і електропостачання. Основні види товарної продукції Н.к.: етилен, аміак, пропілен, бензол, діхлоретан, етилбензол, толуол, стирол, бутилени,

вінілхлорид, бутадієн, ксилоли, етиленгліколь, ізопропиловий і етиловий спирти. Основні методи переробки сировини і напівпродуктів на Н.к.: піроліз, алкілування, окиснення, полімеризація, оксосинтез.

Шляхом термічного розкладання (*піролізом*) вуглеводневої сировини отримують *водень*, *метан*, етилен, пропілен та ін. олефіни, а також ароматичні сполуки, переважно бензолу; шляхом алкілування (введенням алкільних груп у молекулу *вуглеводнів* за присутності каталізатора) отримують етилбензол, кумол (ізопропилбензол); окисненням – фенол, ацетон із кумолу обробленням киснем повітря при підвищеній температурі і тиску в лужному середовищі; шляхом полімеризації – поліетилен, поліпропілен і полістирол на основі етилену, пропілену і стиrolу; оксосинтезом – кисеньвмісні сполуки – спирти C₇–C₉, бутилові спирти, альдегіди, пропіонові кислоти та інші продукти. Нові напрямки промислового оксосинтезу – гідрокарбоксилювання олефінів (взаємодія з оксидом вуглеводню і водою) з отриманням кислот, а також гідрокарбалкоксилювання олефінів (взаємодія олефінів з оксидом вуглецю і спиртами) з отриманням ефірів та інших продуктів. На отримання нафтохімічних продуктів витрачається 4-8% нафтової сировини, у перспективі споживання нафтопродуктів, природного і нафтового газів для нафтохімії сягне 12-15%. Сучасний Н.к. базується на великих устаткуваннях піролізу потужністю 350-600 тис. т етилену на рік.

Роль *нафти* і *природного газу* як вхідної сировини для хімічної промисловості є унікальною. На даний час більше третини загального обсягу продукції світової хімічної промисловості виробляється із нафтогазової сировини. На основі нафтових вуглеводнів виникло виробництво етилового спирту, пластмас, синтетичного каучуку, синтетичних волокон і матеріалів, мийних засобів та ряду інших продуктів. Всі похідні із сировини нафти нафтопродукти розділяються на дві групи: 1) скеровані на безпосереднє споживання (бензин, гас, дизельне паливо, масла, котельно-пічне паливо, кокс та ін.); 2) ті, котрі використовуються як сировина для нафтохімії (скеровуються на подальшу переробку). На нафтохімічних комплексах із нафти отримують не тільки паливо, але і виробляють пластмаси, добриво, сірчану кислоту, сірку, парафіни, спирти, штучний каучук, мийні засоби, скраплені гази і багато інших продуктів. Технологію перероблення сірчистих нафт вдалось настільки удосконалити, що попередня "викидна", непридатна сировина стає найціннішою. Сірка, яка вилучається із нафти в ході її перероблення, виявилась найдешевшою. На нафтохімічних заводах налагоджено також перероблення парафіну і церезину. Гази, отримані при цьому у великій кількості, слугують сировиною для виробництва спирту, штучного каучуку, пластмас. Отриманий твердий залишок – нафтовий кокс – є не тільки першокласним паливом, але також і важливим елементом, який використовується в алюмінієвому виробництві: із нафтового коксу виготовляються електроди.

У 2005 р. динаміка обсягу випуску хімічної і нафтохімічної продукції в Україні була позитивною. За січень-серпень 2005 р. до такого ж періоду 2004 р. він виріс на 11,4%. Структурно домінують сегменти з експортною орієнтацією (хімічні напівпродукти та мінеральні добрива). *В.С. Бойко.*

НАФТОХІМІЯ, -ії, ж. * р. *нефтехимия*, а. *petroleum chemistry*, н. *Petrolchemie* f, *Erdölchemie* f – науковий напрям, пов'язаний з вивченням *нафти* як природного об'єкта і продуктів її переробки, з розробкою й використанням термічних, каталітичних та інших нових методів перетворення *вуглеводнів*, з одержанням на основі нафтової сировини різних технічно важливих продуктів.

НЕКЛАСИФІКОВАНЕ ВУГІЛЛЯ, -ого, -..., с. * р. *неклассифицированный уголь*, а. *unclassified coal*, *ungraded coal*, н. *nichtklassifizierte Kohle* f – *вугілля*, що надходить на *збагачення* без розділення на *машинні класи*. Застосовують *відсадку* Н.в. *крупністю* 0 – 80 або 0 – 100 мм *легкої* та *середньої збагачуваності*.

НЕМЕТАЛИ, -ів, мн. * р. *неметаллы*, а. *nonmetallics*, н. *Nichtmetalle* n pl, *Metalloide* n pl – прості речовини, які не мають властивостей *металів*, а саме: металічного блиску, непридатні для кування, погано проводять тепло, електричний струм. У хім. реакціях *атоми* Н., як правило, одержують електрони. До типових Н. зараховують 22 елемента: *водень* (гідроген), *азот*, *кисень* (*оксиген*), *флуор*, *хлор*, *інертні гази*, *бром*, *вуглець*, *фосфор*, *сірку*, *селен*, *йод*, *астат*, *телур*, *бор*. Типові оксиди Н. є ангідридами. Різкої межі між *металами*, *металоїдами* та *неметалами* немає.

Література: Химический энциклопедический словарь. – Москва: Советская энциклопедия. 1983. – 792 с.

НЕПОНОВНЮВАЛЬНІ ПРИРОДНІ РЕСУРСИ, -их, -их, -ів, мн. * р. *невозобновимые природные ресурсы*, а. *nonrenewable natural resources*, н. *nichtergänzende Naturschätze* m pl – ресурси природи, що зовсім не відновлюють свій кількісний і якісний стан після використання їх або відновлюють його протягом тривалого часу. Належать до *вичерпних природних ресурсів*, куди включають більшість *корисних копалин* (*руди*, *горючі сланці*, мінеральні будівельні матеріали тощо).

НЕФЕЛОМЕТРІЯ, -ії, ж. * р. *нефелометрия*, а. *nephelometry*, н. *Nephelometrie* f – метод дослідження і аналізу *речовин*, що базується на *вимірюванні* інтенсивності світлового потоку, розсіяного завислими частинками *речовини*, що досліджується.

НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНА СЕПАРАЦІЯ, -ої, -ії, ж. * р. *низкотемпературная сепарация*; а. *low-temperature separation*, н. *Tiefemperaturabscheidung* f, *Tiefemperaturseparation* f – процес промислової обробки газу природного на газоконденсатних родовищах з метою вилучення з нього газового конденсату і одночасного осушування газу від вологи, що здійснюється при низьких температурах від 0 до –30°C, які одержують в

результаті дроселювання газу чи від зовнішнього джерела холоду (холодильні машини, турбодетандери). Вилучення рідких вуглеводнів з сирого газу охолодженням залежить від вмісту C3+ у сирому газі. Витрата розчину інгібітора гідратуутворення, звичайно діетиленгліколю, в системі циркуляції установок Н.с. визначається розрахунком за умовами попередження гідратуутворення. Витрати 70–85 % -ного розчину гліколю не більше 60 г / 1000 м3 газу. Вибір типу холодильних агрегатів обґрунтовується техніко-економічним розрахунком.

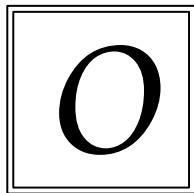
Технологічна схема стандартного устаткування Н.с. на *газоконденсатних родовищах* передбачає вилучення з газу вуглеводневого конденсату, потоки якого скеровуються на *зневоднення* і стабілізацію чи споживачеві. Температура сепарації – до -15 °С досягається використанням природного холоду за рахунок *дроселювання* газу в *дроселі* і попереднім *охолодженням сирого газу* перед *дроселем* в *теплообміннику* "газ – газ" потоком сухого холодного газу, який виходить із низькотемпературного сепаратора. Запобігання гідратуутворенню забезпечується вприскуванням розчину гліколю в потік газу перед *теплообмінником*. Регенерація насиченого розчину гліколю після його відділення від *конденсату* в роздільній ємності відбувається у вогневому реґенераторі. Для кращого розділення сирого *газового конденсату* і насиченого гліколю перед подачею в роздільник ці потоки підігрівають у *теплообміннику* "газ – рідина". Для кращої утилізації холодних і теплових потоків доцільно водокоонденсатний потік скерувати в додатковий *теплообмінник*. Для використання абсорбційного ефекту при сепарації газоконденсатної продукції доцільно як сепаратор-краплевідійник використовувати трифазний сепаратор, який забезпечує скидання в конденсатний потік тільки пластової і конденсатної води. При цьому потоки газу і *конденсату*, які виходять з сепаратора, необхідно скерувати в *теплообмінник*, *дросель* і низькотемпературний *сепаратор*. Газ *дегазації*, який виходить з трифазного роздільника, доцільно утилізувати на власні потреби промислу, а при його надлишку – скерувати через *ежектор* на *дросель*.

За іншою схемою утилізації теплих і холодних потоків та оптимізації циклу охолодження в процесі Н.с. запобігають гідратуутворенню вприскуванням гліколю. Скидання *пластової води* здійснюється з трифазного сепаратора-краплевідійника. *Газовий конденсат* і насичений гліколь з низькотемпературного сепаратора скеровуються на розділення і подальше оброблення: конденсат – на стабілізацію і відвантаження споживачу, насичений гліколь – на реґенерацію. Схемою передбачено зовнішнє охолодження водою чи холодоагентом у *теплообміннику* (випарнику).

З метою підвищення ефективності використання тиску газу, штуцерованого на *дроселі*, і для одержання холоду можуть бути використані замість *дроселя* розширювальні машини (турбінні чи поршневі). Їх застосування в схемах Н.с., особливо в парі "детандер – компресор", збільшує тривалість періоду функціонування процесу сепарації за низьких температур. І навпаки, для забезпечення режиму сепарації за низьких *температур* необхідно або попередньо вводити дотискі *компресорні станції*, або вводити джерела штучного холоду.

Схема пароконденсійного холодильного циклу включає пропанові *холодильні машини*, що вводяться в схему процесу Н.с. на етапі вичерпання *дросель-ефекту*. Дросельний пристрій замінюють холодильником-випарником. Продукція газоконденсатних *свердловин* охолоджується в цьому випарнику за рахунок теплообміну з випарним холодоагентом, який надходить у нього через теплообмінник "газ – рідина" і штуцер у рідкому вигляді. Пару холодоагента скраплюють *компримуванням* у *компресорі* і охолодженням у конденсаторі, витрачаючи на це зовнішню роботу (привод компресора, привод апаратів повітряного чи водяного охолодження). Замість пароконденсійного холодильного циклу в схемі процесу Н.с. можна використати пароабсорбційний холодильний цикл, напр., водоаміачні *холодильні машини*. В цій схемі холодоагент, що випаровується у теплообміннику-випарнику, охолоджує продукцію газоконденсатних *свердловин*. Пара холодоагента скраплюється шляхом її *абсорбції* водою, яка подається на зрошення в абсорбер, з наступним розділенням водного розчину холодоагента у ректифікаційній колоні на воду і холодоагент, пара якого скраплюється в конденсаторі. Коли реалізується пароабсорбційний холодильний цикл, то витрачається зовнішня робота (теплота) на підігрівання і охолодження продукції холодильного циклу, на привод апаратів повітряного чи водяного охолодження і на привод *насосів*. В.С.Бойко.

НИРКА ВУГІЛЬНА, -и, -ої, ж. * р. *почка угольная*, а. *coal kidney*, н. *Kohleniere* f – карбонатні конкреційні утворення в шарах кам'яного *вугілля*. Син. – гніздо вугільне.



ОБЕЗВОДНЕННЯ, -..., с. * р. *обезвоживание*, а. *dewatering, dehydrating*; н. *Entwässerung* f, *Wasserentzug* m – операції по видаленню надлишкової *волого* з продуктів *збагачення корисних копалин*. Застарілий термін, див. *зневоднення*.

ОБЕЗЗОЛЮВАННЯ, -..., с. * р. *обеззоливание*, а. *deashing, ash removal*; н. *Entaschung* f, *Entäschern* n – зниження вмісту зольних компонентів у *вугіллі* шляхом *збагачення* або застосування спеціальних способів їх видалення, напр., хімічного розчинення (*вилуговування*). Застарілий термін, див. *знезолування*.

ОБЕЗПИЛЮВАННЯ, -..., с. * р. *обеспыливание*, а. *dust removal, dedusting*; н. *Entstaubung* f – пневматична обробка викопної сировини або продуктів її *збагачення* для зменшення вмісту в них *пилу*; зниження вмісту *пилу* у *корисній копалині*, напр., у *вугіллі*. Застарілий термін, див. *знепилування*.

ОБЛАГОРОДЖЕННЯ, -..., с. * р. *облагораживание*, а. *improvement, upgrading*; н. *Veredelung* f –

покращання якості сировини, напр., *вугілля* перед його подальшим використанням. Приклади О.: *вугілля* при його гідравлічному транспортуванні шляхом обмаслення (особливо коксівного *вугілля*), *вугілля солоного* шляхом різних добавок, які зменшують шкідливу дію солей тощо.

ОБОРОТНА (ОБИГОВА) ВОДА, -ої (-ої), -и, ж. * р. *оборотная вода*, а. *circulating water*, н. *Rücklaufwasser* n, *Umlaufwasser* n – вода, багаторазово використовується в технологічному процесі *збагачення корисних копалин*, при пиловловлюванні і охолодженні в теплообмінних апаратах на збагачувальних, агломераційних ф-ках, а також при *гідромеханізації* гірничих робіт. О.в. отримують з технологічних стоків (всього підприємства або окр. технологічних операцій) шляхом їх *прояснення* і хім. очищення (*кондиціонування*). Для ефективного здійснення збагачувальних операцій суттєве значення має ступінь прояснення О.в., тобто залишковий вміст у ній твердих частинок. При збагаченні *вугілля* вважається оптимальним *прояснення* О.в. до 45-50 г/л твердого залишку.

ОБОРОТНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ, -ого, -..., с. * р. *оборотное водоснабжение*, а. *circulating water supply*; н. *Rücklaufwasserversorgung* f – багаторазове використання *води* на *гірничому підприємстві* з метою запобігання нераціональному споживанню природних вод і їх забрудненню. Найбільших масштабів О.в. досягло на *збагачувальних фабриках* і при гідравліч. видобутку к.к. Схеми О.в. передбачають постійне повне або часткове використання виробничих стоків. Найбільш поширена і проста схема О.в.: підприємство – шламонакопичувач – підприємство. Втрати *води* від *випаровування*, *фільтрації* і з кінцевими продуктами поповнюються свіжою водою в будь-якому місці *технологічної схеми*.

ОДОРИЗАЦІЯ [ГАЗУ], -ії, -..., ж. * р. *одоризация [газа]*; а. *[gas] odorization*; н. *[Erdgas]odorierung* f – введення в потік газу *одоранту*, який сигналізував би різким специфічним неприємним запахом про його витікання із газопроводів або посудин.

ОЗОКЕРИТ, -у, ч., **гірський віск**, -ого, -у, ч. * р. *озокерит*; а. *ozokerite, mineral wax*; н. *Bergwachs* n, *Erdwachs* n, *Ozokerit* m – 1) Мінеральна речовина, природна суміш твердих *вуглеводнів* парафінового ряду (C_nH_{2n+2}) з рідкими нафтовими маслами і смолистими речовинами. Дуже велику роль у ньому відіграють *церезини* (від C₃₇H₇₆ до C₅₃H₁₀₈). *Мінерал* групи нафтових *бітумів*, білого, жовтого, бурого, чорного і зеленуватого *кольору*. Злам раковистий. Елементний склад (%): С – 84 – 86; Н – 13,5 – 15. Являє собою парафінистий *осад*, який випадає з *нафти* при її охолодженні в результаті піднімання на поверхню по *тріщинах*. Утворює жильні заповнення порожнин. Консистенція від м'якої, пластичної до твердої, сипкої. *Густина* 0,85-0,97(1,0). Плавиться звичайно при температурі 50 – 85 (100) °С, іноді вищій. Найбільше *родовище* О. в Україні знаходиться у *глинах* Прикарпатського нафтового р-ну (Львівська область, Борислав), в Туркменістані – на півострові Челекен, Узбекистані – Фергана, США – в штаті Юта, є в *пісковицях* Румунії. О. використовується в радіо- і електротехніці як електроізоляційний матеріал, в хімічній промисловості при виробництві лаків, в медицині для виготовлення вазеліну, мазей, кремів та ін., а також для теплоізолювання (озокеритолікування). Різновиди: *гумбед*, *бориславів*, *нафтогіль*, *цитрозикит*, *нафтадил* та ін. 2) Продукт природної перегонки *нафти*, що складається із *вуглецю* (84%) і *водню* (16%); має зеленувато-коричневе, чорно-буре забарвлення; легко топиться і горить, виділяючи специфічний запах. Назва – від грецьк. “озо” – пахну та “керос” – віск (E.F.Glocker, 1833). *V.I.Саранчук, В.С.Білецький*.

ОЗОЛЕННЯ, -..., с. * р. *озоление*, а. *ashing*, н. *äschern* f, *Veraschung* f, *Veraschen* n – підвищення вмісту *золи* у вихідному *паливі* внаслідок часткового вигорання, *окиснення*, *вилуговування*, вилучення органічної маси механічним способом або домішування до *палива* більш зольного матеріалу чи мінеральних речовин (напр., О. *вугілля* внесенням мінеральних солей для унеможливлення його змерзання при транспортуванні).

ОЗОНУВАННЯ, -..., с. * р. *озонирование*, а. *ozonolysis, ozonization*; н. *Ozonisierung* f – 1) Проведення хімічних реакцій дією *озону*. В техніці використовують г. ч. для знезараження *повітря* й *води*, з метою знищення неприємних запахів тощо. 2) Процес насичення *води* *озоном* з метою глибокого очищення *стічних вод* від *нафтопродуктів* шляхом хімічного *окиснення* органічних *домішок*, знезараження, дезодорації і знебарвлення. 3) *Окиснення* органічних сполук *озоном* з утворенням озонідів. Використовують для одержання карбонільних сполук, у лабораторній практиці тощо.

ОКИСЛЕННЯ, -..., с. * р. *окисление*, а. *oxidation*, н. *Oxydation* f – реакція *оксидатора* із *субстратом*, наслідком якої є утворення *кислот*.

ОКИСНЕННЯ (ОКСИГЕНУВАННЯ), -..., с. * р. *окисление (оксигенирование)*, а. *oxygenation*; н. *Oxygenation* f – взаємодія субстанцій з *киснем*, *озоном* пероксидами та іншими окисниками з утворенням кисневих сполук. Внаслідок О. *вугілля* відбувається зниження відносного вмісту *водню* та *вуглецю* при збільшенні вмісту *кисню*. Одночасно знижується питома *теплота згоряння*, підвищується *вологість*, *зольність*, вихід *летких речовин*, знижується, а іноді й повністю втрачається коксівна здатність. Окисник – реактант, за допомогою якого вводиться *кисень* в *субстрат* (тобто останній окиснюється).

ОКЛЮЗІЯ, -ії, ж. * р. *окклюзия*, а. *occlusion*, н. *Okklusion* f – 1) Захоплення *кристалами* під час їх

росту інших за природою молекул з середовища, в якому протікає їх ріст. Часто О. локалізується на кристалічних дефектах, напр., дислокаціях. При кристалізації з розплаву оклюдована речовина твердне, а з розчину або пари – зберігається у вигляді рідких або газових включень в кристалі. О. – причина забруднення кристалів домішками, які впливають на їх фізичні властивості. 2) Сорбція газу розплавленими або твердими речовинами, звичайно металами. Оклюдований газ може утворювати з металом твердий або хім. сполуку (напр., гідрид). 3) Витиснення холодним повітрям приземного теплого повітря вгору.

ОКСИГЕН, -у, ч. – те ж саме, що й кисень, див. кисень.

ОКСИДАТОР, -у, ч. * р. оксидатор, а. oxidizing agent, н. Oxydator m – 1. Речовина, що приймає електрони від окисованої речовини й при цьому відновлюється. 2. Окиснювач.

ОКСИДАЦІЯ, -ії, ж. * р. окисление, а. oxidation, н. Oxydation f – 1) Повне вилучення одного чи більше електронів з молекулярної частинки з утворенням йонів (електрохімічна або під дією оксидаторів). 2) Збільшення оксидаційного числа атома субстрату. 3) Зменшення негативного заряду на атомі під час реакції (не обов'язково внаслідок повного переходу електрона). 4) Вилучення атомів водню з молекул органічних речовин зі збільшенням кратності зв'язків або заміною на електронегативні атоми (напр., на кисень – процеси окиснення та окислення).

ОКСИДИ, -ів, мн. * р. оксиды, а. oxides, н. Oxide n pl – хімічні сполуки елементів E з киснем типу E_nO_m. Застаріла назва – о к и с л и. За хімічними властивостями можуть бути основними, амфотерними або кислотними – ці властивості змінюються з підвищенням ступеня окиснення. Деякі оксиди є солетвірними.

ОЛИВА, -и, ж. * р. минеральное масло; а. petroleum fluid; mineral oil; н. Mineralöl n – суміш високомолекулярних нафтових вуглеводнів, що використовується в техніці як мастильний електроізоляційний, консерваційний матеріал та робоча рідина (ДСТУ 3437).

ОЛИВА ВОДРОЗЧИННА, -и, -ої, ж. * р. водорастворимое масло; а. water-soluble lubricant; н. wasserlösliches Öl n – спеціальний концентрат для приготування робочої рідини, що використовується в системі гідравлічного керування підводним гирловим устаткуванням.

ОЛІГОМЕРИ (СМОЛИ), -ів, (смол), мн. * р. олигомеры (смолы), а. oligomers (resins), н. Oligopolymere n pl, Oligomere n pl (Harze n pl) – члени гомологічних рядів, низькомолекулярні продукти полімеризації, кополімеризації чи поліконденсації, що за молекулярною масою є проміжними між мономерами й полімерами і фізичні та хімічні властивості котрих істотно відрізняються від властивостей як відповідного мономера, так і полімеру залежно від впливу кінцевих груп, що згасає при переході до полімерів. О. – це проміжні речовини (за розміром молекул) між полімерами і мономерами. Олігомери тверднуть у присутності спеціальних реагентів-отверджувачів. Утворення закупорювального (тампонувального) матеріалу має місце внаслідок процесів полімеризації, гідролітичної поліконденсації і поліпрієднань.

ОЛІФЛОК, -у, ч. * р. олифлок, а. olifloc, н. Oliflok m – різновид процесу масляної аправації вугілля у пульпі. Вихідну пульпу змішують з вуглеводневою рідиною (мазутом марки EL, газойлем) у імпульсній мішалці Пальмана, реакторі “Диспакс”, мішалці типу “турботрон”, флотомашині “Уніпан” та ін. Продукт перемішування зневоднюють на центрифугі, на грохоті (після турботрону) або на вакуум-фільтрі. Фузат флотують. Вихідне вугілля має крупність 0-0,1 мм, зольність 20-35%. Одержують концентрат зольністю 6-9%. Відходи (хвосты) зольністю до 70-76%. Процес застосовувався у 1973-1977 рр. на вуглезбагачувальних фабриках концерну Rurkohle AG. Експлуатація установок припинена у зв'язку з великими витратами масла-зв'язуючого (до 9-18 мас. % від вугілля). Переваги процесу – підвищена у порівнянні з іншими процесами (зокрема флотацією) ефективність збагачення та зневоднення тонкодисперсних класів вугілля, особливо 0-50 мкм. В.С.Білецький.

ОПРОБУВАННЯ, -..., с. * р. опробование, а. sampling, н. Probef[en]nahme f – комплекс операцій по відборі, підготовці і дослідженню проб корисної копалини для визначення її складу, властивостей і показників якості.

Опробування виконується при розвідці, видобутку і переробці корисних копалин.

При геологічній розвідці опробування виконується для визначення середнього вмісту корисних компонентів на родовищі; міцності рудних тіл і порід контура; підрахунку запасів корисної копалини; встановлення просторового розміщення типів і сортів руди, що вимагають різних технологічних процесів і схем переробки; фізико-механічних властивостей і збагачуваності корисних копалин.

При експлуатації родовища дані опробування використовуються для складання планів і програм видобутку корисної копалини в зв'язку зі зміною речовинного складу корисної копалини при переході робіт на інші дільниці і горизонти; визначення контурів рудних тіл і виявлення їх морфології для оперативного керівництва очисними роботами при валовій і роздільній виймі різних типів корисної копалини; визначення втрат і взаємних розрахунків між гірничодобувним підприємством і споживачем корисної копалини.

На підприємствах, що переробляють корисні копалини, опробування служить для технологічної оцінки кожного сорту вихідної сировини при дослідженні на збагачуваність (визначення

мінерального складу, вмісту *мінералів*, форми зерен і характеру їх зрощень); оперативного контролю за технологічними параметрами, що визначають якість сировини і продуктів, і забезпечують стабільні умови *технологічного процесу* та якість кінцевих продуктів збагачення; складання технологічних і товарних балансів продуктів *збагачення*; визначення показників для розрахунку з поставальниками сировини і споживачами товарної продукції і для аналізу та удосконалення технологічного процесу *збагачення*. Див. *проба, опробування у збагаченні, опробування родовищ корисних копалин*. В.С.Білецький, В.О.Смирнов.

ОПРОБУВАННЯ У ЗБАГАЧЕННІ, -..., с. * р. *опробование в обогащении, а. sampling, н. Probe[ent]nahme f in der Aufbereitung* – комплекс операцій по відборі *проб* і підготовці їх до *аналізу* для контролю осн. характеристик сировини (*корисних копалин*, продуктів їх *збагачення* тощо). У залежності від подальшого використання результатів *аналізу* проб О. поділяють на технологічно оперативне (для контролю і управління процесами *збагачення*), технологічно балансове (для складання технологічних балансів) і товарне (напр., для обліку металів у товарній продукції при складанні товарного балансу і взаєморозрахунках між поставальником і споживачем). Крім того, О. поділяють на поточне (періодично повторюване), контрольне (одноразове, перевірне), вибіркове (з окремих точок), генеральне (що охоплює всі технологічні потоки) та цільове (зумовлене певною метою). О. проводять послідовним виконанням відбору разових (точкових) *проб*, складанням з них об'єднаної *проби* і підготовкою з цієї *проби* лабораторних *проб* для *аналізу*. О. проводиться з технологічного потоку, безпосередньо зі збагачувального апарата, з залізничних *вагонів*, зі *складу*. Для більшості к.к. і продуктів їх *збагачення* параметри і методи товарного О. і методи *аналізу* осн. характеристик товарної продукції регламентовані стандартами. Відбір і підготовку *проб* проводять переважно механізов. засобами при використанні механіч. *пробовідбирачів* і пробопідготовчих установок.

ОПРОБУВАННЯ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН, -..., с. * р. *опробование месторождений полезных ископаемых, а. testing of mineral deposits, н. Prüfung f der Lagerstätten nutzbarer Minerale* – система операцій, що забезпечують дослідження якості *корисної копалини*, тобто визначення її хімічного, мінерального, петрографічного *складу*, фізико-технічних та технологічних властивостей і т.д. безпосередньо на *родовищі*.

В кожному конкретному випадку при відборі *проб у вибоях гірничих виробок* перевагу віддають методу, що забезпечує найбільшу репрезентативність *проби* при високій продуктивності і мінімальній вартості робіт.

При достатній поверхній оголеності *пласта* застосовують ямковий (точковий) метод. Поверхня *виробки* покривається умовною сіткою, у вузлах якої відбираються порції *проби*. Сітка може бути ромбічною, квадратною або прямокутною. Число порцій залежить від рівномірності оруденіння. Порції відбивають пневмомолотком, кайлом, молотком, зубилом. Число порцій повинно бути від 10 (для руд з рівномірним вкрапленням) до 20 (для руд з нерівномірним вкрапленням) при масі кожної порції 1 – 5 кг. Маса однієї *проби* 10 – 100 кг.

При малій площі оголення рудного тіла застосовують рівчаківий метод. Напрями рівчаків повинні збігатися з напрямом найбільшої неоднорідності *пласта* к.к., щоб у *пробу* потрапили всі його компоненти в тому співвідношенні, в якому вони представлені в масі рудного тіла. Рівчаки проводять прямокутно-поперечні, подовжні, спіральні або кругові. Рівчакове опробування при великій довжині *виробки* заміняють ямковим, але зі збереженням напрямку рівчака, при цьому відстані між ямками повинні бути однаковими. Розміри ямок і рівчаків визначаються масою *проби* і крупністю матеріалу, яка залежить від характеристики вкраплення *корисного мінералу*. Для більшості *проб* масою не менше 100 кг крупність грудок в *пробі* повинна бути 25 мм. Тому для крупнокристалічних корисних копалин з нерівномірним вкрапленням глибина ямки або рівчаку повинна бути не менше 25 мм, для тонковкраплених руд 10 – 25 мм; ширина рівчака звичайно складає близько 100 мм. Маса *проби*, що відбирається з 1 м рівчака, складає 2 – 15 кг.

Для опробування металовмісних руд застосовується метод вичерпування. При використанні цього методу поверхню *руд* після вибуху і провітрювання *вибою* ділять на квадрати чи прямокутники, в центрі або в кутах яких роблять ямки глибиною до 0,5 м. З кожної ямки відбирають порції і направляють їх в початкову технологічну *пробу*.

Метод черпання може застосовуватись при розвідці канавами жильних родовищ малої міцності. В *пробу* направляється весь матеріал, що відбивається зі всієї площі рудного тіла. Глибина черпання складає 5 – 10 см, маса *проби* з 1 м² площі рудного тіла може бути до 250 кг. Через високу вартість метод черпання застосовується рідко, звичайно він замінюється рівчаківим.

Шпуровий метод оснований на підриванні коротких *шпурів*, які забезпечують розпушення *корисної копалини* в точки відбору порції. Матеріалом порції є бурове борошно або *шлам*. Збирання бурового борошна може здійснюватись вручну або спеціальним пневматичним приймачем пилу. Матеріалом для опробування може служити також буровий *шлам*, що вимивається зі *шпурів* довжиною 15 – 20 м, які пробурюють при підземних буропідривних *гірничих роботах*.

При опробуванні деяких рудних *родовищ* з дуже нерівномірним вкрапленням корисних компонентів (*золота, платини, рідкісних металів*) застосовується валовий метод, що передбачає надходження в *пробу* всієї видобутої *руд*. Маса *проби* в цьому випадку складає від декількох тонн до декількох десятків тонн. Обробка валових *проб* виконується за технологічними схемами, що застосовуються при *збагаченні* цих руд.

Керновий метод застосовується, якщо *родовище* не розкрито *гірничими виробками*, а колонкове *буріння* при розвідці виконано по частій *сітці свердловин*. В цьому випадку технологічну *пробу* можна скласти з рудних *кернів* (з половин або чвертин *кернів*, що розколоті вздовж осі).

Геофізичні методи *опробування корисних копалин* як у природному, так і в відбитому стані основані на використанні деяких фізичних властивостей (*магнітної проникності*, електричної *провідності*, природної або штучної *радіоактивності*). *Опробування руд кольорових, рідкісних металів і розсіяних елементів в умовах гірничих виробок і свердловин* і лабораторні аналізи проводять в основному ядерно-геофізичними методами. Серед методів, основаних на дослідженні природної радіоактивності основна роль належить *гамма-методам*, на дослідженні штучної радіоактивності – *гамма-гамма методам*. Геофізичні методи можуть бути застосовані для визначення кондиційності руди, контрольного і товарного опробування *руди на складах*, в транспортних посудинах, для експрес-аналізів вмісту металів у грубо-подрібнених або порошкових пробах. Гамма-гамма метод опробування застосовують на свинцевих *рудниках* для опробування *руд у вибоях* і видобутої руди на поверхні. Визначення вмісту *заліза* в буропідричних *свердловинах* виконують за допомогою магнітного *каротажу*. Геофізичні методи також застосовують при *розвідки нафти і газу, вугілля, руд*, будівельних матеріалів і *води*.

Відбір *проб* при відкритому видобутку *корисних копалин* здійснюється тими ж методами, що й при підземному. *Опробування родовищ палива (вугілля буре і кам'яне, антрацит і горючі сланці)*, розкритих експлуатаційними *виробками*, проводять для контролю якості *пластів*, що розробляються, а також при оцінці запасів палива і складання норм показників якості. В.О. Смирнов, В.С. Білецький.

ОПТИМІЗАЦІЯ, -ії, ж. * р. *оптимизация*, а. *optimisation*, н. *Optimierung* f – процес надання будь-чому найвигідніших характеристик, співвідношень (напр., О. виробничих процесів і виробництва). Задача О. сформульована, якщо задані: критерій *оптимізації* (економічний – і т.п.; технологічні вимоги – вихід продукту, вміст домішок в ньому та ін.); параметри, що варіюються (напр., температура, тиск, величини вхідних потоків у процесах переробки гірничої та ін. сировини), зміна яких дозволяє впливати на ефективність процесу; математична модель процесу; обмеження, пов'язані з економічними та конструктивними умовами, можливостями апаратури, вимогами вибухобезпеки та ін.

ОПТИЧНИЙ, * р. *оптический*, а. *optical*, н. *optisch* – той, що стосується *оптики*; світловий.

Напр., о-ні *п р и л а д у* – будова яких ґрунтується на законах поширення світла або на використанні властивостей світла; о-ний *ц е н т р л і н з и* – точка, проходячи через яку, промінь світла не змінює свого напрямку.

ОПТИЧНА ГУСТИНА, -ої, -и, ж. – міра непрозорості *речовини*, яка дорівнює десятковому логарифму відношення потоку випромінювання F_0 , яке падає на шар *речовини*, до потоку, який пройшов *речовину* F , ослабленого внаслідок поглинання і розсіювання: $D = \lg(F_0/F)$. О.г. – логарифм величини, оберненої до коефіцієнта пропускання.

ОРГАНІЧНА ГЕОХІМІЯ, -ої, -ії, ж. * р. *органическая геохимия*, а. *organic geochemistry*; н. *organische Geochemie* f – розділ *геохімії*, що вивчає поширеність, форму присутності, походження, склад і хім. еволюцію органіч. сполук в геол. умовах. З розвитком *хроматографії* в поєднанні з мас-спектрометрією велике місце в О.г. нарівні з вивченням органіч. *речовини* як цілого і їх полімерних фракцій (*керогену*, бітумоїду, *гумінових кислот*, фульвокислот) зайняло дослідження *геохімії* різних класів органіч. сполук: амінокислот, *вуглеводів*, жирних кислот тощо. Осн. завдання О.г. – вивчення хімізму процесу перетворення живої *речовини* у викопні форми (під дією мікроорганізмів), вивчення умов і чинників, що визначають формування різних типів цієї *речовини* (гумусового, сапропелевого і т.д.), а також механізмів подальшої трансформації органіч. *речовини* в г.п. під дією тепла, тиску, сейсміч., літологіч. і ін. геол. чинників, що обумовлюють формування горючих к.к.

ОРГАНІЧНА РЕЧОВИНА, -ої, -и, ж. * р. *органическое вещество*; а. *organic matter*; н. *organischer Stoff* m – комплекс сполук, які виникли безпосередньо або посередньо з живої *речовини* чи продуктів її життєдіяльності; як обов'язковий компонент міститься в атмосфері, поверхневих і *підземних водах*, *осадах*, *грунтах* і *гірських породах*. О.р. є в твердому (*вугілля, сланці, тверді бітуми*) і газоподібному (пароподібному) стані (*газ і газоконденсат*). Див. *речовини органічні*.

ОСАДЖЕННЯ, ОСАДЖУВАННЯ, -..., с. * р. *осаждение*, а. *sedimentation* f, *Fällen* n, *Ausfällen* n, *Abscheiden* n, *Absetzen* n – процес та дія утворення *осаду* внаслідок випадіння твердих частинок з *суспензії* або компонентів з *розчину* у гравітаційному, або відцентровому полі. Використовується для вловлювання мінеральної *речовини*, як операція *збагачення корисних копалин*, згущення *шламів* та прояснення *оборотної води*. О. з *суспензії* в гравітаційному полі здійснюється у *згушувачах, відстійниках* та гідрокласифікаторах, у відцентровому полі – в осаджувальних *центрифугах* та *гідроциклонах*.

Виділення *осадження* одного або декількох компонентів з *розчину* і вигляді чистих *металів* або їхніх сполук здійснюється при *вилуговуванні руд* або продуктів *збагачення*. У промисловій практиці для цього використовують *кристалізацію, осадження* у вигляді важкорозчинних сполук, електроосадження, осадження *металами (цементация) і газами*, йонне *осадження* та ін. Вибір методу залежить від характеру вихідної сировини, якості кінцевого продукту, складу одержаних при *вилуговуванні розчинів*, концентрації і вартості *реагентів*, наявності дешевої електроенергії, безпеки обслуговуючого персоналу.

• *Осадження з розчину кристалізацією* – процес виділення у тверду фазу розчиненої *речовини* з насиченого *розчину*, що досягається або охолодженням *розчину*, або випарюванням частини розчиннику. *Кристалізацію* охолодженням застосовують у тих випадках, якщо розчинність *речовини* у рідині швидко знижується при зниженні т-ри. Якщо у *розчині* міститься декілька різних *речовин*, які розрізняються розчинністю при різних т-рах, вони можуть бути розділені дробовою *кристалізацією*. При деякій визначеній т-рі *розчин* буде насиченим у відношенні однієї *речовини* і ненасиченим у відношенні іншої. У цьому випадку при охолодженні перша *речовина* випаде у *осад*, у той же час друга буде ще повністю знаходитись у *розчині*. Цей принцип використовується також при очищенні кристалічних *речовин кристалізацією*. Процес *кристалізації* протікає у дві стадії: створення зародка (центра

кристалізації) і ріст *кристалу*. Процес *кристалізації* визначається швидкістю охолодження, інтенсивністю перемішування, чистотою і концентрацією *розчину*, що перероблюється. Великі *кристали* отримують при повільному охолодженні, дрібні – при швидкому. У більшості випадків *кристалізація* протікає повільно і концентрація маточного розчину у кінці процесу відповідає стану насичення розчину при кінцевій *t-рі кристалізації*.

• *Йонне осадження* – процес осадження *металів* з *розчину* у вигляді важкорозчинних сполук (*карбонатів, фосфатів, гідрооксидів, хлоридів, цjanідів, сульфідів* та ін.). При *осадженні* з *розчину* важкорозчинних сполук черговість виділення їх у *осад* визначається зміною ізобарного потенціалу процесу. У першу чергу в *осад* переходять ті *метали*, створення важкорозчинних сполук яких супроводжується зменшенням ізобарного потенціалу. Внаслідок місцевих пересичень можливе виділення в *осад* поряд з менш розчинними й більш розчинними сполук. Однак стійкі при контакті з *розчином* тільки *осади* тих сполук, що знаходяться у рівновазі з ним. Нерівноважні сполуки, що виділилися, взаємодіють з *розчином*, змінюють свій *склад* або переходять у *розчин* до тих пір, поки система не прийде до рівноваги. Для досягнення потрібного ступеня розділення, осадження ведуть у строго визначених умовах з урахуванням таких обставин:

– *осад* утворюється тільки у визначеному інтервалі рН, поза цим інтервалом більшість *осадів* знов переходить у *розчин*;

– при високій *t-рі* більшість *осадів* або має підвищену розчинність, або розкладається;

– наявність у *розчині йонів*, що утворюють з даним металом комплексну сполуку, перешкоджає осадженню даного *металу*;

– у деяких випадках для осадження потрібен окиснювач або відновник.

• *Осадження з розчину цементациєю* – процес виділення *металів* з *розчинів*, який оснований на електрохімічній реакції між металом-цементатором і *йоном металу*, що витісняється. Цей процес застосовують у *гідрометалургії* кольорових та рідкісних металів у таких випадках: – очищення *розчину*, що містить основний *метал* від *домішок*; – осадження основного *металу* з *розчинів*, переважно розріджених, коли недоцільно застосовувати електроліз через низький вміст елементу у *розчині*, а також при наявності різних *домішок*, що заважають.

Для виділення *металу* з *розчину цементациєю* необхідно, щоб *метал* (цементатор), що витісняє, володів більшим електронегативним потенціалом, ніж *метал*, що витісняється, тобто $\varphi_1 > \varphi_2$ (φ_1 і φ_2 – електричний потенціал відповідно металу-цементатора і металу, що витісняється з *розчину*).

Найчастіше для осадження *цементациєю* використовують стружки низьковуглецевих сталей (Ст1 – Ст4); порошки *алюмінію, цинку, нікелю*; пластини *алюмінію, цинку*. Перед початком процесу метал-цементатор активують обробкою у *розчині кислоти*.

• *Електроосадження* здійснюється шляхом *електролізу* і являє собою сукупність хімічних реакцій розкладу *речовин* під дією постійного електричного струму. *Електроліз* з зовнішнім джерелом струму базується на загальних законах електрохімії (закони Фарадея і Леблана, переносу *йонів*, електрохімічної і дифузної кінетики електродних процесів).

• *Осадження газами* (H_2 , CO, SO_3) при визначених умовах забезпечує осадження *металів*. Здійснюється при високих *t-рі* і тиску. Цей процес дозволяє економічним способом отримати порошкоподібні *метали* високої чистоти. В.О.Смирнов.

ОСЕРЕДОК САМОЗАЙМАННЯ, -у, -..., ч. * р. *очаг самовозгорання, a. self-ignition (spontaneous combustion) place; н. Selbstentzündungsbrandherd m, Selbstentflammungsbrandherd m* – скупчення горючого матеріалу (*вугілля* та ін.), в якому процес самонагрівання перейшов у *займання* внаслідок сприятливого співвідношення між генерацією тепла (в результаті *окиснення* матеріалу) і віддачею його у навколишнє середовище. Під час ведення підземних *гірничих робіт* осередки здебільшого виникають по шляху витікання *повітря* через розпушені *породи*, котрі здатні до легкого *окиснення* (*вугілля*, *вуглисті сланці, сульфіди*). Численні О.с. виникають у масиві *теруконів*. Син. – центр самозаймання.

ОСУШУВАННЯ ГАЗІВ, -..., с. * р. *осушка газів; a. gas dehumidification, desiccation of gases, gas dewatering, н. Gastrocknung f* – процес вилучення вологи (водяної пари) із газів і газових сумішей. Передують транспортуванню природних газів по *трубопроводу*, низькотемпературному розділенню газових сумішей на компоненти. Забезпечує безперервну експлуатацію промислового обладнання і *газопроводів*, запобігає утворенню газогідратних пробок тощо. Основні методи – конденсаційний (*конденсація* парів води при стисненні або охолодженні), абсорбційний (промивання вологого газу рідким гігроскопічним поглиначем) і адсорбційний (поглинання парів води твердим *гранульованим адсорбентом*).

Найширше використовують *адсорбенти* – ді- і триетиленгліколі; їх регенерацію проводять в окремому *апараті* – *десорбері*. Як *адсорбент* застосовують *силікагель*, активований окис Al_2O_3 , *цеоліти*. Глибина осушування характеризується *точкою роси* осушеного газу, яка складає при осушуванні силікагелем до $-35^\circ C$, активованим оксидом *алюмінію* – до $-48^\circ C$, *цеолітами* – до $-60^\circ C$, діетиленгліколем (ДЕГ) і триетиленгліколем (ТЕГ) – до $-15^\circ C$. *Осушування газу* здійснюють у вертикальних та горизонтальних *адсорберах* і тарілкових *адсорберах*. *Адсорбенти* забезпечують глибоке О. г. (до температури точки роси – $60^\circ C$), однак для їх *регенерації* вимагається висока температура – до $350^\circ C$. Насичений вологою *адсорбент* *регенерують* періодично безпосередньо в *адсорбері* шляхом нагрівання і вивування вологи частиною осушеного підігретого газу; устаткування складається не менше як з двох *адсорберів*. В.С.Бойко.

ОЦТОВА КИСЛОТА, -ої, -и, ж. * р. *уксусная кислота; a. acetic (ethanoic) acid; н. Essigsäure f* – безколірна рідина з гострим специфічним, подразнювальним запахом, яка змішується з водою в будь-яких пропорціях, з етиловим спиртом, діетилловим ефіром, ацетоном, бензолом, і при температурі $+16,6^\circ C$ застигає в кристалічну масу, котра за виглядом нагадує лід (100%-на, або "льодяна" О.к.).

Хімічна формула – CH_3COOH (безводна); температура топлення $16,75^\circ C$, кипіння $118,1^\circ C$,

спалахування 38 °С, самозаймання 454 °С. *Густина* 1049,2 кг/м³ (при 20 °С); критичний тиск 5,79 МПа; критична температура 321,6 °С; питома теплоємність 2010 Дж/(кг·К) (при 17 °С); динамічний коефіцієнт в'язкості 1,155 мПа·с (при 25 °С) і 0,79 мПа·с (при 50 °С); поверхневий натяг 27,8·10⁻³ Дж/м² (при 20 °С); корозійна активність 10%-ного водного розчину по відношенню до Ст. 3 2,97 г/(год·м²) (при 20 °С). У продаж надходить харчова О.к. у вигляді 80% (оцтова есенція) і 9% (оцет) водного розчину. ГДК 5 мг/м³.

Застосовується при солянокислотних обробленнях *привибійних зон пласта* як *стабілізатор* (з метою стабілізації продуктів реакції) від випадання трудновилучуваних гелеподібних сполук заліза (осаду). Залежно від вмісту заліза в кислотному розчині (від 0,01 до 0,5%) беруть 1-3% О.к. Для приготування робочих розчинів використовують О. к. синтетичну і О. к. лісохімічну технічну очищену.

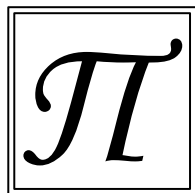
Товарний реагент – це водний розчин О. к. різної концентрації, від якої залежать густина і температура застигання (має складний характер залежності):

Концентрація, %	10	20	30	50	70	90
Густина, кг/м ³	1015	1028	1039	1060	1078	1068
Температура застигання, °С	-35	-6,9	-11,1	-20	-8,1	+5

Товарну О. к. транспортують і зберігають у сталевих прогумових або спеціальних алюмінієвих ємкостях чи цистернах, або в скляних бутлях.

ОЧИЩЕННЯ ГАЗУ, -..., с. * *р. очистка газа; a. gas treating, gas cleaning, gas scrubbing, н. Gasreinigen n, Gasreinigung f* – вилучення з газу компонентів, що ускладнюють використання його як *палива* та сировини чи забруднюють *навколишнє середовище*. До таких компонентів належать H₂S, CO₂, SO₂, *меркаптани*, COS, CS₂ та інші. За світовими стандартами *вміст* H₂S у використовуваному природному газі допускається до 5,7 мг/м³, загальної *сірки* до 50 мг/м³, CO₂ до 3–5% за об'ємом. У газах, що випускаються в атмосферу, загальний *вміст* шкідливих *домішок* допускається до 500 ppm (часток на мільйон). З іншого боку, компоненти є цінною хімічною сировиною.

Технологічний процес О.г. включає *абсорбцію* (*адсорбцію*) і *десорбцію*. Абсорбційні методи О.г. ґрунтуються на поглинанні домішкових компонентів розчинниками з утворенням легкорозкладних хімічних сполук (хімічна абсорбція) або фізичних розчинів (фізична абсорбція). Адсорбційні методи ґрунтуються на поглинанні домішкових компонентів поверхнею твердих речовин – *адсорбентів*. У процесі *десорбції* виділяються поглинуті компоненти і відновлюється поглинальна здатність *сорбентів*. H₂S і CO₂ в абсорбційних процесах поглинаються одночасно; за вмісту їх у вхідному газі приблизно до 4% застосовуються хімічні поглиначі (*аміни*, розчини *солей лужних металів* і амінокислот); за вмісту понад 4-5% – фізичні розчинники (охолоджений *метанол*, N-метилпіролідон, пропіленкарбонат, диметиловий ефір поліетиленгліколю, суміш сульфолану і діазопропаноламіну, трибутилфосфат), *меркаптани* вилучаються вуглеводневими рідинами при низьких температурах і *адсорбцією* на *цеолітах*, COS і CS₂ – фізичними розчинниками. Перевага хімічних розчинників – тонке О.г., недоліки – високі експлуатаційні витрати за великого вмісту домішкових компонентів і утворення нереґенованих сполук із деякими з них (напр., моноетаноламіну з COS і CS₂). Перевага фізичних розчинників: одночасне вилучення усіх домішкових компонентів, низькі експлуатаційні витрати при О.г. від великих кількостей різноманітних *домішок*; недоліки: розчинність вуглеводневих компонентів і іноді недостатня глибина вилучення окремих компонентів. О.г. включає також переробку продуктів *десорбції* в товарні продукти. При О.г. від невеликих кількостей H₂S використовують процеси прямої конверсії, при цьому H₂S у процесі *абсорбції* поглинається носієм *кисню* в лужному розчині, а в процесі *десорбції* окислюється киснем повітря до елементарної *сірки*, іноді очищений газ приводять у контакт з 90 – 95%-ним водним розчином ді- або триетиленгліколю, котрий насичений SO₂, з яким при *абсорбції* H₂S вступає в реакцію з утворенням S, вода при цьому діє як каталізатор. Процеси прямої конверсії доцільно застосовувати при виході S до 10 – 15 т на добу, за великих виходів вони стають неекономічними. При невеликих кількостях в газах сірчистих компонентів використовуються процеси *гідрогенізації* (реакції з H₂), в результаті чого всі домішки перетворюються в H₂S, очищення від якого найбільш розроблено.



ПАЛИВНА ПРОМИСЛОВІСТЬ, -ої, -ості, ж. * *р. топливная промышленность, a. fuel industry, н. Brennstoffindustrie f* – сукупність галузей важкої промисловості, підприємства якої видобувають і переробляють різні види *палива*. До П.п. належать нафтовидобувна, нафтопереробна, газова (див. *нафтогазовий комплекс*), *вугільна, сланцева і торфова промисловість*.

ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС, -...-ого, -у, ч. * *р. топливно-энергетический баланс; a. fuel-power balance, fuel-and-energy balance; н. brennstoffenergetische Bilanz f, Brennstoff- und Energiebilanz f* – система показників, яка відображає кількісну рівність між прибутком і витратою енергії та характеризує структуру виробництва і використання енергії в економіці, співвідношення між потребою в *паливі* у межах відповідної територіальної чи виробничої одиниці (країни, району, галузі, підприємства тощо) за певний період.

Прибуткова частина П.-е.б. формується за рахунок видобування основних видів палива (*нафта* з газовим *конденсатом*, природний і нафтовий *газ*, *вугілля*, *торф*, *сланці*, *дрова*), виробництва первинної електроенергії на гідро- і атомних станціях, імпорту палива та інших надходжень. Витратна частина П.-е.б. являє собою розподіл первинних паливно-енергетичних ресурсів на вироблення електроенергії, теплоенергії, стиснутого повітря, на виробничо-технологічні потреби (включаючи втрати при транспортуванні і зберіганні), експорт енергоресурсів. Прибуткова і видаткова частини П.-е.б. ураховують залишок енергоресурсів на кінець року. У складі П.-е.б. можуть виділятися баланси природних енергетичних ресурсів, побічних енергетичних ресурсів, паливний та ін. При складанні П.-е.б. різні паливні і енергетичні ресурси зводяться до одного кількісного вимірника. Періодично на основі прогнозованої структури видобування палива і її очікуваної теплотворної здатності розраховуються перевідні коефіцієнти за видами *палива*. Переведення здійснюється множенням обсягу видобутку в натуральних одиницях на встановлений перевідний коефіцієнт. Орієнтовні значини перевідних коефіцієнтів: *нафта* і газовий *конденсат* – 1,4; *газ* природний і нафтовий – 1,18; *вугілля* – 0,7; *сланці горючі* – 0,34; *дрова* – 0,27. Гідралічна і атомна енергія, які беруть участь у виробництві електроенергії, враховуються в балансі по паливу, що заміщується, із розрахунку питомої витрати палива (в умовному обчисленні) на виробництво електроенергії на теплових станціях. П.-е.б. може складатися по: стадіях енергетичного потоку (видобування, переробка (перетворення), транспортування, зберігання та кінцеве використання); енергетичних устаткуваннях і об'єктах (електростанції, котельні, нафтопереробні заводи та ін.); використанню (корисна енергія, втрати); територіальному розрізу; економіці в цілому, галузях економіки та промисловості, транспорту тощо. *В.С.Бойко, В.С.Білецький.*

ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ КОМПЛЕКС (ПЕК), -...-ого, -у, ч. * **р.** *топливно-энергетический комплекс*, **а.** *fuel-and-energy complex*; **н.** *Brennstoff- und Energiekomplex* **м** – сукупність галузей промисловості, що забезпечують країну *паливом* і електроенергією. ПЕК здійснює видобуток і переробку різних видів паливних і енергетичних ресурсів – вугільних, нафтових, газових, гідралічних, ядерних, торфових, біологічних і т.п. Основними складовими частинами комплексу є електроенергетика, нафтова, нафтопереробна, газова (див. *нафтогазовий комплекс*) й *вугільна промисловість*.

На всіх етапах розвитку цивілізації енергетика була і продовжує залишатися гол. складовою всякого виробництва. У ХХ ст. мінеральні види палива (*нафта*, *газ*, *вугілля*, *горючі сланці*) і електроенергетика стали основою світового пром. виробництва і наук.-техн. прогресу. Ступінь енерго- і електрозабезпеченості – один з гол. чинників, що визначають рівень економіч. і техніч. розвитку кожної країни.

Тенденції світового енергокористування, за джерелами у 1990–1998 рр., показують, що річний приріст споживання нафти і природного газу складав по 2%, вугілля – 0%, водночас вітрової, сонячної, геотермальної, гідроенергії та ядерної енергії відповідно 22; 16; 4; 2 та 1%.

ПЕК сучасної України сформувався у ХХ ст. і зорієнтований на нафту, газ, вугілля та ядерне паливо. Власні паливно-енергетичні ресурси України представлені г.ч. кам'яним та бурим вугіллям Донецького, Львівсько-Волинського та Придніпровського басейнів. Україна володіє потужною енергетичною системою, що складається з теплоелектростанцій і теплоелектроцентралей, мережею атомних станцій (бл. 25% загальної генеруючої потужності) і гідроелектростанцій. *В.С.Білецький, В.С.Бойко.*

ПАЛИВО, -а, с. * **р.** *топливо*, **а.** *fuel*, **н.** *Brennstoff* **м**, *Kraftstoff* **м**, *Treibstoff* **м** – горючі природні або штучні *речовини*, що служать (при спалюванні) джерелом теплової енергії. Найпоширенішим є органічне *паливо*: *вугілля викопне*, *нафта*, *торф*, *природний газ*, бензин, *генераторний газ*, *кокс*, хімічне ракетне *паливо* тощо. До неорганічного *палива* належить, напр., металовмісне *паливо*, у складі якого є чисті *метали* або їх хімічні сполуки.

Розвідані запаси викопного палива, млрд т у.п.

Вид палива	Увесь світ	Європа	Україна
Вугілля	799,8	72,6	34,00
Нафта	199,4	3,8	0,23
Природний газ	172,8	6,5	1,10
Усього	1172,0	82,9	35,33

За *агрегатним станом* і, відповідно, способом спалювання П. класифікують на тверде грудкове, пилоподібне, газоподібне, рідке, комбіноване (водовугільне, нафтовугільне) та ін. Головна характеристика П. – його *теплота згоряння*. *В.І.Саранчук.*

ПАЛИВО АЛЬТЕРНАТИВНЕ, -а, -ого, с. * **р.** *топливо альтернативное*, **а.** *alternative fuel*, **н.** *alternativer Brennstoff* **м** – рідке та газове *паливо*, що є альтернативою (заміною) відповідним

традиційним видам *палива* і яке виробляється (видобувається) з нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини. Нетрадиційні джерела та види енергетичної сировини – речовини рослинного походження, відходи, тверді горючі речовини, інші природні та штучні джерела та види енергетичної сировини, у тому числі *нафтові, газові, газоконденсатні* і *нафтогазоконденсатні* вичерпані, непромислового значення та *техногенні родовища*, важкі сорти *нафти*, природні *бітуми*, газонасичені води, *газогідрати* тощо, виробництво (видобуток) і переробка яких потребує застосування новітніх технологій і які не використовуються для виробництва (видобутку) традиційних видів *палива*.

До рідкого П.а належать: горючі рідини, одержані під час переробки твердих видів палива (*вугілля, торфу, сланців*); спирти та їх суміші, олії, інше рідке біологічне паливо, одержане з біологічної сировини (у т.ч. з поновлюваних відходів сільського та лісового господарства, інших біологічних відходів); горючі рідини, одержані з промислових відходів, у т.ч. газових викидів, *стічних вод*, виливів та ін. відходів промислового виробництва; *паливо*, одержане з *нафти* і *газового конденсату* нафтових, газових та газоконденсатних родовищ непромислового значення та вичерпаних родовищ з важких сортів *нафти* та природних *бітумів*.

До газового П.а належать: *метан вугільних родовищ*, а також газ, одержаний у процесі підземної *газифікації* та підземного спалювання вугільних пластів; *газ*, одержаний під час переробки твердого *палива* (кам'яне та буре *вугілля, горючі сланці, торф*), природних *бітумів*, важкої *нафти*; *газ*, що міститься у *водоносних пластах* нафтогазових басейнів з аномально високим пластовим тиском, в інших підземних газонасичених водах, а також у газонасичених водоймищах і болотах; *газ*, одержаний з природних газових *гідратів*, та підгідратний газ; біогаз, *генераторний газ*, інше газове паливо, одержане з біологічної сировини, у тому числі з біологічних відходів; *газ*, одержаний з промислових відходів (газових викидів, *стічних вод* промислової каналізації, вентиляційних викидів, відходів вугільних *збагачувальних фабрик* тощо); стиснений та зріджений природний газ, зріджений *нафтовий газ*, супутній *нафтовий газ*, вільний газ *метан*, якщо вони одержані з *газових, газоконденсатних* та *нафтових родовищ* непромислового значення та вичерпаних *родовищ*.

Належність *палива* до альтернативного підтверджується документом про ідентифікацію *палива*, що видається уповноваженим органом виконавчої влади у порядку, визначеному Кабінетом Міністрів України. *В.С.Білецький*.

ПАЛИВО РІДИННЕ (РІДКЕ), -а, -ого, (-ого), с. * **р.** *топливо жидкое*; **а.** *oil fuel, liquid fuel*, **н.** *flüssiger Brennstoff* m – паливна *нафта, мазут*, нафтопаливо.

ПАЛЬНИК, -а, ч. * **р.** *горелка*; **а.** *burner, torch*, **н.** *Brenner* m – 1. *Прилад* для спалювання горючої *рідини* або *газу* з певною метою. Застосовується, напр., у підігрівачах *нафти*. 2. Частина якої-небудь установки, де утворюється дуже висока температура.

ПАРА, -и, ж. * **р.** *пар*; **а.** *vapour, steam*; **н.** *Dampf* m – *речовина* в газоподібному стані, температура і тиск якої нижчі за так звані критичні. Розрізняють пару насичену (вологу і суху), недонасичену, перегріту і ін.

ПАРАЛІЧНИЙ ТИП ВУГЛЕУТВОРЕННЯ, -ого, -у, -... , ч. * **р.** *паралитический тип углеобразования*, **а.** *paralic type of carbonification*; **н.** *paralischer Kohlenbildungstyp* m, *paralische Kohlenbildung* f – вуглеутворення, що відбувалося в прибережно-морських умовах. Для нього характерна багаторазова циклічна зміна континентальних і типово морських прибережних *осадів*; останні представлені *валляками* і *глинистими сланцями*, розвиненими перев. в *покрівлі вугільних пластів*. Спостерігаються в Донецькому, Нижньорейнсько-Вестфальському, Верхньосілезькому, Аппалачському, Іллінойському і ін. *басейнах*.

ПАРАМАГНЕТИЗМ, -у, ч. * **р.** *парамагнетизм*, **а.** *paramagnetism*, **н.** *Paramagnetismus* m – властивість речовин слабо намагнічуватися в напрямі дії зовнішнього поля (напрямі силових ліній цього поля). *Атоми* або *молекули парамагнетиків* мають результуючий магнітний момент, який розглядається як магнітний диполь. При відсутності зовнішнього магнітного поля диполі орієнтуються хаотично і тіло не виявляє ознак намагніченості. При внесенні *парамагнетика* у магнітне поле магнітні диполі повертаються, орієнтуючись своїм магнітним моментом уздовж зовнішнього поля. Цьому заважає тепловий рух *молекул*. Кінцевий сумарний магнітний момент одиниці об'єму *парамагнетика* залежить від величини зовнішнього магнітного поля і від температури. Властивість П. використовується при *збагаченні* деяких видів *корисних копалин*.

ПАРАФІН, -у, ч. * **р.** *парафин*; **а.** *paraffin (wax)*; **н.** *Paraffin* n – суміш високомолекулярних *вуглеводнів* (переважно метанового ряду з домішкою *смол* і *асфальтенів*), які входять до складу пластової *нафти* в кількості від часток процента до 20% і більше. П. випадає у вигляді твердої воскоподібної маси при зниженні температури нижче температури початку кристалізації *парафіну* (15–60 °С), що ускладнює роботу експлуатаційного обладнання, а при випаданні в продуктивних *пластах* різко погіршує їх фільтраційну характеристику. П. – це біла маса густиною 907–915 кг/м³ при 15 °С, з температурою топлення 40 – 60 °С; з вмістом *нафти* іноді до 13–14% і більше. *В.І.Саранчук, В.С.Бойко*.

ПАРАФІН ОКИСНЕНИЙ (ОКП-50), -ого, -у, ч. * р. *парафин окисленный (ОКП-50)*; а. *oxydized petroleum wax (ОКП-50)*, н. *oxydiertes Paraffin n (ОКП-50)* – рідина бурого кольору; ефективний піногасник розчинів з додаванням сульфідтріжджової барди (СДБ) та конденсованої сульфідспиртової барди (КССБ), вводиться разом з піноутворювачем (КССБ); реагент гасить піну будь-якої солоності, із збільшенням вмісту хлористого кальцію ефективність різко падає; застосовують у вигляді *розчину* в дизельному пальному 1:1; постачається в *цистернах*.

ПАРАФІНИ НАФТОВІ ТОВАРНІ, -ів, -их, -их, мн. * р. *парафины нефтяные товарные*; а. *petroleum paraffins, stock-tank oil paraffins, petroleum grade waxes*, н. *Warenerdölparaffine n pl, Erdöltankparaffine n pl* – кристалічні речовини – насичені *вуглеводні* аліфатичного (жирного) ряду в основному нормальної будови, які мають формулу C_nH_{2n+2} , де $n=9-40$ (від C_9 до C_{40}), з молекулярною масою 300–500 і температурою топлення (плавлення) 50 – 70 °С, виділені із дистильної сировини у виробництві *олив* і випускаються нафтопереробними заводами як товарна продукція.

Парафіни можуть бути виділені також із інших продуктів, напр., із *озокериту*. В залежності від фракційного складу, температури плавлення і кристалічної структури *парафіни* розділяють на рідкі (температура топлення $t_{\text{топл}} \leq 27^\circ\text{C}$), тверді ($t_{\text{топл}} = 28 - 70^\circ\text{C}$) і мікрокристалічні ($t_{\text{топл}} > 60 - 80^\circ\text{C}$) – *церезини*. При однаковій температурі топлення *церезини* відрізняються від *парафінів* більшою молекулярною масою, густиною і в'язкістю. *Церезини* енергійно реагують з димною сірчаною кислотою, з соляною кислотою, в той час як *парафіни* реагують з ними слабо. При перегонці *нафти* церезини концентруються в залишку, а *парафін* переганяється з дистиллятом. *Церезини*, які концентруються в залишку після перегонки *мазуту*, являють собою суміш циклоалканів і в меншій кількості твердих аренів і алканів. Ізоалканів у *церезині* порівняно мало.

За ступенем очищення *парафіни* ділять на гачі (петролатуми), які містять до 30% (мас.) *олив*; неочищені *парафіни* (*церезини*) з вмістом *олив* до 6% (мас.); очищені і високоочищені *парафіни* (*церезини*). В залежності від глибини очищення вони мають білий *колір* (високоочищені і очищені марки) або дещо жовтуватий і від світло-жовтого до світло-коричневого (неочищені *парафіни*).

Для *парафіну* характерна пластинчаста або стрічкова структура *кристалів*. *Густина* очищеного *парафіну* 881 – 905 кг/м^3 . *Церезини* являють собою суміш *вуглеводнів* з кількістю *вуглецевих атомів* у молекулі від 36 до 55 (від C_{36} до C_{55}). Їх отримують із природної сировини (природного *озокериту* і осаду парафінистої проби *нафти* нафтенової основи) і виробляють синтетично із оксиду *вуглецю* і *водню*. На відміну від *парафінів*, *церезини* мають дрібнокристалічну будову. Температура плавлення 65 – 88 °С, молекулярна маса 500 – 700.

Парафіни широко використовують у електротехнічній, харчовій (*парафіни* глибокої очистки; $t_{\text{топл}} = 50 - 54^\circ\text{C}$; вміст *олив* 0,5-2,3% по масі), парфумерній та інших галузях. На основі *церезину* виготовляють різні композиції в промисловості побутової *хімії*, вазеліни; вони використовуються також як загусники у виробництві пластичних змазок, ізоляційних матеріалів в електро- і радіотехніці та воскових сумішей.

Неочищені тверді *парафіни* виробляють методами: 1) знеоливлення гачів і петролатумів – побічних продуктів виробництва (депарафінації) *олив* з застосуванням розчинників (суміші кетону, бензолу і толуолу, дихлоретан), отримуючи при цьому неочищені *парафіни* (із гачу) і *церезини* (із петролатуму); 2) виділення і знеоливлення *парафіну* із дистилтів високопарафінистих *нафт* сумішшю кетону, бензолу і толуолу; 3) *кристалізації* твердих *парафінів* без застосування розчинників (шляхом охолодження в кристалізаторах і фільтропресування). Неочищені *парафіни* після цього *облагороджують* (доочищають) з використанням кислотно-лужного, адсорбційного (контактного чи перколяційного) або гідрогенізаційного доочищення (для видалення нестабільних речовин, що забарвлюють і мають запах). Рідкі *парафіни* виділяють із дизельних фракцій депарафінацією з використанням вибірних розчинників (суміш ацетону, бензолу і толуолу), карбамідної депарафінації (у виробництві низькозастигаючого дизельного пального) і *адсорбції* на молекулярних ситах (виділення рідких *парафінів* $C_{10}-C_{18}$ з допомогою пористих синтетичних *цеолітів*). В.С.Бойко.

ПАСТА, -и, ж. * р. *паста*, а. *paste*, н. *Paste f* – у вугільних технологіях – механічна суміш органічних зв'язуючих нафтового та вугільного походження з тонкодисперсними твердими матеріалами. Використовують як *зв'язуючу речовину* при *брикетуванні корисних копалин* (напр., *пасти бітумно-глинисті*, *пасти бітумно-вапнякові*), а також як проміжний продукт при скрапленні *вуїлля*. В.С.Білецький.

ПАСТИ БІТУМНО-ГЛИНИСТІ, паст, -...-их, мн. – пасти-зв'язуючі для *брикетування корисних копалин*. Готують шляхом змішування нагрітого до 100 °С *бентоніту*, нафтозв'язуючого з температурою 160 – 180 °С та води. Склад *пасти*: нафтобітум, *бентоніт*, вода у співвідношенні 1:1:2.

ПАСТИ БІТУМНО-ВАПНЯКОВІ, паст, -...-их, мн. – пасти-зв'язуючі для *брикетування корисних копалин*. Готують шляхом змішування тістоподібної вапняно-водної маси з *бітумом* (взятим при 160-180 °С) в момент найбільш активного гасіння *вапна*. Склад такої *пасти*: *бітум* 24-25 %, *вапно* 10-25%, останнє – вода.

ПЕК, -у, ч. * р. *pek*, а. *pitch*; н. *Pech* п – залишок від перегонки деревного, торф'яного, сланцевого або кам'яновугільного *дьюгту* або *смоли*. Утворюється також при *піролізі нафти* (нафтовий пек). Твердий або в'язкий. Колір чорний. Застосовують для виготовлення покрівельного толю, руберойду, лаку, електродів, а також при *грануляції та брикетуванні вугілля*.

ПЕК ДЕРЕВНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *пек древесный*; а. *wood pitch*; н. *Holz[teer]pech* п – залишок від перегонки деревної *смоли*. У залежності від способу перегонки і глибини відбору смоляних масел являє собою твердий або високов'язкий рідкий продукт чорного кольору. Складна суміш органічних сполук. Основний компонент – високомолекулярні фенолокіслоти (55-85%). За своїми хімічними даними – аналог феноло-формальдегідних смол. Не розчиняється у воді, але розчиняється у багатьох органічних розчинниках; у розчинах *лузів* утворює *емульсії*. Компонент *пластифікаторів бурових розчинів*.

ПЕК ДЕРЕВНИЙ ОМИЛЕНИЙ, -у, -ого, -ого, ч. * р. *пек древесный омыленный*; а. *saponified wood pitch*; н. *geseiftes Holz[teer]pech* п – продукт, що одержується омиленням деревного пеку *лугом*; виготовляється у вигляді пастоподібного продукту і використовується як *пластифікатор* за нормальних температур. Постачається в паперових пакетах чи мішках; зберігається в накритому приміщенні; гарантійний термін зберігання 4 міс.; під час приготування розчину сильно піниться.

ПЕК КАМ'ЯНОВУГІЛЬНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *пек каменноугольный*, а. *coal-tar pitch*; н. *Steinkohlenpech* п – тверда крихка речовина, залишковий продукт перегонки кам'яновугільної *смоли* (*коксування, напівкоксування і ін.*) при т-рі 360–380 °С. При звичайному режимі *коксування* вихід кам.-вуг. *смоли* становить 2,8-4%; вихід П.к. із зневодненої кам.-вуг. *смоли* – 55-60%. П.к. являє собою складну гетерогенну систему висококонденсованих карбо- і гетероциклічних сполук і продуктів їх ущільнення, що розрізняються мірою ароматичності, т-рами розм'якшення, властивостями, складом, молек. структурою і відношенням до розчинників. Найбільш важливі для технол. цілей властивості П.к.: *густина, в'язкість, поверхневий натяг, змочуваність, термостабільність, здатність утворювати коксовий залишок*. За елементарним складом середньотемпературні П.к. містять: ~ 92-93% С, ~4-5% Н, 1,6-1,9% N і 0,2-0,7% S. Груповий хімічний склад П.к. (%): карбени, корбоїди – 28-31; асфальтени – 3-6; смоли – 28-35; парафіно-нафтоєні вуглеводні – 1,5-2,5; легкі і середні ароматичні вуглеводні – 21-24; важкі ароматичні вуглеводні – 8-11; неорганічні сполуки – 0,2-0,3. П.к. застосовуються як зв'язуючі вуглеграфітних конструкційних матеріалів, при отриманні анодної маси для електролізерів у виробн. *алюмінію*, для *брикетування кам'яного вугілля*, отримання малодимного і бездимного *палива*, виробів електротехнічної промисловості і ін. *В.І.Саранчук*.

ПЕНЕТРАЦІЯ, -ії, ж. * р. *пенетрация*; а. *penetration*; н. *Penetration* f – показник, який виражається глибиною проникнення тіла стандартної форми (каліброваної голки) в напіврідкі і напівтверді матеріали за певного режиму, що зумовлює здатність тіла проникати в матеріал, а матеріалу – виявляти опір цьому прониканню. П. побічно характеризує ступінь *твердості*, напр., *бітуміс*; її визначають за допомогою *пенетрометра*; за одиницю *пенетрації* прийнята глибина занурення голки на 0,1 мм.

ПЕНТАНИ, -ів, мн. * р. *пентаны*, а. *pentanes, amyl hydrides, ethylmethyl ethanes*, н. *Pentane* п pl – насичені ациклічні *вуглеводні* C₅H₁₂. Безбарвні *рідини*. Складова частина *нафт*, сланцевих *смол* тощо. Органічні розчинники.

ПЕПТИЗАЦІЯ, -ії, ж. * р. *пептизация*, а. *peptization*, н. *Peptisierung* f – розщеплення (розпад) *арґеґатів* частинок (грудок, пластівців, згустків) у колоїдних *осадах (зелях)* на первинні частинки. Процес зворотний *коагуляції*. Має місце при збільшенні температури, видаленні *коагулянтів*, введенні в *дисперсійне середовище* деяких *електролітів* або *поверхнево-активних речовин* – *пептизаторів*. П. відбувається при збільшенні заряду частинок і (або) ліофілізації (гідрофілізації) їх поверхні.

Наочне виявлення П. – “колоїдне розчинення” *коагулянту (коагелю)*, що випав у *осад*, об'ємне розрідження високодисперсної структурованої *суспензії*. П. можлива тільки при коагуляційних контактах між частинками, тобто при об'єднанні їх в *арґеґати* або просторову структурну сітку силами міжмолекулярних взаємодій через тонкий прошарок *дисперсійного середовища*. В результаті П. можлива повна руйнація просторової сітки й переходу *гелю* в *золь*. Явище П. використовується при *флотації* для *пептизації шламів* тощо. П. використовують у різних технологічних процесах для одержання рідких *дисперсних систем з паст та порошків*. П. – часто небажаний процес, напр., при взаємодії *бурового розчину з глинистими породами*, що складають стінки стовбура *бурової свердловини*, при очищенні води *коагулянтами*. П. відіграє важливу роль у природних процесах: *генезисі* осадових порід, зміні складу та структури *ґрунтів*, перерозподілі в *земній корі* речовин біогенного й абіогенного походження. *В.С.Білецький, В.С.Бойко, П.В.Сергеев*.

ПЕРЕВІДНИК, -а, ч. * р. *переводник*, а. *joint, sub*; н. *Umsteller* т – *пристрій*, за допомогою якого що-небудь переміщують у нове положення, змінюють напрям руху потоків, приладів, знарядь тощо.

ПЕРЕГОНКА, -и, ж. * р. *перегонка*; а. *refining, distillation*; н. *Destillation* f – процес розкладання (розділення) твердих (рідинних) *речовин* (суміші летких *рідин*) на складові частини (компоненти)

шляхом нагрівання (випаровування з наступною конденсацією) без доступу повітря. Стосовно до рідин син. – дистиляція. Процес дистиляції оснований на різній здатності речовин переходити в пароподібний стан у залежності від температури і тиску.

ПЕРЕГОНКА НАФТИ ПЕРВИННА, -и, -..., -ої, ж. * р. *первичная перегонка нефти*; а. *primary oil [petroleum] refining*; н. *primäre Erdöldestillation* f – розділення нафти на фракції за температурою кипіння при первинній переробці нафти для наступної переробки або використання як товарної продукції. Здійснюється на атмосферних трубчастих і атмосферно-вакуумних трубчастих устаткуваннях, які часто комплектуються з устаткуванням знесолення нафти і вторинної перегонки бензину.

Продукцією П.н.п. є: 1) вуглеводневий газ, який виводиться з установок у газоподібному і рідкому (“головка стабілізації”) вигляді, скеровується для подальшої переробки на газофракціонуючих установках і використовується як паливо нафтозаводських печей; 2) бензинова фракція, яка википає в межах 50–180°C, використовується як компонент товарної автобензини, сировина устаткувань каталітичного риформінгу і піролізу, піддається вторинній перегонці для отримання вузьких фракцій; 3) газова фракція, яка википає в межах 120–315°C, використовується як паливо для реактивних і тракторних карбюраторних двигунів, для освітлювання, як сировина установок гідроочищення; 4) дизельна фракція (атмосферний газойль), яка википає в межах 180–360°C, використовується як паливо для дизельних двигунів і сировина установок гідроочищення; 5) мазут – залишок атмосферної перегонки, який википає вище 350°C, використовується як котельне паливо або сировина для установок гідроочищення і термічного крекінгу; 6) вакуумні дистилати (вакуумні газойлі), які википають у межах 350 – 500°C, використовуються як сировина каталітичного крекінгу і гідрокрекінгу (на нафтопереробних заводах з оливною схемою переробки отримують декілька (2–3) вакуумних дистилатів); 7) гудрон – залишок атмосферно-вакуумної перегонки нафти, який википає при температурі вище 500°C, використовується як сировина установок термічного крекінгу, коксування, виробництва бітуму і олів. В.С.Бойко.

ПЕРЕГОНКА НАФТОВИХ ФРАКЦІЙ ВТОРИННА, -и, -..., -ої, ж. * р. *перегонка нефтяных фракций вторичная*; а. *secondary oil (petroleum) fractions refining*; н. *sekundäre Erdölfraktionsdestillation* f – процес температурного розділення фракцій, отриманих при перегонці нафти первинної, на вузькі фракції (погони), кожна із яких використовується за своїм призначенням. На нафтопереробних заводах вторинній перегонці піддаються широка бензинова і дизельна фракція (на установках адсорбційного вилучення парафінів), оливні фракції і т.д. При вторинній перегонці бензину продукцією є: 1) фракція 50–62°C – використовується як компонент автомобільного бензину, сировина для ізомеризації; 2) фракція 62–85°C – сировина для каталітичного риформінгу, на основі якої виробляють бензол; 3) фракція 85–105°C – сировина установок каталітичного риформінгу, на основі якої виробляють толуол; 4) фракція 105–140°C – сировина для каталітичного риформінгу, на основі якої виробляють ксилоли; 5) фракція 140–180°C – компонент товарного автобензину і гасу, сировина установок каталітичного риформінгу і гідроочищення гасу. В.С.Бойко.

ПЕРЕМІШУВАЧ, -а, ч. * р. *перемешиватель*, а. *agitator, mixer*; н. *Mischmaschine* f, *Mischer* m, *Rührer* m – машина для перемішування пульпи і підтримування твердих частинок в завислому стані. Широко застосовується при збагаченні корисних копалин, гідравлічному транспортуванні вугілля та руди, приготуванні суспензій тощо. За принципом дії розрізняють П. механічні, пневматичні, струминні (гідродинамічні), електромагнітно-механічні. В.С.Білецький.

ПЕРЕПАД ТИСКУ, -у, -..., ч. * р. *перепад давления*; а. *pressure drop*; н. *Druckgefälle* n, *Druckabfall* m – різниця тисків у двох різних перерізах потоку.

ПЕРЕРОБКА НАФТИ, -и, -и, ж. * р. *переработка нефти*; а. *oil [petroleum] refining*; н. *Erdölverarbeitung* f – складний багатоступеневий технологічний процес, в результаті якого отримують широкий асортимент товарних продуктів, що відрізняються структурою, фізико-хімічними властивостями, складом і сферами використання. Розрізняють первинну і вторинну переробку нафти (Див. *переробка нафти первинна*, *переробка нафти вторинна*). На нафтопереробних підприємствах установи первинної, вторинної переробки і гідроочистки звичайно з'єднані в єдину технологічну схему.

Література: Шпак О.Г. Нафта і нафтопродукти. К.: Ясон-К. – 2000. – 370 с.

ПЕРЕРОБКА НАФТИ ВТОРИННА, -и, -и, -ої, ж. * р. *переработка нефти вторичная*; а. *second oil [petroleum] refining*; н. *sekundäre Erdölverarbeitung* f, *Zweiterdölverarbeitung* f – сукупність процесів деструктивної переробки нафти і очищення нафтопродуктів. При цьому відбувається розщеплення великих молекул на дрібніші, які входять до складу легких палив. При вторинній переробці нафти застосовують термічний і каталітичний крекінг, каталітичний риформінг, гідрокрекінг, гідроочистку, вісбрекінг, ізомеризацію і т.д. Див. також: *перегонка нафтових фракцій вторинна*.

Н.Бор (N.Bohr) на основі теорії електронної структури *атома*. Надалі періодичний закон був інтерпретований також з позицій квантової теорії.

Сучасне формулювання періодичного закону звучить так: властивості елементів перебувають у періодичній залежності від заряду їхніх атомних ядер.

Заряд ядра Z дорівнює атомному (порядковому) номеру елемента в системі. *Елементи*, розташовані за зростанням *Z* (H, He, Be...), утворюють 7 періодів. Період – сукупність елементів, що починається лужним металом та закінчується благородним газом (особливий випадок – перший період, що складається з двох газоподібних елементів – H та He).

У 2-у і 3-у періодах – по 8 елементів, у 4-у і 5-у – по 18, у 6-у 32. Вертикальні стовпці – групи елементів з подібними хімічними властивостями. Всередині груп властивості елементів також змінюються закономірно (напр., у лужних *металів* від Li до Fg зростає хімічна активність).

Елементи Z = 58-71 та Z = 90-103, особливо схожі за властивостями, утворюють два сімейства – *лантаніодів та актиноідів*.

Періодичність властивостей елементів зумовлена періодичним повторенням конфігурації зовнішніх електронних оболонок *атомів*. Т.Г.Шендрик, В.С.Білецький.

ПЕТРОГЕНЕТИЧНА (ГЕНЕТИЧНА) КЛАСИФІКАЦІЯ ВУГІЛЛЯ ВИКОПНОГО, -ої (-ої), -ії, -..., ж. * р. *петрографическая классификация угля ископаемого*; а. *petrogenetic (genetic) classification of fossil coal*; н. *petrogenetische (genetische) Klassifikation f der Mineralkohle* – класифікація генетичних типів *вугілля викопного*, за якою, як правило, виділяють дві найбільші групи *вугілля*: *гумоліти* і *сапропеліти*. П.к.в.в. базується на групуванні *мацералів* за природними особливостями рослинного матеріалу та умовами його відкладення (*синеєзу*). Найбільш крупні одиниці класифікації *вугілля викопного* – *гумоліти* (гумусове вугілля) та *сапропеліти* були виділені Г.Потоньє (1906). Вони відповідно походять від *торфів* та *сапропелей*. *Гумоліти* складаються із залишків рослинного матеріалу вищих рослин і за зовнішнім виглядом та мікроструктурою поділяються на шаруваті та смугасті. *Сапропеліти* мають однорідну структуру з участю залишків нижчих рослин (*альгініту*), розподіл *мацералів* рівномірний. За співвідношенням *альгініту* та ін. *мацералів сапропеліти* поділяють на *кеннелі*, *богхеда* та перехідні форми – *богхед-кеннелі* і *кеннель-богхеда*. За розташуванням *альгініту богхеда* поділяють на *телоальгітові* та *колоальгітові*. Гумусове *вугілля* розділяють на типи. Існує два напрямки класифікації гумусового *вугілля*: речовинно-петрографічна та фаціально-генетична.

I. Речовинно-петрографічна класифікація базується на розділенні *вугілля* за однією ознакою – речовинним складом, який оцінюють часткою участі у вугільній речовині *мацералів* груп *вітриніту*, *інертніту* та *ліптиніту*. Тут існує декілька детальних класифікацій. 1. За вмістом *вітриніту* (у % від суми *мацералів*) виділяють типи: ультракларенові (*вітриніту* понад 95%), кларенові (80-95%), дюрено-кларенові (65-80%), кларено-дюренові (40-65%), дюренові (20-40%), ультрадюренові (менше 20%). За співвідношенням *мацералів ліптиніту* та *інертніту* типи характеризуються як ліптинітові, ліптиніто-інертнітові та інертнітові. Ультрадюреновий тип *вугілля*, якщо він утворює самостійне *родовище*, відносять до *ліптобіолітів*. Останні являють собою скупчення залишків ліпідних компонентів екзин спор або кутикул, суберину, *смол*. 2. Система Тіссена – Гірничого бюро США (метод шліфів) виділяє типи блискучого, напівматового або матового *вугілля*. Ці типи визначають за часткою непрозорих інертнітових смуг – у блискучому *вугіллі* площа цих смуг складає менше 20%, у напівматових – 20-30%, у матових – понад 30%. 3. За системою Стопс-Геерлен *вугілля* за складом та співвідношенням *мацералів* об'єднують у три групи і класифікують на *літотипи* та 8 *мікролітотипів*. 4. Класифікація С.-Петербурзької школи вуглепетрографів (І.Е.Вальц, І.Б.Волкова, А.І.Гінзбург, та ін., 1968) передбачає поділ *вугілля* за вуглеутворюючою роллю одного або двох *мацералів* на 25 типів, 8 підкласів і 4 класи – гелітоліти, фіузеноліти, ліпоїдоліти та мікстогумоліти. Типи можуть бути доповнені характеристикою за ступенем збереженості структури (підтипи) та вихідного рослинного матеріалу (різновиди).

II. Фаціально-генетична класифікація передбачає виділення типів *вугілля* за: 1. Вихідним рослинним матеріалом, який ідентифікують за особливостями *фітералів*, спорово-пилковим складом. 2. Ступенем розкладу і збереженню структури тканин (ряд гумотелініт-гумоколініт чи телініт-колініт за Л.І.Боголюбовим та ін., 1962, або ряд гумініт-телініт, гумініт-колініт та ін.). 3. За розмірами уламків – на фрагментарні або детритові. Характеристики 2 і 3 разом з вихідним рослинним матеріалом можуть мати першорядне значення у віднесенні *вугілля* до певних типів. Речовинно-петрографічний *склад* є другою ознакою типу *вугілля*. Типи *вугілля* за цією класифікацією утворюють *пласти* аналогічно з *торфовими покладами* (типу “низинний” і “верховий”). В середньому *карбоні* виділяють лепідофітовий, калалітовий типи *вугілля* у нижній частині *пласта*, верхній *шар* – коздаїтовий, птеридоспермовий і змішаний з лепідофітовим.

У всіх пластах *Львівсько-Волинського вугільного басейну* виділяють два *шари* – нижній з тонким *споринітом* (тенюіспоринітом), верхній – з товстим (крассіспоринітом) (Г.П.Маценко, 1978, 1984).

Вугілля Дніпровського басейну належить до одного типу – детринітового зі змішаним складом,

переважно деревних рослин типового фітоценозу еоцену. В структурі *пласта* виділяється світлий *шар* (літодетринітові) і темний (гумітодетринітові або змішані мікстодетринітові (А.П.Агулов, 1960). Г.П.Маценко, В.І.Саранчук.

Література: 1. Международный толковый словарь по петрологии углей. – Москва: Наука. – 1965. – С. 266; 2. Петрографические типы углей СССР. – Москва: Недра. – 1975. – С. 247; 3. Петрография углей СССР. – Ленинград: Недра. – 1982. – С. 191; 4. Миронов К.В. Справочник геолога-угольщика. – Москва: Недра. – 1991. – 363 с.

ПЕТРОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. * р. *петрографический анализ*, * р. *petrological (petrographic) analysis*, н. *petrographische Analyse* f – вивчення складу та структури гірських порід, вугілля викопного за допомогою макро- та мікроскопічних методів дослідження.

ПЕТРОГРАФІЯ, -ії, ж. * р. *петрография*, а. *petrography*, н. *Petrographie* f – геологічна наука про гірські породи, їх мінералогічний та хімічний склад, будову, походження, умови залягання та закономірності поширення і зміни. В широкому розумінні – те ж саме, що й *петрологія*. Визначає класифікацію і номенклатуру гірських порід. Виділяють такі підрозділи *петрографії*: *петрохімія*, *петротектоніка*, фізико-хімічна петрографія, експериментальна петрографія, технічна і космічна петрографія. Сформувалася в другій половині XIX ст. В Україні дослідження з *петрографії* проводять в *Інституті геохімії і фізики мінералів Національної Академії Наук*, університетах та ін. В.І.Саранчук.

ПЕТРОГРАФІЯ ВУГІЛЛЯ, -ії, -..., ж. * р. *петрография угля*, а. *petrography of coal*, н. *Kohlenpetrographie* f – наука про макро- та мікроінгредієнти вугілля: *літотипи*, *мікролітотипи*, *мацерали*, мінеральні включення і *типи вугілля*. П.в. описує і класифікує складові елементи вугілля, вивчає їх властивості, *генезис*, закономірності розповсюдження в *пластах* та вугленосних *відкладах*. П.в. вивчає зміну властивостей елементів вугілля в залежності від ступеня *вуглефікації*, при регіональному, контактному *метаморфізмі* та *вивітрюванні*. П.в. пов'язана з суміжними науками: геологічними (*тектонікою*, *літологією*, *палеоботанікою* та ін.), хімічними (*біохімією*, *орг. хімією* та ін.), а також *фізикою*, *гірничою справою*, *збагаченням корисних копалин*. Термін П.в. адекватний терміну *петрологія вугілля*. В.І.Саранчук.

ПЕТРОЛОГІЯ, -ії, ж. * р. *петрология*, а. *petrology*, н. *Petrologie* f – наука про гірські породи, їх мінералогічний і хімічний склад, структуру і текстуру, умови залягання, закономірності поширення, походження і зміни в земній *мантії*, корі і на поверхні Землі. П. тісно пов'язана з *мінералогією*, *геохімією*, *космохімією*, *вулканологією*, *планетологією*, *тектонікою*, *стратиграфією* і вченням про к.к. Розрізняють П. магматичну, метаморфічну і осадових г.п. (або *літологію*). За характером властивостей г.п., що вивчаються, і методами, що застосовуються, виділяють наступні розділи П.: *петрохімія*, *петрофізика*, *петротектоніка*, фіз.-хімічна і експериментальна П., технічна П., космічна П. *Петрологія* – аналог терміна *петрографія*. В.І.Саранчук.

ПЕТРОЛОГІЯ ВУГІЛЛЯ, -ії, -..., ж. * р. *петрология угля*, а. *coal petrology*, н. *Kohlenpetrologie* f – Див. *петрографія вугілля*.

ПИЛ ВИБУХОВИЙ, -у, -ого, ч. * р. *пыль взрывчатая*; а. *explosive dust*; н. *Explosionsstaub* m – пил, здатний у суміші з повітрям загоратися при тепловому і ударно-хвильовому діяннях. До П.в. належать вугільний, алюмінієвий, магнієвий, ацетатцелюлозний, борошняний, цукровий, сірчаний та ін. пил. Див. *пил виробничий*.

ПИЛ ВИРОБНИЧИЙ, -у, -ого, ч. * р. *пыль производственная*, а. *process dust, occupational dust*, н. *Betriebsstaub* m – дисперсна система, яка складається з частинок твердих речовин різноманітної форми, розміру і фіз.-хімічних властивостей, що утворюються внаслідок виробничої діяльності.

За розмірами частинки П.в. поділяються на грубі (10-100 мкм); мікроскопічні (0,25-10 мкм) і субмікроскопічні (менше 0,25 мкм). Дисперсні системи з частинками твердих речовин розміром менше 0,1 мкм називають димами. П.в. утворюється внаслідок *дроблення* порід, *вугілля*, розпилення пилоподібного *палива* і його згоряння, при переробці к.к., транспортуванні і пересипанні матеріалів тощо. П.в. руйнує обладнання, знижує якість продукції, викликає проф. захворювання, погіршує санітарно-гігієнічні умови праці, утворює вибухонебезпечне і пожежонебезпечне середовище. Відповідними держстандартами встановлені певні ГДК *пилу* на робочих місцях.

Напр., для *магнезиту* – 10 мг/м³, *вапняку* 6 мг/м³; *азбесту*, *азбоцементу* – 6 мг/м³; *тальку*, *слюди*, *флагоніту*, *мусковіту* – 4 мг/м³; *цементу*, *олівіну*, *апатиту*, *фосфориту* – 6 мг/м³. Багато видів *пилу* – вугільний, алюмінієвий, магнієвий, ацетатцелюлозний, борошняний, цукровий, сірчаний та ін. при відповідних *концентраціях* і при наявності джерела тепла займаються і вибухають. Ефективні способи боротьби з П.в.: *вентиляція*, очищення повітря від *пилу* фільтрами, зв'язування *пилу* і змив його, зволоження *гірничого масиву*, промивання *шпурів* і *свердловин* при їх *бурінні*, осадження *пилу* з повітря шляхом зрошування, герметизація обладнання тощо. Син. – пил промисловий. Див. також *вибуховий пил*. В.С.Білецький.

ПИТОМА ВАГА, -ої, -и, ж. * р. *удельный вес*, а. *specific gravity (weight)*; н. *spezifisches Gewicht* n – величина, що чисельно дорівнює вазі тіла в одиниці об'єму. У Міжнародній системі одиниць *питому вагу* вимірюють у Н/м³.

П.в. гірських порід залежить від П.в. породотвірних, акцесорних та рудних мінералів та їх відсоткового співвідношення. Для г.п. П.в., як правило, знаходиться в межах 2,0–3,5, а при збагаченні їх рудними мінералами – до 5. П.в. мінералів знаходиться в межах 0,9–23, головних породотвірних мінералів – 2–3,4. Непостійність хімічного складу ряду мінералів спричиняє коливання їх П.в. на $\pm 5\%$ (іноді – до 10%).

ПІДГОТОВКА ВИДОБУВНОЇ НАФТИ, -и, -ої, -..., ж. * р. *подготовка извлекаемой нефти*; а. *treatment of recovered oil, opening-up of recovered oil*, н. *Verarbeitung f des gewonnenen Erdöls* – процес отримання товарної продукції на нафтовому промислі, який включає технологічні процеси сепарації, стабілізації, зневоднення (деемальсації) і знесолення нафти, очищення стічної води від емульгованої нафти і механічних домішок (шламу), а також осушування (від водяної пари) і очищення (від сірководню і діоксиду вуглецю) нафтового газу. Див. підготовка газу до далекого транспортування. В.С.Бойко.

ПІДГОТОВКА ГАЗУ ДО ДАЛЕКОГО ТРАНСПОРТУВАННЯ, -и, -..., ж. * р. *подготовка газа к дальнему транспортированию*; а. *gas conditioning for long-distance transport*; н. *Erdgasaufbereitung f zum Ferntransport* – обробка видобувного природного газу з метою видалення компонентів, що утруднюють транспортування його по газопроводу. Наявність у газі води, рідких вуглеводнів, агресивних і механічних домішок знижує пропускну здатність газопроводів, підвищує витрату інгібіторів, підсилює корозію обладнання, призводить до необхідності збільшення потужності газокompресорних станцій, знижує надійність роботи технологічних систем, збільшує ймовірність аварійних ситуацій на газокompресорних станціях і лінійній частині газопроводів. В.С.Бойко.

ПІДГОТОВКА НАФТИ ДО ТРАНСПОРТУВАННЯ, -и, -..., ж. * р. *подготовка нефти к транспортированию*; а. *oil conditioning for transport*; н. *Erdölaufbereitung f zum Transport* – обробка нафти з метою видалення компонентів (вода, мінеральні солі, механічні домішки, легкі вуглеводневі гази), що утруднюють її транспортування і наступну переробку. Наявність води в нафті призводить до подорожчання транспортування у зв'язку із збільшенням її об'ємів і підвищеною в'язкістю суміші нафти і води порівняно з чистою нафтою. Присутність мінеральних солей у вигляді кристалів у нафті і розчинених у воді викликає підсилену корозію металу обладнання та трубопроводів; механічних домішок – абразивне зношування нафтоперекачувального обладнання та трубопроводів і погіршення якості одержуваних нафтопродуктів. Крім того, домішки порушують технологічний режим переробки нафти. Через недостатню герметизацію систем збирання, транспортування і зберігання легкі вуглеводні (від етану до пентану) можуть втрачатися внаслідок випаровування. Названі причини зумовлюють необхідність П.н., яка включає зневоднення, знесолення та стабілізацію нафти. Якість П.н. регламентується стандартом. П.н. здійснюється на комплексних установках зневоднення, знесолення та стабілізації нафти, які об'єднані в єдину технологічну систему збирання та підготовки нафти і попутного газу на нафтовому промислі. В.С.Бойко.

ПІДЗЕМНА ГАЗИФІКАЦІЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН, -ої, -її, -..., ж. * р. *подземная газификация полезных ископаемых*; а. *in-situ gasification of mineral resources, underground gasification of mineral resources*; н. *Untertagevergasung f der nutzbaren Mineralien* – спосіб розробки родовищ корисних копалин (вугілля, сланців, сірки і ін. копалин, що містять горючі компоненти), оснований на фіз.-хім. перетворення корисних копалин у газоподібні і рідкі продукти за допомогою повітря, водяної пари, кистю або їх сумішей при високій т-рі. П.г.к.к. – складний комплексний процес, що включає прогрівання покладу, видалення вологи і легко летких компонентів, переведення в рідку фазу легкоплавких компонентів, процеси гетерогенного і гомогенного горіння, фільтрації газів, взаємодії компонентів газової фази, механіч. розтріскування і обвалення порід внаслідок температурного впливу, конденсацію летких речовин і ін. Найважливіша ознака всіх способів П.г.к.к. – їх автотермічність, що дозволяє підтримувати процес без підведення тепла ззовні, за рахунок екзотермічних реакцій частини горючих компонентів покладу з киснем дуття. Осн. продуктом П.г. вугілля є горючий газ; сланців і бітумів – горючий газ, рідке паливо, смоли, масла, феноли і ін. продукти; сірки – сірчистий ангідрид, рідка і пароподібна сірка. За способом розкриття і підготовки покладу до П.г.к.к. розрізняють шахтні, свердловинні і комбіновані схеми.

Найбільш поширена газифікація вугілля підземна. Українськими вченими (НГАУ, м. Дніпропетровськ) на базі свердловинної підземної газифікації вугільних пластів, вільнопоршневих агрегатів та систем акумулювання теплової енергії розроблена перспективна когенераційна система виробництва енергоносіїв (див. система виробництва енергоносіїв ко-генераційна). Перспективним вважається розвиток підземної газифікації сірки, зокрема в Україні. В ряді гірничих шкіль перспективними вважають роботи по розвитку і сучасній реалізації ідеї підземної газифікації вугілля.

Осн. переваги П.г.к.к. – низькі витрати на розкриття покладів, низькі енерговитрати внаслідок автотермічності процесів газифікації, збереження родючого шару ґрунту, екологічність. Недоліки: складність управління процесом горіння, можливість витоку газу через тріщини в покрівлі покладу, необхідність високої природної або штучної проникності покладу. Можливість реалізації

способів практично не залежить від глибини *залежання* к.к., тому актуальність їх розвитку зростає по мірі вичерпання запасів, доступних для традиційних методів. *О.В.Колоколов, В.І.Саранчук.*

ПІДЗЕМНЕ СХОВИЩЕ НАФТИ, ГАЗУ ЧИ ПРОДУКТІВ ЇХ ПЕРЕРОБКИ, -ого, -а, ..., с. * **р.** *подземное хранилище нефти, газа или продуктов их переработки; a. underground storage of oil, gas or products of their refining; н. Untertagespeicherung f von Erdöl, Erdgas oder ihren Verarbeitungsprodukten* – технологічний комплекс, створений у природній або штучній ємкості *надр* накопичувач *нафти* чи *газу* і технологічно поєднані з ним споруди, які служать для періодичного наповнення, зберігання і відбирання *нафти*, *газу* чи продуктів їх переробки для постачання споживачам. Підземне сховище газу (ПСГ) створюється у водоносних або виснажених газових покладах куполоподібної форми і призначене для регулювання нерівномірного споживання газу в літній і зимовий періоди (влітку газ запамповується у сховище, а зимою – відбирається).

Підземні сховища *нафти*, *газу* та продуктів їх переробки, створені в природних ємкостях, є об'єктами права державної власності.

Спорудження та експлуатація підземних сховищ *нафти*, *газу* та продуктів їх переробки здійснюються на підставі спеціальних дозволів на будівництво та експлуатацію підземних сховищ, виданих спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади в галузі *геології* та використання *надр*, технологічних схем і проектів та проектів їх облаштування. Проектно-кошторисна документація (проекти, робочі проекти, робоча документація) на спорудження і реконструкцію підземних сховищ підлягає у встановленому порядку комплексній державній експертизі.

Введення підземних сховищ у дослідно-промислово експлуатацію здійснюється на підставі заяви користувача нафтогазоносними *надрами* за рішенням спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади, до відання якого віднесені питання державного регулювання нафтогазової галузі, і погодженим зі спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, до відання якого віднесені питання нагляду за охороною праці, та іншими органами. Див. також *газове сховище, газосховище. В.С.Бойко.*

ПІДРЕШІТНА ВОДА, -ої, -и, ж. * **р.** *подрешетная вода, a. underscreen water, н. Unterwasser n* – у *збагаченні корисних копалин* – *вода*, що подається під *решето відсаджувальної машини* у певній кількості. Знижує всмоктування дрібних частинок робочої *постелі* під решето при низхідному русі, а також збалансовує рівень води у повітряному чи поршневому відділенні *відсаджувальної машини*. П.в. важливий фактор технологічного регулювання процесу *відсадки*. В окремих випадках вживають терміни “підпаратна вода” або “підпірна вода”. *О.А.Золотко.*

ПІДРЕШІТНИЙ ПРОДУКТ, -ого, -у, ч. * **р.** *подрешетный продукт, a. underflow, undersize, н. Siebdurchgang m, Siebdurchlauf m, Siebunterlauf m, Unterkorn n* – частина матеріалу, яка пройшла через просіюючу поверхню *арохота*.

ПІДСІВ, -у, ч. * **р.** *подсее, a. control sifting, н. Kontrollsiebung f, Kontrollsieben n* – контрольний розсів сортового *вугілля (антрациму)*, який здійснюється для виділення засмічуючих частинок, менших за нижню межу *крупності* даного *сорту*.

ПІКНОМЕТР, -а, ч. * **р.** *пикнометр; a. pycnometer, densimeter, specific gravity bottle, н. Pycnometer n, Dichtemesser m* – скляна посудина невеликої ємності (кілька см³) для визначення *густини* рідких або твердих тіл.

ПІНА, -и, ж. * **р.** *пена, a. foam, н. Schaum m* – структурована *дисперсна система*, що складається з бульбашок *газу (пари)*, – дисперсна фаза, – які розділені тонкими плівками рідини, – *дисперсійне середовище*.

Піна широко застосовується при виготовленні пінопластів, та інших пористих конструкційних матеріалів (піноалюміній, піноскло, пінобетон тощо), для гасіння пожеж, у *бурінні*, для ізоляції поверхонь (напр., при ремонті *резервуарів* для *нафти* і *нафтопродуктів* їх внутрішні поверхні пропонується ізолювати тверднучою піною, а резервуар провітрювати, що усуває утворення пожежо- і вибухонебезпечної пароповітряної суміші всередині резервуара і уможлиблює вогневі роботи без його очистки пропарюванням і промиванням). *В.С.Білецький.*

ПІНА ВОГНЕГАСИЛЬНА, -и, -ої, ж. * **р.** *пена огнегасительная; a. fire (-fighting) foam, н. Feuerlöschschaum m* – газорідна суміш, яка використовується для гасіння пожеж легкозаймистих та горючих рідин, а також твердих речовин і матеріалів органічного походження. П.в. поділяється на повітряно-механічну і хімічну.

Найбільш перспективною і поширеною є повітряно-механічна, яка в залежності від піноздатності поділяється на низької, середньої і високої кратності.

Для гасіння пожежі шар П.в. наноситься на поверхню рідини, твердої речовини або матеріалу, що горить. Під впливом високих температур, що супроводжують процес *горіння*, частина П.в. руйнується. Виділена внаслідок цього вода у вигляді крапельок охолоджує поверхневий шар рідини або матеріалу. Залишена частина П.в. перешкоджає надходженню горючих парів і газів у зону *горіння* та ізолює горючу речовину від *кисню* повітря. Для гасіння пожежі необхідно, щоб П.в. покривала всю поверхню речовини, яка горить, і щоб кількість П.в., яка надходить у *осередок пожежі*, значно перевищувала швидкість її руйнування. *Б.І.Кошовський.*

ПІРАМІДАЛЬНИЙ ВІДСТІЙНИК, -ого, -а, ч. * **р.** *пирамидальный отстойник, a. pyramidal settling tank, pyramidal settler, н. Spitzkasten m* – апарат для згущення та *класифікації шламів* за способом

гравітаційного осадження. Являє собою поздовжній ряд залізобетонних емкостей пірамідальної форми з вивантажувальними *пристроями (затворами)* для *осаду* в нижній (звуженій) частині. Верхніми (більшими) основами піраміди з'єднуються в загальний короб для збору зливного продукту. П.в. використовуються на перших стадіях обробки *шламів* переважно на вуглезбагачувальних фабриках збудованих до 1970-х років. *О.А.Золотко*.

ПІРОБІТУМІНОЗНІ СЛАНЦІ, -их, -ів, *мн.* – те ж, що й *горючі сланці*.

ПІРОЛІЗ, -у, ч. * *р.* *пиролиз*, а. *pyrolysis*, н. *Pyrolyse* f – розщеплення складних органічних сполук на простіші при високій температурі. Характерні реакції при П. – розщеплення вуглець-вуглецевих зв'язків, *дегідрогенізація, полімеризація, ізомеризація, конденсація*. До П. належить *коксування, крекінг* тощо. Промислове значення має *піроліз* нафтової сировини, деревини, кам'яного та бурого *вугілля, торфу, сланцю*. Перші з-ди П. побудовані, в Україні у Києві в 70-х рр. XIX ст.

Мета П. нафт. сировини – отримання вуглеводневого газу з високим *вмістом* неграничних *вуглеводнів*; сировиною для П. є також газоподібні *вуглеводні* (етан, пропан, бутан і їх суміші). Продукти П. – г.ч. етилен, іноді – пропілен, бутилен і бутадієн. Побічні корисні продукти П. – *смоли*, що містять моно- і поліциклічні ацени (бензол, толуол, ксилоли, нафталін, антрацен і ін.).

П. твердих *палив (вугілля, торфу, сланцю, деревини)* – *коксування, карбонізація, дегазація*, – здійснюється при високих – до 900–1050 °С, середніх до 700 °С і низьких температурах – до 500–550 °С. Інша назва П. – *пірогенізація* (заст.). *В.І.Саранчук*.

ПІРОЛІЗ ТВЕРДИХ ГОРЮЧИХ КОПАЛИН, -у, -..., ч. * *р.* *пиролиз твердых горючих ископаемых*, а. *pyrolysis of hard combustible minerals*, н. *Pyrolyse f der harten fossilen Brennstoffe* – розкладання твердих горючих копалин (*вугілля, торфу, сланцю*) при нагріванні без доступу повітря. Внаслідок протікаючих при цьому термохімічних перетворень утворюються газо- і пароподібні, а також тверді продукти. У залежності від кінцевої т-ри нагрівання ТГК, в промисловості розрізняють чотири головних процеси *піролізу: напівкоксування* до 500–550 °С; середньотемпературне коксування, кінцева температура 700–750 °С; високотемпературне коксування до 900–1100 °С і графітізація 1300–3000 °С. Поведінка кам'яного і бурого *вугілля* при нагріванні принципово різна.

Буре вугілля при нагріванні не розм'якшується, при цьому відбувається виділення летких речовин, які частково розкладаються. У залишку утворюється монолітний напівкокс, що зазнав сильної усадки. При напівкоксуванні бурого вугілля розрізняють три температурні зони: 1) зона попереднього нагрівання до 100 °С; 2) зона сушки 100 – 125 °С; 3) зона напівкоксування 225 – 500 °С. Під час попереднього нагрівання вугілля розширюється, причому дуже швидке нагрівання може привести до розпушення шматків або навіть до руйнування структури напівкоксу. У процесі сушки виділяється вода при одночасній усадці вугілля. Вище за 225 °С відганяються продукти напівкоксування (смола, масло, вода і газ) і відбувається подальша усадка. Вище за 500 °С закінчується утворення напівкоксу.

Кам'яне вугілля середнього ступеня *вуглефікації* має зону розм'якшення при 350 – 450 °С. При нагріванні вугілля виділяють три температурних зони: 1) зона від початку нагрівання до початку розм'якшення вугілля при 350 °С; 2) пластична зона від 350 до 450 °С; 3) зона утворення *коксу* – вище 450 °С. При переході вугілля в пластичний стан посилюється орієнтація ароматичних шарів. Внаслідок відщеплення бічних ланцюгів в ароматичних сполуках відбувається упорядкування паралельних площинних шарів з вирівнюванням відстаней між ними. Цей процес, званий *передграфітізацією*, протікає неповно внаслідок повторного зміцнення вугільної речовини і обмеження можливості інтенсивного руху *молекул*. Чим ширша область розм'якшення вугілля, тим інтенсивніше протікає *передграфітізація*. *Предграфітізація* жирного вугілля, що має найбільший розм'якшення, протікає інтенсивніше, ніж у кам'яного вугілля з більш низьким і високим виходом *летких речовин*. Нижчий ступінь *передграфітізації* обумовлює знижену міцність *коксу*. Внаслідок пластичності вугільної речовини в залежності від умов коксування утворюється пористий, склоподібний, пінистий або спечений кокс. Пари і гази термічної деструкції вугілля сприяють протіканню процесів спікання, активізуючи міграцію рідких нелетких продуктів всередині вугільної маси, що нагрівається, і утворення просторово-безперервної пластичної системи. Основну роль в процесах спікання відіграють рідкі нелеткі продукти, що не видаляються з пластичної системи у вигляді пари і газів. Процес спікання вугілля закінчується при 500 – 550 °С утворенням суцільного тіла напівкоксу. При подальшому нагріві до 1000 °С протікають в основному поліконденсаційні процеси з відщепленням низькомолекулярних продуктів H₂, H₂O, CH₄, CO і упорядкування структури твердого залишку, що приводить до утворення високотемпературного *коксу*. Велике значення для коксування має втрата *шихтою* маси, що продовжується при перетворенні напівкоксу в кокс за рахунок газоутворення – до 25 – 30 % маси напівкоксу (майже 50 % об'єму загального виходу летючих речовин з початкового вугілля).

Виділяють такі стадії термічного розкладання ТНК:

а) сушка протікає при кімнатній т-рі, інтенсифікується по мірі підвищення т-ри нагрівання і практично закінчується при 105 – 110 °С;

б) 110 – 200 °С – виділення гігроскопічної і колоїдно-зв'язаної вологи, а також оклюдованих газів, початок термічної деструкції *торфу* і бурого вугілля;

в) 200 – (300 – 350) °С – термічна підготовка. Утворюються газоподібні продукти термічної деструкції (CO₂, CO, N₂), відбувається відщеплення термічно нестійких кисеньвмістких груп;

г) 300–500 °С – *напівкоксування*. Посилення термічної деструкції органічної маси вугілля з інтенсивним виділенням газів і парів, а також зі спікливого вугілля рідкої фази (продукти – напівкокс, первинний газ, *смола*);

д) 550–800 °С – середньотемпературне *коксування*. Посилення процесів деструкції з одночасною інтенсифікацією процесів *синтезу* (продукти – *кокс, газ, смола*);

е) 900–1100 °С – високотемпературне *коксування* з переважанням процесів синтезу (продукти – *кокс, газ, смола*). В.І.Саранчук.

ПІРОМЕТР, -а, ч. * р. *пирометр*, а. *pyrometer*, н. *Pyrometer* n, *Wärmemesser* m, *Hochtemperaturmesser* m – *прилад* для вимірювання *температури* непрозорих тіл за їх випроміненням в оптичному діапазоні спектра. Найпоширеніші оптичні П., де інтенсивність випромінення розжареного тіла порівнюється спостерігачем з яскравістю нитки пірометричної лампи-еталона. Застосовують у *металургії, хімії* тощо.

ПІРОМЕТРИЯ, -ії, ж. * р. *пирометрия*, а. *pyrometry*, н. *Pyrometrie* f – (від грецьк. *pyr* – вогонь і *...метр*) сукупність методів вимірювання високих температур (1000–3000 °С і більше) за допомогою *пірометрів*. При цьому безпосередній контакт з нагрітим тілом не потрібен, що є перевагою методу. Син. – пірометрія оптична.

ПІЧ, печі, ж. * р. *печь*, а. *set-up entry, face entry, crosscut, entry, cut-through, breakthrough*; н. *Uberhauen* n, *Ofen* m – 1) гірн. – *гірнична виробка*, яку проводять за підняттям *пласта*. Призначена для *привітрювання*, пересування людей, транспортування вантажів. Найчастіше з'єднує відкатний *штрек* з *прорубом*.

У залежності від призначення розрізняють П.: нарізні, вентиляційні, ходові, вуглеспускні, пульпоспускні, обхідні. Здебільшого П. проводять знизу вгору без підривання *бічних порід*; в *шахтах*, небезпечних за *газом*, іноді зверху вниз. *Піч*, проведена ну *корисних копалинах* між відкатним та вентиляційним *штреком* для підготовки *очисного вибою*, називають розрізною. 2) техн. – споруда для теплової обробки матеріалів у будь-якому технологічному процесі або при дослідженні матеріалу (напр. вологості, зольності тощо); домна, мартен.

ПЛАЗМА, -и, ж. * р. *плазма*, а. *plasma*, н. *Plasma* n – високоіонізований *газ*, в якому *концентрації* позитивних і негативних *йонів* практично однакові, а хаотичний рух частинок переважає над їх упорядкованим рухом навіть в електричному полі. На відміну від звичайного газу в П. має місце взаємодія між частинками, крім того, П. взаємодіє із зовнішніми полями. За рахунок кулонівської взаємодії між зарядженими частинками П. набуває властивостей пружного середовища. Плазмові ефекти спостерігаються у металах та напівпровідниках.

П. розглядають як четвертий *арегатний стан* речовини. Плазмові об'єкти у природі – зорі, планетарні туманності, верхні шари атмосфери – йоносфера, кульова блискавка. Штучно П. створюється у тліючому газовому розряді, газорозрядних лампах, мас-спектрометрах, термоядерному синтезі, при роботі йонних двигунів, генераторів і т.д. Зокрема, П. застосовують у термоелектронних і магнітоплазодинамічних (МПД) *генераторах* – перетворювачах тепла безпосередньо в електричну енергію (минаючи перетворення в механічну).

Параметри П. визначають г.ч. спектроскопічними методами. В.С.Білецький.

ПЛАЗМОТРОН, -а, ч. * р. *плазмотрон*, а. *plasmatron, plasma generator*, н. *Plasmatron* n, *Plasmabrenner* m – *пристрій* для одержання стаціонарного струменя *плазми* (температурою до 20 000 С°). Застосовують в електрозварюванні.

ПЛАЗМОХІМІЯ, -ії, ж. * р. *плазмохимия*, а. *plasmachemistry*, н. *Plasmachemie* f – *галузь хімії*, що вивчає низькотемпературну *плазму* та її використання. Постала у 60-х роках ХХ ст., коли в США, ФРН та СРСР були виконані і вивчені плазмохімічні процеси на прикладі *піролізу метану* та рідких *вуглеводнів* у струмені *плазми*.

Плазмохімічні процеси, які характеризуються високою продуктивністю, більш екологічно чистою *технологією*, можливістю реалізації цілеспрямованого *синтезу* матеріалів широко розповсюджуються в хімічній, металургійній та електронній промисловості.

На основі плазмохімічних процесів можна одержувати ацетилен, етилен, технічний водень (*піролізом* вуглеводневої сировини), відновлювати оксиди та хлориди металів і металоїдів, одержувати тугоплавкі матеріали і тонкодисперсні порошки. Нерівноважну *плазму* використовують для нанесення тонких плівок і модифікації поверхні матеріалів. Досліджується можливість застосування низькотемпературної *плазми* для переробки *срібла* з відходів фото- та кіносправи, *концентрату* срібних руд. У плазмохімічних процесах можна використовувати важкоперероблювану іншими методами сировину з непостійним складом, відходи різних галузей промисловості. В.С.Білецький.

ПЛАНІМЕТР, -а, ч. * р. *планиметр*, а. *planimeter*, н. *Planimeter* n, *Flächenmesser* m – прилад для наближеного визначення площі плоских фігур неправильної форми.

ПЛАН-ФІЛЬТР, -...-а, ч. * р. *план-фільтр*, а. *type filter*, н. *Planfilter* n – вакуум-фільтр для зневоднення грубодисперсних шламів, у якому робочим органом є горизонтально розміщений обертовий диск, який складається з окремих секторів, що покриті зверху фільтрувальною тканиною (сіткою) і мають під нею вакуумну камеру, сполучену з розподільним пристроєм для почергового з'єднання з системою вакууму та віддувки, подібно до принципу дії вакуум-фільтра дискового. Для видалення осаду передбачений обертовий шнек. П.-ф. може бути одно- або багатоярусним. Перевага – у швидкому осадженні крупної фракції на фільтруючій поверхні (додатково діє гравітаційна сила), що створює кращі умови для фільтрації більш дрібних класів крупності шламу. Поширення у промисловості не набув. О.А.Золотко.

ПЛАСТИФІКАТОРИ, -ів, мн. * р. *пластификаторы*, а. *plasticizers*, н. *Plastifizierungsmittel* n pl, *Plastifikatoren* m pl, *Weichmacher* m pl – речовини, які вводять до складу полімерних матеріалів, суспензій для надання їм пластичності, еластичності, зниження в'язкості. П. полегшують диспергування інгредієнтів, надають потрібних технологічних властивостей матеріалам, напр., бітумним зв'язуючим речовинам при брикетуванні вугілля, висококонцентрованим водовугільним суспензіям (ВВВС), цементним розчинам тощо.

Вибір П. у кожному випадку здійснюється практично індивідуально в залежності від фізико-хімічних властивостей твердої і рідкої фаз. Напр., для стабілізації ВВВС слід застосовувати ПАР, гідрофобна частина яких представлена вуглеводневими радикалами лінійної будови чи ароматичними сполуками з плоскими молекулами (похідні бензолу, нафталіну), а гідрофільна частина – групами NH₂, -ОН, -COOH, -SO₃H. Такі сполуки – алкіламіногумінові кислоти – доцільно одержувати з вугілля. Див. синтетичний поверхнево-активний додток (СПД). В.С.Білецький.

ПЛАСТИЧНИЙ, * р. *пластический*, а. *plastic*, н. *plastisch* – 1) Здатний набирати й зберігати надану форму (про матеріал). 2) Пластична деформація – деформація, що не зникає після зняття навантаження.

ПЛАСТИЧНІСТЬ, -ості, ж. * р. *пластичность*, а. *plasticity*, н. *Plastizität* f – 1) Властивість твердих тіл під впливом зовнішніх сил змінювати, не руйнуючись, свою форму й розміри і зберігати залишкову деформацію після усунення діючих навантажень. 2) Здатність при замішуванні з водою утворювати тісто, яке під впливом зовнішньої дії може набирати будь-якої необхідної форми без проявів тріщин та зберігати надану форму після припинення цієї дії, при сушінні та випалюванні.

ПЛАСТОМЕТРИЯ, -ії, ж. * р. *пластометрия*, а. *plastometry*, н. *Plastometrie* f – метод оцінки вугілля (*шихт*) як сировини для коксування. Осн. показники П. характеризують властивості вугілля в пластичному стані. Визначаються товщиною пластичного шару (у), пластометричною усадкою (х) та виглядом коксового королька.

ПНЕВМАТИЧНИЙ, * р. *пневматический*, а. *pneumatic*, н. *pneumatisch* – той, що діє за допомогою стиснутого повітря, використовує його; напр., пневматична машина – машина, що приводиться в дію стиснутим повітрям.

ПНЕВМАТИЧНИЙ СЕПАРАТОР, -а, -ого, ч. * р. *пневматический сепаратор*, а. *pneumatic separator*, н. *Windsichter* m, *Luftstrahlscheider* m, *Luftstromsichter* m – сепаратор для пневматичного збагачення корисних копалин (переважно вугілля) за густиною. Процес сепарації здійснюється на похилій перфорованій поверхні, що оснащена рифлями змінної висоти і зазнає мех. струшувань у поздовжньому напрямі. Повітряний потік надходить у сепаратор від вентиляторів або повітродувок через отвори сита. Сфера використання С.п. обмежується легкою та середньою збагачуваністю матеріалу та його вологою до 4-5%. Пневматичні сепаратори використовують для збагачення вугілля крупністю 6(13) – 50(75) мм.

Див. також пневматичне збагачення корисних копалин. В.О.Смирнов, О.А.Золотко, В.С.Білецький.

ПНЕВМАТИЧНИЙ ТРАНСПОРТ, -ого, -у, ч. * р. *пневматический транспорт*, а. *pneumatic transport*; н. *Druckluftförderung* f, *pneumatischer Transport* m – спосіб промислового транспортування сипких матеріалів або штучних вантажів по трубопроводу енергією газового потоку.

Сипучі матеріали пересуваються у вигляді окремих частинок або суцільною масою при швидкостях газу відповідно 15–35 і 1–10 м/с.

Сипучі матеріали, що переміщуються П.т., мають макс. крупність до 80–100 мм (вугілля, концентрати руд, гірничохімічна сировина, глинозем тощо). Вологість переміщуваного матеріалу до 6-10% для крупних класів і до 2-3% для дрібних.

П.т. матеріали здійснюється у аерованій щільній фазі і в поршневному режимі (для штучних вантажів). При турбулентному потоці з швидкостями, що в 2–5 разів перевищують швидкості витання частинок, П.т. характеризується великими відстанями транспортування (до 1500–2000 м) і продуктивністю до 300 т/год.

Розрізняють низькі (0,1–5,0 кг/кг), середні (5–10 кг/кг) і високі (10–400 кг/кг) значення вагових

концентрацій твердого в аеросуміші. У поршневому режимі переміщують тістоподібні матеріали і бетонні суміші (окремими пробками), штучні вантажі (пневмопшта), капсули, контейнери (на роликах або повітряній подушці). При цьому у трубопроводі матеріали переміщуються з швидкостями до 5–15 м/с за рахунок незначної різниці тиску повітря (до 104 Н/м²) перед поршнем і за ним. Переваги цього процесу – герметичність транспортних систем, простота, можливість повної автоматизації, хороші санітарно-гігієнічні умови та добре поєднання П.т. з іншими технологічними процесами (напр., сушкою, пневматичним збагаченням корисних копалин, подрібненням у струминних млинах і т.д.). Основними частинами установки П.т. є компресори, вентилятори, вакуумні насоси.

Пневмотранспортними установками транспортують сипкі нелипкі вантажі (пісок, щебінь, зерно, цемент та ін.). Продуктивність таких пристроїв досягає 500 т/год, довжина до 700 м. Траса може мати горизонтальні, вертикальні та похилі ділянки, можуть бути влаштовані заокруглення.

Переваги П.т.: можливість використання на трасі будь-якої конфігурації з розгалуженнями, високий ступінь автоматизації, значна швидкість виходу вантажу з труби, що зручно під час закладних робіт, здатність до самозавантаження матеріалу всмоктуванням.

Недоліки: інтенсивний знос складових елементів, значне подрібнення вантажу та пилоутворення, висока енергоємність транспортування та значний шум при використанні нагнітальних пристроїв. Ю.Г.Світлий, В.С.Білецький.

ПНЕВМОПРИВОД, -а, ч * р. пневмопривод; а. pneumatic actuator, pneumatic (fluid) drive; н. Druckluftantrieb m – привод, до складу якого входить пневматичний механізм з одним чи більше об'ємними пневмодвигунами, призначений для передавання, керування та розподілу енергії робочим газом під тиском.

ПОВЕРХНЕВА АКТИВНІСТЬ, -ої, -і, ж. * р. поверхностная активность; а. surface activity; н. Grenzflächenaktivität f, Oberflächenaktivität f – величина da/dc , яка характеризує здатність знижувати поверхневий натяг розчину σ із зміною концентрації поверхнево-активної речовини в розчині c . Одиниця вимірювання П.а. – гіббс, 1 гіббс = (ерг/см²)/ (моль/л).

ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА, -их, -ищ, мн. * р. поверхностные явления, а. surface phenomena, н. Oberflächenerscheinungen f pl – фізичні та хімічні явища на межі двох фаз, які обумовлені тим, що, на відміну від об'єму фази, поблизу поверхні розділу молекули оточені іншими молекулами нерівномірно і взаємодіють не тільки одна з одною, але й з молекулами суміжної фази.

До П.я. належать адгезія, адсорбція, капілярні явища, когезія, змочування, тертя та ін.

В результаті П.я. склад і структура рідкої фази у тонкому граничному прошарку безпосередньо біля твердого тіла відрізняються від об'ємних характеристик (на віддаленні від твердої поверхні).

П.я. пов'язані з поверхневим натягом і обумовлені викривленням рідинної поверхні розділу називають капілярними явищами (див. капілярність).

Регуляторами П.я. виступають поверхнево-активні речовини (ПАР), які впливають на поверхневу енергію та поверхневу активність.

Особливо велику роль відіграють ПАР у колоїдних системах. Термодинамічна нестійкість цих систем обумовлює явища коалесценції та коагуляції при зближенні частинок, якому перешкоджає т.зв. розклинвальний тиск. Ці уявлення покладені в основу теорії стійкості колоїдів ДЛФО (Дерягін – Ландау – Фервей – Овербек).

П.я. мають велике значення при флотації, масляній артефакції, брикетуванні, механохімічній активації, приготуванні бурових розчинів, висококонцентрованих водовугільних суспензій, а також у процесах, пов'язаних зі змочуванням і капілярними явищами, хімічному захисті від корозії, в металургії, при руйнуванні гірських порід, контактних взаємодіях, електричних і електрохімічних явищах на поверхні твердих тіл. В.С.Білецький, П.В.Сергеев.

ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНІ РЕЧОВИНИ (ПАР), -их, -ин, -..., мн. * р. поверхностно-активные вещества, а. surface-active agents, surfactants; н. grenzflächenaktive Stoffe m pl, oberflächenaktive Stoffe m pl, Tenside n pl – речовини, молекули або йони яких концентруються під дією молекулярних сил (адсорбуються) біля поверхні розділу фаз і знижують енергію поверхневу. В більш вузькому значенні ПАР здебільшого називають речовини, що знижують поверхневий натяг на межі поділу: рідина (вода) – повітря (пара), рідина (вода) – рідина (масло), рідина – тверда поверхня. Виділяють два великі класи ПАР.

До першого класу належать низькомолекулярні речовини дифільного характеру з несиметричними молекулами, тобто сполуки, що мають гідрофільну "голову" (одну або декілька полярних груп, наприклад, –ОН, –COOH, –SO₃H, –OSO₃H, –COOMe, –NH₂) і гідрофобний "хвіст" (як правило, аліфатичний ланцюг, який іноді включає ароматичну групу). Концентрація таких речовин в поверхневому шарі дозволяє їм розташуватися так, що всередину, у бік водної фази вони обернені гідрофільними фрагментами, а назовні – об'ємистими аліфатичними радикалами, які утворюють гідрофобний поверхневий шар. Взаємодії в цьому шарі мають суто Ван-дер-Ваальсову природу і

тому істотно слабкіші, ніж у разі поверхневого шару, утвореного молекулами води і пронизаного сіткою з водневих зв'язків. Отже, надмірна поверхнева енергія такого шару з гідрофобних радикалів буде значно нижча, ніж у разі поверхневого водного шару. Це означає, що такі йони концентруватимуться в поверхневому шарі.

До **другого класу** ПАР належать високомолекулярні речовини, в яких чергуються гідрофільні і гідрофобні групи, рівномірно розподілені по всій довжині полімерного ланцюга. Молекули речовин другого класу побудовані симетрично. Внаслідок цього їх поведінка на межі розділу не залежить від орієнтації молекул відносно поверхні рідини, в якій вони розчинені. По відношенню до поверхні води вони інактивні, не змочують поверхню води і не розчиняються в ній. Від них слід відрізнити високомолекулярні ПАР, побудовані з двох або трьох відрізків, кожний з яких складається з гідрофільних і гідрофобних блоків мономерів. За механізмом адсорбції і емульгуючими властивостями такі речовини слід відносити до поверхнево-активних речовин першого класу. За механізмом дії на поверхневі властивості розчинів ПАР поділять на чотири групи.

До **першої групи** належать речовини, поверхнево-активні на межі рідина – газ і перш за все на межі вода – повітря, але які не створюють колоїдних частинок ні в об'ємі, ні в поверхневому шарі. Це низькомолекулярні ПАР, істинно розчинні у воді речовини, напр., нижчі члени гомологічних рядів спиртів, кислот і т.п. Знижуючи поверхневий натяг води до $50 \cdot 30 \times 10^{-3}$ Н/м, вони полегшують її розтікання по слабо змочуваних гідрофобних поверхнях в тонку плівку. Ці речовини слабкі піноутворювачі, що підвищують стійкість вільних двосторонніх рідких плівок у піні. Тому ПАР першої групи знайшли застосування в процесах флотації, в яких піна повинна бути нестійкою, такою, що легко руйнується. Найбільше застосування ПАР цієї групи отримали як *піногасники*, що різко знижують стійкість піни. Піногасники відіграють суттєву роль у всіх процесах, де виникнення стійких пін утруднює або порушує хід процесу, напр., у промивальних *розчинах* свердловин, що застосовуються в глибокому *бурінні* та ін.

До **другої групи** належать речовини, які проявляють поверхневу активність на межі двох рідин, що не змішуються, але колоїдних структур не утворюють. Такі речовини, адсорбуючись на поверхнях розділу, знижують вільну поверхневу енергію рідини або твердого тіла і тим самим полегшують процес утворення нової поверхні, зокрема в процесі диспергування. Тому ПАР другої групи називають *диспергаторами*. Вони застосовуються при розпилюванні рідин, емульгуванні, диспергуванні твердих тіл і т.п. Диспергаторами можуть бути будь-які ПАР, що адсорбуються на поверхні частинок *дисперсійного середовища* і стабілізують високодисперсну *суспензію*. Тому у водних середовищах диспергаторами служать гідрофілізуючі ПАР, частіше поверхнево-активні полімери.

Третю групу складають ПАР, що створюють гелеподібну структуру в адсорбційному шарі і в розчині. Такі речовини запобігають коагуляції частинок, стабілізують дисперсну фазу в дисперсійному середовищі, тому їх називають *стабілізаторами*. Механізм дії стабілізаторів полягає в тому, що, окрім виникнення структурно-механічного бар'єру для зближення частинок, зовнішня поверхня утвореної ПАР оболонки є гідрофільною, і агрегація не може відбутися унаслідок зіткнення зовнішніх поверхонь. Прикладами ПАР-стабілізаторів є глікозиди (сапонін), полісахариди, високомолекулярні речовини типу білків. Стабілізатори не тільки перешкоджають агрегації частинок, але й запобігають розвитку коагуляційних структур, блокуючи шляхом адсорбції місця зчеплення частинок і перешкоджаючи тим самим їх зближенню. Тому стабілізатори суспензій також є адсорбційними *пластифікаторами*. Останні знайшли широке застосування в гідротехнічному будівництві, керамічному виробництві, при спорудженні асфальтових доріг, в інженерній геології, сільському господарстві з метою поліпшення структури ґрунту.

Четверту групу ПАР складають миючі речовини, або *детергенти*, що займають перше місце за масштабами практичного застосування. Їх призначення – видаляти різного роду забруднення з поверхні шляхом переведення забруднюючих речовин у стан стабілізованої емульсії або *суспензії*. Ці ПАР повинні володіти всім комплексом властивостей, характерних для трьох попередніх груп, тобто здатністю сильно знижувати поверхневий натяг, проявляти змочувальну, гідрофілізуючу дію і бути не тільки *диспергаторами*, але і *сильними стабілізаторами емульсій і суспензій*.

Окрім розглянутої класифікації, всі ПАР можуть бути розділені на підставі двох найважливіших ознак: за **хімічною ознакою** і за **колоїдно-структурною**. За хімічною ознакою ПАР ділять на аніоноактивні, катіоноактивні і нейногенні. За колоїдно-структурною ознакою їх ділять на речовини, що знаходяться в дійсному розчині, а тому не володіють миючою дією, і на миючі речовини, які створюють міцелярні або навіть гелеподібні структури. Миючими речовинами, або детергентами, можуть бути речовини будь-якого з трьох класів, тобто аніоноактивні, катіоноактивні і нейногенні. При цьому обов'язковою умовою повинні бути висока полярність (гідрофільність) полярної групи і одночасно достатня довжина вуглеводневого ланцюга. Саме тому вищі гомологи спиртів і карбонових кислот не є миючими речовинами. При переході ж від кислот до їх солей лужних металів полярність і, отже, гідрофільність груп підвищується, що обумовлює милоподібні властивості цих

речовин. Введення ще більш гідрофільної сульфогрупи підсилює колоїдну розчинність у воді не тільки лужних алкілсульфонатів, але і самих кислот, на чому в значній мірі заснована дія сучасних синтетичних миючих засобів.

У *гірничій справі* ПАР застосовуються як змочувачі піноутворювачі та *емульгатори* (при гідрообезпиленні); *флотаційні реагенти*, *пептизатори*, *знижувачі твердості* (при бурінні). В.П.Соколова.

Література: 1. Айвазов В.В. Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбции.– М.: Высшая школа, 1973. – 206 с. 2. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества.– Л.: Химия, 1981. – 304 с.

ПОВІТРЯ, -..., с. * р. *воздух*, а. *air*, н. *Luft* f – природна суміш *газів*, з яких складається атмосфера Землі. Основними компонентами сухого *повітря* є *азот* (78,09% за об'ємом) і *кисень* (20,95%), а також невелика кількість *вуглекислого газу*, *водню* та інших *газів*. Вміст водяної *пари* у повітрі постійно змінюється (від 0,2 до 3 %) залежно від її *агрегатного стану*. *Повітря* містить також тверді й рідкі *домішки* (*аерозолі*). Від їх кількості і різновиду залежать процеси поглинання і розсіювання радіації, виникнення окремих оптичних явищ в атмосфері тощо. *Вуглекислий газ* є фізіологічним регулятором дихального центру людини і тварин. Концентрація *вуглекислого газу* у повітрі закритих приміщень, яка зростає одночасно із збільшенням вмісту *пилу*, мікроорганізмів тощо, є основним показником забруднення *повітря*.

ПОДІБНІСТЬ ЧАСОВА, -ості, -ої, ж. * р. *подобие часовое*; а. *time similarity*; н. *temporale Ähnlichkeit* f – подібність, за якої відношення між інтервалами часу перебігу *процесу*, що має місце у двох системах (натурному зразку й *моделі*), постійне. Син. – гомохронність (однорідність за часом).

ПОДРІБНЕННЯ, -..., с. * р. *измельчение*, а. *grinding, disintegration, crushing, comminution*; н. *Zerkleinerung* f, *Mahlung* f, *Aufmahlung* f, *Pochen* n – технологічна операція зменшення розмірів частинок (як правило – менше 3(6) мм). П. – результат дії *подрібнювання*.

Розрізняють к р у п н е П. – до максимальної *крупності* продукту 3,3–0,83 мм; с е р е д н ь П. – до 0,6 мм (75% класу –0,074 мм); т о н к е П. – при максимальному зерні 0,15 мм; н а д т о н к е П. (наноподрібнення) – до крупності десятків нанометрів.

Наведений поділ є умовним. Крім того, в залежності від характеру середовища, в якому здійснюють операцію, розрізняють *мокре* й *сухе* П. Його здійснюють методами роздавлювання, розколювання, зламу, зрізання і стирання. За способом реалізації розрізняють П. механічне (в т.ч. з молотильними тілами), пневмомеханічне і аеродинамічне в струминних *апаратах* без молотильних тіл. Механічне П. реалізують в барабанному *млині*, кульовому, стержневому, галечному, рудно-галечному, рудного самоподрібнення, барабанно-роликовому, а також в роликово-кільцевому, чашковому (*бігуни*), дисковому (стирач – *жорна*).

Пневмомеханічне і аеродинамічне П. здійснюють в струминних *млинах*, в яких руйнування шматків відбувається розгоном матеріалу струменем *газу* (повітря) і подальшим ударом об нерухому броню або взаємним ударом зустрічних потоків матеріалу. Для процесу П. найбільш важливими характеристиками матеріалу є міцність і подрібнюваність частинок. Для підвищення продуктивності *млинів* і зменшення переподрібнення матеріалу П. часто здійснюють в замкненому циклі з класифікуючим *апаратом*. При цьому з матеріалу, що розвантажується з *млина*, виділяється готовий подрібнений продукт (*злив*), а крупний матеріал (*піски*) повертається до *млина*. *Млини* ефективно працюють тільки при певному ступені П., тому для отримання тонкого продукту процес П. часто ведуть в два, рідше в три прийоми (стадії). При цьому можливі різні схеми П., напр., при двостадійній схемі *млин* першої стадії може працювати у відкритому циклі, а *млин* другої стадії – в замкненому.

Наноподрібнення здійснюють спеціальними методами – механохімічним диспергуванням (диспергуванням у твердій фазі), механохімічним синтезом, подрібнення вибухом (напр., електричний вибух провідників з подальшою конденсацією продуктів вибуху в інертній атмосфері), плазмохімічне подрібнення тощо. Таким чином отримують наночастинки Al, Mg, Ti, Zr, Zn та ін. Матеріал в ультрадисперсних порошках має підвищену твердість, міцність, пластичність, підвищується межа текучості, знижується поріг холодоємності і т.і. Матеріали, отримані наноподрібненням, мають великі перспективи в машинобудуванні, металургії, електроніці та ін. галузях. Див. також *нанотехнології*. О.А.Золотко, В.О.Смирнов, В.С.Білецький.

ПОДРІБНЮВАЧ, -а, ч. * р. *измельчитель*, а. *disintegrator, crushing machine, mill, mincer*, н. *Zerkleinerungsanlage* f, *Zerkleinerungsmaschine* f, *Mahlwerk* n – *машина* для подрібнювання матеріалів, напр., *руди*, *вугілля* тощо. Розрізняють *подрібнювачі* з молотильними (помельними) тілами та без них. До перших належать *бігуни*, більшість *дробарок* та *млинів*. До других – струменеві, колоїдні та вибухові *млини*. О.А.Золотко.

ПОДРІБНЮВАННЯ, -..., с. * р. *измельчение*, а. *disintegration, crushing, grinding, milling*; н. *Zerkleinerung* f, *Mahlung* f, *Aufmahlung* f – дія, власне руйнування частинок *речовини* з одержанням дрібно- та тонкодисперсного продукту.

ПОКЛАД НАФТИ І ГАЗУ, -у, -..., ч. * р. залежь газа и нефти переходного состояния; а. *oil-and-gas reservoir*; н. *Erdöl- und Erdgasvorkommen* n – природне локальне одиначне скупчення *нафти* і *газу* в одному або декількох сполучених між собою *пластах-колекторах*, що контролюються єдиним (спільним) ВНК чи ГНК. Границю між суміжними *покладами* (в одному і тому ж пласті чи резервуарі) проводять по зміні положення ВНК чи ГНК, фазового стану і фізико-хімічних властивостей *вуглеводнів*. *Поклад* є частиною *родовища*. Він є елементом нафтогазогеологічного *районування* територій. В.С.Бойко.

ПОКЛАД НАФТИ І ГАЗУ ПЕРЕХІДНОГО СТАНУ, -у, ..., ч. * р. залежь переходного состояния; а. *oil and gas transient accumulation*, н. *Erdöl- und Erdgasvorrat m des Übergangszustandes* – *поклад вуглеводнів*, які за своїми фізичними властивостями (*в'язкість, густина*) в *пластових умовах* близькі до критичного стану, займаючи проміжне положення між *рідиною* і *газом*.

ПОКЛАД НАФТИ І ГАЗУ ПЛАСТОВИЙ, -у, -..., -ого, ч. – *поклад нафти (газу)* в резервуарі *пластового типу*, тобто обмеженому в покрівлі і підшві практично непроникними породами, що підпирається водою, яка заповнює більшу частину об'єму резервуара.

ПОКЛАД НАФТИ І ГАЗУ ПЛАСТОВИЙ ЕКРАНОВАНИЙ, -у, -..., -ого, -ого, ч. – *пластовий поклад*, утворений в умовах, коли *просування нафти (газу)* по підняттю *пласта* зупинено екраном (тобто поверхнею *глин* або інших малопроникних *порід*), які виникли внаслідок *тектонічного порушення*, стратиграфічної неузгодженості, виклинування *пласта-колектора* або погіршення його колекторських властивостей.

ПОКЛАД НАФТИ І ГАЗУ ПЛАСТОВИЙ ЛІТОЛОГІЧНО ЕКРАНОВАНИЙ, -у, -..., -ого, -..., -ого, ч. – *пластовий поклад*, утворений внаслідок виклинування *пласта-колектора* або погіршення його колекторських властивостей *вверх по підняттю* (різновид *пластових екранованих покладів*).

Поклад НАФТИ і газу пластовий склепінний, -у, -..., -ого, -ого, ч. – *поклад*, приурочений до *резервуара*, який має *пластовий характер* на всій продуктивній площі і зігнутий у формі *склепіння*.

ПОКЛАД НАФТИ І ГАЗУ ПЛАСТОВИЙ СТРАТИГРАФІЧНИЙ ЕКРАНОВАНИЙ, -у, -..., -ого, -ого, -ого, ч. – *пластовий поклад*, обмежений непроникними *породами* по поверхні стратиграфічної неузгодженості (різновид *пластових екранованих покладів*).

ПОКЛАД НАФТИ І ГАЗУ ПЛАСТОВИЙ ТЕКТОНІЧНО ЕКРАНОВАНИЙ, -у, -..., -ого, -..., -ого, ч. – *поклад в пласті*, обмеженому зверху по його нахилу розривом, який призводить пласт до зіткнення зі слабкопроникними *породами* (різновид *пластових екранованих покладів нафти*).

ПОКЛАД НАФТИ І ГАЗУ У БІОТЕРМНОМУ ВИСТУПІ МАСИВНИЙ, -у, -..., -ого, ч. – *поклад*, пов'язаний з вершиною рифового масиву, перекритого малопроникними породами. Син. – *рифовий поклад*.

ПОКЛАД НАФТИ І ГАЗУ У СТРУКТУРНОМУ ВИСТУПІ МАСИВНИЙ, -у, -..., -ого, ч. – *поклад у виступі порід* тектонічного походження, утворений або антиклінальним згином *пластів*, або великими *диз'юнктивними порушеннями*.

ПОКЛАДИ (НАФТИ, ГАЗУ) ЕКРАНОВАНИ, -ів, (...), -их, *мн.* * р. залежи (нефти, газа) экранированные; а. *screened oil and gas pools*; н. *abgeschirmte Erdöl- und Erdgasvorkommen* n pl – *поклади*, утворення яких зумовлено наявністю *пасток* екранованого типу (див. *пастка нафти і газу*). Екранами є малопроникні породи: *глини, солі*, інтрузивні та інші *породи*. Екранування виникає внаслідок *диз'юнктивного тектонічного порушення*, незгідного стратиграфічного перекриття *пласта-колектора* або різкої зміни літологічних відмін *породи*. Різновидами екранованих *покладів* є *дашкові поклади* та *рукавоподібні (шнуркові)*. До екранованих *покладів* відносять також *нафтові поклади*, "запечатані" продуктами окиснення *нафти* – *мальтами, асфальтами* і ін.

ПОЛІАКРИЛАМІД (ПАА), -у, ч. * р. полиакриламид, а. *polyacrylamide*, н. *Polyakrylamid* n – високов'язкий водний *розчин* або *порошок*. *Склад*: $[-CH_2-CH(CONH_2)-]_n$. Застосовується як *флокулянт* при *згущенні* та *проясненні* шламових вод, що утворюються в процесі *збагачення корисних копалин*. Крім того, для збільшення нафтовіддачі *пласта*, як структуроутворювач *грунтів*, для загущення розчинів *аміачної селітри* у ВР.

ПОЛІМЕРИ, -ів, *мн.* * р. полимеры, а. *polymers*, н. *Polymer*e n pl, *Polymerisat*e n pl – високомолекулярні сполуки, що мають однаковий з *мономерами* склад, але відрізняються різною кількістю *атомів* (елементарними ланцюгами) у *молекулі*. За походженням П. поділяють на природні (біополімери) та синтетичні, які отримують *полімеризацією* та *поліконденсацією*. *Макромолекула* П. може бути відкритим ланцюжком (лінійні П.), ланцюжком з розгалуженнями (розгалужені П.) або утворювати тривимірну сітку (сітчасті П.). За хім. складом виділяють гомополімери (мають однакові мономерні ланки) та *кополімери*.

Специфічні властивості лінійних П. – *здатність утворювати анізотропні високоорієнтовані волокна і плівки, значні оборотні деформації. У розгалужених і "зшитих" П. ці властивості менш виражені. Тривимірні П. зовсім ними не володіють.*

Окрему групу складають неорганічні П., які мають неорганічні головні ланцюги і не містять бічних органічних радикалів. Природні сітчасті неорганічні П. входять до складу більшості *мінералів земної кори*. Більш

розповсюджені бінарні гетероланцюгові неорганічні П., а гомоланцюгові зустрічаються рідше. Полімерні *олово, селен і телур* – поодинокі неорганічні П. з атомним ланцюжком (без бічних груп) і простими зв'язками. *Вуглець* утворює більш складні атомні ланцюжки: кумулені $=C=C=C=C=...$ і карбін $-C \equiv C-C \equiv C-C \equiv C-...$

За фазовим станом П. можуть бути аморфні або кристалічні. Аморфні можуть існувати у склоподібному або в'язко-текучому стані. Найважливіші характеристики П. – молекулярна маса, молекулярно-масовий розподіл, гнучкість макромолекули, її стереохімічна будова, ступінь розгалуженості.

У гірничій справі і дотичних галузях полімерні реагенти застосовують при флокуляції, збагаченні корисних копалин, заводненні родовищ нафти, підготовці бурових розчинів, спеціальних речовин у в'язких матеріалів тощо. В.С.Білецький, П.В.Сергєєв.

ПОЛІМЕРИЗАЦІЯ, -ії, ж. * р. *полимеризация*, а. *polymerization*, н. *Polymerisation* f – утворення високомолекулярних сполук (*полімерів*) з низькомолекулярних сполук (*мономерів*). Утворений полімер має такий же елементний склад, як і вихідна речовина (*мономер*).

ПОЛЯРИЗАЦІЯ, -ії, ж. * р. *поляризация*, а. *polarization*, н. *Polarisation* f – 1) Надання, набуття орієнтації, полярності. 2) П. а т о м і в – зміщення *електронів* у *атомі* відносно ядра від дії зовнішнього електричного поля. 3) П. с в і т л а – перетворення природного світла, де коливання напруженості електричного поля *E* (або магнітного – *H*) відбувається в різних площинах, у пучки поляризованого світла, тобто такого світла, де коливання відбувається переважно в одній з площин. 4) П. е л е к т р о н і в – наявність переважної орієнтації *спінів* електронів у даному стані. 5) П. д і е л е к т р и к і в – стан речовини (діелектрика), який характеризується наявністю дипольного моменту в будь-якому його об'ємі. 6) П. е л е к т р о х і м і ч н а (г а л ь в а н і ч н а) – зміна різниці потенціалів на границі електрод–розчин.

ПОЛЯРНІСТЬ, -ості, ж. * р. *полярность*, а. *polarity*, н. *Polarität* f – 1) Здатність деяких тіл виявляти певні властивості в окремих точках (*полюсах*) своєї поверхні з більшою інтенсивністю, ніж в інших, напр., бути протилежно намагніченими або наелектризованими. 2) Наявність двох протилежних полюсів.

Полярні речовини – сполуки, в молекулах яких електричні центри позитивних і негативних зарядів не збігаються: один кінець молекули несе позитивний заряд, другий – негативний. Полярні речовини хімічно активні і при розчині у воді дисоціюють на *йони*. До полярних речовин належать неорганічні кислоти і їх солі, вода та ряд природних мінералів. Тверді полярні речовини гідрофільні.

Сполуки, молекули яких складаються з полярних і неполярних груп атомів, називаються гетерополярними. Вони володіють одночасно властивостями полярних і неполярних сполук. Полярні кінці *молекул* гідрофільні і змочуються водою, а неполярні – гідрофобні і не змочуються водою. До гетерополярних речовин належить багато *флотаційних реагентів*. У флотаційної *пульпи* гетерополярні речовини адсорбуються на межі розділу фаз і створюють точно орієнтований шар. Орієнтація *молекул* залежить від полярності фаз: аполярний кінець гетерополярної *молекули* завжди спрямований у бік менш полярної фази. В.С.Білецький.

ПОРИ, пор, мн. * р. *поры*, а. *pores*, н. *Poren* f pl – 1) Найдрібніші отвори в мінеральній речовині, різних *адсорбентах*. Розрізняють супермікропори (еквівалентний радіус 0,7 нм. і менше), мікропори (0,7-1,5 нм.), мезопори (1,5-100 нм.), макропори (100 нм. і більше). За ін. класифікацією П. поділяють на: субкапілярні (діаметром менші 0,2 мкм), капілярні (0,2-100 мкм) та надкапілярні (понад 100 мкм). Окремо виділяють такі пустоти, як *тріщини* та *каверни*. За походженням П. в *гірських породах* поділяють та первинні (зародилися при утворенні *порід*) та вторинні (з'явилися внаслідок процесів *метаморфізму, вилугування, перекристалізації* та ін.). За формою П. бувають пухирчасті, каналоподібні, щілинні та ін. 2) *Порожнини* між часточками якої-небудь *речовини, гірської породи, матеріалу* тощо. В.І.Саранчук, В.С.Білецький.

ПОРИСТІСТЬ, -ості, ж. * р. *porosity*, а. *porosity*, н. *Porigkeit* f, *Undichtheit* f, *Schwammigkeit* f, *Hohlraumgehalt* m, *Porengehalt* m, *Porosität* f – 1) Наявність порожнин (*пор*) у тілі (середовищі); вимірюють *пористості коефіцієнтом*. П. визначає величину *запасів* нафти (газу) в *пласті продуктивному*. Див. *пористість гірських порід*. 2) Характеристика розмірів і кількості *пор* у твердому матеріалі. Визначається (у частках одиниці або %) відношенням сумарного об'єму *пор* у матеріалі до його загального об'єму.

ПОРИСТІСТЬ ВУГІЛЛЯ, -ості, -..., ж. * р. *пористость угля*, а. *porosity of coal*; н. *Porengehalt* m *der Kohle* – наявність *пор* у вугільній речовині; характеристика розмірів і кількості *пор* у *вугіллі*. *Пори вугілля* класифікують на: - мікропори (доступні CO₂ при звичайній температурі) з переважачим діаметром близько 1,5 нм і з отворами та звуженнями, які обмежують доступ до них, розміром близько 0,5 нм. Ці *пори* обумовлюють питому поверхню; – перехідні *пори* – доступні *азоту* при низьких температурах з розміром 2–7 нм; – макропори.

П.в. низького ступеня *вуглефікації* (вміст *вуглецю* нижчий 77 %) головним чином обумовлюється макропорами. Для *вугілля* з вмістом С 76-84 % близько 80 % об'єму *пор* припадає на перехідні та макропори. У *вугіллі* з більш високим вмістом *вуглецю* переважають мікропори. В.С.Білецький, В.І.Саранчук. **Література:** Лазаров Л., Ангелова Г. Структура і реакції углей. – София: Изд-во Болгарской академии наук. – 1990. – 232 с.

ПОРОДА БІТУМІНОЗНА, -и, -ої, ж. * р. *порода битуминозная*, а. *bituminous rock, asphaltic rock*, н. *bituminöses Gestein* n – порода, збагачена керогеном типу *горючих сланців* або *бітумами*, *асфальтом* тощо. Дає характерний запах при ударі, забарвлює витяжки при обробці розчинниками, при термічному розкладі дає бітумоподібні продукти.

ПОТЕНЦІАЛ ЕЛЕКТРОКІНЕТИЧНИЙ (ДЗЕТА-ПОТЕНЦІАЛ), -у, -ого (-...-у), ч. * р. *потенциал электрокинетический (дзета-потенциал)*, а. *elektrokinetic potential*, н. *elektrokinetisches Potential* n, ξ -Potential n – *потенціал*, що виникає на площині ковзання *подвійного електричного шару* внаслідок відриву його дифузної частини від адсорбційно зв'язаної нерухомої частини. Дзета-потенціал (ζ -потенціал) визначає заряд дифузного шару і є мірою інтенсивності електрокінетичних явищ у міжфазній області. Обчислюється за формулою:

$$\xi = 4 \pi \eta u L 300^2 / (\epsilon E)$$

η – динамічна в'язкість рідини; u – швидкість руху рідини відносно твердої стінки; L – товщина шару рідини; ϵ – абсолютна діелектрична проникність рідини між обкладками конденсатора; E – прикладена ззовні різниця потенціалів.

Знак і значення ξ -потенціалу широко використовуються для характеристики електричних властивостей поверхні при розгляді адсорбції, адгезії, аґрегативної стійкості дисперсних систем, структуроутворенні в матеріалах та ін. процесів, де мають місце електрокінетичні явища. Ю.М.Зубкова.

ПОТЕНЦІАЛ ЙОНІЗАЦІЇ, -у, -..., ч. * р. *потенциал ионизации*; а. *ionization potential*, н. *Ionisationpotential* n – *енергія* яка необхідна для відриву *електрона* від *нейтрального атома* і перетворення його в позитивно заряджений *йон* – *катіон*.

ПОТЕНЦІЙНИЙ, * р. *потенциальный*, а. *potentiell*, н. *potentiell* – від слова “потенція” – той, який існує в потенції і може виявитися або бути використаний за певних умов, прихований, можливий.

ПОТЕНЦІОМЕТРІЯ, -ії, ж. * р. *потенциометрия*, а. *potentiometry*, н. *Potentiometrie* f – фізико-хімічний метод *кількісного аналізу*, що ґрунтується на *вимірюванні* електрохімічного потенціалу *електрода* в *розчині* досліджуваної *речовини*. Застосовують для визначення концентрації *електролітів*. П. використовується також в автоматизованих системах аналітичного контролю технологічних потоків на *збагачувальних фабриках* і гідрометалургійних заводах.

ПОТІК НАПІРНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *поток напорный*; а. *pressure flow, enforced flow*; н. *druckbeaufschlagter Fluss* m – 1) Потік, що має місце при *напірному русі*. 2) Потік *рідини*, *п'єзометрична лінія* для якого розміщена вище непроникної покрівлі *пласта продуктивного*. Протилежне: *потік безнапірний*.

ПОТІК НЕУСТАЛЕНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *поток неустановившийся*; а. *unsteady flow, transient flow*, н. *instationärer Fluss* m – потік, параметри якого змінюються в часі.

ПОТІК ОДНОВИМІРНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *поток одномерный*; а. *one-dimensional flow*; н. *eindimensionaler Strom* m – *прямолінійно-паралельний* (плоско-паралельний, паралельно-струмінний) потік рідини (чи газу), якому притаманна *прямолінійність* і *паралельність* траєкторій руху всіх частинок рідини і параметри якого є функцією тільки однієї просторової координати.

ПОТІК ПЛОСКИЙ (ДВОВИМІРНИЙ), -у, -ого (-ого), ч. * р. *поток плоский (двухмерный)*; а. *plane (two – dimensional) flow*; н. *ebene (zweidimensionale) Strömung* f – *рух рідини* чи *газу*, коли всі їх частинки переміщуються в площинах паралельно певній нерухомій площині, при цьому характер руху частинок рідини в цих площинах однаковий.

ПОТІК ПРЯМОЛІНІЙНО-ПАРАЛЛЕЛЬНИЙ, -у, -...-ого, ч. * р. *поток прямолинейно-параллельный*; а. *linearly parallel flow*, н. *geradliniger Parallel-Fluss* m – потік, для якого характерна *прямолінійність* і *паралельність* траєкторій руху всіх частинок *рідини*, причому

ПОТІК ФІЛЬТРАЦІЙНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *поток фильтрационный*; а. *filtration flow*; н. *Unterströmung* f – потік (напірний або безнапірний), який має місце при русі *рідини* через пористе середовище.

ПОХОВАННЯ ВІДХОДІВ, -..., с. * р. *захоронение отходов*; а. *waste burial, waste disposal, landfill*; н. *Endlagerung f der Abprodukte, unterirdische Endlagerung f industrieller Abfallprodukte* – ізолювання промислових і побутових відходів (найчастіше токсичних) шляхом їх розміщення в *надрах* Землі і морських глибинах.

Загальний обсяг *відходів* у світі сягає майже 800 млрд т, з них твердих *відходів* понад 300 млрд т. Гірничовидобувна галузь виробляє щорічно близько 30 млн т твердих відходів, причому при первинній переробці *руд* у *хвості* відходить 60–95% усього об'єму переробленої *гірської маси*. Лише 45–65% твердих *відходів* від їх загального об'єму в гірничовидобувній промисловості використовують для засипання відпрацьованих *кар'єрів*, *провалів*, *тріщин* від *гірничих робіт*, близько 1% – як закладання *виробленого простору* і майже 5% ховають у морських глибинах. Поховання відходів (твердих) під землею зменшує забруднення поверхні, зменшує площу відчужених земель, але несе в собі небезпеку забруднення *підземних вод*, *надр*, у т.ч. *родовищ корисних копалин*. Близько 50% промислових рідких *відходів* у світі скидають у відкриті водоймища без очищення. Напр., у США втрати від забруднення водоймищ рідкими відходами оцінюється в \$

7,5–11 млрд на рік. Поховання промислових відходів у надрах здійснюється в гірничих виробках законсервованих шахт (затверділі рідкі відходи), спеціальних підземних спорудах і природних пустотах гірських порід. Гірничі виробки шахт використовують при відсутності припливу в них підземних і поверхневих вод; непроникними для підземних вод є виробки соляних шахт, які найвигідніші і найбезпечніші для поховання радіоактивних відходів. Спеціальними підземними сховищами слугують штучні пустоти, одержані буровибуховим способом, старі підземні схрони (газові, нафтові). Ефективним є заховання відходів у гідрогеологічних структурах. За об'ємами заховання рідких відходів у поглинаючих горизонтах розрізняють сховища: малі – до 100, середні – 100–1000, великі – 1000–10000, дуже великі – понад 10 тис. м³/доб.

Морське середовище використовується для поховання ґрунтів, видобутих при заглибленні акваторій портів і судноплавних каналів, осадів стічних вод, промислових відходів, будівельного сміття, радіоактивних відходів з низькою питомою активністю (в спец. упаковці). Об'єм світових відходів, які заховуються в морі, сягає 10% від суми відходів, із них скидання ґрунту займає приблизно 80%. Як правило, таке скидання здійснюється поблизу берегів на невеликих глибинах (10–100 м), і тільки радіоактивні відходи заховують на ложе океанів на глибині понад 4000 м. Скидання відходів у прибережні води може викликати збільшення мутності води, вивільнення у воду біогенних речовин, металів, нафтопродуктів та інших сполук, які містяться у матеріалах скидання. Однак завдяки швидкому осадженню суспензії на малих глибинах і процесам розсіювання і розведення негативні наслідки скидання у товщі води при одноразових операціях досить скоро (від декількох годин до доби) зникають. Проте, осівши на дні морів, матеріали скидань залишаються джерелом надходження у придонні шари води забруднюючих речовин, які можуть шкідливо діяти на донні організми. При похованні відходів керуються положеннями 3-ї Конференції ООН з морського права (1983). В.С.Білецький.

ПРЕВЕНТИВНИЙ, * р. *превентивный*, а. *preventive*, н. *zuvorkommend, vorbeugend* – запобіжний, напр., превентивні заходи в системі протипожежної боротьби.

ПРЕПАРУВАТИ, * р. *препарировать*, а. *prepare*, н. *präparieren* – обробляти, переробляти щонебудь певним чином, надавати якомусь матеріалу, зразку певної форми, відповідного вигляду, необхідного, напр., для його дослідження.

ПРЕС, -а, ч. * р. *пресс*, а. *press*, н. *Presse* f – машина статичної (неударної) дії для обробки матеріалів тиском. Зусилля стиску в тілах, які пресуються, створюються з метою: а) зміни форми (напр., штампувальні П.); б) *грудкування* дрібнодисперсних та порошкоподібних матеріалів (напр., за допомогою *брикетних пресів*); в) зменшення об'єму пухких речовин (напр., пакетувальні *преси*); г) розділення тіл, які знаходяться в різних *атрибутивних станах* (напр., зневоднювальні *фільтр-преси*); д) з'єднання деталей під великим тиском (складальні операції); е) механічних випробувань *металів, кристалів* і т.п.

Для П. характерне поступове наростання робочого тиску і жорстке з'єднання робочого органу з приводом. За способом приведення в дію розрізняють гідравлічні, механічні та гідромеханічні П. Зусилля, які розвиваються найпотужнішими П., досягають бл. 750 МН. Див. *брикетний прес, фільтр-прес*. В.С.Білецький.

ПРИВОД, -а, ч. * р. *привод*, а. *drive*, н. *Antrieb* m, *Trieb* m, *Triebwerk* n, *Steuerung* f, *Umsteuerung* f – пристрій для приведення в дію від *двигуна* різних технологічних машин. За *енергією*, яка використовується, розрізняють П.: механічний (зубчата, фрикційна, ланцюгова, ремінна передача), гідравлічний, пневматичний та електричний. За характером розподілу енергії механічний П. буває: трансмісійний, груповий, одиничний (індивідуальний). У *гірничій справі* використовуються практично всі види *приводів*, найчастіше – електропривод. В.С.Білецький, І.Г.Манець.

ПРИЛАД, -у, ч. * р. *прибор*, а. *device, apparatus, appliance*; н. *Gerät* n, *Vorrichtung* f, *Einrichtung* f – 1) Спеціальний пристрій, призначений для *вимірювання* чого-небудь, управління чимось, контролю, спостереження за чим-небудь. 2) Інструмент, предмет, який використовується при виконанні певної дії. Предмет, що входить до складу якогось устаткування, спорядження. 3) Сукупність відповідних інструментів, предметів, необхідних для виконання певної роботи.

Прилади розрізняють за їх функціями, призначенням, принципами роботи тощо. Напр., оптико-механічні, оптичні, магнітні, гравітаційні, електричні та ін. *прилади*. В.С.Білецький.

ПРИРОДА, -и, ж. * р. *природа*, а. *nature*, н. *Natur* f – 1) У широкому розумінні – органічний і неорганічний світ у всій сукупності і зв'язках його форм, що є об'єктом людської діяльності і пізнання. Все те, що не створене діяльністю людини. 2) Сукупність природних умов існування людського співтовариства. 3) Сукупність основних якостей, властивостей чого-небудь, сутність (напр., процесів, явищ тощо). 4) "Друга природа" – створені людиною матеріальні умови її існування. Див. *охорона навколишнього середовища (довкілля), навколишнє середовище*.

ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, -ого, -а, с. * р. *природная среда*, а. *natural environment*, н. *natürliche Umwelt* f – сукупність абіотичних та біотичних факторів, природних та змінених в результаті діяльності людини, які впливають на живий світ планети. Відрізняється від інших складових

навколишнього середовища властивістю самопідтримання і саморегуляції без корекції з боку людини.

ПРИРОДНИЙ ГАЗ, -ого, -у, ч. * р. *природный газ*; а. *natural gas*; н. *Naturgas* n – суміш газоподібних вуглеводнів (метану, етану, пропану, бутану тощо), що утворюється в *земній корі* та широко використовується як високоекономічне паливо на електростанціях, у чорній та кольоровій металургії, цементній та скляній промисловості, у процесі виробництва будматеріалів та для комунально-побутових потреб, а також як сировина для отримання багатьох органічних сполук. Див. *гази природні, гази природні горючі*. В.С.Бойко.

ПРИРОДНИХ ГАЗІВ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНІ СУМІШІ, -..., -их, -ей, мн. * р. *природных газов взрывоопасные смеси*; а. *explosive mixtures of natural gases*; н. *explosionsgefährliche Gemische* n pl der *Naturgase* – суміші природних вуглеводневих газів з повітрям, які в інтервалі між двома концентраціями є вибухонебезпечними, причому нижня границя вибуховості відповідає мінімальній концентрації горючого газу, при якій вибух уже неможливий; а верхня – максимальній концентрації, при якій ще можливий вибух (табл.). При концентрації газу в повітрі в межах запалювання за наявності джерела запалювання виникне вибух. Якщо вміст газу в повітрі менший нижньої і більший верхньої границь вибуховості, то суміш не здатна вибухати. При цьому вона згоряє спокійним полум'ям. Швидкість поширення фронту хвилі горіння при атмосферному тиску становить близько 0,3–2,4 м/с.

Межа вибуховості газів у суміші з повітрям при $T = 273 \text{ }^\circ\text{C}$, $p = 0,1 \text{ МПа}$, %

Гази		Нижня	Верхня
Метан	CH ₄	5,3	15
Етилен	C ₂ H ₄	2,8	28,6
Етан	C ₂ H ₆	3,0	12,5
Пропан	C ₃ H ₈	2,2	9,5
n-бутан	n-C ₄ H ₁₀	1,9	8,5
ізо-пентан	i-C ₅ H ₁₂	1,3	8,0
Водень	H ₂	4,1	74,6

Тиск, що виникає при *вибуху* газоповітряної суміші, визначається за формулою:

$$P_{\text{виб}} = \frac{P_{\text{поч}} T_{\text{виб}}}{T_{\text{поч}}} \cdot \frac{m}{n};$$

де $P_{\text{поч}}$ – початковий тиск газоповітряної суміші до *вибуху*, Па; $T_{\text{виб}}$ – температура газів, які утворюються при *вибуху* (1900–2000 °С), К; $T_{\text{поч}}$ – температура газоповітряної суміші до *вибуху*, К; m – об'єм продуктів згорання газу з урахуванням азоту повітря; n – об'єм суміші газу в повітрі до *вибуху*. Величини m і n визначаються рівняннями реакцій горіння складових частин газу з урахуванням балансу азоту в повітрі, які беруть участь у реакції. В.С.Бойко, В.С.Білецький.

ПРИРОДНОГО ГАЗУ ТОКСИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, ..., -их, -ей, мн. * р. *природного газа токсические свойства*; а. *toxic properties of natural gas*; н. *toxische Eigenschaften* f pl des *Naturgases* – здатність *природного газу* створювати отруйну дію на організм людини. В атмосферному повітрі населених пунктів, у повітрі робочої зони і у воді водоймищ санітарно-побутового водокористування встановлюються гранично допустимі концентрації шкідливих речовин, які затверджуються Міністерством охорони здоров'я України (табл.).

Із газових компонентів природних і нафтових газів особливо токсичним є *сірководень*, його запах відчувається при вмісті в повітрі 0,0014–0,0023 мг/л. *Сірководень* – отрута, що викликає параліч органів дихання й серця. Концентрація сірководню 0,06 мг/л викликає головний біль. При концентраціях 1 мг/л і вище настають гостре отруєння і смерть. Гранично допустима концентрація сірководню в робочій зоні виробничих приміщень – 0,01 мг/л, а в присутності вуглеводнів C₁-C₅ – 0,003 мг/л.

Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин, мг/м³

Гази	В атмосферному повітрі	У воді водоймищ
Етилен C ₂ H ₄	3	0,5
Бутилен C ₂ H ₈	3	0,2
n-бутан n-C ₄ H ₁₀	200	-
ізо-пентан i-C ₅ H ₁₂	100	-

Характер дії на організм людини вуглекислого газу – наркотичний, при високих концентраціях викликає швидку задуху через нестачу кисню. Вміст 4-5 % вуглекислого газу в повітрі призводить до

запаморочення голови, підвищує кров'яний тиск. Вдихання високих концентрацій вуглекислого газу (20 %) спричиняє зупинку дихання і смерть. В.С.Бойко.

“ПРО АЛЬТЕРНАТИВНІ ВИДИ РІДКОГО ТА ГАЗОВОГО ПАЛИВА”, * р. “Об альтернативных видах жидкого и газового топлива”, а. “On Alternative Types of Liquid and Gas Fuel”, н. “Über alternative Type des flüssigen und gasförmigen Brennstoffes” – Закон України, що вивчає правові, соціальні, економічні, екологічні та організаційні засади виробництва (видобутку) і споживання альтернативних видів рідкого та газового палива на основі залучення нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини і спрямований на створення необхідних умов для розширення виробництва (видобутку) і споживання цих видів палива в Україні. Прийнятий 14 січня 2000 р. Містить розділи: I. Загальні положення. II. Ознаки альтернативних видів палива, його споживачів, порядок їх визначення. III. Економічний механізм стимулювання у сфері альтернативних видів палива. IV. Порухення законодавства у сфері альтернативних видів палива. V. Міжнародне співробітництво у сфері виробництва (видобутку) та споживання альтернативних видів палива. VI. Прикінцеві положення.

ПРОБА, -и, ж. * р. проба, а. sample, н. Probe f, Probestück n – 1) Певна частина (порція) *корисної копалини*, взята за визначеними правилами з її загальної маси (з *масиву, штабеля*, технологічного потоку, *бункера* або *вагона*) з метою дослідження її *складу*, якостей, властивостей. За напрямком дослідження розрізняють П. мінералогічні, хімічні та технологічні. За місцем відбору – *пластові*, *експлуатаційні* та *товарні* П. В залежності від призначення *товарні проби* підрозділяють на *розрахункові*, *арбітражні* та *контрольні*. В процесі відбору та підготовки виділяють: *первинні*, *лабораторні*, *аналітичні проби*. Крім того, розрізняють *точкові* та *об'єднані (спільні) проби*.

Головна вимога до П. – її репрезентативність, тобто надійне відображення параметрів та властивостей всієї маси досліджуваного матеріалу. Це забезпечується дотриманням встановлених правил та норм відбору, *осереднення*, змішування, скорочення проб, *подрібнення* та приготування П. до дослідження.

Мінімальна маса спільної проби (сума порцій-проб) залежить від крупності максимальних зерен продукту, що опробується, густини, вмісту і рівномірності вкраплення компоненту, що контролюється. Ця маса визначається за емпіричною формулою:

$$Q_{\min} = K \cdot d_{\max}^2,$$

де Q_{\min} – мінімальна маса спільної проби, кг; d_{\max} – розмір максимального зерна в пробі, мм; k – коефіцієнт однорідності, що враховує рівномірність вкраплення і характер *корисної копалини* (табл.).

Таблиця. – Значення коефіцієнта k

Категорія однорідності	Корисні копалини і концентрати				
	кольорових і рідкісних металів	золотовмісні	манганові	залісні	вугільні
Однорідні	0,10	0,20	0,10	0,025	0,05
Середньої однорідності	0,15	0,40	0,10	0,050	0,05
Неоднорідні	0,20	0,80	0,10	0,100	0,05

Мінералогічні проби відбираються для макро- і мікроаналізів. При макроскопічному аналізі мінеральний склад проби в огляді *шліфа* або *порошку* визначається неозброєним оком, при мікроскопічному – проба досліджується під мікроскопом. Мінералогічний аналіз робиться для одержання даних про сировину як об'єкта збагачення: кількісний склад *корисних і породних мінералів*; структурні і текстурні особливості *корисної копалини* (характеристика вкраплення, характер зростання мінеральних зерен, крупність кристалізації); фізичні і хімічні властивості *мінералів* (густина, магнітні і електричні властивості, змочуваність, міцність, блиск і ін.). На збагачувальних фабриках мінералогічний аналіз використовується для оперативного контролю якості вихідного матеріалу і продуктів збагачення, а також для визначення технологічних властивостей *корисних копалин*.

Мінімальну масу мінералогічної проби розраховують за формулою:

$$Q_{МП} = d_{\max} \cdot \delta_{\text{сеп}} \left(\beta - \alpha \frac{\delta_{\text{сеп}}}{\delta_{\min}} \right) \cdot 10^{-2},$$

де d_{\max} – максимальна крупність зерен, матеріалу, що опробується, мм; $\delta_{\text{сеп}}$, δ_{\min} – середня густина матеріалу, що опробується і мінералу, що визначається, т/м³; α – масова частка мінералу, частки од.; β – масова частка мінералу в найбільш багатих зростках, частки од.

Хімічні проби відбираються для визначення хімічного складу *корисної копалини і продуктів її переробки*. За даними хімічного аналізу і геологічного дослідження визначаються запаси *корисної копалини і придатність її для промислового використання*. Результати хімічного аналізу служать для оцінки якості *корисної копалини і продуктів збагачення*, вмісту *корисних і породних компонентів*, контролю технологічного процесу і складання технологічного і *товарного балансів*.

Технологічні проби служать для визначення складу і властивостей корисної копалини, її збагачуваності, ситового і фракційного аналізів, що дозволяє вибрати і обґрунтувати раціональну схему збагачення, а також розрахувати результати збагачення корисної копалини.

2) Кількісний вміст *золота, срібла, платини* чи *паладію* в лігатурному сплаві, з якого виготовляються ювелірні вироби, зубопротезні диски, монети тощо. Благородні метали через низьку *твердість* (за шкалою *Мооса* для *золота* 2,5; *срібла* – 2,7; *платини* – 4,3; *паладію* – 4,8) не можуть у чистому вигляді використовуватись для виготовлення виробів. *Проби* сплавів благородних металів у метричній системі: 1000, 958, 916, 875, 750, 583 (585), 375, 333. У каратній системі їм відповідають *проби* 24, 23, 22, 21, 18, 14, 12, 9, 8. Чистому *золоту* або ін. благородному металу відповідає 1000-а *проба*.

3) Державний стандарт, що визначає цінність сплаву, з якого виготовлено вироби з дорогоцінних металів, і засвідчує вміст вагових одиниць основного дорогоцінного металу в одній тисячі вагових одиниць сплаву.

В Україні для ювелірних та побутових виробів із дорогоцінних металів встановлюються такі проби: *платина* – 950 (дев'ятсот п'ятдесятя); *золото* – 333 (триста тридцять третя) – 375 (триста сімдесят п'ята) – 500 (п'ятисота) – 585 (п'ятсот вісімдесят п'ята) – 750 (сімсот п'ятдесятя); *срібло* – 750 (сімсот п'ятдесятя) – 800 (восьмисота) – 830 (вісімсот тридцять) – 875 (вісімсот сімдесят п'ята) – 925 (дев'ятсот двадцять п'ята) – 960 (дев'ятсот шістдесятя) *паладій* – 500 (п'ятисота) – 850 (вісімсот п'ятдесятя). Допускається виготовлення виробів із *золота* проби 583 (п'ятсот вісімдесят третьої) підприємствами побутового обслуговування населення та громадянами-підприємцями. *В.С.Білецький, В.О.Смирнов.*

ПРОБКИ І ВІДКЛАДИ ГАЗОВИХ ГІДРАТІВ, -ок, -ів, ... *мн.* * **р.** *пробки* и *отложения газовых гидратов*; **a.** *gas hydrate blocks and deposits*, **n.** *Stopfen* m pl und *Ablagerungen* f pl *der Gashydrate* – щільні утворення (накопичення) газових *гідратів* на робочій поверхні *трубопроводів* у свердловині, системі збирання і транспортування газу.

Ліквідація відкладів газових гідратів в об'язці *свердловини* та промислових *трубопроводах* здійснюється шляхом: а) інтенсивного зовнішнього нагрівання місць утворення гідратів або подавання гарячого агента безпосередньо на гідратну *пробку*; б) розкладення гідратів шляхом введення великої порції антигідратного *інгібітору*; в) руйнування гідратної пробки шляхом різкого одностороннього зниження тиску (продування газу в атмосферу); г) розкладення гідратів зниженням тиску з обох сторін гідратної пробки з наступним продуванням газу в атмосферу; г) зупинки подавання газу на конкретний період часу, достатній для розкладання гідратів теплом довколишньої породи, з наступним продуванням в атмосферу.

Якщо перепад тиску в *штуцері* викликає гідратуутворення, то це явище має бути попереджено одним із методів: а) шляхом обігрівання гарячою рідиною вузла встановлення *штуцера* і викидної лінії від *штуцера* до кінця ділянки, яка охолоджується в результаті перепаду тиску в *штуцері*; б) застосуванням багатоступінчастих *штуцерів*; в) подаванням антигідратних *інгібіторів* у викидну лінію безпосередньо перед місцем встановлення *штуцера*. Подавання *інгібітору* повинно відбуватися із посудини високого тиску, розрахунковий робочий тиск якої повинен бути вищим максимального тиску у свердловині.

Ліквідація гідратних пробок (корків) методом зниження тиску полягає в порушенні рівноважного стану гідратів, через що відбувається їх розкладання. Тиск знижують трьома способами: відключають ділянку газопроводу, де утворилася пробка, і з двох сторін через продувні свічки випускають газ в атмосферу; перекривають лінійний кран з одного боку і випускають в атмосферу газ, що міститься між пробкою і одним із перекритих кранів; відключають ділянку газопроводу з обох боків пробки і випускають в атмосферу газ, що міститься між пробкою і одним із перекритих кранів. Найкращі результати одержують в першому випадку, хоч і за великих втрат газу. В другому і третьому випадках одностороннє зниження тиску може призвести до аварії. Після розкладання гідратів *свердловину* продувають, але при цьому часто не враховуються можливості накопичення рідинних *вуглеводнів* на продувній ділянці і утворення повторних гідратоводяних пробок за рахунок різкого зниження температури. В тих випадках, коли тиск у газопроводі помітно перевищує тиск гідратуутворення, пропонується для попередження процесу гідратуутворення метод дроселювання, який полягає в наступному: на трасі газопроводу, в точці, де температура газу знижується до 1-3°C, встановлюється газовий сепаратор для вловлювання крапельної рідини. Після її відділення тиск газу знижують на 0,1-0,2 МПа, в результаті чого *точка роси* газу (по воді) знижується, так як вологовміст газу при більш низькому тиску і тій же температурі (3°C) значно вищий. Зниження точки роси газу при зниженні тиску тільки на 0,1 МПа складає бл. 5°C. Отже, метод редуціювання для попередження гідратуутворення в ряді випадків виявляється ефективним і дає змогу відмовитися від інших методів, які вимагають значних витрат праці і засобів.

Ліквідація гідратних пробок (корків) у *трубопроводах* природних і стиснутих газів методом підігрівання полягає в підвищенні температури вище рівноважної температури утворення гідратів, що призводить до розкладання газогідратів. На практиці *трубопровід* підігривають гарячою водою або паром. Принципово новим методом боротьби з утворенням гідратів у *трубопроводах* є застосування електромагнітних хвиль надвисокочастотного (НВЧ) діапазону. За наявності гідратів у

газопроводі його діелектричне заповнення, з точки зору електродинаміки, буде неоднорідним. Викликавши в газопроводі електромагнітну хвилю з умовою $\lambda < \lambda_{кр}$ (λ – робоча довжина хвилі, $\lambda_{кр}$ – критична довжина хвилі в круглому хвилеводі заданого діаметра), одержимо її згасні розповсюдження, причому основне згасання хвилі буде спостерігатися в конденсованих фазах – гідратах і воді. Поглинена енергія електромагнітної хвилі буде розсіюватися у вигляді тепла і нагрівати в першу чергу саме гідрати і воду – речовини зі значними діелектричними втратами.

Розроблено також новий, комбінований спосіб розкладання гідратів шляхом теплоакустичного діяння. Руйнування гідратного шару проводилося спільним впливом випромінювального акустичного перетворювача (ВАП) і теплоелектричного нагрівача. Встановлено, що зі збільшенням потужності, яка подається на ВАП, руйнування відкладених гідратів проходить інтенсивніше. В.С.Бойко.

ПРОБОВІДІБІРНИК, ПРОБОВІДІБІРНИЦЯ, -а, ч., -і, ж. * р. *пробоотборщик, пробоотборщица*, а. *worker taking samples, sampler*, н. *Probenehmer* m – спеціальність, робітник (робітниця), який (яка) виконує операції відбору проб.

ПРОВІДНІСТЬ, -ості, ж. * р. *проводимость*, а. *conductivity*; н. *Leitfähigkeit* f, *Leitvermögen* – здатність тіла, речовини проводити тепло, звук, електрику, іншу плинну речовину (*газ, рідину*) тощо. Відповідно розрізняють тепло-, звуко-, електропровідність, *провідність пласта* і т.д.

ПРОДУКТОПРОВОДИ, -ів, мн. * р. *продуктопроводы*, а. *product pipelines*, н. *Produktrohrleitungen* f pl – класифікаційна група, головним чином, промислових і технологічних *трубопроводів*, призначених для транспортування продуктів переробки *корисних копалин* (легкі фракції *вуглеводнів, концентрати* вугілля, руд чорних та кольорових металів тощо), *продукції хімічної промисловості* (етилен, аміак і т. ін.) і сільського господарства (соки, молоко тощо), будівельної промисловості і промислових відходів (“*хвосту*” збагачення, золошлаки ТЕС). В інженерно-технологічному аспекті П. притаманні всі ознаки, загальні для *гідротранспортних систем*, які функціонують у різних галузях господарства. Особливості П. (склад, матеріали, засоби транспортування, допоміжне обладнання тощо) обумовлені родом транспортованого середовища, що в окремих випадках дає назву *трубопроводу* (бензопровід, аміакопровід, золопровід і т. ін.). Ю.Г.Світлий, В.С.Білецький.

ПРОДУКЦІЯ, -ії, ж. * р. *продукция*, а. *production, output, produce*, н. *Produktion* f, *Erzeugnisse* n pl, *Produkte* n pl, *Güter* n pl – сукупність матеріальних благ, добутих чи створених внаслідок виробничої діяльності.

Продукція в а л о в а – загальний обсяг виробництва (в грошовому виразі) окремими підприємствами або галуззю за певний період.

Продукція т о в а р н а – продукція, що йде за межі підприємства, яке її виробило.

ПРОДУЦЕНТИ, -ів, мн. * р. *продуценты*, а. *producers, manufacturers*, н. *Produzente* m pl – 1) Країни, окремі галузі, фірми, що виробляють певний товар. 2) Організми, які здатні до фото- або хемосинтезу. Вони є автотрофами, тобто організмами, які здатні синтезувати з неорганічної речовини необхідні їм для життя органічні речовини. Це вищі рослини (крім паразитних та сапрофітних), водорості, деякі бактерії (залізобактерії, сіркобактерії) та ін.

ПРОЗОРИСТІСТЬ ВОДИ, -ості, -..., ж. * р. *прозрачность воды*; а. *water purity, transparency of water, water clarity*, н. *Wasserdurchsichtigkeit* f, *Durchsichtigkeit* f des *Wassers* – властивість *води* пропускати вглиб світлові промені. П.в. залежить від товщини шару води, через яку проходить світло, від *кольоровості* і мутності *води*, тобто від вмісту в ній різних барвистих завислих мінеральних і органічних речовин.

Мірою П.в. служить висота стовпа води, при якій можна спостерігати білий диск-прозоромір певних розмірів, що його занурюють у воду, або розрізняти на білому папері стандартний шрифт певного розміру і типу. Результати виражаються в сантиметрах із називанням способу *вимірювання*. За ступенем *прозорості* води поділяють на: 1) прозорі; 2) слабо прозорі; 3) слабо каламутні; 4) каламутні; 5) сильно каламутні.

ПРОКСИМАЛЬНИЙ, * р. *проксимальный*, а. *proximate*; н. *proximal* – 1) Розташований ближче до середини площини тіла. 2) Наближений (про *аналіз*). 3) Найближчий, сусідній, безпосередній (про причину).

ПРОЛОНГАЦІЯ, -ії, ж. * р. *продлонгация*, а. *prolongation*, н. *Prolongation* f – продовження строку чинності договору, угоди, векселя тощо.

ПРОМИСЛОВА (ТЕХНОЛОГІЧНА) КЛАСИФІКАЦІЯ ВУГІЛЛЯ, -ої (-ої), -ії, -..., ж. * р. *промышленная (технологическая) классификация угля*, а. *industrial (technological, commercial) coal classification*, н. *industrielle (technologische) Kohlenklassifikation* f – класифікація, яка передбачає поділ *вугілля* на різноманітні технологічні *марки*, групи та підгрупи в залежності від їх фізико-хімічних властивостей та напрямки використання для технологічних або енергетичних цілей. Сучасна вітчизняна П.к.в. базується на таких параметрах *вугілля*: вихід *летких речовин* на беззольну масу $V^{dat}(\%)$, загальна *вологість* $W_t(\%)$ та товщина пластичного шару $Y(\text{мм})$. За цими параметрами розрізняють такі *марки вугілля*: буре, довгополуменеве, газове, жирне, коксівне, піснувате спікливе, пісне, *антрацит* (ДСТУ 3472-96). В інших національних класифікаціях подається більш детальний розподіл з

виділенням *марок*, груп та підгруп *вугілля*. При цьому в ряд класифікаційних параметрів також включають *індекс Рога*, петрографічні характеристики *вугілля* та показник *анізотропії* антрациту. Напр., в РФ буре *вугілля* поділяють на 3 групи: 1Б; 2Б та 3Б. Групи 2Б та 3Б поділяють (кожну) на дві підгрупи. Розрізняють: буре вітринітове та буре фізунітове вугілля. Кам'яне *вугілля* поділяють на 15 марок. *Антрацити* поділяють на 3 групи і 6 підгруп: 1АВ, 1АФ, 2АВ, 2АФ, 3АВ, 3АФ. Див. *антрацит, вугілля кам'яне, вугілля викопне, класифікація вугілля*. В.І.Саранчук.

ПРОПАН, -у, ч. * р. *пропан*, а. *propane*, н. *Propan* n – безбарвний газ, $t_{\text{кип}} = -42,07$ °С. Формула: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$. Міститься у природних і нафтових газах, утворюється під час крекінгу *нафтопродуктів*. Застосовується для одержання пропілену, нітрометану, технічного вуглецю тощо. Використовується як автомобільне паливо, розчинник, побутовий газ (у суміші з бутаном). Т-ра самозаймання 466 °С. Концентраційна границя вибуховості 2,1-9,5%. Див. *пропан товарний, пропан-бутанова суміш товарна*. В.С.Білецький.

ПРОПАН-БУТАНОВА СУМІШ ТОВАРНА, -...-ої, -і, -ої, ж. * р. *пропан-бутановая смесь товарная*; а. *market (commercial) propane-butane mixture*, н. *Propan-Butan-Verkaufsmischung* f – рідина, яка містить етан-етилену до 4%, пентанів до 3%, *сірководню* до 50 мг/м³ газу. Пружність *пари* за температури 45°С не повинна перевищувати пружність *пари пропану* (див. *пропан товарний*). Температура випаровування (об'ємна частка 95%) повинна бути рівною температурі випаровування бутану. Склад суміші (скрапленого газу), яка використовується як паливо для комунально-побутового споживання, обмежується пружністю *пари* 1,6 МПа за температури 45°С. При цьому забезпечується достатня леткість газового палива. В.С.Бойко.

ПРОПАН ТОВАРНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *пропан товарный*; а. *market (commercial) propane*, н. *Verkaufspropan* n – рідина, що містить не менше 93% *пропану* чи пропілену, пружність *пари* якої при 45 °С не перевищує 1,6 МПа. Вміст бутанів-бутиленів допускається до 3%, етану-етилену (до 4%) обмежується максимальним тиском парів. Корозійна активність, вміст *сірки, вологи* і *густина* товарного *пропану* регламентуються технічними умовами на його постачання. Якщо *пропан* використовується в якості моторного палива, то обмежується допустимий вміст пропілену. Рідинний залишок при -20 °С обмежується 2%, вміст *сірководню* – 50 мг/м³ газу. В.С.Бойко.

ПРОСІЮЮЧІ ПОВЕРХНІ, -их, -хонь, мн. * р. *просеивающие поверхности*, а. *screening surfaces*, н. *Siebflächen* f pl – робочі поверхні *грохотів*, на яких безпосередньо протікає процес *грохочення* або *зневоднення*. П.п. мають отвори (чарунки) певної форми та розміру, через які проходять зерна підрешітного продукту та підрешітна вода. Розмір отвору П.п. визначається мінімальною відстанню між краями отворів на поверхні *сита*. Для круглих отворів розміром чарунки є діаметр, для квадратних – сторона квадрата, для прямокутних – менша сторона прямокутника, для щілинних – ширина щілини.

П.п. розрізняють за видом, за призначенням, за матеріалом з якого вони виготовлені.

За в и д о м П.п. бувають: колосникові решітки з круглих стержнів або колосників того або іншого профілю; листові решета (штамповані, свердлені або литі); плетені, ткані сітки; струнні; струнно-тросові; набірні та інші.

За п р и з н а ч е н н я м П.п. бувають: для попереднього грохочення; для підготовчого та остаточного грохочення; для зневоднення й знешламлення. П.п. для розсіву к.к. бувають: - колосникові (набирають з колосників круглої, трапецієподібної, Т-подібної форми перерізу; - металічні дротяні сітки – ткані, стержневі і збірні з канільованого і штампованого дроту; - перфоровані литі, штамповані або просвердлені; - стрічково-струнні сита з гуми та поліуретанових еластомерів; - струнно-тросові сита, які складаються з каркасу із закріпленими струнами сталевого тросу; - набірні у вигляді набору дисків, шнеків і т.і. Для попереднього грохочення широко використовують колосникові і набірні сита, листові та литі сталеві, гумові та поліуретанові сита. Для підготовчого і кінцевого грохочення к.к. використовують сітки металеві дротяні, сита листові з різноманітних конструкційних матеріалів, резонуючі стрічково-струнні та струнно-тросові сита, а також деякі види сит спец. конструкцій. Для зневоднюючого грохочення використовують щілиноподібні колосникові металеві сітки та литі сита з гуми або поліуретану, а також металеві дротяні та стержневі сітки.

За м а т е р і а л о м, з якого виготовлені П.п., розрізняють: металеві (сталь, латунь), керамічні, з еластичних матеріалів (еластомери, полімери, гума, тканини). П.п. з еластомерів мають підвищену стійкість до абразивного зносу (спрацювання), до багаторазових ударних і знакозмінних навантажень, не схильні до корозії, знижують подрібнення матеріалів і рівень виробничого шуму. Завдяки своїм пружним властивостям такі П.п. технологічно більш ефективні, оскільки вони не схильні до залипання вологим матеріалом.

Основними параметрами П.п. є розмір чарунки сита та площа *живого перерізу*. Останній дорівнює відношенню площі всіх отворів до загальної площі сита.

Найбільше поширення у *гірничій промисловості* отримали сітки із сталевого рифленого дроту з квадратними чарунками. Виготовляють три види цих сіток: частково-рифлені (ЧР), рифлені (Р) та

складно-рифлені (СР) шириною 1–2,5 м з дроту низьковуглецевої, високолегованої або високоманганісткої сталі. Для сухого грохочення вологих сипких продуктів використовують арфовидне сито різних конструкцій, тонколистові штамповані гумові та поліуретанові сита, а також резонуючі стрічково-струнні і струнно-тросові сита, що забезпечують високі показники грохочення внаслідок великого живого перерізу і хорошого самоочищення.

На підприємствах вугільної промисловості використовуються сита з розмірами чарунки від 0,2 до 100 мм, а на підприємствах рудної та будівельної промисловості – від 0,04(0,02) до 100 мм.

Провідні виготовники П.п. в Україні: Харцизький сталє-дротовоканатний з-д, Моспінський РМЗ, Луганський з-д ім.О.І.Пархоменка, еластичних П.п. ЗАТ “АНА-ТЕМС”; в Європі – “Steinhaus”(ФРН), TRELLEBORG (Швеція), SVEDALA (Швеція), ZPTS (Польща) та ін. С.Л.Букін.

ПРОТИТЕЧІЙНА ВОДНА СЕПАРАЦІЯ, -ої, -ої, -ії, ж. * р. *противоточная водная сепарация*, а. *countercurrent water separation*, н. *Wasser-Gegenlaufscheidung f, Wasser-Gegenstromscheidung f* – спосіб гравітаційного збагачення корисних копалин у воді, характерною особливістю якого є формування зустрічних транспортних потоків продуктів розділення. Ефективність розділення підвищується за рахунок рециркуляції частини збагачуваного матеріалу в межах робочої зони. Потік легких фракцій є попутним потоку води, а важких – зустрічним. П.в.с. застосовується для збагачення вугілля крупністю 6–25 та 13–100 мм і характерна порівняно низькими капітальними та експлуатаційними затратами, простотою конструювальних рішень та високою ефективністю процесу. П.в.с. застосовується для збагачення енергетичного вугілля, антрацитів, розубоженої гірничої маси відкритих розробок, крупнозернистих шламів і видалення породи з гірничої маси на шахтах і розрізах. Див. *протитечієвну сепаратори*. О.А.Золотко, В.О.Смирнов.

ПРОТИТЕЧІЙНІ СЕПАРАТОРИ, -их, -ів, мн. * р. *противоточные сепараторы*, а. *countercurrent separators*, н. *Gegenlaufscheider m pl* – апарати для гравітаційного збагачення корисних копалин (вугілля) у потоці води, що рухається назустріч масі збагачуваного матеріалу, яка переміщується по похилій площині під дією сили тяжіння або примусово – гвинтовим, скребковим чи ін. механізмом. При цьому зустрічним потоком води виносяться найбільш легкі частки, а важкі вивантажуються у напрямі транспортування вихідного матеріалу. П.с. найбільш поширені в Україні та Росії. Відрізняються характером розділення в них матеріалу, способами транспортування продуктів та принципами регулювання робочого режиму. Розрізняють П.с. горизонтальні, вертикальні, крутопохилі, відцентрові, крім того – гвинтові та шнекові. Найбільш відомі горизонтальні та вертикальні сепаратори СШ-15, СВШ-15, крутопохилі сепаратори КНС, гвинтові типу ПВС та їх модифікації. Застосовуються переважно для збагачення вугілля крупністю 6–25 та 13–100 мм. Див. *крутопохилий сепаратор, шнековий сепаратор*.

ПРОТОН, -а, ч. * р. *протон*, а. *proton*, н. *Proton n* – стабільна позитивно заряджена елементарна частинка. Маса П. становить 1836,1 маси електрона ($1,6727 \cdot 10^{-24}$ г). Позитивний заряд П. дорівнює заряду електрона¹, тобто $1,60 \cdot 10^{-19}$ Кл. Разом з нейтронами П. утворюють всі атомні ядра.

ПРОЦЕС, -у, ч. * р. *процесс*, а. *process*, н. *Prozess m, Vorgang m* – 1) Послідовна зміна предметів і явищ, що відбувається закономірним порядком. 2) Сукупність ряду послідовних дій, спрямованих на досягнення певного результату. Див. *технологічні процеси*.

Приклади процесів:

- **фізичних**: адіабатичний, атомний, бездифузійний, броунівський, дифузійний, ізобаричний, ізотермічний, ізохоричний, ізотропний, ізоентропний, коливальний, окисно-відновний, окиснювальний (окисний), політропний, рівноважний, радіоактивний, регенеративний, сорбційний та ін.;

- **математичних**: адитивний, авторегресивний, альтернувальний, біциклічний, імовірнісний, вінерів (вінерівський), вкладений, дискретний, злічений (зчислений), квазидифузійний, марковський, недетермінований, рекурентний, сепарабельний, сингулярний, випадковий, стохастичний, збіжний, точковий, числовий, ергодичний та ін.;

- **технічних**: агломераційний, бесемерівський, вагранковий, відновний, доменний, кислий, конвертерний, мартенівський, металургійний, основний, підготовчий, регульований, силікотермічний, сименс-мартенівський, сиродутний, томасівський, циркуляційний, екзотермічний, екструзійний, ендотермічний та ін.; - зокрема в *гірництві*: видобувний, збагачувальний, відсаджувальний, флотаційний, флокуляційний, коагуляційний, агломераційний, зневоднювальний, дегазаційний, стратифікаційний тощо.

В науках про Землю розрізняють:

Процеси абразійні – руйнування хвилями і прибоєм *гірських порід*, які складають береги *океанів, морів та озер* (див. *абразія*).

Процеси біогенні – 1) У *мінералогії і геології* – процеси утворення *мінералів і порід* при прямій участі живих організмів (напр., утворення рифів, мушлі тощо). Син. – процеси органогенні; 2) У *геоморфології* – діяльність організмів, яка має морфогенетичне значення (розпушування порід, зміна їх хім. складу, створення *мікрорельєфу*).

Процеси вивоннення тріщин – відкладення мінеральної речовини у відкритій тріщинній

порожнині. Мають місце при утворенні постмагматичних родовищ. За рахунок цих процесів утворюються жили виповнення (за В.Вернадським – конкреційні жили).

Процеси геологічні – процеси, що змінюють *склад, структуру, рельєф* та глибинну будову Землі.

Процеси геохімічні – хім. процеси, в результаті яких утворюються і розкладаються *мінерали* і гірські породи, змінюється їх хімічний склад, відбувається *міграція* хімічних елементів. Протікають в *надрах* і на поверхні землі.

Процеси гідротермальні – процеси утворення *мінералів* внаслідок їх відкладення на поверхнях відкритих *тріщин* і в *порах* гірських порід з гарячих ювенільних розчинів.

Процеси гравітаційні – руйнування *гірських порід* і переміщення продуктів руйнування під дією сили тяжіння.

Процеси екзогенні – геологічні процеси, які відбуваються на поверхні Землі за участю сонячної енергії та сили тяжіння.

Процеси ендегенні – геологічні процеси, які відбуваються всередині Землі за участю її внутрішньої енергії. Син. – П. внутрішні (рідко).

Процеси ерозійні – руйнування *гірських порід* водним потоком (див. *ерозія*).

Процеси карстово-суфозійні – винесення пухкого матеріалу покривних *відкладів* в зони змін властивостей *породи* або підземні карстові утворення.

Процеси карстові – розчинення карстуючих *гірських порід*. Часто поєднується з гравітаційними, суфозійними та ерозійними процесами. Приводять до різних карстових проявів (зон зміни властивостей *гірських порід*, поверхневих і підземних форм, водних об'єктів та *відкладів*).

Процеси корозійні – руйнування *гірських порід* внаслідок розчинення і виносу речовини у водному розчині (див. *корозія*²).

Процеси нівальні – руйнування *гірських порід* під дією снігового покриву, в умовах періодичного танення і замерзання.

Процеси постмагматичні – сукупність мінерало- і рудотвірних процесів, які слідуєть безпосередньо за кристалізацією *магми*.

Процеси постседиментаційні – геологічні процеси та явища, які відбуваються після утворення *осадів*.

Процеси реологічні – природні процеси обумовлені текучістю речовини; супроводжуються деформацією первинної структури, релаксацією напруг.

Процеси субаеральні – процеси, які протікають на поверхні Землі. Протилежне – субаквальні процеси.

Процеси субаквальні – процеси, які протікають під водою. Протилежне – субаеральні процеси.

Процеси суфозійно-карстові – винесення пухкого заповнювача із зони зміни властивостей *порід*, поверхневих і підземних карстових форм.

Процеси суфозійні – порушення мікроагрегатної структури *порід* і вимивання низхідним підземним потоком тонких частинок з покривних *відкладів* з утворенням на поверхні замкнених понижень.

Процеси тектонічні деструктивні – тектонічні процеси, що ведуть до дроблення, руйнування *складчастих споруд*. Глобальні П.д.т. приводять до руйнування *континентів*.

Процеси тектонічні конструктивні – процеси утворення *складчастих споруд*, розширення *континентів*.

Див. *процеси мінералоутворення, процеси геологічні. В.С.Білецький.*

ПРОЦЕСОР, -а, ч. * р. *процессор*, а. *processor*, н. *Processor* m – 1) Частина цифрової обчислювальної машини, що реалізує процес переробки *інформації* і координує роботу периферійних *пристроїв*. У обчислювальній машині може бути декілька паралельно працюючих П. Такі ЕОМ називають багатопроцесорними. 2) Складна логічна *програма*, що є частиною системи *програмування. М.Г.Винниченко.*

ПСЕВДОЗРІДЖЕННЯ, -..., с. * р. *псевдоожужение*, а. *fluidization*, н. *Verwirbelung* f, *Pseudoverflüssigen* n – перехід сипкої маси подрібненого матеріалу до завислого стану у висхідному потоці *повітря* або *газу*, при якому система набуває окремих реологічних властивостей. Явище П. використовується в *апаратах* з киплячим *шаром* (для *класифікації, сушки, збагачення* в *аеросуспензії*).

ПСИХРОМЕТР, -а, ч. * р. *психрометр*; а. *psychrometer*; н. *Psychrometer* n, *Feuchtemesser* m, *Verdunstungsmesser* m, *Luftfeuchtemessermesser* m – *прилад* для *вимірювання вологості* повітря. У найпростішому випадку складається з сухого і змоченого термометрів. За різницею показів цих *термометрів* і за допомогою таблиць, номограм визначають абсолютну і відносну вологість повітря. Крім того, за показаннями термометрів знаходять *точку роси*, макс. парціальний тиск парів у повітрі, дефіцит вологості. Розрізняють стаціонарні, аспіраційні та дистанційні П.

ПУАЗ, -а, ч. * р. *пуаз*; а. *poise*; н. *Poise* n – позасистемна одиниця динамічного коефіцієнта *в'язкості*, що

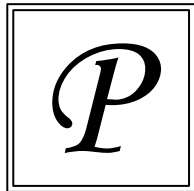
характеризує здатність *рідини й газів* чинити опір взаємному рухові їхніх частинок. $1 \text{ пуаз} = 1 \text{ г/см}\cdot\text{с} = 0,1 \text{ Па}\cdot\text{с}$. Сота частина П. наз. сантипуазом. Від прізвища французького фізика Ж.-Л.-М. Пуазейля.

ПУАНСОН, ПУНСОН, -а, ч. * р. *пуансон, пунсон*, а. *punch, ram, plunger*, н. *Pressenstempel m, Pressstempel m, Druckstempel m, Oberstempel m, Lochstempel m* – робоча частина (звичайно металевий стержень) деяких штампів та інших інструментів, що безпосередньо тисне на матеріал, який обробляють або досліджують.

ПУЛЬПА, -и, ж. * р. *пульпа*, а. *pulp, slurry*; н. *Trübe f, Pulpe f* – суміш твердих частинок і *рідини*, рідка неоднорідна система. За *крупністю* частинок розрізняють П.: *грубі суспензії*, *тонкі суспензії*, *шлами (мули)*, *колоїдні розчини*. Концентрація П. (відношення маси твердої і рідкої фаз) вимірюється в % твердого або співвідношенні твердого до рідкого (Т:Р). П. використовується при *збагаченні корисних копалин*, в *гідромеханізації*, при гідравлічному транспортуванні, для гасіння *пожеж*. В.С.Білецький.

ПУЛЬПА ФЛОТАЦІЙНА, -и, -ої, ж. – являє собою багатофазну систему, що складається з твердої фази (дрібні мінеральні частинки), рідкої фази (*вода, реагенти*) і газоподібної фази (бульбашки повітря). Результати флотаційного *збагачення* залежать від властивостей і структури фаз.

ПУЛЬСАЦІЯ, -ії, ж. * р. *пульсація*, а. *pulsation*, н. *Pulsation f, Pulsieren n, Schwankung f* – періодична зміна якої-небудь характеристики, явища. Зокрема П. – періодично повторювана короткочасна дія сил на фізичне тіло або середовище. У *збагаченні корисних копалин* П. використовується як головний чинник розділення мінеральних мас у *пульсаторах*, *відсаджувальних машинах* тощо.



РАДИКАЛ, -а, ч. * р. *радикал*, а. *radical*, н. *Radikal n* – 1) Парамагнітна частинка з неспареним *електроном* на зовнішній атомній або молекулярній орбіталі. Може бути нейтральним або нести позитивний чи негативний *заряд*. У залежності від характеру орбіталі, яку займає неспарений електрон, розрізняють *π-радикали* і *σ-радикали*. У залежності, від природи центрального атома (атома з найбільшою спіновою густиною) розрізняють С-, О-, N- та інші атомоцентровані радикали. 2) Свійка група *атомів*, яка в хімічних реакціях без змін переходить з однієї сполуки в іншу.

РАДИКАЛ ВІЛЬНИЙ, -а, -ого, ч. * р. *радикал свободный*, а. *free radical*, н. *freies Radikal n* – *радикал*, який не входить у радикальну пару. Р.в. можуть виникати під дією тепла, *катализаторів*, УФ- та радіаційного випромінювання, інших впливів на *молекули*. Характерна особливість Р.в. – висока хім. активність, обумовлена наявністю вільних *валентностей* (неспарених *електронів*). Більшість Р.в. мають малу тривалість життя (на рівні декількох мс). Р.в. відіграють важливу роль у гетерогенному каталізі, ферментативних процесах у живих організмах, у реакціях горіння та *вибуху*, у важливих пром. процесах – *крекінгу*, *піролізу*, *полімеризації*, процесах, які включають *механохімічну активацію* та ін. Р.в. з кінетичною енергією, яка набагато перевищує певне середнє значення, притаманне для нього, називають *гарячими радикалами*.

РАДІАЦІЯ, -ії, ж. * р. *радиация*, а. *radiation*, н. *Strahlung f, Emission f* – іонізуюче випромінювання, променевисилання яким-небудь тілом, напр., Сонцем (с о н я ч н а р а д і а ц і я) чи іншим джерелом. Під Р. розуміють потоки *елементарних* частинок і *квантів*, проходження яких через *речовину* викликає її *іонізацію*. Це *електрони*, *позитрони*, *протони*, *нейтрони* та ін. *елементарні частинки*, а також атомні ядра і електромагнітне випромінювання гамма-, рентгенівського і оптичного діапазонів.

РАДІОАКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ, -их, -ів, мн. * р. *радиоактивные элементы*, а. *radioactive elements*, н. *radioaktive Elemente n pl* – *хімічні елементи*, всі *ізотопи* яких радіоактивні (*технецій*, *прометій*, *полоній* і всі наступні за ним елементи в *періодичній системі елементів*). Більшість Р.е. належать до рядів *урану* і *торію* і до відгалужень від цих рядів. Їх розпад завершується ізотопами *свинцю*.

РАДІОАКТИВНІ МАТЕРІАЛИ, -их, -ів, мн. * р. *радиоактивные материалы*, а. *radioactive materials*, н. *radioaktive Stoffe m pl* – будь-які матеріали, які містять радіонукліди і для яких питома активність та сумарна активність вантажу (проби) перевищують межі, встановлені нормами, правилами та стандартами з ядерної та радіаційної безпеки.

РАДІОАКТИВНІСТЬ, -і, ж. * р. *радиоактивность*, а. *radioactivity*, н. *Radioaktivität f* – спонтанне (зумовлене внутрішніми причинами) перетворення нестійких атомних ядер та елементарних частинок на інші ядра та елементарні частинки. Супроводжується випромінюванням елементарних частинок або ядер (напр., *α-частинок*), а також жорсткого радіоактивного випромінювання. Поняття Р. іноді розповсюджують і на перетворення елементарних частинок (*нейтронів*, *мезонів*, *гіперонів*). Розрізняють Р. природну – Р. *ізотопів*, що існують у природних умовах, та штучну – Р. *ізотопів*, які

одержані при ядерних реакціях. Основні типи Р.: α -розпад (викидання α -частинок з ядра), β -розпад (викидання електрона з ядра при перетворенні зайвого нейтрона в протон), β^+ -розпад (викидання позитрона), поділ ядер, протонна Р., е-захоплення.

Р. виражають в с^{-1} , тобто числом актів радіоактивного розпаду за 1 с (в системі СІ), і позасистемних одиницях – кюрі (Кі), резерфордах, грам-еквівалентах урану на 1 т речовини тощо. $1 \text{ Кі} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}$.

РАДІОВУГЛЕЦЕВИЙ МЕТОД, -ого, -у, ч. * р. *радиоуглеродный метод*, а. *radiocarbon dating*; н. *Radiokarbonmethode* f, *Radiokohlenstoffverfahren* n – оснований на визначенні відносного вмісту ізотопу C^{14} в природних об'єктах (частіше всього вугіллі, деревині, залишках кісток і т.п.). Використовується для визначення віку порівняно молодих (не більше декількох десятків тис. років) утворень.

РАДІОЗАХИСТ, -у, ч. * р. *радиозащита*, а. *radioprotection*, н. *Radioschutz* m – вид систем попереджувальної сигналізації при наближенні до небезпечної зони.

РАДІОМЕТР, -а, ч. * р. *радиометр*, а. *radiometer*, н. *Radiometer* n – 1) Прилад для вимірювання променевої енергії світла. Оснований на тепловій дії променів. 2) Р. р а д і о т е х н і ч н и й – прилад для вимірювання потужності випромінювання радіохвиль. 3) Р. а к у с т и ч н и й – прилад для вимірювання звукового тиску. 4) Прилад для вимірювання активності радіоактивних об'єктів. За призначенням і принципом дії у цій категорії, зокрема, розрізняють Р. г е о ф і з и ч н и й – прилад для радіометричних методів геологічної розвідки; Р. с ц и н т и л я ц і й н и й – прилад, призначений для вивчення полів радіоактивних випромінювань при геологічних дослідженнях. За принципом дії виділяють Р. компенсаційні, модуляційні, частотні.

РАДІОСПЕКТРОСКОПІЯ, -ії, ж. * р. *радиоспектроскопия*, а. *radiospectroscopy*, н. *Radiospektroskopie* f – розділ фізики, в якому вивчаються спектри випромінювання й поглинання речовиною електромагнітних хвиль у діапазоні від сотень Гц до 300 ГГц. До Р. належать методи електронного парамагнітного резонансу (ЕПР), ядерного магнітного резонансу (ЯМР), циклотронного резонансу та ін. Методи Р. застосовують для вивчення структури речовини (твердих, рідких і газоподібних тіл), окремих молекул, моментів атомних ядер, при якісному аналізі речовини, вимірюванні магнітних полів, створенні стандартів чистоти тощо.

РАМПА, -и, ж. * р. *рампа*, а. *dock, loading ramp, ramp platform*, н. *Rampe* f – крита споруда у вигляді емкості з похилим днищем для складування, охолодження вугільних брикетів та їх подальшого відвантаження у залізничні вагони або автотранспорт. Р. може застосовуватися також як відвантажувальний засіб для інших крихких матеріалів, що потребують запобігання їх подрібненню.

РАНДОМІЗАЦІЯ, -ії, ж. * р. *рандомизация*, а. *randomization, hashing*, н. *Randomisation* f – розташування об'єктів у випадковому порядку. Застосовується, напр., для вибору порядку слідування окремих дослідів при плануванні експериментів.

РАНЖУВАННЯ, -..., с. * р. *ранжирование*, а. *ranging, ranking, rating*, н. *Rangieren* n, *Ordnen* n – послідовне розміщення чогось; Р. в е л и ч и н – розміщення величин у певному порядку за ступенем важливості, значущості. Застосовують, зокрема, у моделюванні, а також при створенні систем автоматичного управління технологічними процесами.

РАФІНУВАННЯ, -..., с. * р. *рафинирование*, а. *affinage, finishing, refining*, н. *Raffinieren* n, *Raffinierung* f, *Raffination* f – остаточна очистка продукту (нафту, металів тощо) від небажаних домішок. Застосовується у металургії, нафтопереробці, хімічній та ін. галузях.

РЕАГЕНТ, -у, ч. * р. *реагент*, а. *reagent*, н. *Reagens* n – одна з речовин, яка бере участь у певній хімічній реакції, але не є об'єктом обробки. При вивченні механізмів реакцій під Р. часто розуміють сполуку, що вступає в реакцію, атакуючи іншу – субстрат. Р. широко застосовують у збагаченні корисних копалин, зокрема у флотації, при бурінні, як інгібітори корозії, в процесах емульгування та деемульгування тощо. Див. також реактив, флотаційні реагенти.

РЕАКТИВ, -у, ч. * р. *реактив*, а. *reagent, (chemical) agent*; н. *Reagens* n – речовина, що при взаємодії з іншою спричинює характерну реакцію. Використовують у хімічному аналізі.

РЕАКТИВНІСТЬ ВІДНОСНА, -ості, -ої, ж. * р. *реактивность относительная*, а. *relative reactivity*; н. *relative Reaktivität* f – здатність до реакції певних атомів чи груп у молекулі, віднесена до здатності реагування їх у еталонній сполуці; кількісно характеризується відношенням констант швидкості чи констант рівноваги відповідних реакцій. Син. – реакційна здатність.

РЕАКЦІЯ, -ії, ж. * р. *реакция*, а. *reaction*, н. *Reaktion* f – 1) Дія, стан, процес, що виникають за певних умов у відповідь на будь-які впливи, подразнення, ураження.

2) Р. х і м і ч н а – взаємодія між двома і більше речовинами, внаслідок якої утворюється нова речовина. Пов'язана зі зміною хімічних зв'язків.

РЕАКЦІЯ БУДУАРА, -ії, -..., ж. * р. *реакция Будуара*, а. *Boudoir's reaction*, н. *Boudoir-Reaktion* f – виділення вуглецю за реакцією $2\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{C}$. Багато авторів розглядає її як таку, що приводить до утворення алмазу й графіту при відновленні вуглекислоти різними відновниками, які є в магмі.

РЕАКЦІЯ ЕКЗОТЕРМІЧНА, -ії, -ної, ж. * р. *реакция экзотермическая*, а. *exothermal reaction*, н.

exotherme Reaction f – хім. реакція, що протікає з виділенням тепла (напр., в *мінералах*, які зазнають нагрівання).

РЕАКЦІЯ НА ДІЯННЯ (НА ВПЛИВ), -ії, -..., ж. * р. *реакция на воздействие*, а. *response, reponse*, н. *Reaction f auf eine Wirkung* – процес на виході системи автоматичного регулювання (САР), який виникає при наявності впливу на вході. При дослідженні динаміки САР розглядається реакція на типове діяння. Реакція на одичине східчає діяння називається перехідною функцією. В стійкій системі діяння викликає деякий *перехідний процес*, після затухання якого система переходить в усталений стан (режим).

РЕГУЛЯТОР ВИТРАТИ, -а, -..., ч. * р. *регулятор расхода*; а. *flow regulator*, н. *Verbrauchsregler m, Stromregelventil n, Strombegrenzungsventil n* – гідроапарат керування витратою, призначений для підтримування заданої витрати незалежно від перепаду тисків у підвідному та відвідному потоках робочої рідини.

РЕГУЛЯТОР СЕРЕДОВИЩА, -у, -..., ч. * р. *регулятор среды*, а. *regulator of concentrating medium*; н. *Regler m des Mediums* – речовина, що змінює властивості середовища. У *збагаченні корисних копалин* – флотаційний *реагент*, а також *реагент* при *масляній агломерації, флокуляції* тощо, призначений для цілеспрямованого впливу на властивості флотаційного (агломераційного, флокуляційного тощо) середовища (напр., рН) з метою створення необхідних сприятливих умов для дії інших *реагентів* на той чи інший *мінерал*. В.С.Білецький.

РЕГУЛЯТОР ТИСКУ, -а, -..., ч. * р. *регулятор давления*; а. *pressure controller, pressure regulator*; н. *Druckventil n, Druckregler m* – автоматичний пристрій, чутливим елементом якого служить гума мембрана або поршень, силове замикання рухомої системи здійснюється вантажем або пружиною (задавач), а дія основана на використанні тиску робочого середовища, яке транспортується по трубопроводу. Р.т. призначений для автоматичного підтримування тиску на заданому рівні в трубопроводі після (регулятор тиску “після себе”) або до регулятора (регулятор тиску “до себе”). В регуляторах тиску “після себе” камера над мембраною з’єднується з трубопроводом після регулятора тиску (за напрямом потоку), а в регуляторах тиску “до себе” – навпаки, з трубопроводом до регулятора. Необхідна величина тиску встановлюється задавачем, створенням зусилля під мембраною вантажем на важелі або стиснутою пружиною. В.С.Білецький.

РЕГЕНЕРАТОР, -а, ч. * р. *регенератор*, а. *regenerator, recuperator, reclaimer*, н. *Regenerator m* – 1) Відновник. 2) Теплообмінник. *Пристрій* для вловлювання й використання тепла відхідних (напр., з промислових печей) *газів*.

РЕГЕНЕРАЦІЯ, -ії, ж. * р. *регенерация*, а. *regeneration*, н. *Regeneration f, Regenerierung f* – відновлення цінних вихідних властивостей матеріалів або речовин після їх використання для повторного застосування, напр., відновлення властивостей відпрацьованої формувальної суміші в ливарному виробництві, очищення відпрацьованого мастила, перетворення зношених гумових виробів у пластичну масу (регенерат) і т.д.

У *бурінні* – регенерація *бурового розчину* – процес його відновлення шляхом виділення вибуреної породи та добавки (при необхідності) *обважнювача* для витримки стабільних характеристик розчину.

У *збагаченні корисних копалин* регенерації підлягають *обігова вода* (потребує прояснення, поліпшення реологічних властивостей), *мінеральна суспензія важкосередовищних сепараторів*, власне *обважнювач*. Для ефективної Р. обігової води застосовують флотаційні шламів у схемах збагачувальних фабрик, схема яких передбачає збагачення тільки крупних класів.

Р. суспензії в процесі важкосередовищної сепарації призначена для відновлення густини робочого середовища, максимального видалення *магнетиту* з промивних вод, а також очистки суспензії від шламу, який потрапляє в неї зі збагачувального вугілля. Найбільш досконалим методом Р. магнетитової суспензії є *магнітне збагачення*. Густина реґенерованого обважнювача повинна бути у всіх випадках вищою за густину робочої суспензії. В залежності від крупності збагачуваного вугілля і прийнятої технології збагачення застосовуються різні схеми Р.: одностадійна, двостадійна і комбінована. На вітчизняних вуглезбагачувальних фабриках застосовують сепаратори для реґенерації важкого середовища типу ПБР продуктивністю по важкому середовищу 180-270 м³/год.

У *геології* під Р. розуміють тектонічний процес, протилежний консолідації (стабілізації), який веде до відновлення високого ступеня тектонічної рухливості, зокрема до відновлення геосинклінальних умов на місці *платформи*.

У *теплотехніці* Р. – використання теплоти продуктів згоряння для підігрівання палива, повітря або їх сумішей, які надходять в яку-небудь теплотехнічну установку. В.С.Білецький, В.О.Смирнов, В.С.Бойко.

РЕГЛАМЕНТ, -у, ч. * р. *регламент*; а. *regulations, schedule*, н. *Reglement n, Dienstvorschrift f, Dienstordnung f* – сукупність (система) правил, що регулюють, обмежують режим праці, технології виконання проектування, ремонтних робіт тощо, напр., на *шахтах*, у *кар’єрах*, у *свердловинах*, на *заводах*. Регламент ремонту укладається науково-дослідними організаціями чи організаціями-розробниками нових методів *ремонту* і ремонтними організаціями, а затверджується видобувними

підприємствами чи акціонерним товариством. Дотримання Р. сприяє підвищенню ефективності та безпеки виконання робіт. А.Ю.Дриженко.

РЕДУКТОР, -а, ч. * р. *редуктор*; а. *reducer, reducing (reduction) gear, (reduction) gearbox*, н. *Druckminderer m, Reduziergetriebe n, Reduzierventil n* – 1) Зубчата (зокрема черв'ячна) або гідравлічна передача, призначена для зміни кутових швидкостей і обертальних моментів. 2) Прилад для зниження і підтримки постійного тиску робочого середовища (рідини або газу), що подаються трубопроводом, встановлюються, напр., на виході з балона або ін. ємності.

Редуктор¹ – самостійний вузол, що встановлюється між електродвигуном і машиною (механізмом). З їх валами редуктор з'єднується за допомогою муфт.

Гірничі машини – *підймальні машини, вентилятори, конвеєри, верстат-качалки* та ін. – комплектуються редукторами різних типорозмірів. Характеристиками редуктора є передавальне число, крутильний момент, маховий момент на валу редуктора, міжцентрова відстань, маса, температура нагріву, шумова характеристика та ін. Редуктор кріпиться до гірничої машини і встановлюється на фундаменті.

Підйомні машини шахтних стволів обладнують переважно редукторами, які являють собою окрему конструкцію, виконану з урахуванням режимів підйому і конкретних умов експлуатації. Ці редуктори є одно- або двоступеневою циліндровою передачею з жорсткою міжцентровою відстанню. У редукторах барабанних підйомних машин разом з евольвентним зачепленням часто застосовують також зачеплення Новикова, що має ряд істотних переваг; широко застосовують шевронні зуби, які дозволяють вирівнювати знос в окремих точках зубів і цим зменшувати удари від неправильного зачеплення. Зубчасті передачі редукторів розміщують у чавунному корпусі.

Індекси в позначенні редукторів: Ц – циліндровий, О – одноступеневий, Д – двоступеневий, Н – із зачепленням Новикова, У – уніфікований.

На багатоканатних підйомних машинах застосовують спеціально спроектовані двоприводні редуктори типу 2ЦД, які являють собою реверсивну зубчасту передачу з шевронними колесами, що розміщені в литому або зварному корпусі з жорсткою міжцентровою відстанню. Корпус установлено на пружинних опорах. Такі редуктори мають два приводи.

Характерною особливістю редукторів є спосіб з'єднання з електродвигуном.

Редуктори шахтних підйомних машин – одні з найнадійніших елементів, і, як правило, термін їх служби співпадає з терміном служби підйомної установки. І.Г.Манець.

РЕЖИМ, -у, ч. * р. *режим*, а. *regime¹, routine¹, procedure¹, conditions¹, regulations²*, н. *Regime n* – 1). Певні умови, реально існуючі або необхідні для забезпечення роботи, функціонування, існування чого-небудь. 2) Сукупність правил, заходів, норм для досягнення якої-небудь мети.

Розрізняють: Р. аварійний, Р. водний, Р. високо- і низькотемпературний, Р. газовий, Р. гідрологічний, Р. гравітаційний, Р. ламінарний і Р. турбулентний, Р. льодовий, Р. безперервний, Р. змінний, Р. стаціонарний, Р. усталений та ін.

Напр., режим перевезень *гірничої маси на кар'єрі* – порядок і послідовність роботи кар'єрного транспорту, що обумовлені видом транспорту, обсягом перевезень, розподілом вантажопотоків, шляховим розвитком *кар'єру* та ін. (аналогічно – на *шахті*).

РЕЖИМ НОМІНАЛЬНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *режим номинальный*; а. *design conditions, rated conditions, nominal drive, standard conditions*; н. *Nominalregime n* – 1) Усталений режим роботи *системи, пристрою, елемента*, який задано технічними умовами або іншими нормативно-технічними документами, і за якого *пристрій* повинен працювати протягом встановленого ресурсу (терміну служби), зберігаючи значину параметрів у межах встановлених норм. 2) Режим, який має тільки яку-небудь назву, ще не виконує свого призначення, але для якого призначений відповідний *пристрій, апарат* і т.ін. *Номинальний режим* знаходять шляхом оптимізації суперечливих умов за цілим рядом факторів (навантаження, втрати потужності, нагрівання, термін служби, частота обертання тощо). В.С.Білецький, В.С.Бойко.

РЕЗЕРВУАР, -а, ч. * р. *резервуар*; а. *vessel, tank; reservoir*; н. *Behälter m, Tank m, Reservoir n, Speicher m* – 1) Споруда або інше природне чи штучне вмістилище для зберігання рідин і газів (бак, балон, цистерна тощо). 2) Група перекритих зональною покривкою і гідродинамічно пов'язаних *пластів* всередині нафтогазоносного комплексу. Елемент нафтогазогеологічного розчленування розрізу нафтогазоносних територій. Розрізняють: *резервуар нафтовий, резервуар нафтовий природний, резервуар морський, резервуари кульові, резервуарний парк, резервуарний понтон, резервуар підземних вод*. Р.С.Яремійчук.

РЕЗЕРВУАР МОРСЬКИЙ, -а, -ого, ч. * р. *резервуар морской*; а. *sea oil tank, offshore storage tank*; н. *Offshore-Tank m* – резервуар для збирання і зберігання *нафти* на морських родовищах.

РЕЗЕРВУАР НАФТОВИЙ, -а, -ого, ч. * р. *резервуар нефтяной*; а. *bulk oil tank*; н. *Erdöltank m* – ємність, призначена для накопичення, короткотривалого зберігання й облікування "сирої" і товарної *нафти*.

РЕЗЕРВУАР НАФТОВИЙ ЗАГЛИБЛЕНИЙ, -а, -ого, -ого, ч. * р. *резервуар нефтяной углубленный*; а.

buried oil tank; н. *Erdöltankbehälter m im Erdboden* – ємкість для зберігання нафти і нафтопродуктів, яка повністю чи частково розташована нижче рівня землі; споруджується також з ґрунтовою засипкою (напр., траншейні резервуари). Використовуються на складах нафти і нафтопродуктів, нафтопереробних заводах і ін. ДАТ “Магістральні нафтопроводи “Дружба” побудовано перший в Україні двостінний резервуар ємкістю 75 тис. м³.

РЕЗЕРВУАР НАФТОВИЙ ЗАЛІЗОБЕТОННИЙ, -а, -ого, -ого, ч. * р. *резервуар нефтяной железобетонный*; а. *reinforced concrete oil tank*; н. *Eisenbetonöltank m* – ємкість для зберігання нафти і нафтопродуктів, днище, корпус і покриття якої виготовляються із залізобетону. Форма резервуарів прямокутна або циліндрична. Розрізняють залізобетонні резервуари монолітні (днище, корпус і покриття мають загальний каркас із сталеві арматури) і збірно-монолітні (днище у вигляді монолітного блока, а корпус і покриття із збірних плит). За способом спорудження залізобетонні резервуари поділяють на наземні і заглиблені. Р.С.Яремійчук.

РЕЗИСТЕНТНІСТЬ, -ості, ж. * р. *резистентность*, а. *resistance*, н. *Resistivität f* – опірність, здатність чинити опір чому-небудь.

РЕКОНСЕРВАЦІЯ, -ії, ж. * р. *реконсервация*; а. *reconservation*; н. *Rekonservation f* – введення в дію чогось (напр., свердловин) після консервації; поновлення чогось.

РЕКТИФІКАЦІЯ, -ії, ж. * р. *ректификация*, а. *rectification, fractionation*; н. *Rektifikation f* – розділення рідких сумішей, що містять два або кілька компонентів різної питомої ваги, багаторазовим випаровуванням суміші й конденсацією пари. Для Р., як правило, використовують колонні апарати, що дозволяє реалізувати багаторазовий контакт між потоками рідкої і газоподібної фаз. Рушійна сила Р. – різниця між фактичними і рівноважними концентраціями компонентів у паровій фазі, що відповідають складу рідкої фази. Застосовують у хімічній, нафтовій, спиртовій промисловості, а також для розділення ізотопів, виділення індивідуальних речовин тощо. В.С.Бойко.

РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ, -ії, -..., ж. * р. *рекультивация земель*; а. *land reclamation, recultivation, restoration*, н. *Bodenrekultivierung f, Bodenwiederurbarmachung f* – 1. Комплекс гірничотехнічних, інженерно-будівельних, меліоративних, сільськогосподарських, лісокультурних та озеленувальних робіт, які скеровані на відновлення продуктивності та господарської цінності порушених гірничими роботами, видобуванням нафти і газу, або земель, приведених до непридатного стану внаслідок тривалого перебування під породними відвалами, мулонакопичувачами тощо. Відтворення, покращання умов навколишнього середовища з метою повторного використання порушених у процесі господарської діяльності територій. Можливі такі напрямки Р.: сільськогосподарський, лісогосподарський, водогосподарський, рекреаційний, будівельний, санітарно-гігієнічний. 2. Здійснення комплексу заходів для забезпечення можливості повторного використання земель, пошкоджених у процесі виробничої діяльності, а також запобігання шкідливій дії промислового виробництва на екологію навколишнього середовища. Проведення Р.з. передбачає створення культурних ландшафтів, які б повністю відповідали вимогам охорони та збагачення природних ресурсів. Рекультивовані землі використовують для вирощування сільськогосподарських культур, створення лісонасаджень, організації місць відпочинку, заказників тощо.

Рекультивация біологічна – сукупність заходів щодо відновлення родючості земель, які поновлені гірничотехнічною рекультивацією: посів трав-меліорантів, внесення добрив та ін.

Рекультивация гірничотехнічна – сукупність гірничих робіт і заходів щодо відновлення властивостей денної поверхні: планування відвалів, виположення їх укосів, формування дренажної мережі, покриття поверхні шаром родючого ґрунту та ін. В.О.Смирнов, В.С.Білецький.

РЕКУПЕРАЦІЯ, -ії, ж. * р. *рекуперация*, а. *recuperation, recovery, regeneration*; н. *Rekuperation f* – повернення частини матеріалів або енергії для повторного використання у тому ж технологічному процесі.

Напр., Р. у металургійному виробництві – виділення й вловлювання з метою повторного використання газів, парів тощо, які перебувають у суміші з іншими речовинами. Р. дорогоцінних каменів – повернення їх частини для повторного використання. Р. цінних розчинників здійснюється шляхом їх вилучення з відпрацьованих сумішей.

РЕЛАКСАЦІЯ, -ії, ж. * р. *релаксация*; а. *relaxation*; н. *Relaxation f, Ermüdung f* – 1) Процес поступового переходу фізичної чи фізико-хімічної системи з нерівноважного стану, спричиненого зовнішніми впливами, у стан термодинамічної рівноваги або в певний стаціонарний стан. До Р. належать: вирівнювання концентрації розчиненої речовини в розчині після того, коли вона вся розчинилася; розрядження електричного конденсатора тощо. Характеризують різні види Р. часом її перебігу. 2) Процес зменшення напруг у часі внаслідок броунівського руху при незмінних зовнішніх умовах і розмірах тіла. Час, протягом якого напруга зсуву в тілі зменшиться в e разів ($e = 2,71828\dots$), називається періодом релаксації і позначається θ : $\theta = \mu / k$, де μ – динамічний коефіцієнт в'язкості рідини; k – модуль пружності; ϵ – деформація. Якщо t – час дії сили на тіло, більший за період релаксації ($t > \theta$), то тіло – рідина, якщо навпаки ($t < \theta$), то тіло – тверде.

РЕНТГЕН, -а, ч. * р. *рентген*, а. *Rontgen, roentgen*; н. *Röntgen n* – одиниця дози (кількості) рентгенівського чи гамма-проміння, яка спричиняє в 0,001293 г повітря (тобто в 1 см³ при норм. тиску)

утворення йонів, з яких йони одного знака мають сумарний заряд в одну електростатичну одиницю електрики $(1/3) \cdot 10^9$ Кл. В системі Si 1 Р = $2,57976 \cdot 10^{-4}$ Гй. Від прізви. нім. фізика В.-К. Рентгена.

РЕНТГЕНОГРАФІЧНИЙ ФАЗОВИЙ АНАЛІЗ, -ого, -ого, -у, ч. * р. *рентгенографический фазовый анализ*, а. *radiographic phase analysis*; н. *Röntgenphasenanalyse* f – метод дослідження мінерального (фазового) складу г.п., руд і продуктів їх технол. переробки на основі рентгенівських (пулюєвих) дифракційних методів. Розрізняють якісний і кількісний Р.ф.а. Якісний аналіз передбачає виявлення і діагностику всіх розкристалізованих фаз *проби* і базується на тому, що дифракційна картина багатофазної *проби* є *суперпозицією* дифракційних картин всіх фаз *проби*. Кількісний фазовий аналіз передбачає визначення вмісту всіх виявлених і діагностованих фаз і базується на пропорційності інтенсивності кожної фази суміші її *вмісту в породі*,

руді. *Похибка* кількісного аналізу 5-10%. Р.ф.а. використовують при геолого-розвідувальних роботах.

РЕНТГЕНОМЕТР (ПУЛЮЄМЕТР), -а, ч. * р. *рентгенометр (пулюеметр)*, а. *X-ray meter, ionometer*, н. *Röntgenometer n (Pulujimeter n)* – *прилад* для вимірювання кількості *рентгенівського (пулюєвого)* проміння або *гамма-проміння в рентгенах*.

РЕНТГЕНОСТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. * р. *рентгеноструктурный анализ*, а. *X-ray diffraction analysis*; н. *Röntgenstrukturanalyse* f, *Röntgenstrukturuntersuchung* f – прями́й метод дослідження атомної *структури* речовини за розподілом у просторі та інтенсивністю розсіяного на об'єкті *рентгенівського (пулюєвого) випромінювання*.

В основу методу покладено явище дифракції рентгенівських (пулюєвих) променів у *кристалах* та закон відбиття їх від плоских стінок *кристалів*. Р.а. включає технічні засоби і методи одержання рентгенограм, теоретичні основи та практичні прийоми їх розшифрування. Р.а. дозволяє: визначити розмір елементарної комірки, встановити координати *атомів*, вивчати будову і фазовий склад *розчинів*, досліджувати внутрішні напруги в твердому тілі, оцінювати сили міжатомної взаємодії тощо. Зокрема Р.а. *вугілля* дозволяє встановити: розмір ароматичного ядра, товщину пачки кристалоподібних шарів у надмолекулярних утвореннях, ступінь деформованості вуглецевих пакетів, форму *пор*, об'єм середньої мікропори, а також виконати аналіз неорганічної частини вугільної речовини.

Р.а. застосовується для вивчення твердих, рідких, кристалічних, аморфних *речовин*, однак найбільш широко і успішно використовується для вивчення кристалічних об'єктів. Перспективний метод вивчення метамікних *мінералів, бітумів, скла* і т.д. Р.а. застосовують у поєднанні з іншими методами структурного аналізу речовини – електронографією і нейтронографією. *В.І.Саранчук, В.С.Білецький*.

РЕОМЕТР, -а, ч. * р. *реометр*, а. *rheometer, flow meter*; н. *Rheometer n* – *прилад*, яким вимірюють витрати *газів*.

РЕОСТАТ, -а, ч. * р. *реостат*, а. *rheostat*, н. *Rheostat m* – електричний *прилад*, яким змінюють опір електричного кола, регулюють струм або напругу. Величина опору може змінюватися плавно або східчасто. Для зміни струму та напруги в невеликих межах Р. підключається в ел. мережу послідовно (напр., для обмеження пускового струму в ел. машинах). Для регулювання струму та напруги в широкому діапазоні (від нуля до макс.) застосовується потенціометричне підключення Р. *М.Г.Винниченко*.

РЕПРЕЗЕНТАТИВНИЙ, * р. *репрезентативный*, а. *representative*, н. *repräsentativ* – представницький, характерний, типовий для чого-небудь. Напр., репрезентативна вибірка – множина випадкових чисел (об'єктів), які характеризують генеральну сукупність.

РЕПУЛЬПАЦІЯ, -ії, ж. * р. *репульпация*, а. *repulping*; н. *Wiederaufschlammung n* – розведення *водою (оборотною водою)* згущеної *пульпи, кеку*, відсіяних *хвостів* і т.п. для зручності транспортування матеріалу *трубопроводами* і *жолобами* або створення необхідної *густини* пульпи для ведення подальших операцій. *Згущення* і подальша Р. застосовуються, напр., для відмивання *флотаційних реагентів* або *шламів*, при знемаслюванні вуглемасляного *грануляту* і *агломерату* (див. *масляна агрегація*). *О.А.Золотко, В.С.Білецький*.

РЕСИВЕР, -а, ч. * р. *ресивер*, а. *receiver*, н. *Aufnahmegefäß n, Stahlgefäß n, Receiver m* – герметична ємкість (частіше за все сталева посудина) для нагромадження *газів, пар* чи стисненого *повітря*, а також для вирівнювання їх тиску у разі нерівномірної витрати або надходження. Одночасно в Р. відбувається відокремлення від нагромаджуваних газів крапель *рідини*.

РЕСУРСИ І ЗАПАСИ ВУГІЛЛЯ, -ів, -ів, -..., *мн.* * р. *ресурсы и запасы угля*, а. *coal resources and reserves*, н. *Kohlenressourcen f pl und -vorräte m pl, Ressourcen f pl und Vorräte m pl an Kohle* – вкопне вугілля поширене на всіх континентах, на шельфі морів і океанів, а іноді і в їх глибоководних частинах. Світові прогнози ресурси вугілля до цього часу повністю не враховані, а оцінки їх суперечливі. Прогнози ресурси вугілля в світі на початок 1998 р. складали біля 32,5 трлн т, з них на суші – 24,5 трлн т (у т. ч. бурого вугілля – 8,44 трлн т).

Найбільшими *прогнозними ресурсами* вугілля володіє Євразія – 14,4 трлн т. У Північній і Південній Америці зосереджено 6,33 трлн т, з них 4,76 трлн т – бурого вугілля. Прогнози ресурси Австралії і Океанії оцінюються в 1,51 трлн т, Африки – 0,22 трлн т. Істотні прогнози ресурси *вугілля* відомі в Антарктиді, де вони, імовірно, перевищують 2 трлн т тільки кам'яного *вугілля*. Прогнози ресурси *морів і океанів* оцінюються приблизно в 8 трлн т.

Найбільшими підтвердженими запасами вугілля всіх типів володіють США, Китай, Австралія, Німеччина, Росія, Канада, Великобританія і ПАР.

Світові доведені запаси кам'яного вугілля, станом на 2000 р., показані на гістограмі (у млн т), а їх розподіл по материках – у таблиці 1 (Джерело: Statistical Review of World Energy).

Табл. 1. Розподіл світових запасів кам'яного вугілля (у %)

Північна Америка	24,2
Південна Америка	1,0
Європа	15,2
Країни пострадянського простору	23,4
Африка і Близький Схід	6,0
Азія і Тихоокеанський регіон	30,2

США володіють найбільшими в світі підтвердженими запасами вугілля всіх типів, при цьому кам'яне (бітумінозне) вугілля і антрацити зосереджені у вугільних басейнах східної і центральної частини країни: Аппалачському (штати Пенсільванія, Огайо, Західна Вірджинія, Теннессі, Алабама, східна частина Кентуккі), Іллінойському (штати Іллінойс, західна частина Кентуккі, Індіана), Внутрішньому Західному (штати Айова, Міссурі, Оклахома, Канзас, Небраска) і Пенсильванському (західна частина штату Пенсильванія, антрацити).

Басейни з бурим і суббітумінозним вугіллям розташовані в західній частині (штати Північна і Південна Дакота, Вайомінг, Монтана, Юта, Колорадо, Арізона, Нью-Мексико), а також на півдні країни (штати Техас, Арканзас, Міссісіпі, Луїзіана, Алабама). Запаси вугілля в США характеризуються в основному пологим заляганням пластів (середня потужність – бл. 1 м) на невеликій глибині, поширеністю на великих площах, стійкістю бічних порід, помірним вмістом води та газу, а також великою різноманітністю типів вугілля і загалом високою їх якістю.

Табл. 2. Основні вугільні басейни світу

Вугільні басейни	Країна	Підтв. запаси, млн т	Тип вугілля ¹
Ордоський	Китай	100000	К
Іллінойський	США	99995	К
Аппалачський	США	93431	К
Кансько-Ачинський	Росія	80197	Б
Кузнецький	Росія	57632	К
Вітбанк	ПАР	51123	К
Паудер-Рівер	США	50929	СБ
Нижньорейнський	Німеччина	50000	Б
Донецький	Україна, Росія	48310	К
Альберта	Канада, США	46582	К, Б
Латроб-Валлі	Австралія	40500	Б
Нижньорейнсько-Вестфальський (Рурський)	Німеччина	36540	К
Форт-Юніон	США	31238	Б
Дамодарський	Індія	31058	К
Боуен	Австралія	23678	К
Сідней	Австралія	22243	К
Йоркшир-Ноттінгемшир	Великобританія	15380	К
Техаський	США	13234	Б
Західний	США	10160	К
Південний Уельс	Великобританія	8000	К

Примітки: * К – кам'яне, СБ – суббітумінозне, Б – буре

Китай займає друге після США місце в світі за обсягом підтверджених запасів вугілля всіх типів. Бл. 95% з них зосереджено в провінціях Шаньсі, Шеньсі, Хейлунцзян, Гуйчжоу, Хенань, Аньхой, Юньнань, Шаньдун, Хебей і в автономних районах Синьцзян-Уйгурському і Внутрішній Монголії. У межах великих вугільних басейнів є як родовища з пологими вугільними пластами, так і родовища більш складної будови, вугілля яких сильно метаморфізоване (провінція Шаньдун). Якість китайського вугілля поступається якості американського, хоч в Китаї є родовища з високосортним вугіллям, частково придатним для коксування (напр., Фушунське).

У Росії головні вугільні басейни – Кузнецький, Печорський, Південно-Якутський і російська частина Донецького.

Основним у ПАР є басейн Вітбанк, де вугільні пласти залягають відносно полого, на невеликій глибині (бл. 100 м), але вугілля характеризується значною зольністю, і лише незначна частина його придатна для коксування.

У Австралії найголовнішими вугільними басейнами є Боуен і Сідней. У басейні Боуен (штат Квінсленд) вугільні пласти залягають у сприятливих гірничо-геологічних умовах, вугілля хорошої якості. У басейні Сідней (штат Новий Південний Уельс) вугільні пласти тектонічно порушені значно сильніше, а вугілля має підвищену зольність, але добре коксується.

У Німеччині основні *вугільні басейни* Нижньорейнсько-Вестфальський або Рурський (кам'яне вугілля) і Нижньорейнський (буре вугілля). У Рурському басейні *вугільні пласти* мають в основному круте падіння, часто сильно тектонічно порушені, залягають на великій глибині, водо- і газонасичені. Найважливішими *вугільними басейнами* Канади є Альберта (буре вугілля і лігніти) і ряд басейнів регіону Скелястих гір. Родовища Скелястих гір характеризуються звичайно пологим заляганням *пластів, вугілля* добре коксується.

В Україні основним *вугільним басейном* є Донецький (Донбас). Тут також розташовані Львівсько-Волинський (кам'яне вугілля) та Придніпровський (буре вугілля) басейни. Прогнозні запаси вугілля в Україні становлять 117,5 млрд т, промислові запаси на діючих шахтах – 6,5 млрд т. З них 3,5 млрд т (54%) – запаси енергетичного вугілля. Запаси вугілля становлять 95,4% від загального обсягу запасів органічного палива в країні. На 01.01.2006 р. на обліку діючих вугледобувних підприємств перебувало 1364 шахтопласти, із яких відпрацьовувалися 345, в т.ч. 91 – викидонебезпечні.

Загалом найбільш сприятливі для видобутку запаси вугілля в США, Австралії і ПАР, найбільш складні – в країнах Європи, зокрема в Україні.

В кінці ХХ ст. (1998) видобуток та споживання *вугілля* (млн т) в країнах світу складали (в дужках в т. ч. *антрациту* і кам'яного): в КНР 1235,50 (1185,50); США 1014,20 (934,20); Австралії 355,50 (289,70); Індії 323,00 (300,00); РФ 232,00 (149,00); ПАР 222,30 (222,30); Німеччині 207,50 (41,30); Польщі 180,00 (117,00); Україні 76,20 (74,20); Чехії 75,70 (24,90); Канаді 75,38 (63,59); Північній Кореї 75,00 (60,00); Казахстані 68,70 (65,70); Індонезії 61,20 (61,20); Греції 60,40 (немає); Сербії і Чорногорії 43,20 (0,10); Туреччині 42,30 (2,30); Великобританії 41,30 (41,30); Колумбії 34,00 (34,00); Румунії 33,00 (4,00); Болгарії 31,12 (0,10); Іспанії 26,10 (12,40); Таїланді 21,20 (4,70); Угорщині 14,50 (0,90); В'єтнамі 11,70 (11,70); Мексиці 10,00 (10,00); Венесуелі 6,80 (6,80); Македонії 6,50 (немає); Франції 6,10 (5,30); Бразилії 5,60 (5,60); Словенії 5,20 (немає); Монголії 5,20 (2,00); Зімбабве 5,05 (5,05); Південній Кореї 4,30 (4,30); Словаччині 4,00 (немає); Новій Зеландії 3,70 (3,50); Японії 3,60 (3,60); Пакистані 3,10 (3,10); Узбекистані 3,00 (немає); Боснії і Герцеговині 2,00 (немає); Ірані 1,81 (1,81); Австрії 1,00 (немає); на Філіппінах 1,00 (1,00); в Чилі 0,90 (0,90); Ботсвані 0,80 (0,80); Тайвані 0,50 (0,50); Киргизстані 0,50 (0,50); Сваїленді 0,41 (0,41); Марокко 0,40 (0,40); Малайзії 0,35 (0,35); Норвегії 0,33 (0,33); Аргентині 0,24 (0,24); Афганістані 0,23 (0,23); Єгипті 0,20 (0,20); Нігері 0,15 (0,15); Замбії 0,15 (0,15); Мозамбіку 0,14 (0,14); Танзанії 0,10 (0,10); Нігерії 0,09 (0,09); Італії 0,08 (немає); Перу 0,08 (0,08); Малаві 0,05 (0,05); Хорватії 0,05 (0,05); Албанії 0,03 (0,03); М'янмі 0,02 (0,02); Таджикистані 0,01 (0,01).

Світове споживання *вугілля* (1998) склало (в млн т нафтового еквівалента): всього 2219,4 (за 1997 р. 2265,8), в т. ч. в азіатсько-тихоокеанському регіоні 1015,5; Північній Америці 565,6; Європі 350,5; країнах колишнього СРСР 166,5; Африці 95,9; Південній і Центральній Америці 18,6; на Середньому Сході 6,8.

Світові достовірно підраховані запаси *вугілля в надрах* (в дужках в т. ч. *антрациту* і кам'яного), за станом на початок 1999 р., оцінювалися (в млн т): всього 984211 (509491), в тому числі в країнах Північної Америки 256477 (116707), з них в США 246643 (111338), Канаді 8623 (4509), Мексиці 1211 (860); Латинській Америці 21574 (7839), з них в Бразилії 11950 (немає), Колумбії 6749 (6368), Венесуелі 479 (479); Європі 122032 (41664), з них в Болгарії 2711 (13), Чехії 6177 (2613), Франції 116 (95), Німеччині 67000 (24000), Греції 2874 (немає), Угорщині 4461 (596), Україні 34356 (16388); Польщі 14309 (12113), Румунії 3611 (1), Іспанії 660 (200), Туреччині 1075 (449), Великобританії 1500 (1000), РФ 157010 (49088); у Казахстані 34000 (31000), Африці і на Середньому Сході 61605 (61355), з них в ПАР 55333 (55333), Зімбабве 734 (734), інших країнах Африки 5345 (5095), країнах Середнього Сходу 193 (193); Азії і тихоокеанського регіону 292345 (184450), з них в Австралії 90400 (47300), Китаї 114500 (62200), Індії 74733 (72733), Індонезії 5220 (770), Японії 785 (785), Новій Зеландії 571 (29), Північній Кореї 600 (300), Пакистані 2928 (немає), Південній Кореї 82 (82).

При стабільному рівні видобутку світові запаси вугілля достатні для розробки протягом 218 років, у т. ч. в країнах колишнього СРСР 500, Африки і Середнього Сходу 266, Північної Америки 235, Латинської Америки понад 500, Європи 158 і азіатсько-тихоокеанського регіону 146 років. *Б.С.Панов, В.С.Білецький.*

Література: 1. World coal: world coal production 1998 / Chadwick John // Mining Mag. – 1999. – 181, Р. – Р. 179, 181, 183. 2. World coal: world proven coal reserves at end 1998 / Chadwick John // Mining Mag. – 1999. – 181, Р. – Р. 177. 3. Mineral Commodity Summaries – <http://minerals.er.usgs.gov/minerals/>. 3. Ежі Кіцкі. Роль кам'яного вугілля: Світ, Європа, Польща. – Краків: Гірничо-Металургійна академія. - 2002.

РЕСУРСИ І ЗАПАСИ КОРИСНИХ КОПАЛИН, -ів, -ів, -..., *мн.* * *р. ресурсы и запасы полезных ископаемых, а. resources and reserves of minerals, н. Ressourcen f pl und Vorräte m pl an Bodenschätzen* – обсяги *корисних копалин*.

Р е с у р с и к.к. – обсяги к.к. в *родовищах*, оцінені як можливі для видобутку і переробки на сучасному техніко-економічному рівні *розробки родовищ* даного виду *мінеральної сировини*.

З а п а с и к.к. – обсяги к.к., виявлені і підраховані на місці залягання за даними геологічного вивчення відкритих (ідентифікованих) *родовищ* к.к.

Робочою групою з *вугілля* Європейської економічної комісії (ЄЕК) ООН розроблена, а ЄЕК і Комітетом з стійкої енергетики ООН 7–8 жовтня 1998 р. прийнято “Міжнародну рамочну класифікацію ООН запасів/ресурсів родовищ”, яка розповсюджується на тверді горючі копалини та мінеральну сировину. ООН рекомендувала цю класифікацію для впровадження в країнах світу, які мають розвинену вугільну та гірничодобувну промисловість. Таким чином, ООН було запропоновано прийняти єдині світові критеріальні оцінки *ресурсів і запасів корисних копалин*.

Разом з тим, створення єдиної світової понятійної бази стосовно категорій “ресурси” і “запаси” к.к. в кінці ХХ ст. утруднювалося різними підходами до їх підрахунків у різних країнах. Це пояснює розбіжності різних джерел, які іноді досягають 100% і більше. В колишньому СРСР та ін. соціалістичних країнах Державним балансом враховувалися запаси родовищ, кваліфіковані за ступенем їх розвіданості.

В оглядах, які видавала в 1983–1995 р. “ВНИИЗарубежгеология”, оцінка *ресурсів і запасів к.к.* закордонних країн і їх кореляція з запасами СРСР та країн СНД базувалася на узагальненій класифікаційній схемі, згідно з якою вважалось, що сума підтверджених і передбачених запасів твердих к.к. США, Канади, Австралії та ін. країн Заходу порівняна з сумою балансових запасів категорій $A+B+C_1$ і C_2 та частини *прогнозних ресурсів* категорії P_1 , підтвержені запаси – з сумою балансових запасів категорії $A+B+C_1$, а передбачувані – з сумою балансових запасів категорії C_2 і частини *прогнозних ресурсів* категорії P_1 .

Нова класифікація ресурсів і запасів в РФ, затверджена в 1997 р., зберегла попередні підходи до ранжовання запасів за ступенем їх вивченості (категорії А, В, C_1 і C_2), а також поділ запасів на балансові і забалансові, хоча принцип поділу вдосконалено – якщо раніше до балансових запасів відносили запаси “доцільні для освоєння”, то зараз було затверджено принцип прямої вартісної цінності запасів, вимогою одержання прямого економічного ефекту в умовах конкурентного ринку.

В класифікації США запаси і ресурси включають тільки ту кількість к.к., яка видобувається (може бути видобута). Співвідношення термінів з категоріями ресурсів і запасів СРСР, РФ та США для твердих к.к., *нафти та газу* подано в додатках.

В Україні за ступенем техніко-економічного вивчення *запаси і ресурси к.к.* поділяють на три групи:

п е р ш а г р у п а – запаси к.к., на базі яких проведено детальну геолого-економічну оцінку ефективності їх промислового освоєння, матеріали якої, включаючи ТЕО постійних кондицій на *мінеральну сировину*, затверджені Державною комісією по запасах к.к. (ДКЗ);

д р у г а г р у п а – *запаси* к.к., на базі яких проведено попередню геолого-економічну оцінку їх промислового значення, а матеріали техніко-економічної доповіді про доцільність подальшої розвідки *родовища*, включаючи обґрунтування тимчасових кондицій на *мінеральну сировину*, апробовані ДКЗ або замовником (інвестором) геологорозвідувальних робіт;

т р е т ь я г р у п а – *запаси та ресурси к.к.*, на базі яких проведено початкову геолого-економічну оцінку можливого промислового значення перспективної ділянки *надр*, а матеріали техніко-економічних міркувань про доцільність проведення подальших пошуково-розвідувальних робіт, параметри попередніх кондицій на *мінеральну сировину* схвалені замовником (інвестором) геологорозвідувальних робіт.

Ресурси *корисних копалин* є кінцевим результатом геолого-геофізичних досліджень, геологознімальних та пошукових робіт і прогнозно-металогенічних досліджень. За ступенем геологічного вивчення і достовірності ресурси *корисних копалин* поділяються на перспективні і прогнозні.

Ресурси **п е р с п е к т и в н і** – обсяги *корисних копалин* кількісно оцінені за результатами всебічного геологічного вивчення в межах продуктивних площ, де є *родовища корисних копалин*. Перспективні ресурси враховують можливість відкриття нових *родовищ* того ж геолого-промислового типу на вивчених площах або ділянках і є основою для геолого-економічної оцінки проведення пошуків та пошуково-розвідувальних робіт.

Ресурси **п р о г н о з н і** – обсяги потенційних *корисних копалин*, які основані на позитивних геологічних передумовах перспективних площ, де *родовища* ще не відкриті. *Прогнозні ресурси* оцінюються категорією P_3 , а перспективні – категоріями P_2 й P_1 . Основою для оцінки ресурсів категорії P_3 є прогнозні карти необхідного масштабу (1:100 000 та менше) та подібність території прогнозу з аналогічними за геологічними особливостями площами, де вже відомі промислові родовища. Ресурси перспективні категорії P_2 визначають спроможність відкриття *родовищ* у межах *рудних полів* (площ), виявлених при геологознімальних роботах масштабу 1:50000 за загальними пошуками і визначаються наявністю проявів *корисних копалин*. Кількість і середня якість прогнозованих об’єктів визначаються за аналогією з відомими *родовищами*. Ресурси категорії P_2 є основою для постановки пошуково-оціночних робіт на об’єктах, відкритих при геологознімальних та пошукових роботах. Ресурси перспективні категорії P_1 є резервом для отримання приросту розвіданих балансових *запасів* у межах вже розвіданих *родовищ*. На основі цих ресурсів разом з *запасами* категорії C_2 плануються геологорозвідувальні роботи для підготовки та експлуатації *корисних копалин*.

У нових районах та рудоносних полях до категорії Р₁ відносять ресурси науково обґрунтованих прогнозних об'єктів за умови, якщо в межах прогнозного контуру хоча б по одній лінії у трьох точках виміряні потужність та якість рудного *покладу*. За підсумками визначеної суми запасів категорії С₂ і перспективних ресурсів категорії Р₁ виконується економічна оцінка можливого промислового значення досліджуваного *родовища*. Основою оцінки є *карти, плани та розрізи* з прогноною характеристикою масштабу 1:10000 – 1:1000 (для великих об'єктів до 1:25000).

Україна уніфікувала свою національну класифікацію *ресурсів і запасів к.к.* згідно з рекомендаціями ООН. Згідно з Постановою КМ України від 05.05.1997 за № 432 *ресурси і запаси к.к.*, що характеризуються певними рівнями промислового значення і ступенями техніко-економічного вивчення, розподіляють на класи, які ідентифікують за допомогою міжнародного трипорядкового цифрового коду відповідно до таблиці.

Табл. Схема класифікації ресурсів і запасів корисних копалин державного фонду України, адаптована до Міжнародної Рамочної класифікації ООН (від 1998 р.)

Промислове значення	Ступінь техніко-економічного вивчення	Ступінь геологічного вивчення	Код класу
1.Балансові запаси	ГЕО-1*	Розвідані (доведені) запаси	111
	ГЕО-2**	Розвідані (доведені) запаси	121
	ГЕО-2	Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	122
2.Умовно балансові та позабалансові запаси	ГЕО-1	Розвідані (доведені) запаси	211
	ГЕО-2	Розвідані (доведені) запаси	221
	ГЕО-2	Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	222
3. Промислове значення не визначене	ГЕО-3***	Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	332
	ГЕО-3	Перспективні ресурси	333
	ГЕО-3	Прогнозні ресурси	334

*ГЕО-1 – детальна геолого-економічна оцінка; **ГЕО-2 – попередня геолого-економічна оцінка; ***ГЕО-3 – початкова геолого-економічна оцінка.

У нафтогазовій галузі використовується такий понятійний апарат ресурсів к.к.

Ресурси *нафти* і *горючих газів* (**a. resources of oil and combustible natural gases, н. Erdöl- und Brenngasressourcen f pl**) – сума накопиченого видобутку детально розвіданих (категорії А, В, С₁) і попередньо оцінених (категорія С₂) запасів та *перспективних* (категорія С₃) і *прогнозних* (категорії D₁, D₂) *ресурсів*.

Ресурси *нафти, горючих газів, конденсату* групи D (**a. resources of oil, combustible gases and condensate (D group), н. Erdöl-Brenngas- und Kondensatressourcen f pl Gruppe D**) – вагова кількість *нафти* і *конденсату* або об'ємна кількість *газу* на дату оцінки в можливих *покладах* регіонально продуктивних літолого-стратиграфічних комплексів на перспективних структурах і прогнозних територіях, зведені до поверхневих умов.

Ресурси *вуглеводнів* категорії С₃ (**a. C₃ category hydrocarbon resources, н. Kohlenwasserstoff-Ressourcen f pl Kategorie C₃**) – в нафтогазовій галузі – ресурси *вуглеводнів* перспективних структур, *пасток* та інших об'єктів, які розміщені в нафтогазоносних районах, підготовлені до пошукового *буріння* й ооконтурені перевіреними для даних районів методами геологічних та геофізичних досліджень, а також нових горизонтів, ще не розкритих бурінням у межах конкретного відкритого *родовища*, якщо продуктивність їх встановлена на інших *родовищах* району.

Ресурси *вуглеводнів* категорії D₁ (**a. D₁ category hydrocarbon resources, н. Kohlenwasserstoff-Ressourcen f pl Kategorie D₁**) – в нафтогазовій галузі – *прогнозні ресурси* вуглеводнів у літолого-стратиграфічних комплексах з промисловою нафтогазоносністю, що доведена в межах великих регіональних структур (першого порядку). Кількісна їх оцінка базується на результатах регіональних, геофізичних, геохімічних досліджень і на аналогії з вивченими родовищами в межах оцінюваного регіону. Ресурси категорії D₁ пов'язують із *пастками*: а) що підготовлені до глибокого *буріння* і знаходяться в районах із ще невстановленою нафтогазоносністю (група повністю локалізованих прогнозних ресурсів категорії D₁); б) виявленими за даними геологічних і геофізичних досліджень (група частково локалізованих *прогнозних ресурсів* категорії D₁); в) що передбачаються на основі закономірностей розподілу *пасток* на суміжних, добре вивчених (еталонних) територіях (група нелокалізованих *прогнозних ресурсів* категорії D₁).

Ресурси *вуглеводнів* категорії D₂ (**a. D₂ category hydrocarbon resources, н. Kohlenwasserstoff-Ressourcen f pl Kategorie D₂**) – в нафтогазовій галузі – *прогнозні ресурси* вуглеводнів у літолого-стратиграфічних комплексах, промислова нафтогазоносність яких у межах великих регіональних структур (першого порядку) ще не доведена, а перспективи нафтогазоносності прогноуються на основі комплексу геофізичних і геолого-геохімічних даних. Їх кількісна оцінка здійснюється за передбачуваними параметрами на основі загальних геологічних уявлень та аналогії з іншими, більш вивченими регіонами, де є розвідані родовища *нафти* і *газу* з *покладами* в оцінюваному комплексі. Ресурси категорії D₂ пов'язують із *пастками*: а) що підготовлені до глибокого *буріння* в

межах структур першого порядку із невстановленою нафтогазоносністю (група повністю локалізованих *прогнозних ресурсів* категорії D₂); б) виявленими за даними геологічних і геофізичних досліджень у межах структур першого порядку з невстановленою нафтогазоносністю (група частково локалізованих *прогнозних ресурсів* категорії D₂); в) що передбачаються в межах структур першого порядку з недоведеною нафтогазоносністю (група нелокалізованих *прогнозних ресурсів* категорії D₂); г) що розміщені в межах структур першого порядку з доведеною нафтогазоносністю, але приурочені до нафтогазоносних комплексів, які занурені значно нижче глибин, досягнутих бурінням, або коли продуктивність нафтогазоперспективних комплексів ще не доведена (також група нелокалізованих *прогнозних ресурсів* категорії D₂).

Проблема вичерпання природних ресурсів. Високі темпи приросту споживання природних ресурсів за останні роки і прогресуюче забруднення навколишнього природного середовища породили різні теорії щодо майбутнього забезпечення ними людей на Землі.

Найбільш поширена на Заході теорія вичерпання природних ресурсів і настання природного голоду. Особливо це стосується невідновлюваних природних ресурсів – мінеральної сировини і палива. Для оцінки наростаючих диспропорцій між розвитком суспільства і природними ресурсами рядом дослідників наводяться дані про виснаження запасів мінеральної сировини, скорочення земель, що обробляються, і інших сільськогосподарських угідь, вирубки лісів, зростаючий дефіцит прісної води.

Широко відомі в цьому напрямі теорії, розроблені з ініціативи Римського клубу (неурядовий аналітичний центр, створений у 1970 р.), який ставить на меті розробку і обговорення перспективних проблем світового розвитку. За даними Д.Медоуза, відомі нині запаси корисних копалин будуть вичерпані протягом найближчих десятиріч. У табл. 1 показані терміни вичерпання запасів окремих корисних копалин за прогнозами Римського клубу.

Табл. 1. Прогноз вичерпання ресурсів корисних копалин Землі (за даними Римського клубу, 2001 р.)

Речовини	Глобальні запаси, т	Річне зростання запасів, %	Час вичерпання, роки
Алюміній	1,2·10 ⁹	6,4	55
Хром	1,7·10 ⁸	2,6	154
Вугілля	5·10 ¹²	4,1	150
Мідь	3·10 ⁸	4,6	48
Залізо	1·10 ¹¹	1,8	173
Свинець	1·10 ⁸	2,0	64
Нафта	4,5·10 ¹¹	4,0	50
Природний газ	3·10 ¹³ м ³	4,7	49

Ці та інші варіанти світових моделей показують, що внаслідок вичерпання природних ресурсів і зростаючого забруднення в середині ХХІ ст. почнеться криза, зростання населення зміниться його скороченням, станеться світова катастрофа. Кращим варіантом є модель стабілізації економіки населення: капітал прямує в сільське господарство і сферу послуг, а в промисловість – тільки для відшкодування зносу. У цьому випадку світова економічна система буде існувати за межами ХХІ ст. Результати досліджень вчених різних країн світу, проведені за завданням ООН, більш оптимістичні. Вони прогнозують прогрес світової економіки на тривалий період.

У роботі американського вченого В.Д. Нордхауза "Ресурси як обмежувач зростання" показується, що кінцеві мінеральні ресурси (які можуть бути вилучені) у багато разів перевершують відомі, і якщо вийти з сучасного річного споживання, то їх вистачить на тривалі терміни використання (табл. 2)

Табл. 2. Можливі строки видобутку різних корисних копалин, роки

Корисні копалини	Розвідані запаси у відношенні до річного споживання	Кінцеві запаси у відношенні до річного споживання
Вугілля	2736	5119
Мідь	45	340
Залізо	117	2657
Фосфор	481	1601
Молібден	65	630
Свинець	10	162
Цинк	21	618
Сірка	30	6897
Уран	50	8455
Алюміній	23	68066
Золото	9	102

РЕСУРСИ І ЗАПАСИ НАФТИ, -ів, -ів, -..., *мн.* * *р.* ресурсы и запасы нефти, *а.* petroleum resources and reserves, *н.* Ressourcen f pl und Vorräte m pl an Erdöl (*Naphtha*) – на 1998 р. доведені запаси

нафти (включаючи газоконденсат) були відомі в 101 країні світу. У 42 країнах *запаси* перевищують 100 млн т.

Близько 62% доведених світових запасів приурочено до нафтогазоносного басейну Персидської затоки. Тут нафтогазові поклади зустрічаються по всьому розрізу осадового чохла, що досягає в центральній частині басейну потужності 14 км. Поклади в основному антиклінального типу. Вмісними є карбонатні і теригенно-карбонатні комплекси, материнськими породами – палеогенові і крейдяні глини, верхньоюрські глинисті вапняки, середньоюрські тріасові глини, девонські сланці і силурійсько-ордовикські граптолітові сланці. Характерною особливістю більшості родовищ НГБ є наявність декількох (часом більше 10) продуктивних горизонтів у межах однієї площі; подібна будова родовищ отримала назву “листовий пиріг”. Умови Персидської затоки вважаються унікальними завдяки поєднанню цілого ряду чинників, що сприяли утворенню гігантських скупчень вуглеводнів. Усього в басейні відкрито 588 нафтових і газонафтових родовищ, з них 81 (13,8%) – на *шельфі*.

Основні нафтові ресурси Південно-Східної Азії зосереджені в Сіамському і Саравакському НГБ. Обидва басейни характеризуються потужним (9–10 км) *осадовим чохлам*, нафтоносність приурочена до *пісковиків* кайнозойського віку.

У Сіамському басейні відкрито 42 нафтових і газонафтових родовища (всі *шельфові*), в Саравакському – 58, з них 51 морське.

У Китаї відкрито понад 350 нафтових і газонафтових родовищ. Понад 70% доведених запасів знаходиться на півночі і північному сході країни. Морські родовища приурочені до затоки Бохай (Жовте море), гирла р.Чжунцзян і Тайваньської протоки. Нафтоносні відклади належать до континентальних (лагунних) фацій. Понад 40% доведених запасів нафти як *шельфів*, так і прибережних територій, пов'язано з кайнозойськими відкладами, бл. 40% – з крейдовими відкладами.

У США найбільш багаті доведеними запасами нафти і газоконденсату штати Техас (26% запасів країни), Аляска (24%), Каліфорнія (15,6%). У *шельфових* родовищах зосереджено 14% національних запасів нафти, понад 4/5 цих запасів приурочено до акваторій Мексиканської затоки.

оцінка

Максимальні потужності осадового чохла тут перевищують 15 км, у т. ч. кайнозойського – 12 км. Локальні структури різноманітні – від діапирових куполів до тектонічно порушених ізоклінальних складок; їх амплітуди змінюються від десятків метрів до декількох кілометрів. Під потужними соляними куполами виявлено понад 1200 родовищ нафти. Усього в НГБ відкрито понад 6800 нафтових родовищ на суші і більше 930 – в Мексиканській затоці.

У Пермському НГБ Західного Техасу з потужністю осадового чохла до 8 км продуктивні нижньокрейдіві пісковики, верхньопермські пісковики і доломіт, палеозойські пісковики, вапняки і доломіт, докембрійська кора вивітрювання. Усього в НГБ відкрито понад 6 тисяч нафтових родовищ з початковими запасами бл. 6 млрд т. На Західному узбережжі США нафтоносні зони вузькі, витягнуті в субмеридіональному напрямі, міжгірські і передгірські басейни: Сонома-Орінда-Лівермор, Грейт-Валлі, Салінас-Куяма, Санта-Марія, Вентура-Санта-Барбара, Лос-Анджелес.

У Канаді основні запаси нафти і газоконденсату зосереджені в західних провінціях країни: Саскачеван, Альберта, Британська Колумбія (Західно-Канадський, Уїллістоунський НГБ і ін.). Загальна потужність осадового виконання досягає 5–6 км.

У Південній Америці основні ресурси вуглеводнів зосереджені в районі Маракайбо і Орінокському НГБ. Тут відкрито 19 нафтових і газонафтових родовищ, 16 з яких розташовані в акваторії оз. Маракайбо. Найбільшим в НГБ (і одним з найбільших у світі) є унікальне родовище “Болівар” з початковими запасами 4,38 млрд т. В межах родовища встановлена продуктивність 325 піщаних горизонтів.

Орінокський НГБ розташований на території Венесуели і в акваторії Карибського моря, він включає також острів Тринідад. Загальна потужність осадового виконання перевищує в центральній частині басейну 20 км, а обсяг виконання досягає 730 тис.км³. Усього в НГБ відкрито 267 нафтових і газонафтових родовищ. Сумарні початкові ресурси оцінені в 4,5 млрд т; бл. третини їх знаходиться в акваторіях. Вздовж південного кордону НГБ тягнеться т.зв. “пояс Оріноко”, обмежений площею розвитку континентальних кайнозойських і крейдових пісковиків. Тут зустрічаються поклади важкої нафти, запечатані з поверхні асфальтом. Початкові ресурси природних бітумів “пояса Оріноко” перевищують 100 млрд т.

Основні нафтові ресурси Північної Африки пов'язані з Тунісько-Сицилійським, Алжиро-Лівійським і Сахаро-Східно-Середземноморським НГБ. Найбільший з них Алжиро-Лівійський НГБ; в ньому відкрито понад 100 нафтових і газонафтових родовищ. Потужність осадового чохла досягає 7,5 км. Продуктивні тріасові пісковики і нижньопалеозойські *вапняки, доломіт, пісковики, кварцити*. Поклади – антиклінального типу. Усього в НГБ відкрито 276 нафтових і нафтогазових родовищ, 4 з них – на *шельфі* Середземного моря.

Табл. Доведені запаси нафти і газоконденсату (млн т) та забезпеченість підтвердженими запасами

Континенти, країни	Запаси на 1998 р.	Частка в світі, %	Забезпеченість, роки
Європа	3139,3	2,3	10
Австрія	11,9	0	12
Албанія	18,1	0	53
Білорусь	71 ^г	0,1	39
Болгарія	2	0	51
Англія	711,1	0,5	6
Угорщина	17,5	0	13
Німеччина	53,2	0	19
Греція	1,4	0	3
Данія	133,6	0,1	12
Естонія	0 ^г	0	...
Іспанія	4,1	0	11
Італія	85,2	0,1	15
Литва	5,1 ^г	0	34
Молдова	0,2 ^г	0	...
Нідерланди	17,2	0	6
Норвегія	1598	1,2	10
Польща	5,5	0	22
Румунія	127,6	0,1	18
Словаччина	1,2	0	12
Словенія	...	0	0
Україна	227,4	0,2	55
Франція	14,7	0	8
Хорватія	13,6	0	9
Чехія	0,5	0	1
Швеція	0,3 ^г	0	...
колишня Югославія	19,1	0	16
Азія	95878	69,7	70
Азербайджан	930 ^г	0,7	98
Афганістан	14 ^г	0	...
Бангладеш	0,8	0	9
Бахрейн	30,2	0	6
Бруней	145,2	0,1	20
В'єтнам	112,3	0,1	12
Грузія	6,6 ^г	0	66
Ізраїль	0,6	0	55
Індія	594,6	0,4	18
Індонезія	1245,5	0,9	18
Ірак	13652,7	9,9	238
Іран	12287,7	8,9	68
Ємен	424,7	0,3	23
Казахстан	1300 ^г	0,9	50
Катар	568,9	0,4	18
Киргизстан	15 ^г	0	300
Китай	4661,6	3,4	29
Кувейт	12805,5	9,3	122
Малайзія	682,3	0,5	18
Монголія	1,5 ^г	0	...
М'янма	39	0	71
ОАЕ	8810,4	6,4	78
Оман	515,1	0,4	11
Пакистан	27,4	0	11
Росія	6653,8	4,8	22
Сауд. Аравія	36137	26,3	87
Сирія	321,2	0,2	11

Континенти, країни	Запаси на 1998 р.	Частка в світі, %	Забезпеченість, роки
Таджикистан	3	0	150
Таїланд	40,6	0	11
Тайвань	0,6	0	14
Туркменістан	160 ^г	0,1	27
Туреччина	43,5	0	13
Узбекистан	250 ^г	0,2	32
Філіппіни	42,3	0	1058
Японія	8,3	0	11
Африка	10328,9	7,5	27
Алжир	1890,4	1,4	29
Ангола	534,3	0,4	15
Бенін	1,1	0	7
Габон	366,1	0,3	20
Гана	2,3	0	8
Дем.Респ. Конго	25,6	0	18
Екв.Гвінея	1,6	0	1
Ефіопія	0,1	0	...
Єгипет	509,5	0,	1
Камерун	82,9	0,1	13
Конго	221,2	0,2	18
Кот-д'Івуар	16	0	21
Лівія	3684,9	2,7	52
Марокко	0,3	0	27
Нігерія	2907,6	2,1	25
ПАР	4	0	5
Судан	35,9	0	78
Туніс	45,1	0	12
Америка	21165,8	15,4	24
Аргентина	359,1	0,3	9
Барбадос	0,3	0	8
Беліз	0,3 ^г	0	3
Болівія	19,4	0	13
Бразилія	657,5	0,5	16
Венесуела	9817,7	7,1	62
Гватемала	27,4	0	28
Еквадор	388	0,3	20
Канада	750	0,5	8
Колумбія	356,2	0,3	11
Куба	22,1	0	12
Мексика	5592,1	4,1	37
Перу	110,7	0,1	21
Суринам	10,1	0	22
США	2970,6	2,2	9
Тринідад і Тобаго	73,2	0,1	12
Чилі	11	0	25
Австралія і Ок.	377,3	0,3	11
Австралія	315,1	0,2	11
Нова Зеландія	21,2	0	7
П.-Нова Гвінея	41,1	0	11
Разом	137543,2	100	42

У Західній Африці основні ресурси нафти пов'язані з Гвінейською затокою і Кванза-Камерунським НГБ, причому значна частина цих басейнів розташована на акваторіях Атлантичного океану: відповідно, 84,3% і

92,3% площі. У НГБ Гвінейської затоки відкрито 186 нафтових і газонафтових родовищ на суші (включаючи водоймища в дельті Нігера) і 112 – в океані. Загальна потужність мезо-кайнозойського осадового чохла перевищує 12 км. Нафтоносність пов'язана переважно з *пісковиками* палеоген-неогенового і крейдового віку. Сумарні доведені запаси – бл. 3 млрд т. Потужність мезо-кайнозойського осадового виконання Кванза-Камерунського НГБ до 8 км. Доведена нафтогазоносність верхнього комплексу кайнозойсько-крейдового розрізу, де продуктивні пісковики, аргіліти, вапняки і доломіт.

Західна Європа має відносно невеликі ресурси *нафти* і *газу*. Велика частина їх зосереджена в Центрально-Європейському НГБ, а в межах цього басейну – в Північноморській западині. Усього в межах НГБ виявлено понад 180 нафтових, нафтогазових і нафтогазоконденсатних *родовищ* на суші і 265 – в *акваторіях* околочних морів. Початкові потенційні ресурси *нафти* – 6 млрд т. Загальна потужність *осадового чохла* НГБ досягає 14 км. Нафтогазоносні переважно *відклади* палеогенового, мезозойського і пермського віку. Континентальні родовища невеликі, основна частка запасів припадає на акваторії Північного моря. Найбільші північноморські родовища нафти приурочені до тектонічної структури Центрального грабена.

Росія володіє значним нафтовим потенціалом. Сумарні *прогнозні ресурси* країни оцінюються в 62,7 млрд т. Велика частина цих ресурсів зосереджена в східних і північних районах країни, а також на шельфах арктичних і далекосхідних морів. На початку ХХІ ст. з 2152 відкритих у Росії нафтових родовищ у розробку залучено менше половини, а запаси родовищ, що експлуатуються, вироблені в середньому на 45%. Однак початковий потенціал ресурсів *нафти* Росії реалізований приблизно на третину, а в східних районах і на російському шельфі – не більш ніж на 10%, так що можливе відкриття нових значних запасів рідких *вуглеводнів*, у т. ч. в Західному Сибіру.

Одним з перспективних нафтогазодобувних регіонів планети є Середньоазіатсько-Каспійський регіон (“Каспій”). При цьому західні, і передусім американські фахівці, кажучи про ресурси “Каспію”, мають на увазі ресурси *надр* не тільки *акваторій* Каспійського моря, але і всіх прилеглих територій. Відносно цих ресурсів існують дві точки зору. Згідно з однією з них, *надра* прикаспійських країн мають у своєму розпорядженні величезні поклади *нафти*, початкові ресурси якої оцінюються приблизно в 30 млрд т., за іншою оцінкою – 10 млрд т *нафти*. Доведені *запаси* оцінюються в 4–6 млрд т.

Двадцять найбільших нафтодобувних компаній світу наведені в табл.

Табл. *Запаси нафти і газоконденсату, які розробляють найбільші нафтодобувні компанії світу на межі ХХ–ХХІ ст. (млн т)*

Компанії	Запаси
Saudi Arabian Oil Co.	35479
Iraq National Oil Co.	15411
Kuwait Petroleum Corp.	12877
Abu Dhabi National Oil Corp.	12630
National Iranian Oil Co.	12288
Petroleos de Venezuela	9818
Petroleos Mexicanos	6551
National Oil Corp. (Лівія)	4041
China National Petroleum Co.	3288
Nigerian National Petroleum Corp.	2299

Компанії	Запаси
„ЛУКОЙЛ”	2222
“ЮКОС”	1680
Royal Dutch/Shell	1326
Sonatrach (Алжир)	1260
Petroleo Brasileiro	973
Exxon Corp.	846
Sonangol	741
Petroleum Development Oman	724
British Petroleum	689
Pertamina (Індонезія)	682

На кінець ХХ ст. в Україні було відомо бл. 350 родовищ вуглеводнів (нафти, газу і конденсату) у трьох нафтогазоносних регіонах: Західному, Східному та Південному. Державним балансом запасів враховано 133 родовищ нафти, 151 родовищ газового конденсату та 289 родовищ природного газу (з них газових 79 родовищ; більшість з них комплексні: газоконденсатні – 98; нафтогазоконденсатні – 53 родовища; газонафтові і нафтогазові – 11 родовищ). На 48 родовищах підраховано запаси розчиненого газу. Початкові розвідані запаси нафти та газового конденсату категорії А+В +С₁ на кінець ХХ ст. становили відповідно 433,9 млн т та 140,8 млн т. Враховуючи ступінь розвіданості початкових потенційних ресурсів нафти (бл. 33%) і *газового конденсату* (бл. 37%) і ступінь виробленості (відповідно бл. 22% та 16%), потенційні видобувні ресурси нафти, які залишилися в надрах на кінець ХХ ст., склали 1043 млн т, газового конденсату – 316 млн т. З них нерозвідані ресурси – 896 млн т нафти та 295 млн т конденсату. Балансові запаси горючих газів категорії А +В +С₁ на кінець ХХ ст. склали 1136 млрд м³, позабалансові – бл. 10 млрд м³. Перспективні ресурси газу категорії С₃ оцінюються в 712 млрд

м³ (139 перспективних площ на 47 родовищах). Прогнозні ресурси категорій D1+D2 – 2816 млрд м³, в т.ч. вільного газу – 2651,8 млрд м³.

За ін. даними (В. Бизов та ін., 2000 р.) на перспективній площі, яка складає бл. 40% всієї, потенційні ресурси *вуглеводнів* оцінюються в 8643,7 млн т умовного палива. З них *природний газ* становить 79,8, *нафта* – 12,5, *конденсат* – 5,3 і розчинений в нафті газ – 2,4 %. У межах суші зосереджено 6264,8, а на акваторіях Чорного і Азовського морів – 2378,9 млн т умовного палива. Б.С.Панов, В.С.Білецький.

РЕСУРСИ І ЗАПАСИ ПРИРОДНОГО ГАЗУ, -ів, -ів, -..., *мн.* * *р. ресурсы и запасы природного газа, а. resources and reserves of natural gas, н. Ressourcen f pl und Vorräte m pl an Erdgas (Naturgas)* – займають важливе місце в світовому енергобалансі і роль їх буде зростати. Початкові ресурси природного горючого газу світу, за різними оцінками, становлять 327-546 трлн м³. Геологічна служба США оцінює ресурси газу країн СНД в 107 трлн м³ і не враховує ресурси глибоководних *акваторій* (за підрахунками російських фахівців – 63 трлн м³). За даними "Газпрому" за станом на 01.01.1991 р., початкові ресурси газу країн СНД склали 250 трлн м³.

Загалом оцінки світових ресурсів газу зростають. Так, Геологічна служба США визначала початкові ресурси природного газу в світі на 01.01.1985 р. в 263 трлн м³ (в т.ч. *прогнозні ресурси* – 119 трлн м³), на 01.01.1990 р. – в 297 трлн м³ (125 трлн м³), на 01.01.1993 р. – в 327 трлн м³ (132 трлн м³). До 1998 р. з *надр* добуто (накопичений видобуток) бл. 57,7 трлн м³ газу.

Понад 30% світових початкових ресурсів природного газу припадає на частку країн СНД, приблизно 20% – на країни Близького і Середнього Сходу, 10-17% – на Північну Америку. Приблизно рівні початкові ресурси (понад 6%) мають у своєму розпорядженні Африка і Латинська Америка. Початкові ресурси газу Південної, Південно-Східної і Центральної Азії та Далекого Сходу становлять 77,5% світових. На Європу без країн СНД припадає 4-6% світових початкових ресурсів природного газу, на Австралію і Океанію – бл. 1%, на Антарктиду (*прогнозні ресурси*) – 1,4-2,2%.

Табл. Доведені запаси природного газу на межі XX – XXI ст. (млрд м³) і забезпеченість видобутку запасами

Континенти, країни	Запаси доведені	Частка в світі, %	Забезпеченість, роки
Європа	6775,1	4,6	19
Австрія	24	0	17
Албанія	1,6	0	53
Білорусь	10 ^г	0	50
Болгарія	6 ^г	0	158
Великобританія	760	0,5	8
Угорщина	90	0,1	19
Німеччина	347	0,2	15
Греція	8,5	0	121
Данія	110	0,1	12
Ірландія	20	0	8
Іспанія	17	0	85
Італія	300	0,2	15
Нідерланди	1785	1,2	22
Норвегія	1480	1	23
Польща	149	0,1	33
Румунія	397	0,3	19
Словаччина	15	0	50
Словенія	...	0	0
Україна	1136	0,8	62
Франція	21	0	5
Хорватія	37	0	20
Чехія	4	0	40
Болішья Югославія	57	0	75
Азія (без Росії)	66907,6	45,6	112
Азербайджан	225 ^г	0,2	38
Афганістан	100	0,1	500
Бангладеш	300	0,2	39
Бахрейн	142	0,1	14
Бруней	400	0,3	34
В'єтнам	170	0,1	113
Грузія	3,5 ^г	0	70

Континенти, країни	Запаси доведені	Частка в світі, %	Забезпеченість, роки
Ізраїль	0,3	0	15
Індія	491	0,3	22
Індонезія	3900	2,7	44
Йорданія	5,7	0	19
Ірак	3107	2,1	723
Іран	22986	15,7	251
Ємен	480	0,3	40
Казахстан	1840	1,3	302
Катар	8490	5,8	493
Киргизстан	5,7	0	143
Китай	1199	0,8	50
Кувейт	1492	1	159
Малайзія	2462	1,7	49
М'янма	424	0,3	249
ОАЕ	5922	4	165
Оман	777	0,5	97
Пакистан	658	0,4	33
Росія	47500	32,4	83
Сауд. Аравія	5773	3,9	77
Сирія	238	0,2	54
Таджикистан	9,4	0	313
Тайланд	353	0,2	21
Тайвань	76	0,1	88
Туркменістан	2858	1,9	165
Туреччина	9	0	45
Узбекистан	1873	1,3	37
Філіппіни	99	0,1	17069
Японія	39	0	18
Африка	10138,3	6,9	50
Алжир	3931	2,7	30
Ангола	48	0	10
Бенін	1,2	0	...

Континенти, країни	Запаси доведені	Частка в світі, %	Забезпеченість, роки
Габон	34	0	13
Гана	24	0	...
Дем.Респ.Конго	1	0	5
Екватор. Гвінея	37	0	67
Ефіопія	25	0	...
Єгипет	814	0,6	47
Камерун	110	0,1	52
Конго	91	0,1	70
Кот-д'Івуар	30	0	55
Лівія	1310	0,9	105
Мадагаскар	2	0	...
Марокко	1,4	0	14
Мозамбік	57 ^г	0	...
Намбія	85	0,1	...
Нігерія	3250	2,2	108
ПАР	23	0	12
Руанда	57	0	...
Сенегал	10 ^г	0	100
Сомалі	5,7	0	...
Судан	85	0,1	...
Танзанія	28	0	...
Туніс	78	0,1	195

Континенти, країни	Запаси доведені	Частка в світі, %	Забезпеченість, роки
Америка	14582,4	9,9	14
Аргентина	683	0,5	20
Барбадос	0,1	0	...
Болівія	130	0,1	25
Бразилія	228	0,2	23
Венесуела	4050	2,8	81
Гватемала	0,3	0	3
Еквадор	105	0,1	105
Канада	1840	1,3	10
Колумбія	226	0,2	24
Куба	1	0	10
Мексика	1796	1,2	39
Перу	198	0,1	158
США	4711	3,2	7
Тринідад і Тобаго	516	0,4	47
Чилі	98	0,1	26
Австр. і Ож.	788	0,5	21
	550	0,4	17
Нова Зеландія	68	0	12
П.-Нова Гвінея	170	0,1	1417
Разом	146691,4	100	52

Запаси природного газу розвідані в 102 державах (табл.). Близько половини всіх доведених запасів природного газу припадає на країни, що розвиваються, приблизно 40% – на країни з плановою і перехідною економікою і лише бл. 8% – на індустріально розвинені країни. У країнах-членах ОПЕК концентрується 41% запасів.

^г - оцінка

У Росії доведені запаси газу розподіляються по економічних районах таким чином: на райони європейської частини країни припадає 4,9 трлн м³ (у т. ч. на Поволзький – 5,9%, Уральський – 2,3%, Північний – 1,5%, Північно-Кавказький – 0,6%), Західного Сибіру – 36,8 трлн м³ (77,5%), Східного Сибіру – 1,0 трлн м³, Далекого Сходу – 1,1 трлн м³, *шельфу* – 3,7 трлн м³. Найбільшими газовими родовищами є Уренгойське і Ямбурзьке. На п-ові Ямал на 25 родовищах розвідано 10,4 трлн м³ запасів. У акваторії Баренцового моря запаси газу понад 3 трлн м³.

У Туркменістані значна частина запасів приурочена до газових родовищ Даулетабад (доведені запаси на 01.01.1997 р. – 707 трлн м³) і Яшлар (764,1 трлн м³).

Приблизно третя частина доведених світових запасів газу зосереджена в країнах Близького і Середнього Сходу (Іран, Катар, Абу-Дабі, Саудівська Аравія), що належать до нафтогазоносного басейну Персидської затоки. У басейні відкрито 90 газових (у т. ч. 11 морських) родовищ. Основна частина запасів газу приурочена до відкладів *пермі* та *кайнозою*. Значна частина *нафтових покладів* містить великі *газові шапки*. Характерна більш висока концентрація газу (понад 80% запасів) на складчастому борту басейну (Месопотамський прогин). Тут продуктивні карбонатні відклади *олігоцену* нижнього *міоцену* (*вапняки* світи Асмарі), а також карбонатні *відклади* верхньокрейдової групи Бангестан. На платформному борту (східний край Аравійської плити) скупчення газу приурочені до пермських *карбонатних порід* (*світа* Хуфф), що залягають на глибині 2700–3500 м.

У Ірані переважна частина доведених запасів газу припадає на вільний газ; запаси попутного газу – приблизно 3,4 трлн м³.

У Катарі розташоване морське газове родовище Норт з доведеними запасами 6,76 трлн м³; геологічні запаси перевищують 10–12 трлн м³.

У Об'єднаних Арабських Еміратах (ОАЕ) запаси газу виявлені в основному в Абу-Дабі, а також в еміратах Шарджа, Дубай і Расах-ель-Хайма.

У Саудівській Аравії, де природний газ ніколи не був цільовим об'єктом пошуків, третина його доведених запасів припадає на попутний газ родовища Гавар.

У Іраку бл. 70% доведених запасів припадає на попутний газ, 20% – на вільний, 10% – на газ *газових шапок*. Основна частина запасів попутного газу містяться в *нафтових родовищах* Киркук, Айн-Залу, Бутма, Бай-Хассан (на півночі країни), а також в родовищах Румейла-Норт, Румейла-Саут і Зубейр (на півдні).

У Бахреїні початкові запаси газу нафтогазового родовища Авалі визначаються в 570 трлн м³.

У США прогнозні ресурси природного газу оцінюються Комітетом по газових ресурсах (US Potential Gas Committee) на 01.01.1999 р. в 25,36 трлн м³ (на 01.01.1997 м. – 26,06 трлн м³). Крім того, прогнозні ресурси газу *вугільних родовищ* складають, за оцінкою, 4 трлн м³. Ресурси природного газу знаходяться в основних газоносних регіонах: Мексиканської затоки – 7513,6 трлн м³; Аляска – 5484,5 трлн м³; басейни Скелястих гір – 4245 трлн м³; Західний Внутрішній НГБ (Мідконтинент) – 3455,4 трлн м³; Приатлантичний регіон – 2940,4 трлн м³; Тихоокеанський регіон – 1052,8 трлн м³.

У Канаді *прогнозні ресурси* газу провінції Альберта (Західно-Канадський НГБ) оцінюються Канадським комітетом по газу (Canadian Gas Potential Committee) в 3452,6 трлн м³. Значні перспективи зв'язуються зі східними *акваторіями* Канади; *прогнозні ресурси* природного газу в межах *шельфу* між Ньюфаундлендом і Новою Шотландією визначаються в 1415 трлн м³. У цих оцінках не враховуються ресурси важкодоступних районів і ресурси газу вугільних родовищ ("unconventional resources"). Основна частина доведених запасів газу в Канаді зосереджена в Західно-Канадському НГБ, де виявлено 1621 *газове родовище*.

У Венесуелі початкові ресурси газу оцінюються в 12964 трлн м³. У венесуельській частині басейну Маракайбо (на північному заході країни) розвідані відносно великі запаси газу, але це на 90% розчинений газ нафтових родовищ. Відкрито 4 газових родовища. Розчинений газ еоцен-міоценових відкладів родовищ зони Болівар жирний, із вмістом важких гомологів *метану* до 16%. У Орінокському НГБ (на сході країни) міститься 35% запасів газу. Відкрито 17 газових родовищ, в т.ч. 14 – на акваторії.

У Алжирі основна продуктивність пов'язана з Алжиро-Лівійським НГБ. У західній частині басейну (газоносні западини Ахне і Тімімун) *газові родовища* переважно дрібні і середні. Доведені запаси газу западини Ахне (24 родовища) оцінюються в 267 трлн м³, западини Тімімун (17 родовищ) – в 290 трлн м³. Продуктивні силурійські і девонські *пісковики, вапняки і доломіт*, а також кембрій-ордовикські і нижньокам'яновугільні *відклади* на глибинах 900–2400 м. У північно-східній частині НГБ (нафтогазоносні області Тріасова, Гадамес і Іллізі) відкрито 47 *газових родовищ*. Продуктивні *пісковики кембрію, ордовіка, силуру-девону, карбону і тріасу*. У Тріасовій області (20 газових і газоконденсатних родовищ) найбільше значення мають піщані горизонти *тріасу*.

Газоконденсатне родовище Хассі-Р'Мель розташоване в центральній частині *склепіння* Тільремт. Продуктивні три горизонти *пісковиків* нижнього *тріасу* в інтервалі глибин 2100–2300 м. Початкові геологічні запаси газу – 2,8 трлн м³. В області Іллізі виявлено бл. 20 нафтогазових і 27 газових родовищ. Приблизно 85% запасів газу Алжиру припадає на вільний газ *газових родовищ* і *газових шапок нафтових родовищ*; інший газ розчинений в *нафті* (г. ч. родовища Хассі-Мессауд). Основні *газові родовища* країни, крім Хассі-Р'Мель (в дужках – початкові запаси, що добуваються, трлн м³): Рурд-Нусс (372), Ста (218), Хассі-Туіль (195), Тін-Фуйє-Табанкорт (156), Ін-Аменас (155), Хамра (100), Ін-Сала (71) та ін.

У Нігерії, де досі пошуково-розвідувальні роботи були орієнтовані на *нафту*, реальні запаси газу можуть значно перевищувати існуючі оцінки. На сьогоднішній день відомо бл. 25 *родовищ газу*. Переважна частина запасів – газ у *газових шапках нафтових родовищ* (бл. 70%), а також газ, розчинений у *нафті*.

На країни Південної і Південно-Східної Азії припадає бл. 6% світових доведених запасів газу. В Індонезії, за оцінками державної нафтової і газової компанії Pertamina, загальні *запаси* газу можуть досягати 7,56 трлн м³. Велика їх частина приурочена до Північно-Суматринського (19 *газових родовищ*), Центрально-Суматринського НГБ (12), Південно-Суматринського (33), Східно-Калімантанського (48), а також до Північно-Яванського (38 родовищ) НГБ. Всі НГБ пов'язані з крайовими і внутрішньоскладчастими *прогинами*, заповненими теригенно-карбонатними породами *кайнозую* потужністю до 10 км. Продуктивні піщані, карбонатні і вулканогенно-осадові *відклади* від *еоцену* до *пліоцену* включно, що залягають на глибинах від 0,1 до 4 км.

У Західній Європі (3,1% світових запасів) основні ресурси газу зосереджені в Центрально-Європейському НГБ, г. ч. в *синеклізі* Північного моря. Газоносні в основному відклади *карбону, пермі і тріасу*. Велика частина газових ресурсів пов'язана з південним бортом западини. Загалом виявлено 329 *газових родовищ* (у т. ч. 109 – морських). Значний ареал газоносних зон пов'язаний з Англо-Голандським прогином (Англійська западина). Доведені запаси природного газу британського сектора Північного моря оцінюються в 699 трлн м³; основні *газові родовища* (трлн м³ газу): Леман (161), Британія (84,9), Індіфетіґейбл (48) і Кліппер (22,6). Запаси газоконденсатних родовищ Елджін і Франклін – 45 млн т конденсату і 48,4 трлн м³ газу. Норвезьке нафтогазове родовище Троль є найбільшим у Північному морі. Родовище розділене на дві структури: Троль-Іст і Троль-Вест. Доведені запаси *покладу* Троль-Іст – 1300 трлн м³ газу і 17 млн т конденсату. Нафтовий поклад Троль-Вест містить бл. 31 трлн м³ попутного газу.

В Україні Державним балансом враховано бл. 290 родовищ природного газу. Більшість родовищ

– комплексні. З них 79 – газові, 98 – газоконденсатні, 53 – нафтоконденсатні, газонафтові та нафтогазові – 11. Початкові сумарні ресурси природного газу складають бл. 6700 млрд м³.

Газові гідрати. Новим видом газового палива є скупчення гідратів метану в океанах, морях і на суші. Їх розвіданість на межі ХХ–ХХІ ст. ще досить фрагментарна. Так, за підрахунками геологів США, запаси газових гідратів з імовірністю 65% складають в прилеглих до цієї країни акваторіях 5663,4 трлн м³. Карта прогнозного розташування покладів газогідратів поблизу берегів США показує їх поширення на десятки і сотні кілометрів. При щорічному споживанні менше 0,7 трлн м³ природного газу в цій країні таких запасів вистачить на багато сотень років.

Ресурси метану в газогідратах оцінюються до 85% від всіх світових ресурсів природного газу. Точний розподіл покладів газогідратних промислових скупчень досі не встановлений. Це пов'язано з тим, що фізичні властивості океанічних гідратів метану вивчені недостатньо, як і їх генезис. Припускають, що значна його частина має біогенне походження. Метан нагромаджується в морях і океанах зі швидкістю 10 кілотонн на рік. Гідрат метану містить метан і воду в пропорції 1:5,75. При розкладанні однієї одиниці об'єму гідрату метану утворюється 150 об'ємних одиниць метану і 0,85 одиниць води. Метан у молекулярній структурі гідрату перебуває у вигляді твердих включень (крупинок), тому він не може переміщатися і утворювати великі поклади. Родовища гідратів метану зустрічаються у вигляді розсіяних крупинок або тонких пластів (від 5 до 105 см). Джерелом утворення гідратів метану є біогенний, так званий “вільний газ”, що знаходиться під їх покладами. Ще одним джерелом можуть бути розпечені гази вулканічного походження, що знаходяться на великій глибині. Поклади гідратів метану і супутнього їм “вільного газу” утворюються у відкладах морського дна до глибини 1,5 км. При цьому найбільш перспективні для промислової розробки глибини 200–800 м нижче за рівень морського дна.

На суші в Канаді (дельта р. Макензі в північно-західній частині) у 1998 р. пробурена свердловина, де на глибинах 819–1111 м виявлений пласт гідратів метану потужністю 110 м. Ця свердловина уперше виявила гідрати метану і супутній їм “вільний газ” на глибині нижче рівня вічної мерзлоти. Роботи в цьому напрямку проводять також США, Японія, Росія. На шельфі Японії виявлені газогідратні родовища із запасами в 130 раз більшими від щорічного споживання цією країною газу. У Росії проблему розробляє “Газпром”.

У Україні Чорне море багате газогідратними родовищами (65-70 трлн м³), а в районі глибоководної Кримської частини моря запаси газогідратних родовищ складають понад 20 трлн м³. Експериментальні роботи з газогідратами в нашій країні тривають вже 30 років (Одеська “Академія холоду”). Тут розроблена технологія добування метану з газогідратів. Розроблено інноваційний проект “Метан – з газогідратів Чорного моря”. Його реалізація тільки на одному газодобувному комплексі може дати Україні метану до 1 млрд м³ на рік або 1680 т рідкого метану на добу, а також чисту талу (цілющу, без дейтерію) питну воду – 22000 т на добу. Вартість проєкта – 150 млн доларів, повернення кредиту – через 1–2 роки. Чистий прибуток – 148 млн доларів на рік. Б.С.Панов, В.С.Білецький.

РЕСУРСИ ПАЛИВНО-ХІМІЧНІ, -ів, -...-их, мн. * р. ресурсы топливно-химические, а. fuel and chemical resources, н. chemische Brennstoffressourcen f pl – сукупність розвіданих і прогнозованих запасів корисних копалин вуглецевого та вуглеводного складу. Первинні світові Р.п.-х. включають ресурси вугілля, нафти, газу, горючих сланців. У ХХІ ст. різко зростатиме частка рідкого палива з вугілля, зменшуватиметься частка нафти, а згодом і газу.

В Україні є всі види цих ресурсів, більшість з них інтенсивно використовують. Основні Р.п.-х. – кам'яне і буре вугілля, запаси якого за категоріями А+В+С₁ складають 43114,1 (буре – 2584,8) млн т, С₂ – 10926,4 (319,5) млн т (1999 р.). У найбільшому – Донецькому кам'яновугільному басейні 47,1% складає енергетичне вугілля, 31,3% – коксівне, 21,5% – антрацити. На коксохім. заводах з нього одержують кокс та 150 найменувань хімічної продукції. Львівсько-Волинський кам'яновугільний бас. має 57% енергетичного і 43% коксівного вугілля, запаси якого за категоріями А+В+С₁ – 1180,8 млн т, С₂ – 259,3 млн т. Буровугільні ресурси зосереджені у Дніпровському буровугільному басейні. Запаси за категоріями А+В+С₁ – бл. 1,9 млрд т (1999). Вугілля середньозольне, використовують в основному як паливо після брикетування. Запаси торфу за категоріями А+В+С₁ – 660 млн т, С₂ – 276 млн т. Прогнозні ресурси горючих сланців складають 500 млрд т. Запаси нафти і газу зосереджені, в основному, у Дніпровсько-Донецькій нафтогазоносній області, Передкарпатській нафтогазоносній області. Р.С.Яремійчук, В.С.Білецький, І.В.Волобаєв.

РЕТОРТА, -и, ж. * р. реторта, а. retort, vessel, н. Retorte f – 1) Лабораторна посудина грушовидної форми з повернутим у бік носиком для перегонки й розкладання речовини нагріванням. Виготовляється з вогнетривкого скла, фарфору або металу. Застосовується також для хім. реакцій, які протікають при сильному нагріванні. 2) Вогнетривка посудина різних форм, у якій нагрівають матеріали в промислових печах. Застосовують, зокрема для піролізу та газифікації твердого палива, при дистиляційному способі одержання деяких кольорових металів, напр., цинку. Р. ставлять у ретортних печах, обігрівають іззовні топковими газами та ін. теплоносіями. П.В.Сергєєв.

РЕТРОГРАДНІ ЯВИЩА, -их, явищ, мн. * р. ретроградные явления; а. retrograde phenomena; н.

umkehrbare Erscheinungen f pl – у фізико-хімії – перехід природних вуглеводневих багатокомпонентних систем із однофазного газоподібного (однофазного рідкого) стану в двофазний парорідинний стан при ізотермічному зниженні тиску (ретроградна конденсація) або ізобаричному зменшенні температури (ретроградне випаровування).

В області ретроградної конденсації (ретроградного випаровування) при ізотермічному зниженні тиску від p_1 до p_{mk} (ізобаричне зниження температури від T_1 до T_{mk}), відбувається збільшення кількості утвореної рідкої фази (газової фази) в системі до максимальної значини, де p_{mk} , T_{mk} – тиск і температура максимальної конденсації. Подальше зниження тиску (температури) приводить до зменшення об'єму рідкої (газової) рівноважної фази, а при тиску p_2 (температурі T_2) рідка (газова) фаза зникає і багатокомпонентна система (БС) знову переходить в однофазний (точка С) газоподібний (рідкий – точка С₁) стан. Багато природних БС характеризуються однією ретроградною областю. Напр., стосовно до пластових сумішей *газоконденсатних родовищ* спостерігається здебільшого тільки область ретроградної конденсації. Р.я. проявляються різні за складом вуглеводневі БС при різних значинах тисків і температур. Слід відзначити, що термобаричні умови, які призводять до *ретроградних явищ* у пластових сумішах *газоконденсатних* та *нафтових родовищ*, часто відповідають тискам і температурам, які спостерігаються при їх розробці. Це викликає випадання рідких компонентів у газонасичених *пластах*, зміну властивостей видобувної продукції, а також продуктивності *свердловин*. В.С.Бойко.

РЕФРАКЦІЯ, -ії, ж. * р. *рефракция*, **a.** *refraction*, **n.** *Refraktion* f – викривлення напрямку поширення світлових променів, звуків і радіохвиль через неоднорідність різних параметрів середовища (оптичну неоднорідність, зміну температури, діелектричну проникність і ін.). Стосовно світлових променів розрізняють Р.: астрономічну (відхилення променя від світила земною атмосферою в напрямі більш щільних її шарів, в результаті чого видимі зенітні відстані завжди здаються меншими за істинні); земну, що відбувається в нижніх шарах атмосфери і відчутно впливає на результати високоточних геодезичних вимірювань; диференціальну, що виявляється як різниця впливу загальної Р. на візирні лінії при вимірюванні відстаней далекомірами подвійного зображення. В.В.Мирний.

РЕЧОВИНА, -и, ж. * р. *вещество*, **a.** *matter, substance*, **n.** *Material n, Stoff m* – один з двох відомих на сьогодні видів *матерії*. Сукупність дискретних утворень, що мають масу спокою. Відомо 4 стани Р.: *гази*, *тверді тіла*, *рідини* і *плазма*. Р. складається з *електронів*, *протонів* та *нейтронів*. Вся різноманітність фізичних та хімічних властивостей Р. зумовлюється взаємодією між *електронами* та атомними ядрами, а також між *атомами*, *молекулами*, *йонами*. Хімічні речовини, що складаються з *атомів* одного виду, є простими, з *атомів* різних видів – складними. Складні хімічні Р. розділяються на органічні і неорганічні. В.С.Білецький.

РЕЧОВИНА ШКІДЛИВА, -и, -ої, ж. * р. *вещество вредное, a.* *noxious substance, harmful substance; n.* *schädlicher Stoff m, Schadstoff m* – *речовина*, що за умови контакту з організмом людини у випадку порушення вимог безпеки може викликати виробничі травми, професійні захворювання або відхилення у стані здоров'я, які виявляються сучасними способами як у процесі праці, так і у віддалені строки життя сучасного та наступного покоління.

РЕЧОВИНИ АСФАЛЬТО-СМОЛИСТІ, -ин, -их, *мн.* * р. *вещества асфальто-смолистые; a.* *asphalt-resin substances; n.* *asphaltharzige Stoffe m pl* – темнобарвні неуглеводневі компоненти бітумінозних речовин, які містять усі елементи їх групи, крім масляної фракції: 1) силікагелеві смоли – компоненти, розчинні в петролейному ефірі і адсорбовані із нього силікагелем, флоридином та ін.; 2) *асфальтени* – нерозчинні в петролейному ефірі компоненти, які осаджуються ним із розчину в бензолі, хлороформі та ін.; 3) карбоїди – нерозчинні в хлороформі і сірководні компоненти, які є головною частиною групового складу керитів і атраксолітів. В.І.Саранчук.

РЕЧОВИНИ ОРГАНІЧНІ, -ин, -их, *мн.* * р. *вещества органические, a.* *organic matter; n.* *organische Stoffe m pl* – комплекс сполук *вуглецю* з іншими елементами, що виникли прямо або непрямо з живої речовини або продуктів їх життєдіяльності; присутні в атмосфері, поверхневих і *підземних водах*, *осадах*, *грунтах* і *гірських породах*. Створені також синтетичні Р.о. Природні Р.о. знаходяться в твердому (*вугіллі*, *сланці*, тверді *бітуми*), рідкому (*нафта*, рідкі *бітуми*) і газоподібному (пароподібному) стані (*газ* і *газоконденсат*). Концентрація розсіяної Р.о. в *гірських породах* звичайно не перевищує 1-5 мас. %, концентрованої Р.о. в *каустобіолітах* – у *вугіллі* 50-99 мас.%, *вуглистих* і *горючих сланцях* 20-50 мас.%; нафт. і *газоконденсатних* скупченнях 5-8 мас.% (відносно маси породи-колектора). У *гірських породах* вміст Р.о. складає (субкларки): в глинистих 0,9%, алевритистих 0,45%, карбонатних і піщаних *породах* 0,2%; в атмосфері і гідросфері до 0,1%. Р.о. За хімічною будовою поділяють на ациклічні і циклічні.

А ц и к л і ч н і – це *вуглеводні* з відкритим ланцюгом *атомів* (аліфатичні, або сполуки жирного ряду). В свою чергу вони поділяються на насичені і ненасичені. Насичені – це *вуглеводні* із загальною формулою C_nH_{2n+2} (парафіни, або алкани). Атоми *вуглецю* в цих сполуках пов'язані між собою і з атомами *водню* простими (одинарними) зв'язками: С-С і С-Н. Ненасичені – це *вуглеводні* із загальною формулою C_nH_{2n} (олефіни); C_nH_{2n-2} (ацетиленові або дієнові), C_nH_{2n-4} , C_nH_{2n-6} і т.д.

Олефінові *вуглеводні* містять подвійний (олефіновий) зв'язок $C=C$, ацетиленові – потрійний зв'язок $C \equiv C$, дієнові – два подвійних зв'язки.

Ц и к л і ч н і – це сполуки із замкненим (кільцевим, або циклічним) ланцюгом *атомів*. Вони поділяються на ізоциклічні і гетероциклічні. Ізоциклічні – це *вуглеводні* із замкненим ланцюгом атомів *вуглецю*. До них належать: а) аліциклічні, або поліметилєнові (циклопарафіни і їх похідні); б) ароматичні сполуки (бензол, нафталін і їх похідні). В циклічну систему гетероциклічних сполук, крім атомів *вуглецю*, входять *атоми інших елементів* (напр., *кисню, азоту, сірки*). *Вуглеводні* C_nH_{2n+2} , C_nH_{2n} , C_nH_{2n-2} і т.д. утворюють *гомологічні ряди*, в яких кожний подальший член ряду відрізняється від попереднього на групу CH_2 (гомологічна різниця). При заміщенні в гомологічних рядах *вуглеводнів* одного або декількох атомів водню *функціональними групами*: X (будь-який галоген), OH , NH_2 , NO_2 , $COOH$ і т.д. відповідно утворюються гомологічні ряди галогенопохідних RX , спиртів ROH , амінів RNH_2 , нітросполук RNO_2 , кислот $RCOOH$ і т. д., де R – радикал (C_nH_{2n+2} , C_nH_{2n} , C_nH_{2n-2} і т.д.).

До найважливіших класів похідних *вуглеводнів* належать: галогенопохідні, *спирти*, ефіри, *альдегіди* та кетони, органічні кислоти, сірчисті сполуки (тіоспирти, тіоефіри, сульфокислоти), *аміни* та їх аналоги – фосфіни, арсини, стибіни, бісмутини, металорганічні сполуки.

Для найменування окремих органічних сполук користуються різними номенклатурними системами. Широко застосовуються льежські правила і номенклатура IUPAC. Поширені тривіальна, раціональна і жєневська системи номенклатури. За найбільш старую, т р и в і а л ь н о ю номенклатурою назви органічних сполук носять випадковий характер, напр.: болотняний газ, мурашиний спирт, янтарна кислота і т.д. Такі назви не дають уявлення про будову сполук, і тому тривіальна система не задовольняє вимог теорії і практики органічної *хімії*. Раціональна і жєневська номенклатури ґрунтуються на принципах наукової систематики органічних сполук: назва *речовини* дається відповідно до її хімічної будови. За р а ц і о н а л ь н о ю номенклатурою в основу найменувань $P.O.$ покладені назви найпростіших (перших) сполук того або іншого *гомологічного ряду*. Більш складні сполуки розглядаються як похідні найпростіших, в яких *атоми водню* заміщені *радикалами*. Згідно з ж е н е в с ь к о ю номенклатурою основою найменування є назва нормального *вуглеводню*, що містить те ж число атомів *вуглецю*, що і найдовший (або найскладніший) безперервний ланцюг вуглецевих *атомів* в даній сполуці. Початок нумерації головного ланцюга визначається передусім вуглеводневими *радикалами*, назви яких ставлять перед коренем слова. У разі однакового положення двох *радикалів* перевага віддається *радикалу* з меншим числом *атомів* вуглеводню. Кратні зв'язки, що позначаються закінченням *-ен* або суфіксом *-ен-* (подвійний зв'язок) або *-ин(ін)* (потрійний зв'язок) замість *-ан* у насиченого *вуглеводню*, займають друге місце при визначенні порядку нумерації, причому перевага надається потрібному зв'язку. Наступні місця належать функціональним кисневим або сірчаним групам і азотним групам, позначення яких відповідно ставляться в кінці слова і перед назвою вуглеводневих *радикалів*. Останнє за значенням місце при визначенні початку нумерації належить нефункціональним замісникам (галогенам, нітросо-, нітро-, азидогрупам), позначення яких ставлять на самому початку назви органічної сполуки. Порядок розташування назв нефункціональних замісників зворотний до їх старшинства при визначенні нумерації. Цифрами позначають положення бічних ланцюгів, груп або кратних зв'язків в головному вуглеводневому ланцюгу; грецькими (іноді латинськими) числівниками – число однакових заміснених груп або кратних зв'язків. Приклади:

При найменуванні сполук із замкненим ланцюгом *атомів* загальні принципи жєневської номенклатури залишаються незмінними, але є ряд особливостей. *Т.Г.Шендрик*.

РИФОРМІНГ [КАТАЛІТИЧНИЙ], -у, -ого, ч. * **р.** *риформинг [каталитический]*; **а.** *[catalytic] reforming*; **н.** *[katalytischer] Reforming* n – термokatалітичний процес отримання високооктанового компонента автомобільних бензинів, ароматизованого концентрату для виробництва індивідуальних *вуглеводнів* і технічного *водню* в результаті каталітичних перетворень бензинових фракцій первинного і вторинного походження, а також бензини гідрокрекінгу і *крекінгу* каталітичного. Продукція $P.c.$: 1) вуглеводневий газ, який служить паливом нафтозаводських печей; 2) головка стабілізації (вуглеводні C_3-C_4 або C_3-C_5), яка використовується як побутовий газ або сировина газофракціонувальних устатковань; 3) каталізатор, який використовується як компонент автомобільних бензинів або сировини устатковань екстракції ароматичних вуглеводнів; 4) водневмісний газ (75-85% об.), який використовується в процесах гідроочищення, гідрокрекінгу, ізомеризації, гідродєалкілування. *В.С.Бойко*.

РІВНОВАГИ КОНСТАНТА, РІВНОВАЖНЕ ВІДНОШЕННЯ, -..., -и, ж., -ого, -..., с. * **р.** *равновесия константа, равновесное отношение*; **а.** *equilibrium constant, equilibrium ratio*; **н.** *Gleichgewichtskonstante* f – 1) Відношення пружності *пари* індивідуального *вуглеводню* Q до тиску суміші *вуглеводнів* p_c . $k=Q/p_c$. 2) Відношення молярної частки y_i i -ого компонента багатокомпонентної системи в паровій (газовій) фазі до молярної частки x_i цього ж компонента в рідинній фазі при даних тиску і температурі або відношення тиску насиченої *пари* p_i i -ого компонента багатокомпонентної системи при заданій температурі до тиску p в багатокомпонентній системі при

цій же температурі, тобто . Визначена таким чином R .к. зберігає свою величину до тисків у декілька десятків мегапаскаль. *В.С.Бойко.*

РІВНЯННЯ АДСОРБЦІЇ ГІББСА, -..., с. * *p. уравнение адсорбции Гиббса; a. Gibbs equation of adsorption; n. Gibbssche Gleichung f, Gibbs-Adsorptionsgleichung f* – залежність адсорбції Γ з розчину на поверхні розділу “рідина-газ” від концентрації c *поверхнево-активної речовини* в розчині і поверхневого натягу σ на цій границі:

$$\Gamma = \frac{c}{RT} \frac{d\sigma}{dc},$$

де R – універсальна газова стала, Дж/(кмоль·К); T – температура, К.

Рівняння Гіббса зручне для оцінки ефективності реагентів-піноутворювачів, які використовуються в процесі флотації.

РІВНЯННЯ СТАНУ ГАЗУ, -..., с. * *p. уравнение состояния газа; a. equation of gas state; n. Gleichung f des Erdgaszustandes* – зв'язок між трьома термодинамічними параметрами: тиском p , об'ємом V і температурою T для деякої маси газу. У загальному випадку рівняння стану газу представляється виразом:

$$f(p, V, T) = 0,$$

де кожна з змінних є функцією двох інших. Напр., вираз

$$pV/T = B = \text{const}$$

є рівнянням Клапейрона, в якому B – газова постійна, різна для різних газів. Д.І.Менделєєв об'єднав рівняння Клапейрона з *Авогадро законом*, віднісши рівняння до одного моля і використавши молярний об'єм V_m . Згідно з законом Авогадро, за однакових тиску p і температури T молі всіх газів займають однаковий молярний об'єм V_m , тому постійна B буде однаковою для всіх газів. Ця загальна для всіх газів постійна позначається R і називається молярною газовою постійною. Рівнянню

$$pV_m = RT$$

Задовольняє тільки ідеальний газ, і воно є рівнянням стану ідеального газу, яке називається також рівнянням Клапейрона – Менделєєва. Числова значина молекулярної газової постійної визначається за умови, що моль газу знаходиться за нормальних умов ($p_0 = 1,013 \cdot 10^5$ Па, $T_0 = 273,15$ К, $V_m = 22,41 \cdot 10^{-3}$ м³/моль): $R = 8,31$ кДж/(моль·К).

З цього рівняння для одного моля газу можна перейти до рівняння Клапейрона – Менделєєва для довільної маси газу. Якщо за деяких заданих тиску і температури 1 моль газу займає молярний об'єм V_m , то за тих же умов маса m газу займе об'єм $V = (m/M) \cdot V_m$, де M – молярна маса (маса одного моля речовини). Одиниця молярної маси – кілограм на моль (кг/моль). Рівняння Клапейрона – Менделєєва для маси m газу набуває вигляду:

$$pV = \frac{m}{M} RT = \nu RT,$$

де $\nu = m/M$ – кількість речовини.

Часто використовують іншу формулу рівняння стану ідеального газу, ввівши постійну Больцмана,

$$K = R/N_A = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К},$$

тобто

$$p = RT/V_m = kN_A T/V_m = nkT,$$

де $N_A/V_m = n$ – концентрація молекул (число молекул в одиниці об'єму). Таким чином, з рівняння

$$p = nkT$$

витає, що тиск ідеального газу за даної температури прямо пропорційний концентрації його молекул (або густині газу). За однакових температури і тиску всі гази містять в одиниці об'єму однакове число молекул. Число молекул, яке міститься в 1 м³ газу за нормальних умов, називається числом Лошмідта: $N_L = p_0/(kT_0) = 2,68 \cdot 10^{25}$ м⁻³.

РІВНЯННЯ СТАНУ РЕАЛЬНОГО ГАЗУ, -..., с. * *p. уравнение состояния реального газа; a. equation of the real (imperfect) gas state; n. Gleichung f des Realgaszustandes* – залежність зміни густини реального газу від тиску і температури. Із рівняння Клапейрона-Менделєєва узагальненого, напр., маємо

$$\rho = \rho_0 \frac{p}{p_0} \frac{T_0}{T} \frac{z_{T_0}}{z_T},$$

де ρ, ρ_0 – густина газу відповідно при тиску і температурі p, T і p_0, T_0 ; z_0, z_T – коефіцієнт надстигливості газу при тисках і температурах відповідно p_0, T_0 і p, T . При $z_0 = z_T = 1$ маємо рівняння стану ідеального газу.

РІВНЯННЯ СТАНУ РІДИНИ, -..., с. * *p. уравнение состояния жидкости; a. equation of the liquid state; n. Gleichung f des Flüssigkeitszustandes* – залежність зміни густини рідини від тиску:

$\rho = \rho_0 \exp[\beta_p(p - p_0)]$, де ρ, ρ_0 – густина рідини відповідно при тисках p і p_0 ; β_p – коефіцієнт об'ємної пружності.

РІВНЯННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ, -..., с. * **р.** уравнение теплопроводности; **а.** heat [heat conduction, heat transfer] equation; **н.** Gleichung f der Wärmeleitfähigkeit – диференціальне рівняння в частинних похідних другого порядку, яке описує процес поширення теплоти в середовищі. Р.т. встановлює зв'язок між зміною внутрішньої енергії елементарного об'єму і густиною внутрішніх теплових джерел:

$$\rho c_v \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} + \frac{\partial q_z}{\partial z} = -A(x, y, z, t),$$

де ρ – густина середовища; c_v – теплоємність при сталому об'ємі; T – температура; t – час; x, y, z – просторові координати; q_x, q_y, q_z – проєкції вектора густини теплового потоку на координатні осі; $A(x, y, z, t)$ – потужність внутрішніх джерел теплоти (кількість теплоти, яка виділяється чи поглинається джерелами чи стоками в одиниці об'єму тіла за одиницю часу). В ізотропному середовищі ці проєкції мають вигляд

$$q_x = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x}; q_y = -\lambda \frac{\partial T}{\partial y}; q_z = -\lambda \frac{\partial T}{\partial z}.$$

Якщо коефіцієнт теплопровідності λ сталий по всьому об'єму, то Р.т. набуває вигляду

$$\Delta T - \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{A}{\lambda},$$

де $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ – оператор Лапласа; $\alpha = \lambda / \rho c_v$ – коефіцієнт температуропровідності.

Для анізотропних середовищ Р.т. залежить від орієнтації координатних осей відносно напрямків зміни α .

РІДИНА, -и, ж. * **р.** жидкость; **а.** liquid; fluid; **н.** Flüssigkeit **f** – конденсований агрегатний стан речовини, проміжний між твердим та газоподібним. Фізичне тіло, якому притаманна: а) текучість на відміну від твердого тіла; б) достатньо мала зміна об'єму (при зміні тиску й температури), на відміну від газу. Збереження об'єму, густина, показник заломлення, теплота плавлення, в'язкість – властивості, які зближують Р. з твердими тілами, а незбереження форми – з газами. Для рідин характерний ближній порядок розташування молекул (відносна впорядкованість у розташуванні молекул найближчого оточення довільної молекули, подібна до порядку в кристалічних тілах, але на відстані кількох атомних діаметрів ця впорядкованість порушується). Взаємодія між молекулами Р. здійснюється Ван-дер-Ваальсовими і водневими зв'язками. Рідина, крім розсолів та зріджених металів, погані провідники електричного струму.

Текучість рідин пов'язана з періодичним “перестрибуванням” їх молекул з одного рівноважного стану в інший. Більшу ж частину часу окрема молекула рідини перебуває в тимчасовій асоціації з сусідніми молекулами (близька впорядкованість), де вона виконує теплові коливання. Інколи рідиною в широкому розумінні слова називають і газ, при цьому рідину у вузькому змісті слова, яка задовольняє попереднім двом умовам, називають к р а п е л ь н о ю р і д и н о ю.

Див. також рідина аномальна, рідина баротропна, рідина Бінгама, буферна рідина, рідина двофазна (багатофазна), рідина важка, рідина глушіння, рідина ідеальна, рідина насичена, рідина нев'язка, рідина недонасичена, рідина неньютонівська, рідина неоднорідна, рідина-носій, рідина ньютонівська, рідина однорідна, рідина Оствальда де-Ваале, рідина пружна, рідина реологічно нестаціонарна, рідина розриву робоча, рідина тиксотропна, рідина Шведова-Бінгама, рідини в'язкопружні (релаксаційні), рідини дилатантні, рідини на нафтовій основі, рідини псевдопластичні, рідини реопектні, рідинні вибухові речовини. В.С.Білецький.

РІДИНА-НОСІЙ, -и-я, ж. * **р.** жидкость-носитель; **а.** fracturing fluid; **н.** Trägerflüssigkeit **f** – робоча рідина, яка використовується при гідравлічному розриві пласта і призначена для транспортування розклинювального матеріалу (піску, пропанту) в тріщини розриву пласта. Як Р.-н. використовують гель, загущену полімерами воду, в'язку нафту і т. ін. В.С.Бойко.

РІДКЕ (РІДИННЕ) ПАЛИВО, -ого, (-ого), -а, с. * **р.** жидкое топливо; **а.** liquid fuel, fuel oil; **н.** flüssiger Brennstoff **m** – горюча суміш органічних речовин (бензин, гас, мазут і т. ін.), яка перебуває у стані рідини. Рідинне, рідиноподібне. Протилежне – тверде чи газоподібне паливо.

РІЗАЛЬНИЙ СПОСІБ ВИДОБУТКУ ТОРФУ, -ого, -у, -..., ч. * **р.** резной способ добычи торфа, **а.** peat cutting method; **н.** Schneidverfahren **n** der Torfgewinnung – старий, кустарний спосіб видобутку торфу

шляхом ручної різки торфових цеглин. Застосовувався на невеликих і неглибоких *торфовищах*. Практично повністю витіснений механізованими методами видобутку *торфу*. Див. *торф, торфодобування*. В.О.Гнеушев.

РІЗЕЦЬ, -я, ч. * р. *резец*, а. *chisel, cutter, pick, bit, cutting bit*; н. *Meissel m, Messer n, Bohrschneide f* – 1) Інструмент, що руйнує *масив* при ковзанні вздовж його поверхні, тобто інструмент, який здійснює руйнування різанням. Розрізняють Р. стержневі та дискові. 2) Р. буровий – інструмент для руйнування *гірських порід* при бурінні шпурів. 3) Р. вугільний – *різець* для руйнування *вугілля*.

РОБОЧА ПОВЕРХНЯ, -ої, -і, ж. * р. *рабочая поверхность*, а. *working surface, effective area, working face*, н. *Arbeitsfläche f, Funktionsfläche f, Messfläche f, Prüffläche f, blossgelegte (freie) Fläche f (Oberfläche f)* – поверхня виконавчого органу технологічного *апарата, машини* або *механізму*, яка перебуває у постійному контакті з оброблювальним матеріалом. Напр., Р.п. у *збагаченні корисних копалин* є: *просіюючі поверхні грохотів (сити)*; фільтрувальні сітки; решето *відсаджувальних машин, сепараторів пневматичних, апаратів* з киплячим шаром; покриття дек *концентраційних столів*; трафарети *шлюзів* тощо. В.О.Смирнов.

РОБОЧА ТОЧКА, -ої, -и, ж. * р. *рабочая точка*; а. *operating point*; н. *Betriebspunkt m* – у *гідравліці* – точка перетину напірної характеристичної лінії *насоса* та напірної характеристичної лінії *устаткування*.

РОДОВИЩЕ ВУГЛЕВОДНІВ, -а, -..., с. * р. *месторождение углеводородов*; а. *hydrocarbon deposit*; н. *Kohlenwasserstofflagerstätte f* – 1) Один або декілька *покладів вуглеводнів*, приурочених територіально до однієї площі, що пов'язана або зі сприятливою тектонічною структурою, або з *пастками* іншого типу. 2) Асоціація *покладів вуглеводнів*, що приурочені до одної або декількох *пасток*, які розміщені на одній локальній площі. *Родовище* контролюється єдиним структурним елементом і містить в *надрах* однієї і тієї ж площі сукупність *покладів*, які перекривають один одного в розрізі.

Див. *родовище нафти і газу, вугільне родовище, газове родовище, нафтове родовище, газогідратне родовище, газоконденсатне родовище, газоконденсатно-нафтове родовище, газонафтове родовище*.

РОДОВИЩЕ НАФТИ І ГАЗУ, -а, -..., с. * р. *месторождение нефти и газа*; а. *oil and gas field*; н. *Erdöl- und Erdgaslagerstätte f* – 1) Сукупність окремих *покладів нафти і газу*, розміщених під однією площею земної поверхні. 2) *Родовище*, яке складається з *нафтових і газових покладів*. Нафтове родовище з газовою шапкою. При наявності газоконденсатних (конденсатних) *покладів родовище* необхідно називати родовищем *нафти, газу і газоконденсату (конденсату)*. Виділяють *газонафтові родовища (точніше поклади)* за відношенням газо- і нафтонасиченого об'ємів (%) як *нафтові родовища з газовою шапкою (до 25), нафтогазові (25-50), газонафтові (50-75) і газові з нафтовою облямівкою (понад 75)*. Син. – *газонафтове родовище*. В.С.Бойко.

Див. *родовище вуглеводнів, газове родовище, нафтове родовище, газогідратне родовище, газоконденсатне родовище, газоконденсатно-нафтове родовище*.

РОЗПАД ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ, -у, -..., ч. * р. *распад твердых растворов*, а. *decay of solid solutions*, н. *Zerfall m der festen Lösungen* – розпад ізоморфних сполук при зниженні температури, внаслідок чого утворюються закономірні проростання одного *мінералу* другим; відомі під назвою структур *розпаду твердих розчинів*.

РОЗРІДЖУВАЧ, -а, ч. * р. *разбавитель*; а. *thinner, diluent*; н. *Verdünner m, Verdünnungsmittel n* – органічні (таніни, *лігніни, лігносульфонати* та ін.) і неорганічні (пірофосфати, тетрафосфати та ін.) рідини (агенти), які додають до чого-небудь (напр., *бурового розчину*) для зменшення *в'язкості* і тиксотропних властивостей або для розведення розчину.

РОЗСІВ (РОЗСІВАННЯ), -у, ч. (-..., с.) * р. *рассев (рассеивание)*, а. *sifting, screening, sieving, sizing*; н. *Siebung f, Sieben n* – розділення сипкої маси на декілька окремих *класів крупності* з метою їх окремого дослідження, *збагачення* або вилучення. В лабораторних умовах Р. виконується на стандартному наборі сит або на багатоситному *пристрої* (напр., *ситані*). У промисловості Р. проводиться на *грохотах*. В залежності від потрібної кількості *класів крупності* застосовують одно-, дво- та триситні *грохоти* або декілька послідовно встановлених *грохотів*. С.Л.Букін.

РОЗСОЛИ, -ів, мн. * р. *рассолы*, а. *brines, salt brines*; н. *Salzsolen f pl, Solen f pl, Salzlaugen f pl* – природні або штучні водні *розчини з концентрацією солей* більше 50 г/л (за В.І.Вернадським). Служать сировиною для хім. пром-сті, використовуються в бальнеологічних цілях. За ступенем *мінералізації* виділяють такі Р.: слабкі (до 140 г/л); міцні (140–270 г/л); дуже міцні (понад 270 г/л). Згідно з *класифікацією* природних вод за хім. складом виділяють 4 осн. генетичні типи Р.: хлоркальцієвий, хлормагнієвий, сульфатно-натрієвий і гідрокарбонатно-натрієвий. У термодинамічних умовах Землі тільки Р. хлоркальцієвого типу мають глобальне поширення, інші – тільки локальний розвиток.

Практично всі генетичні типи Р. залучаються в промисл. переробку для вилучення різноманітних хім. продуктів: каустичної і кальцинованої *соди, бури, мірабіліту і тенардиту, NaCl, магnezиту,*

MgO, Mg, *калійних солей*, а також Br, I, B, Li та ін. мікроелементів. В Україні відомі випадки утворення Р. в зонах *вилуговування* соленосних *відкладів* (Донбас, Прикарпаття) і місцях розвантаження по *розломах* (долина р. Самари та ін.). *Генезис* підземних Р. дискусійний, але, найімовірніше, він визначається як екзогенними, так і ендегенними чинниками. Див. також *розсоли підземні, розчин*. В.Г.Суярко.

РОЗЧИН, -у, ч. * р. *раствор*, а. *solution*, н. *Lösung* f – однофазна, гомогенна, багатокомпонентна система змінного хімічного складу. Практично усі рідини, що є в природі, являють собою Р. Крім рідких Р., існують газові (газуваті) Р. – їх прийнято називати газовими сумішами (напр., повітря) і тверді Р. (напр., деякі сплави). Як правило, під розчином розуміють рідку молекулярно-дисперсну систему (т. зв. істинні розчини, англ. true solution). Розчинником називають компонент, концентрація якого суттєво більша концентрації інших компонентів. Розчинник у чистому вигляді має той самий агрегатний стан, що й розчин. Процес утворення Р. полягає у руйнуванні зв'язків між молекулами (йонами) вихідної речовини і утворенні нових зв'язків між молекулами (йонами) розчиненої речовини і розчинника. За концентрацією розчиненої речовини Р. поділяють на насичені, ненасичені й пересичені. За наявністю чи відсутністю електролітичної дисоціації розчиненої речовини на йони розрізняють розчини електролітів і розчини неелектролітів. Крім того, виділяють розчини полімерів, головна особливість яких – дуже велика різниця у розмірах молекул розчинника і розчиненої речовини.

У розчинах протікає багато природних і промислових процесів. З ними пов'язане формування *покладів ряду корисних копалин, їх видобування і переробка, розділення речовин, глибоке очищення тощо*. В.С.Білецький.

Розрізняють: *буровий розчин, глинистий розчин, розчин буферний, розчин вапняно-бітумний, розчин ВМС-12, розчин газоцементний розширювальний, розчин інвертно-нафтоемulsionий, розчин інаїбований, розчин кальцієвий, розчин колоїдний, розчин лінітовий лужний, розчин насичений, розчин нафтоемulsionий, розчин нормальний, розчин пересичений, розчин полегшений, розчин полімерний, розчин поровий, розчин промивний, розчин силікатно-шлаковий, розчин солянокислотний, розчин тампонажний, розчин твердий, розчин цементний, розчинення, розчинення підземне, розчини гідротермальні, розчини з кольматантами, розчини обважені, міцелярні розчини, розчини обернені міцелярні, розчини рудоносні, розчини солей, розчинність*.

РОЗЧИНЕННЯ, -..., с. * р. *растворение*, а. *dissolution*; н. *Lösen* n – процес взаємодії речовин з переходом їх у йонну або колоїдну форми та утворенням гомогенних систем, нових сполук. Р. супроводжується руйнуванням взаємодій між молекулами індивідуальних речовин і утворенням міжмолекулярних зв'язків між компонентами розчину. Р. можливе тоді, коли енергія взаємодій між компонентами розчину більша від енергії взаємодій у вихідних речовинах.

РОЗЧИННІСТЬ, -ості, ж. * р. *растворимость*, а. *solubility*, н. *Auflösbarkeit* f, *Löslichkeit* f – здатність даної речовини до утворення гомогенних систем з іншими. Міра Р. речовини у даному розчиннику – концентрація його насиченого розчину при певних температурі та тиску. Р. газів залежить від т-ри та тиску, Р. рідких та *твердих тіл* від тиску практично не залежить. Р. обумовлюється фізичною і хімічною спорідненістю молекул розчинника і розчинюваної речовини (виконується принцип: "подібне розчиняється у подібному").

Деякі рідини можуть необмежено розчинятися в інших, тобто змішуються у будь-яких пропорціях (напр., спирт і вода). Інші взаєморозчиняються тільки до певної межі (напр., при перемішуванні пари "вода-ефір" утворюється два шари: верхній насичений розчин води в ефірі, нижній – насичений розчин ефіру у воді). В.С.Білецький.

РОЗЧИННІСТЬ ГАЗУ У ВОДІ, -ості, -..., ж. * р. *растворимость газа в воде*; а. *water solubility of gas*, н. *Gaslöslichkeit im Wasser* – здатність газу при контактуванні з водою розчинятися в ній, досягаючи з розчином рівноважного стану. Зі збільшенням тиску Р. газу у воді (і будь-якій рідині) збільшується, причому при високих тисках існує екстремум-максимум розчинності. З ростом температури Р. газу у воді зменшується. В.С.Білецький.

РОЗШАРУВАННЯ, -..., с. * р. *расслоение*, а. *stratification*¹, *separation*^{2,3}, *foliation*⁴, *lamination*⁴, н. *Stratifikation*¹⁻³ f, *Schichtung*⁴ f – 1) Довільне взаємне переміщення сипучої або рідинної суміші компонентів різної маси та густини з утворенням шаруватої структури, де найважчі компоненти займають найнижчі шари, а найлегші – верхні. 2) Процес примусового осадження важких компонентів *корисної копалини* в збагачувальних чи класифікаційних апаратах з метою вилучення корисного продукту (більшість *гравітаційних методів збагачення*). 3) Послідовне вилучення з корисної копалини *фракцій* різної густини у важких *середовищах* з метою її дослідження або технологічного контролю (див. *фракційний аналіз*). 4) Порушення зв'язків між природними шарами *гірських порід* у процесі їхнього зсуву. В.С.Білецький.

РОСЛИНИ-ВУГЛЕУТВОРЮВАЧІ, -ин, -чів, мн. * р. *растения-углеобразователи*, а. *coalifying plants*, н. *Kohlenbildungspflanzen* f pl – рослини *фанерозою*, залишки яких складають органічну масу *вугілля викопного*. Згідно статиграфічної шкали виділяють три групи вуглетвірної флори:

I. Палеозойська ера (*девон, кам'яновугільний період, перм*), 400–235 млн років: ▪ деревовидні плауноподібні (лепідодендрони, сигілярії та ін.); ▪ голонасінні (птеридосперми, кордаїти, гласоптерис), ▪ членистостеблові (клинолистові, хвощеподібні, каламіти та ін.); ▪ папоротникоподібні (маратієві, негератієві та ін.).

II. Мезозойська ера, 235–67 млн років: ▪ голонасінні (хвойні, саговикові та гінкгові); ▪ членистостеблові (переважно хвощі); ▪ справжні папороті.

III. Кайнозойська ера, 67 млн років: ▪ голонасінні (г.ч. хвойні, кипариси, таксодієві); ▪ покритонасінні (бук, клен, лаврові, міртові та ін.). Вуглетвірна флора цієї групи розповсюджена на усіх континентах.

За переважними територіально-кліматичними ознаками виділяють такі зони розповсюдження Р.-в.:

- Євроамериканська (Європа і Півн. Америка), яка характеризується розповсюдженням т.зв. вестфальської флори з домінантами плауноподібних (лепідодендронів) та намюрської флори (плауноподібні і голонасінні з переважанням птеридосперм). До цієї зони приурочені найбільші *вугільні басейни й вугільні родовища* Європи і Америки, зокрема Донецький, Сілезький, Рурський, Уельський, Пенсильванський та ін.).

- Ангарська (Тунгуська) зона характерна домінуючими кордаїтами. Вона представлена найбільшими *вугільними родовищами* світу (Сибір: Кузнецький, Тунгуський, Ленський та ін.).

- Гондванська зона характерна т.зв. гласоптерієвою флорою з переважанням голонасінних *Glossopteris*. *Вугільні родовища* цієї зони розташовані переважно в південній півкулі (Австралія, Півд. Америка, Африка, Антарктида).

- Сх.-Азіатська зона, яка характеризується змішаною флорою (родовища Китаю, Сх. Сибіру та ін.).

За морфологічними ознаками Р.-в. поділяються на деревні, трав'яністі та деревоподібні. Переважає вугілля, утворене з рослин деревної форми (голонасінні та покритонасінні), а також змішаного складу.

За фаціальною ознакою, зокрема за обводненістю середовища перебування, Р.-в. поділяють на гігрофіти (плаунові) та гігромезофіти.

В Україні переважає вугілля вестфальської флори (Донбас, Львівсько-Волинський басейн) та еоценової флори (Дніпровський басейн).

У будові вугільних пластів Донбасу повторюється одноманітна послідовність у розподілі і складі вуглеутворюючих рослин: у нижній частині пластів переважають залишки плауновидних (лепідодендронів і сигілярій), у верхній - птеридоспермових і кордаїтових при незначній участі залишків ін. рослин палеозою.

Вугілля Дніпровського басейну складене рослинним матеріалом змішаних лісів, характерних для теплого і вологого клімату (вільхові, кедрові, березові, букові, івові, ялівець, соснові з малою участю папоротників, хвощевих, плаунових і трав).

Характерною особливістю рослинного матеріалу вугілля Львівсько-Волинського басейну є великий ступінь його розкладу. Присутні залишки птеридосперм, лепідодендронів і плауновидних. *Г.П.Маценко*.

РОТАМЕТР, -а, ч. * р. *ротаметр*, а. *rotameter*, н. *Rotameter* n – 1) *Прилад* для вимірювання швидкості та витрати *рідини* або *газу* при постійному перепаді *тиску*. В основу його дії покладене врівноваження *поплавка*, який поміщено в конічну трубу, динамічним напором струменя. Піднімання *поплавка* безпосередньо відраховується за *шкалою* або передається стрілці (перу) реєстратора дистанційної системи *вимірювання*. 2) Пневматичний *прилад* для *вимірювання* лінійних розмірів вузлів та деталей *машин* і *приладів*. Межі *вимірювань* – 20 мкм – 10 мм. *Похибка* 0,5–4 мкм.

РОТАЦІЙНИЙ, * р. *ротационный*, а. *rotary, rotational*, н. *Rotations*- – пов'язаний з обертанням, зумовлений ним.

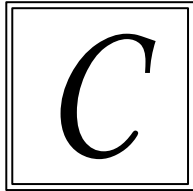
РОТОР, -а, ч. * р. *ротор*; а. *rotor*; н. *Rotor* m – 1) Заг. технічне – обертова частина *машини* (на відміну від нерухомої частини – *статора*). 2) У бурильній техніці – *обладнання* для обертання і підтримування колони *бурильних труб* при їх загвинчуванні та розгвинчуванні, обертання *бурового долота* й інструмента у *свердловині*. 3) У математиці – Р. дво- чи тривимірного *векторного поля* – *вектор*, координати якого визначаються визначником третього порядку, перший рядок якого – орти координатних осей, друга – оператори частинного диференціювання в такому ж порядку, як і орти осей, третя – координати *функції*, яка визначає *векторне поле*. З практичної точки зору Р. *векторного поля* характеризує обертальну здатність поля в даній точці: вона найбільша в даній точці саме в площині, перпендикулярній Р. Поле, для якого Р. в кожній точці є нульовим *вектором*, називають потенційним.

РУКАВ ГІДРАВЛІЧНИЙ, -а, -ого, ч. * р. *рукав гидравлический*, а. *hydraulic hose*, н. *hydraulischer Schlauch* m – гнучкий транспортний елемент гідравлічної установки, переважно нестационарної. Використовується у складних технологічних умовах для передачі *пульпи*, *піни*, водних *розчинів* тощо.

РУХОМІСТЬ БАГАТОФАЗНОЇ СИСТЕМИ, -ості, -..., ж. * р. *движимость многофазной системы*; а.

mobility of a multiphase system, н. *Mobilität f des Mehrphasensystems* – для кожної фази – відношення коефіцієнта фазової проникності даної фази до її динамічного коефіцієнта *в'язкості* при пластових умовах; для системи в цілому – сума рухомостей кожної фази.

РЯДОВЕ ВУГІЛЛЯ, -ого, -..., с. * р. *рядовой уголь*, а. *run-of-mine coal, as-received coal, raw coal*, н. *Förderkohle f* – 1) Видобуте, не оброблене *вугілля*, сировина для *збагачення*. 2) *Вугілля* (в т.ч. *антрацит*), яке відвантажується на ТЕС, для ін. теплоенергетичних потреб без розсівання на сорти за *крупністю*, але з можливим обмеженням верхньої границі *крупності*, напр., 0–100 мм, а також з попереднім видаленням крупних шматків *породи*.



САМОЗАЙМАННЯ (САМОЗАГОРЯННЯ), -..., с. * р. *самовозгорание*, а. *spontaneous ignition, spontaneous combustion*; н. *Selbstentzündung f* – займання горючого матеріалу внаслідок *окиснення* його *киснем* повітря або за рахунок інших механізмів (хімічних, мікробіологічних) незалежно від припливу тепла ззовні. Є результатом різкого збільшення швидкості екзотермічних процесів при самонагріванні речовини. З *гірських порід* та *корисних копалин* самозаймаються буре й кам'яне *вугілля*, *торф*, *нафта*, *сульфідні руди*, *вуглисті аргіліти*, бітумінозні *породи* і т. ін. Схильність до С., як правило, визначають лише якісно.

САМОЗАЙМАННЯ ВУГІЛЛЯ, -..., с. * р. *самовозгорание угля*, а. *self-ignition of coal*; н. *Selbstentzündung f von Kohle* – процес спонтанного підвищення температури з наступним самозайманням *вугілля* та(або) *вуглевмісних порід*. С.в. – це фізико-хімічний процес, який проходить у промислових умовах *гірничих виробок шахт*, в *штабелях* і *відвалах* різної форми і розмірів. З фізичної точки зору це процес переходу хімічної системи з низькотемпературного стану у стан *горіння* внаслідок виникнення тепла у самій системі без притоку тепла у систему ззовні. Існують дві теорії самозаймання вугілля: - киснева; - біохімічна.

За к и с н е в о ю теорією *самозаймання* розглядається як результат окиснення *вугілля* киснем повітря. С.в. – сукупність трьох груп процесів, які протікають одночасно: - термохімічних реакцій між вугіллям та киснем повітря; - тепловиділення та переносу тепла; - газодинамічних процесів у поровому середовищі. Мікроскопічні дослідження показали, що на поверхні частинок *вугілля*, а також у тріщинах і доступних кисню *порах* розвивається зона окиснення. Молекули *кисню* проникають через *пори* у середину частинок *вугілля* і вступають з ним у взаємодію, яка супроводжується виділенням тепла. Ширина зони окиснення залежить від структури і петрографічного складу *вугілля*, ступені його *метаморфізму*, *пористості* і реакційної здатності до *окиснення* (хімічної активності). У розвитку *самозаймання* певну роль відіграють також виділення тепла при випарюванні конденсації *вологи*, утворення води і газів за рахунок хімічних реакцій, *сорбції* та *десорбції*, масоперенос *дифузіїю*, конвективний перенос тепла за рахунок зміни барометричного тиску, теплової та хімічної *депресії* та ін. Складовими частинами процесу *самозаймання* є хімічні реакції, притік *кисню* і теплофізичні співвідношення між системою та навколишнім середовищем. Джерелом тепла у системі є хімічні реакції окиснення активних її компонентів киснем, який надходить в систему з *навколишнього середовища* або яке виникає при розкладі других компонентів системи.

Процес окиснення органічної речовини викопного *вугілля* і *вуглевмісних порід* є складним і багатофакторним, що обумовлено гетерогенністю та складністю структури *вугілля*. Різні *гіпотези* самозаймання вугілля (перекисна, фенольна, неграничних сполук та ін.) базуються на аналогії процесу окиснення вугілля з окисненням окремих класів органічних сполук.

Виходячи з того, що самозаймання є сукупністю процесів термохімічних реакцій горючих речовин с киснем повітря, тепловиділення і переносу тепла і газодинаміки у пористому середовищі, з допомогою систем диференційних рівнянь розроблено декілька математичних моделей *самозаймання*. Шляхом рішення таких систем рівнянь для різних умов (вироблений простір, *ціпки* вугілля у *шахтах*, *штабелі* *вугілля* на *складах*, *породні відвали*) розроблені методики визначення пожежобезпечних розмірів вугільної (вуглевмісної) маси, часу досягнення критичних температур у цій масі (індукційний період) та ін.

Профілактика *самозаймання* вугілля основана на подавленні та ліквідації фізичних умов самозаймання. Для цього треба зменшити хімічну активність *вугілля*, зменшити накопичення тепла і притік повітря. Знизити хімічну активність вугілля можна використанням антипірогенів або дезактивацією *вугілля*. Накопичення тепла можна ослабити зменшенням кількості *вугілля*, яке окиснюється та прискоренням швидкості *гірничих робіт*.

Б і о х і м і ч н а теорія С.в. висунута і розвинена українськими вченими в циклі робіт М.П.Зборщика, В.В.Осокіна та інш. Згідно неї самонагрівання і самозаймання вугілля і *вуглевмісних порід* протікає за рахунок теплоти екзотермічних реакцій окиснювального виуглювання в них *піриту* за участю тіонових бактерій, що знаходяться в порових розчинах та інтенсифікують процес виуглювання. Морфологія (форма існування) тіонових бактерій в поровому розчині змінюється при зміні його параметрів (температури, кислотності, наявності поживних субстратів і джерел енергії). В природних водно-повітряних умовах тіонові бактерії розкладають в

порах породи мікрочастинки *піриту* по їх зовнішній поверхні на елементну сірку і попутні компоненти (сірчану кислоту, сульфати, гідроксид заліза і ін.). Таким чином, з гірської породи, яка містить *пірит*, під дією тіонових бактерій виділяється елементна сірка (відкриття, захищене в 1998 р. дипломом № 79). Виділення елементної сірки і сірчаної кислоти зумовлює перехід самонагрівання в самозаймання порід. Причому, спершу біля розігрітої до температури 248-261 °С породної поверхні (внаслідок дії теплоти екзотермічних реакцій, ініційованих тіоновими бактеріями) самозаймаються пари елементної сірки.

При температурі близько 300 °С і вище з вугілля і вугле-глинистих порід виділяються такі дуже небезпечні і шкідливі речовини: сірковуглець CS_2 , сірководень H_2S , діоксид сірки SO_2 , сірчаний ангідрид SO_3 , концентрована сірчана кислота H_2SO_4 .

Процес розігрівання *гірської породи* від 160°C (холоднополум'яне горіння *сірки*) до температури понад 1000°C протікає безперервно. При цьому тепловиділення на кожній попередній стадії достатнє для підвищення температури середовища до такого значення, при якому стає можливим протікання екзотермічної реакції на кожній подальшій стадії горіння.

Профілактика самонагрівання і самозаймання піритвмісних гірських порід полягає в придушенні життєдіяльності тіонових бактерій і нейтралізації продуктів біохімічного окиснення *піриту*, в основному елементної сірки і сірчаної кислоти. Для цього використовують гідроксиди і карбонати Na, K або Ca, які володіють універсальними властивостями при використанні у вигляді розчинів або суспензій придушувати життєдіяльність тіонових бактерій і нейтралізувати шкідливі речовини новоутворення на всіх стадіях протікання в г.п. *екзотермічних процесів*. Серед таких речовин найбільш доцільно використати гідроксид кальцію - гашене вапно, що є відходом металургійного виробництва. Для профілактики самонагрівання *вугілля* й вуглевмісних порід на їх поверхні можна формувати захисні шари антиоксидантів внаслідок взаємодії в *розчинах* спеціально підібраних речовин-антагоністів ($CaCl_2 - Na_2SO_4$; $CaCl_2 - Na_2CO_3$ і ін.). *В.С.Білецький*.

Література: 1. Саранчук В.И. и др. Окисление и самовозгорание твердого топлива. – К.: Наукова думка. – 1994. – 264 с. 2. Зборщик М.П., Осокин В.В. Предотвращение самовозгорания горных пород. – К.:Техніка, 1990.– 176 с. 3. Зборщик М.П., Осокин В.В. Горение пород угольных месторождений и их тушение. Донецк: ДонГТУ, 2000. – 180 с. 4. Булгаков Ю.Ф. Тушение пожаров в угольных шахтах. – Донецк: ДонГТУ, 2001. – 270 с.

САМОЗАЙМАННЯ ГОРЮЧИХ СУМІШЕЙ, ..., с. * р. *самовоспламенение горючих смесей*; а. *autoignition of combustible mixtures*; н. *Selbstentflammung f der Brenngemische* – 1. Різка зростання швидкості екзотермічних процесів (теплових, хімічних), у результаті чого самонагрівання речовини спорадично призводить до загорання у відсутності джерела запалювання. 2. Процес займання (спалахування), коли під час нагрівання всього об'єму суміші до деякої температури (температури самозаймання) вона самостійно займається в усьому об'ємі без діяння зовнішнього джерела запалювання.

САМОЗАЙМАННЯ НАФТИ, -..., с. * р. *самовоспламенение нефти, самовозгорание нефти*; а. *oil self-ignition*; н. *Erdöselbstentflammung f* – займання *нафти* в *пласті* без застосування запалювальних *пристроїв* у результаті нагнітання окиснювача для здійснення методу внутрішньопластового горіння.

САМОЗАЙМАННЯ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФУ, -..., с. * р. *самовозгорание фрезерного торфа*; а. *self-ignition of milled peat*; н. *Selbstentzündung f von Frästorf* – процес підвищення т-ри з наступним самозайманням *фрезерного торфу*, викликаний окиснювальними процесами. Відбувається при тривалому зберіганні *торфу* в *канавах* і *штабелях*. *Самозаймання* починається через 30-40 днів після збирання *торфу* і протікає як поступове збільшення т-ри всередині торфової маси – на 0,5-4,5° щоденно в залежності від виду *торфу*. При досягненні 60-75°C рівномірне підвищення т-ри припиняється і починається т.зв. період "пульсації температури", під час якого т-ра *фрезерного торфу* коливається на 5-10°C навколо якогось середнього значення. Максимальна т-ра, яка розвивається під час *самозаймання* складає 72-90°C. Пульсація т-ри триває 3-8 місяців під час яких в шарі *торфу* виникає прошарок специфічної речовини, яка нагадує напівкок. Останній відрізняється низькою *вологістю* (4-12%), малою *вологоємністю* і підвищеним (на 1,5-3%) вмістом *вуглецю*. Наявність в *штабелі* торфу "напівкоксу" є головним фактором, який сприяє переходу від стадії саморозігрівання до стадії власне *самозаймання*. При проникненні у *штабель* повітря і контакті його з "напівкоксом" останній самозаймається, що дає початок *самозаймання фрезерного торфу*. Заходи запобігання *самозаймання фрезерного торфу* включають: - покриття шару *торфу* ізоляцією з сирової фрезерної крихти товщиною 30-40 см; - систематичний температурний контроль; - віддалення осередків самозапалення з *штабелів* і заповнення ям сирим фрезерним торфом і наступним його транспортуванням. *В.О.Гнеушев, В.С.Білецький*.

САПРОГУМОЛІТ, -у, ч. * р. *сапрогумолит*, а. *saprophumolite*, н. *Saprophumolite* m – (Гінзбург, 1962) *вугілля* *викопне*, перехідне між *гумолітом* і *сапропелітом*. Серед сапрогумолітів виділяють один клас вугілля – *сапропеліто-гуміти*. В органічній речовині С. переважають залишки вищих рослин (спори, кутикули, перероблений *торф*) при підлеглому (до 25%) вмісті сапропелевого матеріалу (продуктів перетворення нижчих рослин і планктону). За складом виділяють: *кентелі*, для яких характерна наявність численних спор, і кас'яніти (за місцем першої знахідки), що містять значну к-ть перероблених водоростей. С. напівблискучий (або напівматовий, чорний (рідше сірувато-чорний), менш міцний, ніж *сапропеліт*. Вихід *летких речовин* до 55%. За хім. складом і властивостями близький до *ліптобіолітів*. Як правило, представлений малопотужними *прошарками* у вугільних *пластах*, складених *гумолітами*.

САПРОКОЛ, -у, ч. * р. *сапрокол, сапроколь*; а. *saprocalle*; н. *Saprokoll m, verhärteter Sapropel m* – порода чорно-коричневого кольору, яка належить до класу *вугілья бурого сапропелевого типу Сапропель*, який розклався.

САПРОКОЛІТ, -у, ч. * р. *сапроколлит, а. saprocollite, н. Saprokollit m* – (Гінзбург, 1962) *вугілья* класу власне *сапропелітів*. Понад 50% (а частіше – 80-90%) його складені з матеріалу водоростей (колоальгінит). Інша частина – червоні геліфіковані грудочки гр. вітриніту. Іноді зустрічаються лінзочки вітрину та кsilовітрину, кутикули, поодинокі водорості. Син. – колоальголіт.

САПРОПЕЛІТ, -у, ч. * р. *сапропелит, а. sapropelite, sapropelith; н. Sapropelit m, Sapropelkohle f* – (Potonie, 1908) *вугілья викопне*, що утворилося внаслідок нагромадження решток найпростіших планктонних організмів та колоній зелених і синьо-зелених водоростей. Колір червоний і бурий. За складом, ступенем розкладу і перетворення початкового матеріалу виділяють класи: власне сапропеліт і гуміто-сапропеліт. Власне сапропелітом складені в осн. *альгінітом*. Осн. *літотип* – *богхед*. Гуміто-сапропеліт – перехідні *відміни* між власне сапропелітом і *сапрогумолітами*, складені мікрокомпонентами груп *альгініту* (20-50%), *лейптиніту* (до 20%) і *вітриніту* (до 75%). За відмінностями в складі виділяють *кеннелі, богхеде*, кеннель-богхеде, богхед-кеннелі та ін. різновиди (кас'яніт-богхеде, черемхити тощо). Макроскопічно матові і напівматові, темно-коричневого і сіривато-чорного кольору, однорідні і масивні, міцні і в'язкі. Вихід *лєтких речовин* 55-70(90)%. Первинного *дьюгтю* – до 50%. С. складає малопотужні *прошарки (лінзи) в пластах (покладах) гумолітів*, що зазнали буровугільної або початкового етапу кам.-вугільної стадії *метаморфізму*. На території України є у Донецькому і Львівсько-Волинському басейнах. Використовують для грязелікування і як *паливо*. Сировина для одержання рідкого *палива*.

САПРОПЕЛІТО-ГУМІТИ, -ів, м. * р. *сапропеліто-гуміти, а. sapropelit-humites, н. Sapropelit-Humite m pl* - (Гінзбург, 1962) клас викопного *вугілья*, у складі якого переважають геліфіковані мікрокомпоненти. Містить до 25% водоростевого матеріалу. Серед них розрізняють *кеннелі* і кас'яніти. Напівблискучі або напівматові, чорні, рідше сіривато-чорні. *Риса* чорна з коричневим відливом. Злом опукло-гладенький. За хім. складом і фіз. властивостями наближаються до вугілья класів гелітолітів і ліптобіолітів. *Густина* бл. 1,3. Вихід *лєтких речовин* – до 55%. У буровугільній стадії *вулєфікації* часто мають великий вміст *гумінових кислот*. Менш міцні, ніж *сапропеліти*.

САПРОПЕЛЬ, -ю, ч. * р. *сапропель, а. sapropel, н. Sapropel m, Faulschlamm m, Gyttyja f, Gyttyia f* – органічні *мули, відклади* прісних континентальних водоймищ, що містять понад 15% (мас.) органічних речовин. При меншому вмісті органічних речовин *відклади* відносять до мінеральних *мулів*. С. – желеподібна або зерниста маса від рожевого до коричнювато-оливкового і майже чорного кольору. При висиханні твердне і не піддається розмочуванню.

С. складається з решток організмів, що населяли товщу води (фіто- і зоопланктон) і її поверхню, вищих водних рослин (макрофітів) і продуктів їх розпаду, а також розчинених *речовин* і мінеральних частинок. Формування С. відбувається під впливом біохімічних, мікробіологічних і механічних процесів. С. являє собою складний органомінеральний комплекс *речовин*. Елементний склад органічної маси С. (%): С 53-60; О 30-36; Н 6-8; S 1,5-3; N до 6. Органічна частина С. містить від 3 до 11 % *бітумів*, до 40% гумінових і інш. біологічно активних *речовин*. Мінеральна частина С. найчастіше представлена глинистими, піщанистими і дрібноалевритовими теригенними або карбонатними частинками. У мінеральному складі виділяють: *алотигенні мінерали* – *кварц*, калієві *поверхні шпати, плагіоклази, біотит, мусковіт* і інш.; сингенетичні аутигенні – *опал, кальцит, лімоніт, сидерит, гіпс*; діагенетичні – *кальцит, сидерит, марказит, пірит, сірка* і інші. За вмістом *золи* розрізняють С. органічні (до 30%), змішані (30-65%), мінералізовані (65-85%). За складом *зольної частини* – вапняковисті, кремнеземисті і змішані. Сер. *густина* С. 1050 кг/м³, вміст *води* від 1,5 до 30 г/г *сухої речовини*. С. використовуються як кормові добавки для тварин, добриво, для приготування *бурових розчинів*, як зв'язуюча добавка, в медицині.

СВЕРДЛОВИНА, -и, ж. * р. *скважина, а. hole, bore, borehole, well; н. Bohrloch* – глибокий, вузький круглого перерізу отвір у *грунті*, зроблений *буровим інструментом*. Початок свердловини на поверхні називають *гірлом*, а дно – *вибоєм*. Гірнична виробка утворює стовбур свердловини, бокова поверхня якої наз. *стілкою* свердловини. Розрізняють дослідницькі, експлуатаційні, гірничотехнічні та будівельні С. Крім того, є вентиляційні та дегазаційні С. С.– основна *гірнична виробка*, яка застосовується для розвідки та експлуатації рідких та газоподібних *корисних копалин*. Як правило, глибина С. більша 5 м, а діаметр більше 75 см.

За призначенням свердловини класифікують на:

- опорні – бурять з метою вивчення геологічної будови і гідрогеологічних умов залягання осадових порід та встановлення можливостей знаходження в них родовищ нафти, газу і газоконденсату;
- параметричні свердловини – призначені для більш детального вивчення геологічної будови розрізу і виявлення перспективних площ;
- структурні свердловини – бурять з метою детального вивчення структур, виявлених при бурінні опорних і параметричних свердловин, а також для підготовки проекту пошуково-розвідувального буріння цих структур;

- пошукові свердловини – бурять на підготовлених попереднім бурінням площах з метою відкриття нових родовищ нафти і газу, або на раніше відкритих родовищах для пошуку нових покладів нафти і газу;
 - розвідувальні свердловини – призначені для виявлення продуктивних об'єктів, а також оконтурювання родовищ збору інформації з метою складання проекту і його розробки;
 - експлуатаційні свердловини – споруджують на повністю підготовленому до розробки родовищі; до них належать видобувні, нагнітальні, оціночні і спостережні свердловини (нагнітальні призначені для організації законтурного і внутрішньоконтурного нагнітання у пласт води, газу або повітря для підтримки пластового тиску; оціночні призначені для уточнення режиму роботи пласта; спостережні – для контролю за режимом розробки родовища);
 - спеціальні свердловини – бурять для поховання промислових відходів, ліквідації відкритих фонтанів нафти і газу, підготовки структур для підземних сховищ газу, дегазації, вентиляції тощо.

Цикл спорудження свердловини включає:

- підготовчі роботи (підготовку майданчика для буріння, прокладення під'їзних доріг, проведення водоводу, електромережі, телефонізацію тощо),
- монтаж бурового обладнання і наземних споруд,
- підготовчі роботи до власне буріння свердловини (визначення напрямку, оснащення талевої системи, перевірка і випробування бурового обладнання, приготування бурового розчину і т.і.),
- буріння свердловини, кріплення її стінок та розмежування пластів,
- випробування продуктивних горизонтів,
- освоєння свердловини і здачу її у експлуатацію,
- демонтаж бурового устаткування.

На території України найбільша кількість С. пробурена в гірничорудних р-нах Кривбасу, Донбасу, Карпат, Дніпровсько-Донецькій западині. Так у Криворізькому залізорудному басейні пробурено понад 500 свердловин, які досягли глибини 1500 м, і 128 свердловин, які перетнули цей горизонт. Ряд свердловин в Україні входять до розряду *глибоких та надглибоких*.

Розрізняють: *вентиляційна свердловина, газова свердловина, гідрогеологічна свердловина, нафтова свердловина, нафтова свердловина малодебітна, свердловина нагнітальна, свердловина спостережна, свердловина контрольна, бурова свердловина, свердловини-зрошувачі, свердловини підривні, надглибоке буріння, свердловинна геофізика, свердловинна гірнична технологія, свердловина багатостовбурна, техніко-економічні показники будівництва свердловин, свердловини будівництва, свердловина водозабірна, свердловина водонагнітальна, свердловини конструкцій, фонд свердловин, фонд нагнітальних свердловин, календарний час діючого фонду свердловин, фондова карта, свердловина горизонтальна, зведений радіус гідродинамічно недосконалої свердловини, свердловина гідродинамічно досконала, свердловина гідродинамічно недосконала; свердловина, закінчена будівництвом, семиточкове розміщення свердловин, свердловина скидова, спосіб експлуатації свердловини, справа свердловини, стягуючий ряд свердловин, обмеження стовбура свердловини, свердловина оціночна, приймальність свердловини, розміщення свердловин. В.С.Бойко, М.А.Мислюк, Р.С.Яремійчук, В.С.Білецький.*

СВЕРДЛОВИНА БАГАТОВИБІЙНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина многозабойная; a. multiple string well; н. Mehrsohlenbohrung f, Zweigbohrung f* – свердловина, яка має основний (переважно вертикальний) та один або декілька додаткових стовбурів (відгалужень, розгалужень) і експлуатується через одне *гирло* (на відміну від свердловини багатостовбурної). Переваги С.б. – суттєве збільшення корисної довжини свердловини у продуктивному пласті і відповідно зони дренування та поверхні фільтрації. Додаткові стовбури часто можуть переходити у горизонтальні. Все це обумовлює підвищення дебіту свердловин, зростання загальної нафтовидобувної продукції, можливість залучення у розробку малодебітних родовищ.

Вперше С.б. була споруджена у 1947 р. на Краснокамському родовищі. Згодом цей спосіб дістав поширення на Шимбавському нафтовому родовищі. З 1956 р. багатовибійне буріння застосовується в Україні на Бориславському нафтовому родовищі.

СВЕРДЛОВИНА БАГАТОРЯДНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина многорядная; a. multiple bore well; н. Mehrstrangsonde f* – Див. *свердловина багатостовбурна*.

СВЕРДЛОВИНА БАГАТОСЛОВБУРНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина многоствольная; a. multiple zone well; н. Mehrsaulenbohrloch n* – свердловина, яка має кілька паралельних стовбурів, по яких експлуатують різні продуктивні пласти. Таких свердловин пробурено у світі дуже мало. Син. – свердловина багаторядна.

СВЕРДЛОВИНА БУРОВА, -и, -ої, ж. * р. *скважина буровая; a. well, drill(ing) hole; н. Bohrsonde f* – гірнична виробка переважно круглого перерізу (діаметр 59... 1000 мм), яка утворюється внаслідок буріння. Бурові свердловини бурять з поверхні суші або з моря, з підземних гірничих виробок; поділяють на мілкі – глибиною до 2000 м, середні – до 4500 м, глибокі – до 6000 м, надглибокі – понад 6000 м. Див. докладніше *бурова свердловина*.

СВЕРДЛОВИНА ВИБУХОВА, -и, -ої, ж. р. *скважина взрывная, a. blast hole, н. Sprengloch n* – свердловина призначена для розміщення заряду ВР, те ж саме, що й *свердловина підривна*.

СВЕРДЛОВИНА ВИДОБУВНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина добывающая; н. production well; н. Produktionssonde f, Exploitationssonde f* – свердловина, призначена для експлуатації родовищ природних газів, нафти, сірки і розсолів. Використовується для видобування цих корисних копалин.

СВЕРДЛОВИНА ВОДОЗАБІРНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина водозаборная; a. water intake well; н. Wasserentnahmebohrung f* – свердловина, яка призначена для відбирання (видобування) води із водоносного пласта з метою нагнітання її в продуктивні пласти для витіснення *вуглеводнів* та використання для інших потреб під час видобування нафти і газу або в інших галузях економіки.

До групи С.в. належать *свердловини*, що дають йодо-бромну і технічну воду, а також спеціально пробурені і

старі, повністю обводнені, але раніше продуктивні свердловини, вода з яких використовується для потреб буріння, капітального ремонту свердловин, підтримування пластового тиску та інших промислових потреб, і свердловини, вода з яких використовується органами охорони здоров'я для лікувально-профілактичних і санітарно-гігієнічних потреб. Весь фонд подібних свердловин підрозділяють на такі, які діють, не діють, освоюються і очікують освоєння.

СВЕРДЛОВИНА ВОДОНАГНІТАЛЬНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина водонагнетательная*; а. *water-injection well*; н. *Wasserinjektionssonde f, Wassereinpresssonde f, Wassereinpressbohrung f* – свердловина, що призначена для нагнітання в *продуктивний пласт* або різних водних *розчинів*. У залежності від різновидів методів заводнення С. в. може бути законтурною, приконтурною, внутрішньоконтурною. Див. також *свердловина нагнітальна*.

СВЕРДЛОВИНА ГАЗОВА, -и, -ої, ж. * р. *скважина газовая*; а. *gas well, gasser*; н. *Gasbohrloch n, Gasbohrung f, Gassonde f* – *свердловина*, яка призначена для розкриття *газового пласта* і видобування з нього газу, а також для нагнітання газу в підземне *сховище* і наступного його відбирання. Див. докладніше *газова свердловина*.

СВЕРДЛОВИНА ГАЗОНАГНІТАЛЬНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина газонагнетательная*; а. *gas injection well*; н. *Gasinjektionssonde f* – свердловина, що призначена для нагнітання газу в *нафтовий пласт* з метою витиснення *нафти*. Нагнітання газу може здійснюватися в *газову шапку* або розосереджено по нафтовій частині площі *покладу*.

СВЕРДЛОВИНА ГАЗОПРОЯВНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина газопроявляющая*; а. *gas showing well*; н. *Gasauftrittsonde f* – *нафтова свердловина*, яка обладнана свердловинним *насосом* і відрізняється від звичайної *свердловини* тим, що періодично фонтанує через *насос*, при цьому коефіцієнт наповнення *насоса* може бути більшим одиниці. Штанговим свердловинним насосом можна відбирати задану кількість рідини за наявності на вході газового сепаратора (якоря) або після значного занурення насоса під рівень рідини, при цьому коефіцієнт наповнення може бути близьким до розрахункового або пониженим.

СВЕРДЛОВИНА ГЕОЛОГІЧНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина геологическая*; а. *geologic well*; н. *geologische Bohrung f* – *свердловина*, призначена для вивчення *масиву гірських порід*.

СВЕРДЛОВИНА ГІДРОГЕОЛОГІЧНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина гидрогеологическая*; а. *ground-water well, hydrogeologic well*; н. *hydrogeologische Bohrung f* – спеціальна *свердловина*, яка використовується для визначення фільтраційних властивостей *гірських порід*, спостережень за режимом *підземних вод*, проведення геофізичних досліджень. Див. докладніше *гідрологічна свердловина*.

СВЕРДЛОВИНА ГІДРОДИНАМІЧНО ДОСКОНАЛА, -и, ..., -ої, ж. * р. *скважина гидродинамически совершенная*; а. *hydrodynamically perfect well*; н. *hydrodynamisch fertiggestellte Bohrung f, vollkommene Sonde f* – *свердловина* з відкритим *вибоєм*, яка розкриває *продуктивний пласт* на всю його товщину і в межах останнього не обсаджена колоною труб.

СВЕРДЛОВИНА ГІДРОДИНАМІЧНО НЕДОСКОНАЛА, -и, ..., -ої, ж. * р. *скважина гидродинамически несовершенная*; а. *hydrodynamically imperfect well*; н. *hydrodynamisch nicht fertiggestellte Bohrung f, unvollkommene Sonde f* – *свердловина*, яка або не розкриває *продуктивний пласт* на всю його товщину, або пробурена на всю його товщину, обсаджена зацементованою колоною труб і перфорована. Гідродинамічна недосконалість *свердловини* зумовлена конструкцією її *вибою* і проявляється в порушенні плоскорадіальності потоку у *привибійній зоні*.

СВЕРДЛОВИНА ГІДРОДИНАМІЧНО НЕДОСКОНАЛА ЗА ХАРАКТЕРОМ РОЗКРИТТЯ ПЛАСТА, -и, ..., -ої, ..., ж. * р. *скважина гидродинамически несовершенная по характеру вскрытия пласта*; а. *hydrodynamically imperfect well due to the method of completion*; н. *nach der Schichtaufschlusscharakteristik hydrodynamisch unvollkommene Bohrung f* – *свердловина*, яка розкрила *пласт* на всю його товщину, але сполучається з *пластом* через отвори в колоні труб (спеціальний *фільтр* або перфораційні отвори).

СВЕРДЛОВИНА ГІДРОДИНАМІЧНО НЕДОСКОНАЛА ЗА СТУПЕНЕМ РОЗКРИТТЯ ПЛАСТА, -и, ..., -ої, ..., ж. * р. *скважина гидродинамически несовершенная по степени вскрытия пласта*; а. *hydrodynamically imperfect well due to formation exposing degree*; н. *hydrodynamisch unvollkommene Sonde f laut dem Schichtaufschlussgrad* – *свердловина* з відкритим *вибоєм*, яка розкрила *пласт* не на всю його товщину.

СВЕРДЛОВИНА ГОРИЗОНТАЛЬНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина горизонтальная*; а. *horizontal well*; н. *Horizontalbohrung f, Horizontalbohrloch n* – *свердловина, стовбур* якої в *продуктивному пласті* спрямований паралельно площині *горизонту*; протилежне – *свердловина вертикальна*.

Перші *свердловини* з декількома бічними *стовбурами* були пробурені в Україні і Росії в 1941 р., ще декілька таких *свердловин* пробурили в 1968 р. в Східному Сибірі і до середини 1980-х років такого *буріння* більше не велось. Починаючи з 1979 р. обсяги горизонтального буріння збільшувалися з кожним роком. У 1986 р. сесія чергової світової нафтогазової конференції була повністю присвячена горизонтальному бурінню. Міжнародний нафтовий конгрес 1987 р. теж присвятив цій проблемі належну увагу. У кінці ХХ ст. (1995 р.) технологія проведення горизонтальних *свердловин* вдосконалена і набуває все більшого поширення.

Література: 1. Operators are ready for more sophisticated multilateral well technology // Petrol. Eng. Int. - 1996. - 69, 1. - С. 65-69. - Англ. 2. Мислюк М.А. та ін. Буріння *свердловин*. Т. 1. К.: "Інтерпрес ЛТД", 2002.

СВЕРДЛОВИНА-ДУБЛЕР, -и, -а, ч. * р. *скважина-дублер*; а. *offset well*; н. *Doubleursonde f* – *свердловина*, яка пробурена безпосередньо біля *свердловини*, експлуатація якої стала неможливою через непоправний аварійний стан її (руйнування колони *обсадних труб*, наявність аварійних труб, які неможливо витягнути із *свердловини* і т. ін.).

СВЕРДЛОВИНА ЕКСПЛУАТАЦІЙНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина эксплуатационная*; а. *development well, operating hole*; н. *Förder-sonde f, Förderbohrung f, Produktionsbohrung f* – *свердловина*, що буриться для вилучення *пластових флюїдів* у відповідності з проектом розробки *родовища*. До цієї категорії входять також *нагнітальні, оцінювальні, спостережні і п'езометричні свердловини*.

СВЕРДЛОВИНА, ЗАКІНЧЕНА БУДІВНИЦТВОМ, -и, -ої, -..., ж. * р. *скважина, законченная строительством*; а. *completed well*; н. *aufbautechnisch fertiggestellte Sonde f* – *свердловина*, на якій виконано весь передбачений

комплекс робіт: вежобудування, буріння та випробування, а також свердловини, яка виконала своє призначення без проведення випробування. *Свердловини*, які ліквідовані з технічних причин, до даної категорії не належать. Кількість С.з.б. – один з основних показників діяльності бурових підприємств.

СВЕРДЛОВИНА ЗАМОРОЖУЮЧА (ЗАМОРОЖУВАЛЬНА), -и, -ої, (-ої), ж. * р. *скважина замораживающая*; а. *freezing well*; н. *Gefrierbohrloch* п – *свердловина*, призначена для заморожування *гірських порід*. Діаметр С.з. при глибині до 400 м становить 150-200 мм, при 500-700 м – 200-250 мм. Глибина С.з. визначається наявністю водоупору або товщиною водоносних порід. Для буріння С.з. застосовують устаткування ударного (ударно-канатні і ударно-штангові) і обертального (роторні і турбінні) принципів дії. С.з. обладнують заморожувальною колонкою.

СВЕРДЛОВИНА ЗАПАЛЮВАЛЬНО-НАГНІТАЛЬНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина зажигательно-нагнетательная*; а. *ignition injection well*; н. *Einpresszündbohrung* f – *свердловина*, призначена для запалювання *нафти* в *пласті* і переміщення фронту горіння.

СВЕРДЛОВИНА ІНЖЕКЦІЙНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина инъекционная*; а. *injection well*; н. *Injektionssonde* f – Див. *інжекція*, *свердловина нагнітальна*.

СВЕРДЛОВИНА КОНТРОЛЬНА, * р. *контрольная скважина*; а. *observation well*, н. *Kontrollsonde* f – *свердловина*, призначена для спостереження за положенням рівня *пластових вод*, а також за зміною *пластового тиску*, температури, нафтогазоводонасиченості *пласта*, переміщенням водо- і газонафтового контактів та ін. Дані С.к. використовують для контролю і регулювання процесу розробки *нафтового покладу*. С.к. оснащуються контрольно-вимірювальними приладами або обслуговуються пересувними вимірювальними установками. Залежно від мети контролю роль С.к. можуть виконувати п'езометричні, спостережні, видобувні, нагнітальні та інші *свердловини*.

СВЕРДЛОВИНА КОНТРОЛЬНО-СПОСТЕРЕЖНА, -и, -...-ої, ж. * р. *скважина контрольно-наблюдательная*, а. *observation well*; н. *Kontrollsonde* f, *Beobachtungsbohrung* f – *свердловина*, призначена для спостереження за положенням рівня *підземних вод*, а також зміною *пластового тиску*, т-ри, переміщенням водо- і газонафтового контактів і інш. У залежності від завдання контролю роль С.к.-с. можуть виконувати п'езометричні, спостережні, добувні, нагнітальні та інш. *свердловини*. По суті терміни «контрольна» та «контрольно-спостережна» *свердловини* – терміни-аналоги.

СВЕРДЛОВИНА КОРОЗІЙНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина коррозионная*; а. *corrosive well*; н. *Korrosionssonde* f – *свердловина*, в якій тривалість неперервної (без підняття) роботи свердловинного устаткування (*труб*, *насосів*, *штанг* і т.д.) значно нижча (на 30-40% і більше) терміну служби такого ж устаткування в подібних за характеристикою нормальних *свердловинах*, і причиною цього є діяння корозійного середовища (вміст у продукції *сірководню* або інших агресивних речовин). *Корозія* проявляється в зменшенні терміну служби устаткування, служить причиною витікання рідини через муфтові з'єднання, обривання труб, штанг тощо.

СВЕРДЛОВИНА НАГНІТАЛЬНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина нагнетательная*, а. *injection (input) well*, н. *Injektionsloch* п, *Einpresssonde* f – *свердловина*, яка служить для закачування в продуктивні *пласти води*, *газу*, *теплоносіїв*, а також повітряної або парокисневої суміші та інш. витісняючих агентів. Використовуються при розробці *нафт*. (нафтогазових) і газоконденсатних родов. (див. *заводнення*, *сайклінг-процес*) з метою підтримки *пластового тиску* і регулювання темпів відбору к.к. За допомогою С.н. здійснюється подача в *нафтові пласти* робочих агентів, які сприяють більш повному витісненню *нафти*, забезпечують внутрішньопластове горіння і інш. Див. *свердловина водонагнітальна*.

СВЕРДЛОВИНА НАФТОВА, -и, -ої, ж. * р. *скважина нефтяная*; а. *oil well*; н. *Erdölbohrung* f, *Erdölsonde* f – *свердловина*, що призначена для розкриття *нафтового покладу* і видобування з нього *нафти* і *нафтового газу*. Див. докладніше *нафтова свердловина*.

СВЕРДЛОВИНА НОРМАЛЬНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина нормальная*; а. *normal well, standard well*; н. *normale Sonde* f – *свердловина*, з якої задану кількість рідини можна відбирати стандартним свердловинним устаткуванням, забезпеченим на вході тільки простим фільтром, без застосування будь-яких спеціальних пристосувань, без пристосувань, тобто без урахування будь-яких ускладнювальних факторів. У процесі експлуатації нормальних *свердловин* не повинно бути впливів *піску*, відкладів *парафіну* і *солей*, *корозії* і т. д. на тривалість безперервної роботи *свердловини*. Глибина занурення штангових *насосів* не повинна перевищувати необхідного мінімуму у разі відпомповування рідини, яка не містить вільного газу.

СВЕРДЛОВИНА ОЦІНЮВАЛЬНА, -ої, -и, ж. * р. *скважина оценочная*; а. *appraisal well, development test well*; н. *Erkundungsbohrung* f – *свердловина*, що призначена для уточнення г.ч. нафтонасиченості, а також колекторських властивостей *продуктивного пласта*, властивостей *пластових флюїдів* і інш.

У С.о. проводиться відбір *керну* по усій довжині продуктивної частини *розрізу* і розширений комплекс геофізичних і гідродинамічних досліджень, на основі яких уточнюються значини певних параметрів. При визначенні початкової і поточної нафтонасиченості *пласта* відбір *керна* (діаметр *керна* 80–100 мм) здійснюється із застосуванням спеціальних промивальних *розчинів*, що запобігають втраті води і зміні її складу при відбиранні і винесенні зразків на поверхню. При визначенні залишкової нафтонасиченості в обводнених *покладах* використовують звичайні *глинисті розчини* з мінімальною водовіддачею (при цьому для досліджень використовується середина частина зразка). *Склад* і *мініралізація* *пластової води* в останньому випадку визначаються за пробами води, що відібрані при одержанні припливу *флюїду* із *пласта*. Для *покладів*, які містять високопарафіністи або в'язкі *нафти*, відбирання *керна* здійснюється на охолоджених *глинистих розчинах*, що забезпечують застигання *нафти* і мінімальні втрати її із зразка. Одержувана з допомогою С.о. інформація про *нафтонасиченість* використовується для уточнення коефіцієнта *нафтовіддачі* *пластів*; дані про колекторські властивості *продуктивного пласта*, а також про властивості насичуючих його *флюїдів* – для *уточнень* початкових запасів *нафти* у *покладі*, а також уточнень проекту її розробки.

СВЕРДЛОВИНА ПАРАФІНОВІДКЛАДНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина парафиноотлагающая*; а. *paraffin(e) depositing well*; н. *paraphinablagende Sonde* f – *свердловина*, в якій під час експлуатації з рідини випадають і відкладаються на *трубах*, *штангах* та інших частинах свердловинного устаткування кристали *парафіну*. Для запобігання

відкладання парафіну застосовують спеціальні шкребки або інші способи, а для видалення утвореного шару – періодично прогрівають підземне устаткування паром, електронагрівачами, гарячою рідиною (*нафтою, конденсатом* тощо).

СВЕРДЛОВИНА ПІДРИВНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина взрывная*, а. *blast hole*, н. *Sprengloch* n – свердловина, призначена для розташування в ній зарядів ВР, висадження гірського масиву. Розташування свердловин підривних в масиві може бути однорядним, дворядним, багаторядним (див. *сітка свердловин*). Глибина С.п., як правило, невелика і дорівнює висоті уступу, який відбивається з невеликим перебутом (на відкритих гірничих роботах) та недобором (на підземних роботах). Інша назва – *вибухова свердловина*.

СВЕРДЛОВИНА ПІСКОПРОЯВНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина пескопроявляющая*; а. *sand-showing well*; н. *sandauf tretende Sonde* f – свердловина, в продукції якої міститься пісок (від часток відсотка до 1-2% і більше). Свердловини з піскопрооявами характеризуються тим, що в них періодично утворюються вибійні піщані пробки, що можливо за будь-якого способу експлуатації: насосного, газліфтного та фонтанного. Значно рідше зустрічаються патронні та висячі пробки. Це ж відноситься і до газових та газоконденсатних свердловин. Для одних і тих же колекторів найбільша кількість неполадок через пісок стається у свердловинах, обладнаних штанговими насосами. Відпомповування штанговим насосом рідини, яка містить пісок, призводить до швидкого зношування плунжерів, тулок, клапанів та інших вузлів насоса, до заклинання плунжерів у циліндрах насосів і припинення подавання рідини. Боротьба з піскопрооявами в цих свердловинах значно складніша, ніж у газліфтних, фонтанних та газових свердловинах. Це зумовлюється тим, що штангове насосне устаткування за конструкцією є складнішим піднімачем для рідини, яка містить пісок, ніж фонтанне.

СВЕРДЛОВИНА РЕАГУЮЧА, -и, -ої, ж. * р. *реагирующая скважина*; а. *reacting well*; н. *geschlossene Sonde* f (*bei Interferenzmessung* f) – діюча або недіюча свердловина, в якій при вивченні пласта методом гідропрослуховування ведуться спостереження за зміною вибійного тиску, що викликана зміною дебіту (приймальності) збурюючої свердловини.

СВЕРДЛОВИНА СКИДОВА, -и, -ої, ж. * р. *скважина сбросовая*; а. *disposal well*; н. *Sprungsonde* f – свердловина, яка використовується для захоронення стічних вод у поглинаючі водоносні пласти.

СВЕРДЛОВИНА СОЛЕВІДКЛАДНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина солеотлагающая*; а. *salt-depositing well*; н. *salzablagernde Sonde* f – свердловина, з продукції якої в процесі піднімання з вибою виділяються і осідають на поверхні свердловинного та гирлового устаткування різні солі. Перший невеликий шар поступово зростає і зменшує (або навіть повністю перекриває) прохідний переріз піднімальних труб, що призводить до зменшення, а потім і припинення подавання рідини свердловиною.

СВЕРДЛОВИНА СПОСТЕРЕЖНА, -и, -ої, ж. * р. *скважина наблюдательная*; а. *observation well*; н. *Beobachtungssonde* f – 1) У гідрології – гідрогеологічна свердловина, призначена для спостереження за режимом підземних вод. Споруджують з метою вивчення змін рівня, температури і хімічного складу ґрунтових і напірних вод, визначення впливу інженерної діяльності на підземні води, виявлення взаємозв'язку різних водоносних горизонтів, а також підземних вод з поверхневими і т.д.

С.с. розміщують таким чином, щоб якнайповніше охарактеризувати територію, яка вивчається, процес або явище, які спостерігаються, а також забезпечити можливість екстраполяції та інтерполяції спостережень у часі та просторі і надійність результатів розрахунків та прогнозних оцінок.

Глибина С.с. змінюється від декількох метрів до тисячі метрів. Їх конструкція залежить від параметрів, які вивчаються, спеціального обладнання, яке використовується, кількості і глибини залягання водоносних горизонтів. Верхні горизонти ізолюють від пластів, які спостерігаються, трубами і цементними пробками. Мінімальний діаметр (89–109 мм) дає змогу обладнати С.с. необхідними приладами, а також провідити її очищення і прокачування при засміченні. При вивченні декількох водоносних горизонтів на одній площі звичайно пробурюється один кущ С.с.

Склад і об'єм спостережень обумовлюються конкретними завданнями, залежно від яких створюється постійна або тимчасова, регіональна або місцева сітка свердловин. При проведенні гірничих робіт застосування сітки С.с. дає змогу визначити характеристики підземних вод, положення їх рівнів по відношенню до гірничих виробок і величини напору води на покрівлю і ґрунт виробок в будь-який заданий момент часу, а також оцінювати ступінь виснаження і забруднення поверхневих і підземних вод при водозниженні, прогнозувати прояви можливих гідродинамічних явищ у виробках, умов у районі проведення робіт.

2) У нафтовій промисловості – спеціальна свердловина, пробурена в межах покладу, звичайно з неперфорованою колоною, рідше необсаджена або обсаджена неметалевими трубами в інтервалі випробування, призначена для періодичного контролю нейтронними методами за зміною положення водонафтового контакту, за переміщенням закачуваної води або іншого робочого агента, за зміною нафтогазонасиченості пластів.

3) У газовій промисловості – спеціальна свердловина, яка розкриває горизонт в межах газонасиченої частини, але протягом тривалого часу не експлуатується і служить для точних вимірювань тиску і спостереження за просуванням контакту газ-вода (або газ-нафта і нафта-вода при наявності нафтової облямівки).

СВЕРДЛОВИНИ БУДІВНИЦТВО, -..., -а, с. * р. *скважины строительство*; а. *well construction*; н. *Bohrlochbau* m – процес, який складається з таких основних операцій: безпосереднього буріння стовбура свердловини, здійснення геологічних і геофізичних випробувань, кріплення стовбура свердловини сталевими (або іншими) трубами і підготовки свердловини до виконання її основного призначення, напр. для видобування нафти.

СВЕРДЛОВИНИ ВИПЕРЕДЖУВАЛЬНІ ВИДОБУВНІ, -ин, -их, -их, мн. * р. *скважины опережающие добывающие*; а. *advanced producing wells*; н. *zuvorkommende Förderungsbohrlöcher* n pl – вибіркові свердловини з числа намічених у технологічній схемі розробки, які буряться і вводяться в експлуатацію першочергово в період пробної експлуатації або з початку промислової розробки покладу (експлуатаційного об'єкта) з метою одержання додаткових геолого-промислових даних.

СВЕРДЛОВИНИ, ВІДНОВЛЕНІ З НЕДІЮЧИХ, -ин, -их, -..., мн. * р. *скважины, восстановленные из недействующих*; а. *reworked wells*; н. *wiederhergestellte (aufgewältigte) Sonden* f pl – підкатегорія категорії старих

свердловин – **свердловини**, які введені у звітному році в експлуатацію з недіючих з минулих років, також з контрольних, нагнітальних, законсервованих, ліквідованих та інш. **свердловин** за умови, що вони раніше вже експлуатувались на **нафту** і були зупинені до 1.12. попереднього року.

СВЕРДЛОВИНИ ДІЮЧІ ВИДОБУВНІ, -ин, -их, -их, *мн.* * **р.** *скважины действующие добывающие*; **a.** *active producing (recovery) wells*; **н.** *Fördersonden f pl, Produktionssonden f pl* – основна група експлуатаційного фонду **свердловин** – видобувні **свердловини**, які давали продукцію на кінець останнього дня звітної періоду, а також ті, що простоюють або знаходяться в ремонті, які давали продукцію в останньому місяці цього періоду.

СВЕРДЛОВИНИ ДІЮЧІ НАГНІТАЛЬНІ, -ин, -их, -их, *мн.* * **р.** *скважины действующие нагнетательные*; **a.** *active injection wells*; **н.** *Einpressbohrungen f pl, Einpresssonden f pl, Injektionssonden f pl* – підгрупа фонду нагнітальних **свердловин** – **свердловини**, в які нагнітали робочий агент в останній день звітної періоду, а також які простоювали в останній день, але працювали в останньому місяці звітної періоду.

СВЕРДЛОВИНИ ДОСЛІДЖЕННЯ, -ин, -..., *мн.* * **р.** *скважины исследование*; **a.** *well exploration*; **н.** *Bohrlochmessungen f pl, Bohrlöcherforschungen f pl* – вивчення **свердловини** геологічними, геофізичними, гідродинамічними і іншими методами для визначення умов роботи самої **свердловини**, а також колекторських характеристик **пласта** за умов **фільтрації** в зоні **пласта**, що дрениється **свердловиною**.

СВЕРДЛОВИНИ ЗАКОНСЕРВОВАНІ, -ин, -их, *мн.* * **р.** *скважины законсервированные*; **a.** *conserved wells*; **н.** *konservierte Sonden f pl* – **свердловини**, на які є дозвіл на **консервацію** незалежно від призначення і причини **консервації**, в т.ч. які прийняті від бурових підприємств у стані **консервації** або законсервовані з моменту прийняття їх від бурових підприємств. Якщо після закінчення встановленого терміну **консервації** **свердловина** не підлягає ліквідації, то вона переводиться у відповідний фонд у залежності від її призначення.

СВЕРДЛОВИНИ-ЗРОШУВАЧІ, -ин-ів, *мн.* * **р.** *скважины-оросители*, **a.** *boreholes for feeding leaching solution*; **н.** *Laugeberieselungsbohrlöcher n pl* – **свердловини**, обладнані **фільтром** і призначені для зрошування **руд** при підземному **вилуговуванні** металів інфільтраційним потоком **реагенту**. Буряться вертикально, похило чи горизонтально у **стеліні блоку**, зоні **обвалення**, камері з **замагазинованою рудою**, з поверхні землі чи з **гірничих виробок**. Глибина С.-з. залежить від глибини **залагання рудних тіл** і може досягати 100 м, діаметр, як правило, 100 мм.

СВЕРДЛОВИНИ КОНСТРУКЦІЯ, -..., -ії, *ж.* * **р.** *скважины конструкция*; **a.** *well design, well program, casing program*; **н.** *Bohrlochkonstruktion f, Sondenkonstruktion f* – взаємне розташування і кількість колон труб різної довжини і діаметра та цементного каменю за кожною з них, що забезпечує необхідні умови успішного будівництва **свердловини**, виконання поставлених завдань з розвідки чи розробки родовищ, розмежування та ізоляцію **пластів** з різними коефіцієнтами аномалії тиску, запобіганню руйнування стінок **свердловини**, складених нестійкими **породами**. **Стовбур** **свердловини** складено **гірськими породами**, які відрізняються одна від одної літологічними, фізико-механічними властивостями, видом насичуючих рідин, коефіцієнтами аномалії **пластових тисків** та іншими характеристиками. У процесі **буріння** **стовбур свердловини** може проходити через нестійкі, схильні до руйнування **породи**, через **горизонти**, що здатні поглинати промивальну рідину чи віддавати **пластові флюїди**. За таких умов важко забезпечити раціональний режим проходження усіх **горизонтів**. Конструкція **свердловини** включає **скерування**, **кондуктор**, технічну (одну чи декілька) її експлуатаційну **колони**.

СВЕРДЛОВИНИ КРИВИНА, -..., -и, *ж.* * **р.** *скважины кривизна*; **a.** *hole deviation*; **н.** *Sondenkurve f* – викривлення **стовбура свердловини**, яке визначається зенітним кутом між напрямом **стовбура свердловини** і вертикаллю. Див. **викривлення свердловини**.

СВЕРДЛОВИНИ ЛІКВІДОВАНІ, -ин, -их, *мн.* * **р.** *скважины ликвидированные*; **a.** *abandoned wells*; **н.** *liquidierte Sonden f pl* – всі експлуатовані раніше і ліквідовані з початку **розробки родовища** **свердловини**, ліквідація яких оформлена у відповідності з чинним положенням. До ліквідованих після **буріння** належать усі експлуатаційні і розвідувальні **свердловини**, які виявилися непридатними для промислового використання і ліквідовані відповідно до встановленого порядку буровим підприємством або нафтогазовидобувним підприємством з початку розвідки родовища незалежно від причини ліквідації.

СВЕРДЛОВИНИ ОПОРНІ, -ин, -их, *мн.* * **р.** *скважины опорные*; **a.** *key boreholes*; **н.** *Stützbohrungen f pl* – **свердловини**, які бурять для вивчення геологічної будови та гідрологічних умов малодосліджених великих регіонів, визначення загальних закономірностей поширення комплексів відкладів, сприятливих для нафтогазонакопичення, з метою вибору найперспективніших напрямків геологорозвідувальних робіт на **нафту** і **газ**. В процесі **буріння** і під час закінчування в цих **свердловинах** проводять повний комплекс промислово-геофізичних досліджень, за результатами яких дають прогнозу оцінку **запасів нафти і газу**.

СВЕРДЛОВИНИ ПАРАМЕТРИЧНІ, -ин, -их, *мн.* * **р.** *скважины параметрические*; **a.** *stratigraphic wells*; **н.** *parametrische Sonden f pl* – **свердловини**, які бурять для вивчення глибинної геологічної будови і порівняльної оцінки перспектив нафтогазоносності можливих зон нафтогазонакопичення, виявлення найбільш перспективних районів для детальних геологічних робіт, а також для отримання необхідних відомостей про геолого-геофізичну характеристику розрізу відкладів з метою уточнення результатів сейсмічних та інших досліджень.

СВЕРДЛОВИНИ П'ЄЗОМЕТРИЧНІ, -ин, -их, *мн.* * **р.** *скважины пьезометрические*; **a.** *piezometric wells*; **н.** *Piezometrische Sonden f pl, Druckbeobachtungssonden f pl, Fördersonden f pl* – Див. **свердловини спеціальні**.

СВЕРДЛОВИНИ ПОГЛІНАЛЬНІ, -ин, -их, *мн.* * **р.** *скважины поглощающие*; **a.** *absorption wells*; **н.** *Schlucksonden f pl* – весь **фонд свердловин**, які призначені для скидування в непродуктивні горизонти (**пласти**) **стічних вод**, забруднених промисловими і побутовими **відходами**, незалежно від їх початкового призначення і застосування.

СВЕРДЛОВИНИ ПОШУКОВІ, -ин, -их, *мн.* * **р.** *скважины поисковые*; **a.** *wildcats*; **н.** *Suchbohrungen f pl* – **свердловини**, які буряться на площі, підготовлених геологічними роботами (геологічною зйомкою, структурним бурінням, геофізичними і геохімічними дослідженнями), з метою відкриття нових **родовищ нафти і газу**

СВЕРДЛОВИНИ РЕЗЕРВНІ, -ин, -их, *мн.* * **р.** *скважины резервные*; **a.** *back-up (stand-by) wells*; **н.** *Reservesonden f pl* – експлуатаційні **свердловини**, кількість яких закладається в проєкті **розробки родовища** і які бурять під час

реалізації проектних рішень, коли виявляються відхилення від прийнятих раніше уявлень про геологічну будову або колекторські властивості об'єкта розробки.

СВЕРДЛОВИНИ РОЗВІДУВАЛЬНІ, -ин, -их, *мн.* * *р.* скважины разведочные; *а.* exploration wells; *н.* Erkundigungs sonden f pl – свердловини, які бурять на площах із встановленою промисловою нафтогазоносністю з метою підготовки запасів *нафти* і *газу* промислових категорій і збору вхідних даних для складання проекту розробки родовища.

СВЕРДЛОВИНИ СПЕЦІАЛЬНІ, -ин, -их, *мн.* * *р.* скважины специальные; *а.* special wells; *н.* spezielle Sonden f pl – свердловини, призначені для виконання спеціальних, особливих робіт і досліджень (для запомпювання *газу* в підземні сховища, скидання промислових вод, які видобуваються разом з *нафтою*, ліквідації відкритих фонтанів *нафти* і *газу*; проведення спеціальних робіт з інтенсифікації припливу, розвідки і видобування технічної води тощо). Серед них виділяють також спостережні і п'езометричні, які призначені для систематичного спостереження за зміною тиску, водонафтового контакту в процесі розробки покладу в межах його нафтової (спостережні свердловини) і водяної (п'езометричні свердловини) зон.

СВЕРДЛОВИНИ СТОВБУР, -..., -а, ч. * *р.* скважины ствол; *а.* borehole, wellbore; *н.* Sondesaule f – вертикальний або похилий отвір свердловини у вигляді труби з виходом на поверхню. Порожнистий простір свердловини від *гирла* до вибою, обмежений стінками свердловини. Син. – ствол свердловини (не рекомендує).

СВЕРДЛОВИНИ СТРУКТУРНІ, -ин, -их, *мн.* * *р.* скважины структурные; *а.* structural wells; *н.* Struktursonden f pl – свердловини, які бурять для виявлення і підготовки до пошуково-розвідувального буріння перспективних структур, які можуть бути пастками для *нафти* і *газу*.

СВЕРДЛОВИНИ "СУХІ", -ин, -их, *мн.* * *р.* скважины "сухие"; *а.* dry (barren) holes; *н.* "trockene" Sonden f pl – розвідувальні свердловини, які вийшли із буріння і не дали промислових припливів *нафти* або *газу* (умовний термін).

СВЕРДЛОВИНИ, ЯКІ ДАЮТЬ ПРОДУКЦІЮ, -ин, -..., *мн.* * *р.* скважины, дающие продукцию; *а.* producing wells; *н.* Förder sonden f pl, Produktionsbohrungen f pl, Exploitationsbohrungen f pl – основна підгрупа діючого фонду свердловин – свердловини, які давали *нафту* (*газ*) на останній день звітного періоду, включаючи ті свердловини, які знаходились на накопиченні рідини при їх періодичній експлуатації.

СВЕРДЛОВИНИ, ЯКІ ЗНАХОДЯТЬСЯ В КОНСЕРВАЦІЇ, -ин, -..., *мн.* * *р.* скважины пребывающие в консервации; *а.* suspended wells; *н.* konservierte Sonden f pl – свердловини, на які у відповідності зі встановленим порядком оформлено дозвіл на їх тимчасову консервацію.

СВЕРДЛОВИНИ, ЯКІ ОСВОЮЮТЬСЯ І ОЧІКУЮТЬ ОСВОЄННЯ ПІСЛЯ БУРІННЯ, -ин, ..., *мн.* * *р.* скважины, осваиваемые и ожидающие освоения после бурения; *а.* completing and expecting a completion after drilling wells; *н.* die produktionsfähigen und auf die nach dem Bohren Produktion erwartenden Sonden f pl – група експлуатаційного фонду свердловин: а) свердловини, які прийняті після буріння на баланс нафтогазовидобувного підприємства знаходяться за станом на кінець звітного періоду в освоєнні або очікують освоєння для експлуатації на *нафту* чи *газ* та переведені в експлуатаційний фонд з числа таких, які не давали раніше продукції (нагнітальних, контрольних, законсервованих тощо), якщо вони знаходяться на кінець звітного періоду в освоєнні; б) свердловини, які переведені в експлуатаційний фонд із інших фондів (нагнітальні, контрольні, законсервовані) і знаходяться на кінець звітного року в освоєванні, обліковуються в цій групі свердловин тільки в тому разі, якщо раніше вони ніколи не експлуатувалися на *нафту* і *газ*; в) свердловини, які раніше відносились до категорії продуктивних і знаходяться на кінець звітного кварталу в освоєванні або в очікуванні освоєння після проведення в них ремонтно-ізоляційних, дослідно-випробувальних та інших відновлювальних робіт, обліковуються в складі недіючого фонду.

СВЕРДЛОВИНИ, ЯКІ ОЧІКУЮТЬ ЛІКВІДАЦІЇ І ПЕРЕБУВАЮТЬ У ЛІКВІДАЦІЇ, -ин, ..., *мн.* * *р.* скважины, ожидающие ликвидации и ликвидируемые; *а.* abandoned wells; *н.* auf die Liquidierung wartende und liquidierte Sonden f pl – свердловини, документи на ліквідацію яких відправлено у вищі організації для затвердження, а також в яких на кінець звітного кварталу здійснюються роботи з ліквідації.

СВЕРДЛОВИНИ, ЯКІ ПЕРЕЙШЛИ З МИНУЛОГО РОКУ, -ин, ..., *мн.* * *р.* скважины, перешедшие с прошлого года; *а.* last year wells; *н.* im Betrieb befindliche Sonden f pl – підкатегорія категорії старих свердловин – свердловини, які на 1 січня звітного (планового) року знаходились у діючому фонді.

СВЕРДЛОВИННА ГЕОФІЗИКА, -ої, -и, *ж.* * *р.* скважинная геофизика, *а.* well geophysics; *н.* Bohrlochgeophysik f – геофіз. методи дослідження масиву *гірських порід* в околицях *бурових свердловин* або між свердловинами на відстанях до дек. сотень м (рідко до дек. км). Виникла в 60-і рр. XX ст. як самостійна галузь рудної геофізики.

СВЕРДЛОВИННА ГІРНИЧА ТЕХНОЛОГІЯ, -ої, -ої, -ії, *ж.* * *р.* скважинная горная технология, *а.* borehole mining; *н.* Bohrlochbergbau m – наукова дисципліна про свердловинні способи розробки родовищ *корисних копалин*. Вивчає питання *видобутку* рідких, напіврідких, газоподібних, а також твердих *корисних копалин* шляхом переводу їх у текучий стан. Базується на досягненнях *фізики*, *хімії*, *математики*, *геології*, *термодинаміки пластів*, *трубно-гідравліки*, *підземної гідрогазодинаміки* та ін.; тісно пов'язана з технологіями *буріння свердловин*, первинної переробки к.к. Вперше була застосована у ХІІ ст. Використовується при *видобутку нафти* й *газу* (методи *видобутку нафти* під дією природних сил, що діють всередині *пласта*, з допомогою *глибинних насосів*, *ерліфтів*, розробка *родовищ* законтурним та внутрішньоконтурним заводненням, технологія внутрішньопластового горіння); *підземній газифікації вугілля*, *вилуговуванні міді*, *розчиненні мінеральних солей*, *виплавці сірки*; *гідровидобутку руд*; у *морській гірничій технології*.

СВЕРДЛОВИННА (ГАЗЛІФТНА) КАМЕРА, -ої (-ої), -и, *ж.* * *р.* скважинная (газлифтная) камера; *а.* well (gas-lift) chamber; *н.* Sondekammer f, Gasliftkammer f – пристрій у вигляді еліптичної труби, який встановлюється між трубами колони насосно-компресорних труб і призначений для посадки газліфтних або інгібіторних клапанів, глухих або циркуляційних пробок під час експлуатації свердловин фонтанним або газліфтним способами.

СВЕРДЛОВИННИЙ ГІДРОВИДОБУВНИЙ АГРЕГАТ, -ого, -ого, -а, ч. * р. *скважинный гидродобычный агрегат*, а. *borehole hydraulic mining unit*; н. *hydraulisches Bohrlochgewinnungsgerät* n – комплекс обладнання для розробки родовищ способом свердловинного гідровидобутку. Складається з наземної управляючої установки та свердловинного гідровидобувного снаряда з гідромонітором. Для підйому пульпи використовуються *гідроелеватори* та *ерліфти*.

СВЕРДЛОВИННИЙ ГІДРОВИДОБУТОК, -ого, -тку, ч. * р. *скважинная гидродобыча*, а. *well hydraulic mining, borehole hydraulic mining*; н. *hydraulische Bohrlochgewinnung* f – спосіб підземної гідравлічної розробки родов. твердих к.к., при якому *корисна копалина* переводиться на місці залягання в *гідросуміш*. Осн. *технологічні процеси* при С.г.: розкриття родов. за допомогою *свердловин*; гідравлічне руйнування (розмив) напірним струменем води (в осушеному або затопленому очисному просторі), дезинтеграція г.п. і утворення *гідросуміші*; транспортування (самопливне або напірне) *гідросуміші* від *вибою* до пульпоприймальної *свердловини* (*виробки*); підйом *гідросуміші* на поверхню; *збагачення*; складування *хвостів* збагачення; *прояснення* оборотної води і водопостачання; управління *гірничим тиском*. Спосіб С.г. використовувався при розробці родов. *фосфоритів* і *пісків* для скляної пром-сті в 60-х рр. ХХ ст. в Польщі, розсипного *золота* в 70-х рр. в Канаді. З 1970 в США серійно випускають установки С.г., що використовуються для видобутку м'яких *бокситових руд*, нафтоносних *пісковиків*, *урану*. С.г. може застосовуватися: як самостійний спосіб розробки родов.; у комбінації з подальшим *виугоуванням підземним*; для розвідки осадових і розсипних родов. у складних гірничо-геол. умовах, що дозволяють підвищити точність геолого-розвідвальних даних і підіймати великі технологічні *проби* (до 100 т і більше).

СВЕРДЛОВИННИЙ ЗАРЯД, -ого, -у, ч. * р. *скважинный заряд*, а. *deep-hole charge*; н. *Bohrlochladung* f – подовжений *заряд ВР*, вміщений у *свердловину*. Використовується при проведенні *гірничих робіт*, дорожньому та гідротехнічному будівництві тощо. Бувають суцільні (різновид – котловий) та розосереджені *свердловинні заряди*.

СВЕРДЛОВИННИЙ ТЕРМОГАЗОВИЙ ҐЕНЕРАТОР, -ого, -ого, -а, ч. * р. *скважинный термогазовый генератор*; а. *hole thermogas generator*; н. *Thermogassondengenerator* m – *апарат*, який конструктивно являє собою камеру згоряння за типом камер згоряння газотурбінних двигунів, працює на стиснутому повітрі та рідинних вуглеводнях (бензин, гас, дизпальне) і виробляє термогаз з температурою 430-900 К, котрий складається із продуктів згоряння і надлишкового повітря, опускається у *свердловину* на насосно-компресорних трубах і призначений для ініціювання внутрішньопластового горіння.

СВЕРДЛОВИНО-МІСЯЦІ ВІДПРАЦЬОВАНІ, -...-ів, -их, мн. * р. *скважино-месяцы отработанные*; а. *worked-out well-months*; н. *abgearbeitete Sonde-Monate* m pl – частка від ділення сумарного часу роботи *свердловин* діючого *фонду* в годинах на 720.

СВЕРДЛОВИНО-МІСЯЦІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ, -...-ів, -..., мн.* р. *скважино-месяцы эксплуатации*; а. *producing well-months*; н. *Förder-sonde-Monate* m pl – сумарний час роботи *свердловин*, що діють, тобто час, протягом якого *свердловини* давали продукцію. Час накопичення рідини в процесі періодичної експлуатації *свердловин* відноситься до робочого часу.

СВЕРДЛОВИНО-МІСЯЦІ НАЛІЧУВАНІ, -...-ів, -их, мн.* р. *насчитываемые скважино-месяцы*; а. *estimated well-months*; н. *berechnete Sonde-Monate* m pl – частка від ділення всього календарного часу перебування *свердловин* у діючому *фонді* в годинах на 720.

СВЕРДЛОВИНО-МІСЯЦІ, ЯКІ ЧИСЛЯТЬСЯ ЗА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМ ФОНДОМ СВЕРДЛОВИН, -...-ів, ..., мн.* р. *скважино-месяцы, числящиеся за эксплуатационным фондом скважин*; а. *producing well stock well-months*; н. *Sonde-Monate* m pl, *die zum Exploitationssondefonds gehören* – сумарний календарний час, протягом якого *свердловини* числились в експлуатаційному (видобувному) *фонді* (в дії і недії).

СВЕРДЛОВИНО-МІСЯЦЬ, -...-я, ч. * р. *скважино-месяц*; а. *well-month*; н. *Sonde-Monat* m – умовний показник, що характеризує календарний час перебування експлуатаційних *свердловин* у складі *фонду свердловин*, умовна часова одиниця виміру тривалості роботи і простоїв, яка дорівнює 30 свердловино-добам, або 720 свердловино-годинам (умовна середньомісячна кількість діб чи годин перебування або роботи *свердловини* в складі *фонду свердловин* підприємства). Для визначення тривалості роботи в добах чи годинах потрібно помножити кількість свердловино-місяців відповідно на 30 чи 720. Розрізняють свердловино-місяці, які числяться за експлуатаційним і діючим *фондами* *свердловин*, та свердловино-місяці експлуатації (відпрацьовані).

СВЕРДЛОВИНО-ОПЕРАЦІЇ РЕМОНТНИХ РОБІТ ПО ПІДВИЩЕННЮ НАФТОВІДДАЧІ ПЛАСТІВ, -...-ії, -..., мн. * р. *скважино-операции ремонтных работ по повышению нефтеотдачи пластов*; а. *well repairs aimed at increasing the oil recovery*; н. *Sondeoperationen* f pl *der Reparaturarbeiten zwecks Erhöhung der Schichtenerdölabgabe (der Erdölabgabe der Schichten)* – комплекс робіт у *свердловині* по нагнітанню в *пласт агентів*, які стимулюють протікання фізичних, хімічних чи біохімічних *процесів*, що скеровані на підвищення коефіцієнта кінцевого нафтогазовилучення на заданій ділянці *покладу*.

СВЕРДЛОВИНО-РЕМОНТ, -...-у, ч. * р. *скважино-ремонт*; а. *well-repair*; н. *Sondenreparatur* f – одиниця ремонтних робіт; яка включає підготовчий, основні і завершальний комплекси робіт, що передбачені

планом і виконуються на конкретній свердловині від початку її приймання в ремонт до введення в експлуатацію чи до фізичної ліквідації. Якщо після закінчення ремонтних робіт у процесі освоєння свердловини виявиться необхідність виконання додаткових робіт на свердловині, то ці роботи вважаються продовженням цього ж ремонту, тобто є одним свердловино-ремонт.

СВЕРДЛОВИН СИСТЕМА РОЗМІЩЕННЯ, -..., -и, -..., ж. * р. *скважин система размещения*; а. *well array system, well spacing, well pattern*; н. *Sondenverteilungssystem* n – сітка розміщення і відстані між свердловинами (густота сітки), темп і порядок введення свердловин в роботу.

СЕГРЕГАЦІЯ, -ії, ж. * р. *сегрегация*, а. *segregation*; н. *Seigerung f, Segregation f, Entmischung f* – 1) Взаємне переміщення зерен неоднорідного сипучого матеріалу під впливом зовнішніх сил з саморозподілом їх за висотою та периферією шару матеріалу в залежності від їх *крупності*, форми та *густини*. Має значення у гравітаційних процесах *збагачення*. Див. *розшарування*. 2) У *мінералогії* – скупчення *мінералів* внаслідок кристалізації *магми*, яке веде до утворення сегрегаційних мінеральних комплексів. 3) Виникнення чистих кристалів льоду при замерзанні вологих і водонасичених тонкодисперсних *осадових гірських порід*. При цьому утворюється т. зв. сегрегаційний лід. В.С.Білецький.

СЕДИМЕНТАЦІЙНА СТАБІЛЬНІСТЬ (СТІЙКІСТЬ), -ої, -ості (-ості), ж. * р. *седиментационная стабильность (стойкость)*, а. *sedimentation [settling] stability*; н. *Sedimentationsstabilität* n – властивість *висококонцентрованої водовугільної суспензії* зберігати вертикальну однорідність за *густиною* без випадання твердих частинок на дно труби або *резервуара* при транспортуванні (динамічна С.с.) або складуванні (статична С.с.). Ю.Г.Світлий.

СЕДИМЕНТАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. * р. *седиментационный анализ*; а. *sedimentation analysis*; н. *Sedimentationsanalyse* f – вимірювання швидкості осідання частинок в рідині і визначення розподілу частинок за розмірами. С.а. у гравітаційному полі застосовується для мікрогетерогенних і деяких грубодисперсних систем і дає змогу визначити *дисперсність* в інтервалі від 10^{-4} мм до 10^{-1} мм, якому відповідають *суспензії, емульсії, порошки*. У основі С.а. лежить залежність між розміром (масою) та швидкістю руху тіла у в'язкому середовищі (*газі* або *рідині*) під дією гравітаційних або відцентрових сил.

С.а. охоплює найбільш поширені непрямі методи визначення величини частинок або дисперсності порошкоподібних матеріалів, аерозолів, різних грубодисперсних та колоїдних систем. Дає змогу визначити як внутрішні характеристики дисперсності, так і дисперсний (гранулометричний, зерновий, фракційний) склад аналізованої системи, тобто частковий розподіл маси, об'єму, площі поверхні, лінійних розмірів або кількості частинок дисперсної фази за класами крупності. Основні методи С.а. – методи стаціонарної швидкості седиментації та седиментаційно-дифузійної або седиментаційної рівноваги; застосовують також методи наближення до седиментаційної рівноваги. С.а. в гравітаційному полі застосовують для грубодисперсних систем (суспензій, емульсій, пилу) з розміром частинок 10^{-2} - 10^{-4} см. С.а. для високодисперсних систем з розміром частинок менше 10^{-4} см проводять в полі відцентрових сил.

В практиці збагачення корисних копалин С.а. найчастіше застосовують для матеріалів крупністю 5-50 мкм. Здійснюють С.а. на приладах різної конструкції, зокрема застосовують лабораторний пристрій конструкції ЛЮТ, пристрої в яких використовується відцентрове поле, ваги Фігуровського, а також гранулометри різних конструкцій і т.д. Розроблені також сучасні прилади і пристрої для С.а., які повністю автоматизовані і комп'ютеризовані. Так, напр., німецька фірма Fritsch випускає скануючий фотоседиментограф, що дозволяє оцінювати крупність частинок в межах від 0,5 до 500 мкм з передачею інформації для обробки на комп'ютер. В.О.Смирнов.

СЕДИМЕНТАЦІЯ, -ії, ж. * р. *седиментация*; а. *sedimentation*; н. *Sedimentation* f – 1. Скерований рух (осідання, випадання) у рідині або газі дрібних частинок дисперсної фази (твердих крупинок, крапельок, бульбашок) у полі діяння гравітаційних або відцентрових сил. Швидкість С. залежить від маси, розміру та форми частинок, *в'язкості* та *густини* середовища, а також від прискорення вільного падіння або діючих на частинки відцентрових сил. У гравітаційному полі седиментують достатньо великі частинки, що не піддаються тепловому (броунівському) руху, в полі відцентрових сил можлива С. колоїдних частинок та *макромолекул* – *молекул* природних та синтетичних *полімерів*. Для дрібних, що не взаємодіють між собою, сферичних частинок, які осідають за ламінарного режиму, швидкість С. розраховують за формулою Стокса. С. в дисперсних системах з рідким та особливо газовим дисперсійним середовищем часто супроводжується збільшенням седиментуючих частинок внаслідок *коагуляції* і (або) *коалесценції*. С. використовують у промисловості для аналізу мінеральних дисперсних продуктів при *збагаченні корисних копалин*, розділенні продуктів хімічної та нафтохімічної технології, для очищення та гідравлічної класифікації різних порошкоподібних матеріалів. С. в *гравітаційному полі*, а також у *центрифугах* та *ультрацентрифугах* лежить в основі *седиментаційного аналізу*. С. в природі призводить до утворення осадових гірських порід, освітлення води у водоймищах, звільнення атмосфери від крапельно рідких та твердих частинок, що в них знаходяться. 2. Сукупність процесів нагромадження *відкладів* у водному середовищі. С. є одним із важливих факторів самоочищення природних вод, що призводить до прояснення води, зменшення *мінералізації*, колірності, запахів, бактеріального забруднення. 3. У *мінералогії* – процес утворення осадових *мінералів* і мінеральних комплексів. В.С.Білецький, В.О.Смирнов.

СЕЗОННИЙ ЗБІР ТОРФУ, -ого, -у, -..., ч. * р. *сезонный сбор торфа*, а. *seasonal peat gathering*; н. *jahreszeitgemäße Torfgewinnung* f – характеризується масою повітряно-сухого торфу (у тоннах), що збирається з 1 га площі за сезон. Визначається добутком середньоциклового збору на кількість циклів за сезон. Тривалість сезону виробництва фрезерного торфу залежно від кліматичних умов становить 85...119 робочих днів.

СЕКЦІЯ, -ії, ж. * р. *секция*, а. *section*, н. *Sektion* f – 1) Одна з частин, ділянок, що складають яке-небудь ціле. 2) Відділ або підвідділ установи, підприємства, організації тощо. 3) Один з підвідділів з'їзду, конференції, форуму.

СЕКЦІЯ ЗБАГАЧУВАЛЬНОЇ ФАБРИКИ, -ії, -..., ж. * р. *секция обогащительной фабрики*, а. *section of a concentrating mill, section of a dressing mill, section of a preparation plant*; н. *Sektion f der Aufbereitungsanlage* – повністю відокремлена технологічна лінія, яка забезпечує виконання всіх операцій переробки корисних копалин незалежно від інших, таких самих ліній. Існують збагачувальні фабрики безсекційні, дво-, трьох- та багатосекційні. Можливе часткове секціонування фабрик, напр., використання єдиної системи обробки шламів для двох технологічних секцій. Див. також збагачувальна фабрика. О.А.Золотко.

СЕКЦІЯ КОНВЕЄРА, -ії, -..., ж. * р. *секция конвейера*, а. *conveyor section*, н. *Fördererabschnitt* m, *Bandförderersektion* f – частина конструкції конвеєра. Для стрічкового конвеєра складається з опор із закріпленими на них роликкооперами вантажної та холостої гілки. Головний елемент секції скребкового конвеєра – *риштак*.

СЕКЦІЯ МЕХАНІЗОВАНОГО КРІПЛЕННЯ, -ії, -..., ж. * р. *секция механизированной крепи*, а. *powered support unit*; н. *Ausbauaggregat* m, *Schreitausbausektion* f, *-einheit* f – складова частина агрегатного механізованого кріплення у вигляді цілісного агрегата, який може виконувати функції, віднесені до механізованого кріплення загалом: підтримка порід покрівлі і управління станом вмисних порід, захист робочого простору від продуктів обвалення, пересування і утримання конвеєра. Секція кріплення складається з наступних характерних структурних елементів: - *основи*, призначеної для установки на ній гідростояків і інших елементів з метою створення цілісного агрегата у вигляді секції і для передачі зусиль опору опусканню покрівлі на породи ґрунту; - *перекриття*, що включає базову частину і привибійні консолі; переkritтя безпосередньо сприймає гірничий тиск від порід покрівлі, а також захищає робочий простір в своїй зоні від продуктів обвалення; - *огорожі*, що служать передусім для захисту робочого простору в своїй зоні від продуктів обвалення; - *стояків гідралічних* із запобіжними клапанами, що створюють робочий опір опусканню порід покрівлі; - *гідродомкрата* пересування секції і вибійного конвеєра; - механізму підйому носка основи при пересуванні секції з метою зменшення величини впровадження основи в слабкі ґрунти; - блоку керування секцією. П.А.Горбатов.

СЕЛЕКТИВНА АГРЕГАЦІЯ ВУГІЛЛЯ, -ої, -ії, -..., ж. * р. *селективная агрегация угля*, а. *selective aggregation of coal*; н. *selektive Aggregatbildung* f *der Kohle* – комплекс технологічних процесів розділення (збагачення) вугільних шламів шляхом вибіркової флокуляції (агломерації) вугілля за допомогою реагентів і відокремлення його від неагрегованого високозольного залишку. Полягає у структурованні тонко- і полідисперсної вугільної фази у водному середовищі реагентами. Розрізняють С.а.в. електролітами (напр., карбонатами, тетраборатом, оксалатом, пірофосфатом, триполіфосфатом, гексаметафосфатом натрію, полісилікатом натрію), полімерними сполуками (поліспиртами, поліефірами, поліамідами, поліакриламидами, латексами і т.п.) та маслами. Див. також масляну агрегацію. В.С.Білецький.

СЕЛЕКТИВНА ІЗОЛЯЦІЯ, -ої, -ії, ж. – Див. *ізоляція селективна*.

СЕЛЕКТИВНІСТЬ, -ості, ж. * р. *селективность*, а. *selectivity*, н. *Selektivität* f, *Selektanz* m – 1. Вибірковість, ступінь здатності до вибіркової дії окремої технологічної операції або реакції (напр., флокуляції) на окремі складові компоненти збагачуваного матеріалу. 2. Міра чутливості технологічного процесу до різниці властивостей компонентів, що підлягають розділенню. Напр., при збагаченні корисних копалин виділяють селективний концентрат – той, що містить один корисний компонент (на відміну від неселективного, т. зв. колективного концентрату, який містить декілька корисних компонентів). 3. Властивість пристрою з безлічі сигналів, які несуть різну інформацію, виділяти корисні сигнали або реагувати тільки на сигнали з наперед заданими параметрами. Напр., широко відома і застосовується частотна селективність. В.С.Білецький.

СЕМІВІТРИНІТ, -у, ч. * р. *семивитринит*, а. *semivitrinite*; н. *Semivitrinit* m – група компонентів органічної речовини вкопного вугілля, що містить у собі продукти перетворення лігніно-целюлозних тканин рослин у результаті їх геліфікації та фіузенізації. С. займає проміжне положення між витринітом та інертинітом.

Підвищений вміст С. спостерігається у деякому вугіллі Кузбасу. У вугіллі Донбасу, Продніпров'я та з'євсько-Волинського басейну його кількість вельми незначна (1-3%).

СЕНСОРИ ХІМІЧНІ, -ів, -их, мн. * р. *сенсоры химические*, а. *chemical sensors*, н. *chemische Messfühler* m – чутливі мініатюрні прилади, які реагують на зміну вмісту хім. компонента в суміші, яка

аналізується. Ними можуть бути, напр., електрохімічні чарунки. С.х. – основні складові частини аналітичних *приладів* для визначення оксидів азоту, кисню, метану, вуглекислого газу, ртуті, аміаку тощо.

СЕПАРАБЕЛЬНІСТЬ, -ості, ж. * р. *сепарабельность*, а. *capacity for separation, separability*; н. *Separationsmöglichkeit* f – технологічна оцінка виділення цінних компонентів з руд і вугілля по заданому оптимальному параметру розділення шляхом здійснення відповідного технологічного процесу.

СЕПАРАТОР, -а, ч. * р. *сепаратор*; а. *separator*; н. *Abscheider m, Scheider m, Separator m* – апарат для розділення твердих або рідких речовин, компонентів *мінеральної сировини*, видалення газу, твердих або рідких частинок із рідких або газоподібних середовищ та двофазних пін.

На *збагачувальних фабриках* С. є основними *апаратами* в процесах радіометричного сортування, гравітаційного, магнітного та електричного *збагачення*.

В процесі рідинної екстракції в С. (екстракторах) проходить розділення емульгованого екстрагенту від водної фази.

На газових промислах С. застосовуються для очищення продукції газових та газоконденсатних *свердловин* від вологи, твердих частинок та інших *домішок*, на нафтових промислах – для відділення нафтового газу від *нафти*.

Принцип дії С. різних типів оснований на відміні фізичних властивостей компонентів суміші: форми, маси, густини частинок, коефіцієнта тертя, магнітних властивостей тощо під дією відповідного силового поля (магнітного, електричного, гравітаційного і т. д.).

Найпоширенішими є магнітні С. для відокремлення магнітних *мінералів* від немагнітної *породи* тощо. Для розділення *емульсій* та освітлення рідин застосовуються С. відцентрового типу, для механічного очищення газів та виділення з них твердих або рідких частинок – газові С., *циклони* та *скрубери*. Для розділення механічних сумішей за електричними властивостями використовують електричні С. За способом заряджання частинок та силовим полем розрізняють С.: електростатичні (електризація частинок проходить шляхом стикання із зарядженими електродами), діелектричні (використовується різниця у величині діелектричної проникності), трибоелектричні (частинки заряджуються тертям), піроелектричні (частинки деяких речовин електризуються при нагріванні), коронні (використовується електричне поле коронного розряду). Для розділення рудної маси на складові компоненти за кольором, блиском, прозорістю або відбиваючою здатністю *мінералів* застосовують фотометричні С., для виділення мінералів, люмінесціюючих під дією рентгенівських променів – рентгенолюмінесцентні С.

Нафтогазові *сепаратори* умовно поділяють на такі категорії: 1) за призначенням – вимірювально-сепарувальні і сепарувальні; 2) за геометричною формою і розміщенням у просторі – циліндричні, сферичні, вертикальні, горизонтальні і похилі; 3) за типом обслуговуваних *свердловин* – фонтанні, компресорні і насосні; 4) за характером проявлення основних сил – гравітаційні, інерційні (жалюзійні) і відцентрові (гідроциклонні); 5) за робочим тиском – високого (6,4 МПа), середнього (2,5 МПа), низького (0,6 МПа) тиску і вакуумні; 6) за кількістю обслуговуваних *свердловин* – індивідуальні і групові; 7) за кількістю ступенів *сепарації* – першого, другого, третього і т.д.; 8) за розділенням фаз – двофазні (нафта + газ), трифазні (нафта + газ + вода).

Розрізняють: *сепаратор гідравлічний, важкосередовищний сепаратор, сепаратор ґвинтовий, сепаратор діелектричний, сепаратор електричний, сепаратор електромагнітний, сепаратор електростатичний, сепаратор коронний, сепаратор коронно-електростатичний, сепаратор люмінесцентний, сепаратор магнітний, сепаратор магнітогідродинамічний, сепаратор магітогідростатичний, сепаратор піроелектричний, сепаратор пневматичний, сепаратор радіометричний, сепаратор струминний, сепаратор тертя, сепаратор трибоелектричний, сепаратор ферогідростатичний, сепаратор флуоресцентний, сепаратор фотометричний, сепаратор фотонейтронний, сепаратор шнековий, газовий сепаратор, циклонний сепаратор, протитечійний сепаратор*.

СЕПАРАТОР ВАЖКОСЕРЕДОВИЩНИЙ, -а, -ого, ч. – Див. *важкосередовищні сепаратори*.

СЕПАРАТОР ГАЗОВИЙ, -а, -ого, ч. – Див. *газовий сепаратор*.

СЕПАРАТОР ГІДРАВЛІЧНИЙ, -а, -ого, ч. * р. *сепаратор гидравлический*, а. *hydraulic separator*, н. *hydraulischer Abscheider m* – апарат для *збагачення корисних копалин* за допомогою струменя води. Див. *сепаратор струминний*.

СЕПАРАТОР ҐВИНТОВИЙ, -а, -ого, ч. * р. *сепаратор винтовой*, а. *spiral separator, screw separator*; н. *Wendelscheider m* – апарат у вигляді вертикально встановленого ґвинтоподібного *жолоба* для гравітаційного *збагачення*. Винайдений Парді, вперше встановлений на вуглезбагачувальній фабриці в США в 1898 р. Застосовується для сухого і мокрого *збагачення* к.к.

Суха ґвинтова сепарація (СґС) широко застосовувалася в 20-і роки ХХ ст. для *збагачення антрацитів* крупністю 100-6 мм. Конструктивно *сепаратор* складався з декількох каскадно розташованих *жолобів*, один з яких ширший за інші і мав більш високий борт. У 1922 р. тільки на американських *збагачувальних фабриках* працювало бл.4000 С.ґ. такого типу. Принцип дії цих *сепараторів* оснований г.ч. на різниці в коефіцієнті тертя для *породи* та *вугілля* по робочій поверхні.

Мокра ґвинтова сепарація (МґС) вперше з'явилася на рудозбагачувальних фабриках, а потім поширилася на *збагачення вугілля*. Перші дослідження з МґС стосувалися *збагачення золота* (40-і роки ХХ ст., І.Б.Хемфрі), перша промислова установка Мґ-сепарації створена в США (1943) для *збагачення хромітвісних пісків*. МґС проводиться в рідині, що рухається в низхідному напрямку по стаціонарному ґвинтовому *жолобу*, який має вертикальну вісь. *Жолоб* має в поперечному перетині напівколову або напівовальну форми. *Пульпа* подається у верх. частину *жолоба* і під дією сили тяжіння стікає вниз. Розподіл частинок *пульпи* в основному

закінчується на другому-третьому витку, де встановлені відсікачі для часткового видалення збагаченого матеріалу. *Пуста порода* розвантажується в кінці *жолоба*. Відсіканням потоку можна отримувати будь-яку кількість продуктів розділення різної якості. Діаметр С.г. в залежності від продуктивності по твердому, *крупності* і *густини* вихідного матеріалу коливається в межах 600-1200 мм; число витків 3-6, відносний крок (відношення кроку до діаметра) 0,4-0,6. Макс. крупність частинок *пустої породи* в *пульбі* 12-16 мм, розмір частинок збагачуваних *мінералів* 0,074-4 мм. *Вилучення* к.к. до *концентрату* становить до 90-97%. Вміст твердого в *пульбі* 15-25%. Продуктивність С.г. по твердому в середньому 1-12 м³/год і більше. Застосовується для збагачення *руд* і *вугілля*. Оптимальна продуктивність С.г. на *вугіллі* складає 10-15 т/год. При *зольності* вихідного *вугілля* 16-36%, крупності –3,5 мм, процес МГС дозволяє отримати *концентрати* зольністю 5-8% і відходи *зольністю* від 54-55% до 75-80%. Виготовляються одно-, дво- та тризахідні С.г., з регульованим (з листової сталі і алюмінієвих сплавів) і нерегульованим кроком витків (з чавунного або сталевих лиття і алюмінієвих сплавів). Різновид С.г. – гвинтові шлюзи.

СЕПАРАТОР ДІЕЛЕКТРИЧНИЙ, -а, -ого, ч. * р. *диэлектрический сепаратор*, а. *dielectric separator*, н. *dielektrischer Abscheider* м, *Kondensatorfeldscheider* м – *електричний сепаратор* в якому вихідний матеріал розділяють на компоненти за їх діелектричною проникністю в середовищі рідкого діелектрика, що знаходиться в електростатичному полі. Діелектрична проникність середовища ϵ має проміжне значення між діелектричною проникністю *мінералів*, що розділяються ϵ_1 і ϵ_2 . В основі процесу лежить дія пондеромоторних сил неоднорідного електричного поля, що виникають внаслідок поляризації частинок і середовища. Частинки, що мають діелектричну проникність ϵ_1 , більшу, ніж діелектрична проникність середовища ϵ , рухаються в напрямку більшої напруженості поля. Частинки з меншою діелектричною проникністю ϵ_2 , виштовхуються із зони більшої напруженості поля (мал.).

СЕПАРАТОР ЕЛЕКТРИЧНИЙ, -а, -ого, ч. * р. *электрический сепаратор*, а. *electric separator*, н. *Elektroscheider* м, *elektrischer Abscheider* м – *сепаратор* для збагачення к.к. в електричному полі високої напруженості. Застосовується для розділення мінеральної суміші зернистих матеріалів крупністю до 5 мм, які відрізняються електропровідністю. Продуктами розділення є частинки з властивостями провідників, напівпровідників та ізоляторів з відповідною питомою електропровідністю: провідників 10²–10³ См/м; напівпровідників 10–10⁶ См/м; ізоляторів < 10⁸ См/м. Розділення мінеральної суміші здійснюється в повітряному середовищі після ретельного просушування вихідного матеріалу. Всі відмінності в *електричних властивостях мінералів* зрештою зводяться до відмінностей в рівні *заряду* їх *частинок*, який і є основою для розділення *мінералів* в електричних полях. Найбільш поширені коронний, контактний способи зарядки *частинок* і електризація тертям при руху по підкладці вібророзвильника. Основні елементи електричного *сепаратора*: зарядний *пристрій* для зарядження частинок, джерело високої напруги (до 30 кВ) для живлення зарядного *пристрою*. За конструктивними ознаками С.е. поділяються на барабанні, камерні, пластинчасті, каскадні. За способом зарядки частинок – на електростатичні, коронні, коронно-електростатичні, трибоелектричні, піроелектричні. Найбільш широка сфера застосування С.е. – доводка *концентратів*: титано-цирконієвих, ільменіто-рутило-цирконо-монацитових, тантало-ніобієвих, танталіт-колумбітових, олов'яно-вольфрамових та ін.

СЕПАРАТОР ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ, -а, -ого, ч. * р. *сепаратор электромагнитный*, а. *electromagnetic separator*, н. *elektromagnetischer Abscheider* м, *Elektromagnetscheider* м – *сепаратор* для магнітного збагачення *корисних копалин*, в якому вихідний матеріал розділяється на компоненти за їх магнітною сприйнятливостю під дією магнітних сил, а *магнітне поле* в робочих зонах створюється за допомогою електромагнітних систем. Останні можуть бути виконані у вигляді соленоїдів або електромагнітів із магнітопроводами. Для створення сильних магнітних полів із індукцією понад 2 Тл застосовують надпровідникові електромагнітні системи.

С.е. застосовують для збагачення слабкомагнітних *манганових*, *титанових*, окиснених *залізних руд*, а також для очищення нерудної сировини, кварцових *пісків*, *каоолінів*, *польових шпатів* і т.і.

Розрізняють барабанні, валкові, дискові та роторні С.е. Відповідно електромагнітна система індукуює *магнітне поле* в барабані, валку, диску або роторі. Для виділення компонентів з слабковраженими магнітними властивостями запропоновані високоградієнтні С.е., в яких електромагнітна система з загостреними полюсами створює концентровані *магнітні поля*. У вуглезбагаченні барабанні С.е. використовуються для вловлювання *магнетиту* в системах регенерації *обважнювача* при важкосередовищному збагаченні. Ю.С.Мостка.

СЕПАРАТОР ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИЙ, -а, -ого, ч. * р. *электростатический сепаратор*, а. *electrostatic separator*, н. *elektrostatischer Abscheider* м – *сепаратор електричний*, в якому вихідний матеріал розділяється на компоненти за їх електропровідністю в електростатичному полі.

Конструктивно С.е. розділяють на барабанні, камерні, пластинчасті та каскадні. С.е. забезпечують збагачення в електростатичному полі частинок крупністю до 5 мм. Електростатичне поле характеризується відсутністю рухливих носіїв заряду. Частинки *мінералів*, що розділяються, заряджаються шляхом безпосереднього контакту із зарядженим електродом, що знаходиться під високим потенціалом. Частинки провідників, потрапляючи на заряджений барабан (електрод осадження), що обертається, швидко заряджаються, отримуючи значний заряд. Частинки непровідників заряджаються повільно і отримують дуже малий заряд. Заряджені частинки, маючи з барабаном однойменний заряд, відштовхуються від нього і падають у приймач для провідників. Неелектропровідні частинки не змінюють напрямку свого руху і падають у приймач для непровідників або

поляризуються, притягуються до барабану і знімаються щіткою у приймач для непровідників. Проміжний продукт (ПП) виділяється в приймач для промпродукту. Додатковий ефект зміни траєкторії провідників дає відхиляючий електрод, заряджений електричним потенціалом, за знаком протилежним заряду часток провідників.

СЕПАРАТОР КОРОННИЙ, -а, -ого, ч. * р. *коронный сепаратор*, а. *corona separator*, н. *Koronascheider m, Sprühfeldscheider m, Sprühentladungs-Trommelscheider m* – сепаратор електричний, в якому вихідний матеріал розділяється на компоненти за їх електропровідністю в полі коронного розряду. Забезпечує збагачення частинок *крупністю* до 5 мм, що розрізняються електропровідністю.

Поле коронного розряду характеризується наявністю рухливих носіїв заряду – йонів в робочому (міжелектродному) просторі сепаратора. Основними елементами сепаратора (див. мал.) є електрод осадження – площа або барабан з відносно великим радіусом кривизни і коронуючий електрод з малим радіусом кривизни (тонкий провід, лезо, голки), що знаходяться під високим потенціалом. У результаті між електродами виникає неоднорідне електричне поле з максимальною напруженістю поблизу тонкого електрода. Біля тонкого електрода, звичайно негативного знака, виникає коронний розряд, що супроводжується іонізацією повітря і появою струму між електродами.

Вихідний матеріал тонким шаром подається на електрод осадження, що обертається і знаходиться під позитивним потенціалом. У міжелектродному просторі всі частинки заряджаються негативними йонами повітря. Частинки-провідники, вийшовши із зони коронного розряду, перезаряджаються, приймають знак заряду електрода осадження і відштовхуються від нього. Частинки-непровідники, маючи негативний заряд, утримуються на барабані і знімаються щіткою. Проміжний продукт розвантажується у приймач для промпродукту.

СЕПАРАТОР КОРОННО-ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИЙ, -а, -ого, ч. * р. *сепаратор коронно-электростатический*, а. *corona electrostatic separator*, н. *elektrostatischer Koronascheider m* – сепаратор електричний, в якому вихідний матеріал розділяється на компоненти за їх електропровідністю в суміщеному полі коронного розряду з електростатичним полем. Збагачує частинки *крупністю* до 5 мм. Коронно-електростатичний сепаратор відрізняється від коронного наявністю додаткового відхиляючого електрода, що має електричний потенціал того ж знака, що і коронуючий. Відхиляючий електрод створює нерівномірне поле, що сприяє більш ранньому відхиленню електропровідної фракції від електрода осадження, підвищує селективність розділення.

СЕПАРАТОР ЛЮМІНЕСЦЕНТНИЙ, -а, -ого, ч. * р. *сепаратор люминесцентный*, а. *luminescent separator*, н. *optisch-mechanischer Klaubeapparat m* – радіометричний сепаратор, в якому вихідний матеріал розділяється на компоненти за їх селективною люмінесценцією, що викликається ультрафіолетовим, рентгенівським (пульєвим) або гамма-опромінуванням. Найбільш поширені рентгенолюмінесцентні сепаратори для збагачення алмазовмісних руд. С.л. складаються з живильника, похилого лотка, блока детектування (що включає рентгенівську трубку, фотоелектронний помножувач (ФЕП) і радіометр) і ножа-відтинача (виконаного у вигляді поворотної лопаті з соленоїдним приводом). Сепаратори оснащують блоком автоматичного контролю і управління. Матеріал, що надходить в сепаратор, подається за допомогою барабанного живильника на похилий лоток. Рухаючись з прискоренням по лотку, моношар перетинає смугу рентгенівського випромінювання. Світловий потік люмінесценції сприймається ФЕП, який перетворює його в електричний струм. Величина струму пропорційна світловому потоку і при перевищенні порогового рівня радіометр включає соленоїд ножа-відтинача, що здійснює відбір люмінесцюючого мінералу. Вибрані таким чином грудки мінералу надходять в концентратний канал, а луста порода, що не містить корисного компонента – в хвостовий канал. За продуктивністю С.л. успішно конкурують з найбільш продуктивними збагачувальними апаратами (відсаджувальними машинами і важкосередовищними сепараторами). За технол. показниками люмінесцентні сепаратори значно перевершують результати, що досягаються при гравітац. збагаченні, напр., алмазовмісних руд. Див. також люмінесцентна сепарація.

СЕПАРАТОР МАГНІТНИЙ, -а, -ого, ч. * р. *сепаратор магнитный*, а. *magnetic separator*, н. *Magnetscheider m* – сепаратор для магнітного збагачення корисних копалин, в якому вихідний матеріал розділяється на компоненти за їх магнітною сприйнятливістю в неоднорідному магнітному полі.

У залежності від конструкції пристроїв для переміщення матеріалу відносно магнітної системи розрізняють сепаратори барабанні, валкові, роликіві, дискові, стрічкові, спіральні, трубчасті і інш. За напруженістю поля С.м. класифікують на С.м. зі слабким полем (напруженість до 200 кА/м) і С.м. з сильним полем (напруженість до 1600 кА/м). Робоча зона С.м. зі слабким полем утворена розімкненою багатополуною системою з постійними магнітами або електромагнітами. При чергуванні полюсів магнітної системи у напрямі руху матеріалу утворюється магнітне поле, що біжить, це підвищує селективність розділення дрібних і подрібнених сильномагнітних руд. Переважне поширення для збагачення сильномагнітних матеріалів (в основному магнетитові руди) отримали барабанні сепаратори зі слабким магнітним полем. При сухому збагаченні на барабанних сепараторах руда (*крупністю* понад 3 мм) завантажується на верхню частину барабанів. Магнітні частинки притягуються до поверхні барабанів, а немагнітні або слабкомагнітні обсипаються з барабана і прямують на перечисну сепарацію. При мокрому збагаченні подрібнена руда у вигляді пульпи надходить під барабан. Подальший рух пульпи визначається типом ванн (прямотечійні ванни – для матеріалу *крупністю* 3-6 мм; протитечійні – менше 3 мм; і напівпротитечійні – менше 0,15 мм). Робоча зона С.м. з сильним полем утворена двома протиставленими полюсами (замкнене магнітне поле), джерелом якого є електромагнітні системи. С.м. з сильним полем поділяють на валкові, роторні, дискові та інш. Застосовуються для збагачення слабкомагнітних руд (манганові, титанові, вольфраміві), а також для очищення матеріалів (кварцовий пісок, глини і інш.) від магнітних включень. У останні роки набули поширення різні конструкції поліградієнтних С.м.

Осн. конструктивні елементи магнітних *сепараторів*: магнітна система, *живильник*, ванна (при мокрому *збагащенні*), транспортуючий пристрій (*барабани, валки, ротори*), *жолоби продуктів, привод*, джерело живлення електромагнітної системи і рама. У процесі роботи сепаратора при обертанні робочого органу (барабан, валок, ротор) магнітна система, залишається нерухомою. С.м. виготовляють різних типорозмірів. Продуктивність *сепараторів* залежить від *крупності* матеріалу, який розділяється. Для сильномагнітних руд сепаратори мають діаметр барабана до 350 см, довж. до 400 см. Продуктивність такого *сепаратора* до 500 т/год для грудкових і до 200 т/год для тонкоподрібнених руд. Для слабкомагнітних руд діаметр ротора *сепаратора* досягає 6000 см, а продуктивність на матеріалі *крупністю* 0-0,1 мм складає бл. 300 т/год. Ряд вітчизняних конструкцій М.с. розроблено в Дніпропетровському гірничому інституті (нині *Національний гірничий університет*) наук. школою В.І. Кармазіна. *Ю.Л.Папушин*.

СЕПАРАТОР МАГНІТНИЙ БАРАБАННИЙ, -а, -ого, -ого, ч. – найбільш поширені в практиці збагачення магнетитових руд і регенерації феромагнітних обважнювачів при збагащенні у важких суспензіях. Барабани сепараторів виготовлені з немагнітного матеріалу, а багатополосна відкрита магнітна система – із спеціальних магнітно-жорстких матеріалів (напр., сплав ЮНДК-24) або з електромагнітів. Напруженість магнітного поля у робочому зазорі коливається в межах 80-150 кА/м. Магнітна система фіксується у визначеному положенні і в процесі роботи сепаратора (при обертанні барабана) залишається нерухомою. У більшості сепараторів полюси магнітної системи чергуються у напрямку руху матеріалу в робочому зазорі. Сепаратори, у яких чергування полюсів зроблено у напрямку руху матеріалу (поздовж робочого зазору), називаються сепараторами з магнітним перемішуванням. Ефект магнітного перемішування матеріалу в робочому зазорі може бути також досягнутий в пульсуючому полі, що створюється електромагнітними системами. У сепараторів без магнітного перемішування застосовується електромагнітна система з полюсами у вигляді сталевих секторів, полярність яких чергується поздовж осі барабана. Між полюсами розміщуються котушки обмоток, на які подається постійний струм.

За своїм призначенням барабанні сепаратори зі слабким полем ділять на сепаратори для сухого збагачення грудкового матеріалу крупністю до 50 мм, відцентрові (швидкісні) сепаратори для сухого збагачення дрібних продуктів крупністю до 3 мм, сепаратори для мокрого збагачення дрібних продуктів крупністю до 5-6 мм і сепаратори для регенерації феромагнітних обважнювачів крупністю до 1 мм.

Вихідне живлення в робочу зону сепараторів 3 для сухого збагачення подається переважно механічними живильниками 2, для мокрого – через завантажувальний короб 5. В сепаратори для сухого збагачення живлення подається на барабан, а в сепаратори для мокрого збагачення – під барабан. В робочій зоні магнітні частинки притягуються до барабана і виносяться ним з сепаратора у збірник для концентрату. Немагнітні частинки розвантажуються під дією власної ваги у збірник для відходів. Для збору і розвантаження продуктів сепарації при сухому збагащенні служить короб 4 з розподільчими шиберами, а при мокрому – ванна 7. Магнітний продукт з барабанів знімається щіткою 6 або шкребок. *В.О.Смирнов*.

СЕПАРАТОР МАГНІТНИЙ ВАЛКОВИЙ, -а, -ого, -ого, ч. - застосовуються для сухого і мокрого збагачення руд корінних і розсіпних родовищ крупністю до 5 мм. Сепаратори цього типу складаються з електромагнітної системи, валків 1, завантажувальних і розвантажувальних пристроїв. Електромагнітна система складається з магнітопроводу 2 і обмоток 3. Замикання магнітного потоку відбувається через валок у радіальному напрямку. Число валків залежно від типорозміру і призначення сепаратора може бути 2, 4 або 6. Вихідний матеріал надходить в зазор між валками і полюсними наконечниками. В сепаратор для сухого збагачення матеріал подається живильником, в сепаратор для мокрого збагачення – через завантажувальну коробку. В робочій зоні магнітна фракція притягується до виступів валка і при його обертанні виноситься за межі дії поля (розвантажуються з сепаратора). Немагнітний продукт рухається по вімках в полюсних наконечниках і через щілини в них під дією власної ваги направляється у розвантажувальний короб. *В.О.Смирнов*.

СЕПАРАТОР МАГНІТНИЙ НАДПРОВІДНИКОВИЙ, -а, -ого, -ого, ч. * **р.** *сепаратор магнітний сверхпроводниковий*, **а.** *highly-gradientic cryomagnetic separator, superconducting magnetic separator*, **н.** *Kryomagnetscheider* **т** – сепаратор в якому магнітне поле створюється надпровідниковими електромагнітними системами. Застосування надпровідникових електромагнітних систем дозволяє створювати в робочих зонах С.м.н. *магнітні поля* із високою індукцією до 10 Тл. Відомі конструкції С.м.н. без феромагнітних матриць. Це сепаратори барабанного типу та апарати які працюють на принципі відхилення траєкторій руху діа- та парамагнітних частинок. Такі сепаратори можуть бути застосовані як для мокрого так і для сухого *збагачення*. Виробляються С.м.н. із надпровідникових магнітних систем соленоїдного типу циклічної дії з вертикальним напрямком осі соленоїда, а також безперервної дії із горизонтальним напрямом осі соленоїда. Робоча зона цих сепараторів заповнена феромагнітними матрицями, в якості яких переважно застосовують сталеві сітки та сталеву "вату", що дозволяє створювати неоднорідне *магнітне поле* із високими *градієнтом* напруженості. С.м.н. циклічної дії та безперервно діючі сепаратори з рухомими сепараційними зонами застосовуються для очищення каолінових *глин* від оксидів заліза та *титану*. Промислові С.м.н. мають робочу зону діаметром 1(2) метри, довжиною до 1,5 метра.

В багатьох розвинутих країнах – Велика Британія, США, Японія, Чехія, Фінляндія, Росія та Україна, проводяться роботи по розробці сучасних конструкцій С.м.н.

Перспективними напрямками застосування таких сепараторів є: - *збагачення* окиснених слабкомагнітних *залізних руд*: гематитових, сидеритових, гетитових; - *збагачення* слабкомагнітних руд: нікелевих, манганових, хромових, молібденових, уранових, вольфрамових; - *збагачення* слабкомагнітних молібденічних рідкісноземельних, рідкісноземельних, золотомісних руд, *розсіпів* і техногенних відходів; - *очистка каолінів, бокситів, глазури, графітів, вогнетривів, тальку, магнезиту, карбонату кальцію, доломіту, польового шпату* від залістистих та ін. парамагнітних (в т.ч. фарбників) *домішок*; - *очистка пісків* для скляної і керамічної промисловості; - *очистка технологічної та оборотної води* прокатних станів і

атомних електростанцій; - очистки *стічних вод* хім. виробництв; - вилучення *сірки* та інших шкідливих домішок із *вугілля*.

С.м.н. належить до екологічно чистого збагачувального обладнання. У порівнянні з іншими магнітними сепараторами він забезпечує суттєво менше енергоспоживання і підвищену питому продуктивність. Ю.С.Мостика.

СЕПАРАТОР МАГНІТОГІДРОДИНАМІЧНИЙ (МГД-сепаратор), -а, -ого, ч. * р. сепаратор *магнитогидродинамический* (МГД-сепаратор), а. *magnetohydrodynamic separator*, н. *magnetohydrodynamischer Scheider* т, *magnetic hydrodynamic Separator* т – сепаратор для мокрого збагачення *корисних копалин*, в якому вихідний матеріал розділяється на компоненти за їх *густиною* у електропровідній рідині, що знаходиться під струмом в *магнітному полі*. В результаті взаємодії орієнтованих під прямим кутом один до одного магнітного і електричного полів виникає направлена вниз сила Лоренца. Вона створює псевдообважнення електропровідної рідини, при якому частинки з більшою *густиною* тонуть, а з меншою – спливають.

СЕПАРАТОР МАГНІТОГІДРОСТАТИЧНИЙ (МГС-сепаратор), -а, -ого, ч. * р. (МГС-сепаратор) сепаратор *магнитогидростатический*, а. *magnetic hydrostatic separator*, н. *magnetohydrostatischer Scheider* т – апарат для мокрого збагачення *корисних копалин*, в якому вихідний матеріал розділяється на компоненти за їх *густиною* у рідині з парамагнітними властивостями, що знаходиться в неоднорідному *магнітному полі*. Виштовхувальна сила виникає внаслідок взаємодії парамагнетика з *магнітним полем*.

СЕПАРАТОР НАФТОГАЗОВИЙ, -а, -ого, ч. – Див. *нафтогазовий сепаратор*.

СЕПАРАТОР ПІРОЕЛЕКТРИЧНИЙ, -а, -ого, ч. * р. сепаратор *пироэлектрический*, а. *pyroelectric separator*, н. *pyroelektrischer Scheider* т – *електричний сепаратор*, в якому вихідний матеріал розділяється на компоненти за їх піроелектричною *електризацією* в електростатичному полі.

СЕПАРАТОР ПНЕВМАТИЧНИЙ, -а, -ого, ч. – Див. *пневматичний сепаратор*.

СЕПАРАТОР РАДІОМЕТРИЧНИЙ, -а, -ого, ч. * р. сепаратор *радиометрический*, а. *radiometric separator*, н. *radiometrisch Klaubeapparat* т – сепаратор для сухого збагачення к.к. з використанням відмінностей компонентів в гамма-випромінюванні (емісійний) або послабленні проникаючих гамма-променів (абсорбційний).

В С.р. обробляють матеріал *крупністю* від 250 до 0,5 мм. С.р. забезпечує збагачення *мінералів* у вузькому діапазоні *крупності* частинок (напр., 50-75; 25-50 мм і т.д.), що розрізняються здатністю випускати, відбивати або поглинати різні види променів. Застосовуються такі типи радіометричних *сепараторів*: 1. Авторадіометричні – основані на використанні випромінювань (в основному γ -випромінювання) природнорадіоактивних хімічних елементів (*уранових руд*). 2. Фотонейтронні – основані на використанні відмінностей в інтенсивності нейтронного випромінювання, що випускається *мінералами*, при опроміненні руди γ -променями; застосовуються для збагачення берилієвих руд. Ядра *берилію* здатні випускати *нейтрони* під впливом γ -променів. 3. Нейтронно-активаційні – основані на використанні відмінностей в наведеній (штучно) радіоактивності при опроміненні руди потоком нейтронів; застосовується для сортування флюоритових руд. 4. Рентгенорадіометричні – основані на використанні рентгенівських характеристичних спектрів хімічних елементів, що входять до складу *мінералів* і збуджуються ізотопними джерелами гамма- або рентгенівського випромінювання; застосовуються для збагачення *оловяних руд*. 5. Гамма-абсорбційні – основані на відмінності в здатності поглинання *мінералами* γ -випромінювання; застосовуються для збагачення *залізняку, вугілля*. 6. Люмінесцентні - основані на відмінності в інтенсивності люмінесценції (холодного свічення) *мінералів* під впливом на них рентгенівського або ультрафіолетового випромінювання; застосовуються для збагачення *алмазів*. 7. Нейтронно-абсорбційні – основані на відмінності *мінералів* в здатності ослаблювати потік теплових *нейтронів* внаслідок їх захоплення ядрами *хімічних елементів*; застосовуються для збагачення руд *бору*. 8. Фотометричні – основані на відмінностях у властивості *мінералів* відображати, пропускати або заломлювати світло; застосовуються для збагачення *кварцу, крейди, магнетиту, золотовмісних руд* і т.д.

Простий стрічковий радіометричний сепаратор з розділовим механізмом шибера типу складається зі стрічкового конвеєра, датчика, екрана, шибера, електромагніта і радіометра. Вихідна руда подається на стрічковий конвеєр і моношаром переміщується до розділового шибера. Інтенсивність γ -випромінювання грудок руди реєструється датчиком радіометра, який розташований у кінцевому барабані конвеєра. При підвищеній інтенсивності γ -випромінювання грудок руди радіометр через контакти *K* реле *Pe* подає струм на обмотку електромагніту. Сердечник електромагніта втягується і за допомогою важеля повертає шибера так, щоб був відкритий збірник для концентрату. Пуста порода з низькою інтенсивністю γ -випромінювання направляється у збірник відходів, який у звичайному стані відкритий. Перед збагаченням матеріал класифікується на вузькі класи, кожний клас збагачується окремо. Перевагою процесу радіометричної сепарації є висока селективність розділення. В.М.Самилін.

СЕПАРАТОР СТРУМИННИЙ, -а, -ого, ч. * р. сепаратор *струйный*, а. *jet separator*; н. *Schwerkraftscheider* т – сепаратор для гравітаційного збагачення *корисних копалин*, в якому розділення компонентів різної *густини* відбувається в струмені рідини, що рухається тонким шаром по похилому *жолобу* з плоским дном та бортами, які звужуються. Застосовується для гравітаційного збагачення зернистих матеріалів, заздалегідь відмитих від *глини*. В придонному шарі концентрується важка *фракція*, у верхньому – легка. На виході з *жолоба* утворюється віяло продуктів, яке розділяється на окремі продукти-потоки за допомогою спеціальних ножів.

Принцип гравітаційного розділення в струминному жолобі покладено в основу концентратора «Кеннона», струминного концентратора Гредмету, конусного сепаратора ВДГМК. Струминні сепаратори широко застосовуються для збагачення титан-цирконієвих пісків.

СЕПАРАТОР ТЕРТЯ, -а, -..., ч. * р. *сепаратор трения*, а. *friction separator*, н. *Reibungskraftscheider* m – пристрій для збагачення мінералів, в якому використана різниця коефіцієнта тертя збагачуваного матеріалу і породи об сталеву пластину (днище металевого жолоба). Розділення, як правило, здійснюється на похилій поверхні. Частинки, що розрізняються коефіцієнтом тертя, рухаються з різною швидкістю, мають різну траєкторію і розвантажуються у відповідні приймачі.

Напр., внаслідок меншого тертя вугільні грудки набувають у своєму русі більшої швидкості, проскакують над зазором у днищі, і вивантажуються в більш віддалений збірник, а порода з меншою швидкістю провалюється у зазор. Застосовуються для збагачення азбесту, слюди, для розділення вугілля і породи. С.т. використовуються здебільшого для сухого виділення з крупних та середніх сортів енергетичного вугілля (антрациту) плоских шматів вуглистої сланцю («плоскушки»). Площинний сепаратор для розділення вугілля і породи складається з площини з відбивачами і щілинами, розташованими в шаховому порядку.

СЕПАРАТОР ТРИБОЕЛЕКТРИЧНИЙ, -а, -ого, ч. * р. *сепаратор трибоэлектрический*, а. *triboelectric separator*, н. *triboelektrischer Scheider* m – електричний сепаратор в якому вихідний сипучий матеріал розділяється на компоненти після набуття ними тертям в електростатичному полі різного за величиною трибоелектричного заряду. Вихідні матеріали-непровідники одержують заряд внаслідок тертя. Розділення відбувається в електростатичному полі. Зарядження частинок проводиться безпосередньо перед сепарацією шляхом їх інтенсивного перемішування, при цьому одні частинки отримують тільки позитивні заряди, інші – тільки негативні. Матеріал надходить на заземлений електрод – барабан, що обертається, напроти якого розташований електростатичний електрод (часто циліндричної форми). Електроди знаходяться під високим потенціалом. Частинки, заряджені позитивно, відхиляються до негативного електрода. Негативно заряджені частинки утримуються на барабані і потрапляють у відповідний приймач.

Приклад: Triboelectric separator with mixing chamber and pre-separator: Пат. 5944875 США, МПК{6} В 03 з 3/30 / Stencil John M., Schaefer John L. Ban Heng, Neathery James K., Li Tianxiang; University of Kentucky Research Foundation. - N 08/734983; Заявл. 22.10.96; Опубл. 31.08.99). Трибоелектричний сепаратор включає змішувальну камеру з двома завантажувальними каналами і пристроєм для попередньої сепарації, камеру для сепарації з двома електродами і джерело струму з регульованою напругою для подачі на один з електродів позитивного, а на інший негативного потенціалу. У пристрої для попередньої сепарації заряд частинок створюється за рахунок зіткнення частинок, що поступають з великою швидкістю назустріч один одному із завантажувальних каналів, розташованих діаметрально протилежно один одному. Пристрій для попередньої сепарації і сепараційна камера обладнані розвантажувальними каналами, що забезпечують транспортування і подальше акумулювання розділених частинок.

СЕПАРАТОР ФЕРОГІДРОСТАТИЧНИЙ, -а, -ого, ч. * р. *сепаратор феррогидростатический*, а. *ferrohydrostatic separator*, н. *ferrohydrostatischer Scheider* m – сепаратор для мокрого збагачення корисних копалин, в якому вихідний матеріал розділяється на компоненти за їх густиною у феромагнітній суспензії, що знаходиться в неоднорідному магнітному полі.

СЕПАРАТОР ФЛУОРЕСЦЕНТНИЙ, -а, -ого, ч. * р. *сепаратор флюоресцентный*, а. *fluorescent separator*, н. *Fluoreszens-Scheider* m – радіометричний сепаратор, в якому вихідний матеріал розділяється на компоненти за їх характерним рентгенівським (пулюєвим) випромінюванням, яке збуджене радіоактивними ізотопами.

СЕПАРАТОР ФОТОМЕТРИЧНИЙ, -а, -ого, ч. * р. *сепаратор фотометрический*, а. *photometric separator*, н. *photometrischer Scheider* m – сепаратор, в якому вихідний матеріал розділяється на компоненти за їх відбивною здатністю випромінювання в світловій області спектра або за їх кольором.

СЕПАРАТОР ФОТОНЕЙТРОННИЙ, -а, -ого, ч. * р. *фотонейтронный сепаратор*, а. *photoneutron separator*, н. *Fotoneutronscheider* m – радіометричний сепаратор, в якому вихідний матеріал розділяється на компоненти за їх наведеним нейтронним випромінюванням.

СЕПАРАТОР ШНЕКОВИЙ, -а, -ого, ч. – Див. *шнековий сепаратор*.

СЕПАРАЦІЯ, -ії, ж. * р. *сепарация*; а. *separation*; н. *Scheidung* f, *Trennung* f, *Separation* f – 1. Відокремлення, поділ на складові частини. 2. Відокремлення рідких або твердих частинок від газу, твердих – від рідини; розділення на складові частини твердих або рідких сумішей. 3. Розділення сумішей різнорідних частинок твердих матеріалів, рідин різної густини, емульсій, завислих твердих частинок або крапельок у газах, парі, двофазних середовищах. У процесі С. компоненти не змінюють свого фазового та хімічного складу. До процесів С. належать усі методи збагачення корисних копалин, а також розділення за фазовим складом суспензій, пилогазових сумішей (знепилювання та пиловловлювання), емульсій (вода-нафта, вода-органічний екстрагент тощо).

С. базується на різниці фізичних властивостей компонентів та фаз: розмірах частинок, густини, магнітної сприйнятливості, електропровідності, діелектричної проникності, змочуваності, а також форми, коефіцієнта тертя, кольору, блиску, природної або наведеної радіоактивності, люмінесценції тощо. У залежності від середовища розділення С. може бути суха (пневматична) та мокра (у

водному середовищі), а також у важкій рідині, суспензії (важкосередовищна), у пінах. Вибір методу С. визначається контрастністю властивостей розділюваних компонентів. Так, для залізних руд, які складаються з магнітного матеріалу та немагнітного кварцу, застосовується магнітна С. Для виділення із руд золота, вольфрамиту, каситериту та інших мінералів, що мають високу густину, використовують гравітаційні процеси С. Інтенсифікація С. здійснюється шляхом застосування різного виду випромінювань, використання електричного, магнітного, відцентрового полів та частотних впливів. Використовують комбінації силових полів у процесах збагачення корисних копалин. Магнітні та електромагнітні поля в поєднанні з гравітаційними силами реалізовано в методах магнітогідростатичної та магнітогідродинамічної С. Крім фізичних та фізико-хімічних властивостей мінералів, вибір процесу С. тісно пов'язаний з розмірами частинок, які є основним обмежувачем застосовуваності того чи іншого методу. При малих розмірах частинок (менше 10-20 мкм) сили поверхневого натягу починають відігравати істотнішу роль, ніж сила тяжіння, і С. у гравітаційному полі стає неефективною. С. може здійснюватися в різних фазах і на межі їх розділу не тільки за однією будь-якою властивістю (різницею густин, магнітною сприйнятливістю, електричною провідністю тощо), але і за комбінацією цих властивостей. Останні можуть використовуватися в одному апараті (комбінований процес) та в ряді послідовно розташованих апаратів (комбінована схема). Див. також магнітна сепарація, електрична сепарація, збагачення у важких середовищах, відсадка, флотація, протитечійна водна сепарація, радіометрична сепарація.

СЕПАРАЦІЯ ГАЗУ, -її, -..., ж. * р. *сепарация газа*, а. *gas separation*; н. *Erdgasseparation* f – процес розділення твердої, рідкої і газової (парової) фаз потоку природного газу з подальшим вилученням з нього твердої і рідкої фаз. С.г. призначена для запобігання потраплянню *вологи* і твердих частинок у промислові газозбірні мережі і технологічного обладнання газових і газоконденсатних *родовищ*. Недостатній рівень С.г. приводить до низької гідравлічної ефективності пром. *газопроводів*, суттєвих перевитрат енергії, яка витрачається на компримування газу, зростання експлуатаційних витрат, можливості утворення газогідратних пробок у промислових системах збору і транспорту газу, зниження ефективності роботи технол. обладнання промислів.

С.г. може бути основана на зміні термодинамічної рівноваги газового (газоконденсатного) потоку внаслідок зниження температури та тиску; на способі гравітаційного розділення фаз потоку, що проходить за рахунок різниці густин газу, *рідини* та твердих механічних *домішок*; на інерційному розділенні фаз газового (газоконденсатного) потоку за рахунок дії відцентрової сили при тангенціальному введенні потоку в газовий сепаратор або внаслідок зміни напрямку потоку в самому сепараторі при радіальному введенні потоку. У конструкторських *сепараторів* відокремлення газу від рідких і твердих домішок базується на випаданні частинок при малих швидкостях руху газового (газоконденсатного) потоку внаслідок дії сил тяжіння або інерційних (відцентрових) сил, що виникають при криволінійному русі потоку. Крім того в газових *сепараторах* передбачена коагуляційна секція (екстрактор туману). Див. також *низькотемпературна сепарація*.

СЕРВОМОТОР, -а, ч. * р. *сервомотор*, а. *servomotor*, н. *Servomotor* m – допоміжний двигун для дистанційного *автоматичного керування* або регулювання *машин, апаратів* тощо. С. буває електричним, гідравлічним і пневматичним.

СЕРЕДОВИЩЕ ЗБАГАЧУВАЛЬНЕ, -а, -ого, с. * р. *среда обогащительная*, а. *concentrating medium*, н. *Aufbereitungsmittel* n – *речовина*, в якій відбувається розділення мінеральної маси на окремі продукти з метою її *збагачення*. Як С.з. використовуються: *р і д и н и* (вода або водні *розчини* важких солей, органічних сполук), *с у с п е н з і ї* (водні зависі мінеральних *обважнювачів*), *п о в і т р я н і* (при атмосферному або надлишковому тиску); *п о в і т р я н і с у с п е н з і ї* (*аеросупензії* або *атмосферозріжені середовища*).

СИЛА АРХІМЕДОВА, -и, -ої, ж. * р. *архимедова сила*; а. *buoyancy force*; н. *hydro]statischer Auftrieb* m – напрямлена вертикально вгору сила *гідростатичного тиску*, яка діє на поверхню нерухомого тіла, зануреного в рідину, що перебуває в стані спокою (повністю або частково). Мається на увазі випадок, коли рідина, яка перебуває в стані спокою, оточує тіло з усіх боків (за винятком верхнього його боку при частковому зануренні) і знаходиться під дією тільки однієї об'ємної сили тяжіння. Див. *Архімеда закон*.

СИЛІКАГЕЛЬ, -ю, ч. * р. *силикагель*, а. *silica gel*; н. *Silikagel* n – порувата біла маса, за складом – двоокис *кремнію, сорбент*. Ним знебарвлюють і очищають *газ, масла* тощо. Використовують як індикатор *вологи*, як *адсорбент* в хроматографії, а також для сушіння і очищення хладонів, спиртів, амінокислот тощо.

СИЛОС, -у, ч. * р. *силос*, а. *silos*, н. *Silos* n, m – циліндричний, циліндроконічний або призматичний резервуар (башта), *силосний бункер* – ємкість для акумулювання, короткострокового зберігання вихідної сировини (*рядового вугілля*) перед *збагаченням* та *усереднення* її складу. Для вугле-збагачувальних *фабрик* вважається оптимальною ємкість *силосу*, що дорівнює 20-годинному запасу при номінальному завантаженні *фабрики* згідно з її паспортною характеристикою.

СИМПЛЕКС ПОДІБНОСТІ, -у, -..., ч. * р. *симплекс подобия*; а. *similarity simplex*; н. *Ähnlichkeitssimplex* n – відношення однорідних геометричних, фізичних та інших величин натурного зразка і *моделі*. Син. *інваріант подібності*.

СИНЕРГЕТИКА, -и, ж. * р. *синергетика*, а. *synergetic*, н. *Synergetik* f – науковий напрямок, який вивчає зв'язки між елементами структури (підсистемами), які утворюються у відкритих системах (напр. фізико-хімічних тощо) завдяки інтенсивному обміну речовини і енергії з *навколишнім середовищем* у нерівноважних умовах. В таких системах спостерігається узгоджена поведінка підсистем, внаслідок чого підвищується ступінь її впорядкованості, тобто зменшується *ентропія* (так звана самоорганізація). Основа С. – термодинаміка нерівноважних процесів, теорія випадкових процесів, теорія нелінійних коливань і хвиль.

СИНЕРГІЗМ, -у, ч. * р. *синергізм*, а. *synergism*, н. *Synergie* f, *Synergismus* m – явище посилення дії одного *каталізатора* додаванням іншого.

СИНЕРЕЗИС, -у, ч. * р. *синерезис*; а. *syneresis*; н. *Synärese* f – самочинне виділення рідкої фази з дисперсної *структури* (напр., з *гелю*) в результаті ущільнення структурної просторової сітки, що супроводжується зменшенням об'єму структури, збільшенням жорсткості *структури*.

СИНЕРГЕТИКА, -и, ж. * р. *синергетика*, а. *synergetic*, н. *Synergetik* f – науковий напрямок, який вивчає зв'язки між елементами структури (підсистемами), які утворюються у відкритих системах (напр. фізико-хімічних тощо) завдяки інтенсивному обміну речовини і енергії з *навколишнім середовищем* у нерівноважних умовах. В таких системах спостерігається узгоджена поведінка підсистем, внаслідок чого підвищується ступінь її впорядкованості, тобто зменшується *ентропія* (так звана самоорганізація). Основа С. – термодинаміка нерівноважних процесів, теорія випадкових процесів, теорія нелінійних коливань і хвиль.

СИНЕРГІЗМ, -у, ч. * р. *синергізм*, а. *synergism*, н. *Synergie* f, *Synergismus* m – явище посилення дії одного *каталізатора* додаванням іншого.

СИНЕРЕЗИС, -у, ч. * р. *синерезис*; а. *syneresis*; н. *Synärese* f – самочинне виділення рідкої фази з дисперсної *структури* (напр., з *гелю*) в результаті ущільнення структурної просторової сітки, що супроводжується зменшенням об'єму структури, збільшенням жорсткості *структури*.

СИНХРОНІЗАТОР, -а, ч. * р. *синхронизатор*, а. *synchronizer*, н. *Synchronisierungseinrichtung*, *Gleichlaufeinrichtung* f – *пристрій*, який забезпечує синхронізацію частин машин і механізмів.

СИНХРОНІСЬТ, -ості, ж. * р. *синхронність*; а. *synchronism*; н. *Synchronität* f – одночасність перебігу процесів; частковий випадок *гомохронності*.

СИРИЙ ГАЗ, ЖИРНИЙ ГАЗ, -ого, -у, ч. * р. *сырой газ, жирный газ*; а. *crude gas, fat gas*; н. *Rohgas, Fettgas, Ölgas, Feuchtgas, Naßgas, ungereinigtes Gas* – природний горючий газ з групи *вуглеводнів*, який характеризується підвищенням (понад 15%) *вмістом* важких *вуглеводнів* (C₃H₈+вищі). До С.г. належать нафтові (попутні) гази нафтових та гази газоконденсатних покладів, добре ізольовані від гіпергенних впливів. У промислових умовах у цю ж категорію входять гази, які містять важкі високомолекулярні рідкі та тверді *вуглеводні* висококиплячих *фракцій* і водяний пар. С.г. піддають осушуванню, відбензинюванню та очищенню на устаткуваннях газонафтових *промислів* і на газопереробних заводах.

СИРИЙ КОНДЕНСАТ, -ого, -у, ч. * р. *сырой конденсат*; а. *wet condensate*; н. *Rohkondensat* n, *Nasskondensat* n – продукт *сепарації* вільного газу, що складається при стандартних умовах з суміші рідких *вуглеводнів*, в яких розчинено ту чи іншу кількість газоподібних *вуглеводнів*.

СИСТЕМА ГЕТЕРОГЕННА, -и, -ої, ж. * р. *система гетерогенная*; а. *heterogeneous system*; н. *heterogenes System* n – система зі скінченої (але більшої за 1) кількості *гомогенних* фаз.

СИСТЕМА ГОМОГЕННА, -и, -ої, ж. * р. *гомогенная система*; а. *homogeneous system*; н. *homogenes System* n – система, що складається тільки з одної *гомогенної* фази.

СИСТЕМА ДИСПЕРСНА, -и, -ої, ж. * р. *дисперсная система*; а. *disperse system*; н. *dispersed System* n – фізично неоднорідна система, що складається з *дисперсійного середовища* та *дисперсної фази*.

СИСТЕМА ОДИНИЦЬ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН, -и, -..., ж. * р. *система единиц физических величин*, а. *system of physical units*, н. *Einheitensystem* n – сукупність *одиниць фізичних величин*, в якій похідні одиниці пов'язані з основними співвідношеннями, що відображають взаємозв'язок між фізичними величинами, який існує в природі. Розрізняють системи одиниць Гаусса, Метричну систему мір, СГС та СГСЕ системи одиниць, *Міжнародну систему одиниць*, систему одиниць Хартрі та ін. На сьогодні найбільшого поширення набула *Міжнародна система одиниць* (система SI від англійського System International). Див. також *Міжнародна система одиниць*.

СИСТЕМАТИКА, -и, ж. * р. *систематика*, а. *systematization*, н. *Systematisierung* f – *класифікація* і групування різних предметів і явищ. Інша назва – *систематизація*.

СИСТЕМИ КООРДИНАТ, -ем, -..., мн. * р. *системы координат*, а. *coordinate systems*, н. *Koordinatensysteme* n pl – математичні способи однозначного визначення положення точок на площині (поверхні) по відношенню до координатних осей та у просторі – по відношенню до координатних площин (поверхонь). В маркшейдерсько-геодезичній практиці застосовуються географічна, плоска прямокутна на проєкції Гауса та просторова прямокутна системи координат. Див. *координати*.

СИСТЕМОТЕХНІКА, -и, ж. * р. *системотехника*, а. *systems engineering*, н. *System-Engineering* n –

напряму у кібернетиці, що вивчає питання планування, проектування, створення, випробовування та експлуатації складних інформаційних систем, основу яких становлять обчислювальні машини. Термін С. виник у 60-х рр. ХХ ст. у зв'язку з розвитком автоматизованих систем керування (управління) підприємством і галузями господарства. С. застосовують в автоматизації проектування, автоматизації складних науково-експериментальних робіт, автоматизації управлінної виробничими галузями промисловості й економічними процесами, автоматизації адміністративної праці тощо. Головним фундаментальним принципом С. є принцип максимуму ефективності. С. має справу з великими системами, в яких, крім матеріальних, технічних та енергетичних факторів, значне місце посідає інформаційний фактор, питома вага якого зростає зі зростанням масштабів системи. Через це, проектуючи систему, основну увагу приділяють інформаційному аспектові, і він стає визначальним щодо інших.

СИТА МОЛЕКУЛЯРНІ, -сит, -их, мн. * р. *молекулярные сита*; а. *molecular sieves*; н. *Molekularsieve* n pl – сорбенти регулярної кристалічної структури і певної структури пор, що здатні сорбувати малі молекули, але нездатні – молекули з розмірами, більшими за розміри пор свого скелету. С. м. застосовують для осушування природного газу.

СИТАН, -у, ч. * р. *sitan*, а. *laboratory sieve shaker*; н. *Siebapparat* m – лабораторний струшувач, пристрій для розсіву проб корисних копалин на класи крупності. Являє собою станину з вібро-струшувачим механізмом та набором сит з стандартною величиною отворів.

СИТОВИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. * р. *ситовый анализ*, а. *size analysis, mesh (sieve, screen) analysis*; н. *Siebanalyse, Siebversuch* m, *Siebprobe* f, *Kornanalyse* f – визначення гранулометричного складу подрібнених матеріалів просіюванням через набір стандартних сит з отворами різних розмірів. Матеріал крупніший 25 мм розсіюється на горизонтальних грохотах і ручних ситах, а дрібніший 25 мм – на лабораторних ситах. Маса проби для С.а. приймається в залежності від крупності найбільшого зерна в пробі, напр. при розмірі найбільшого зерна (мм) від 0,1; 0,3; 0,5; 1; 3; 5 до 10, відповідно мінім. маса проби (кг) від 0,025; 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 2,25 до 18. Проби розсіюють сухим або мокрим способом в залежності від крупності матеріалу і необхідної точності С.а. Сита встановлюють зверху вниз від великих розмірів отворів до дрібних. Сита мають в основному квадратні отвори, що відповідають стандартній шкалі. Пробу засипають на верхнє сито і весь набір сит струшують протягом 10-30 хв. Залишок на кожному ситі зважується з точністю до 0,01 г на техн. вагах. Приймаючи суму маси всіх класів за 100%, визначають вихід кожного класу крупності. Якщо в пробі є значна кількість дрібного матеріалу або якщо необхідно мати підвищену точність аналізу, то пробу розсіюють м о к р и м способом, відмиваючи найдрібніші частинки слабким струменем води до тих пір, поки промивальна вода не стане прозорою. Залишок на ситі висушують, зважують і за різницею мас визначають кількість відмитого шламу. Для аналізів дуже тонкого пилу застосовуються мікросита, які являють собою нікелеву фольгу з квадратними отворами, що розширюються до низу. Такі сітки виготовляються електрогальванічним та електродувомим способами або травленням. Точність розмірів отворів в мікроситах значно вища, ніж у тканинних сітках; відхилення від номінального розміру складає 2 мкм. Виготовляються мікросита з отворами від 5 до 100 мкм з інтервалами 5 або 10 мкм. На ситах з чарункою вище 25 мкм можливе сухе просіювання, але частіше мікросита застосовуються для мокрого розсіювання. Очищення сит від матеріалу після проведення аналізу проводиться ультразвуком. Див. *гранулометричний аналіз*.

СИТОВИЙ СКЛАД, -ого, -у, ч. * р. *ситовый состав*, а. *grain composition, particle size distribution*; н. *Kornverteilung* f – характеристика крупності сипучої маси твердих к.к., яка являє собою кількісне (відсоткове) співвідношення класів крупності за прийнятною шкалою. Одержується С.с. за результатами ситового аналізу. Оформлюється у вигляді таблиці виходів абсолютних та сумарних для кожного розміру сита. Крива ситового складу будується за даними таблиці і придатна для графічного визначення виходу класів, відмінних від використаних при розсіві. Див. також *гранулометричний склад*.

СИТУАЦІЯ АВАРІЙНА, -ії, -ої, ж. – Див. *аварійна ситуація*.

СИФОН¹, -а, ч. * р. *сифон*, а. *siphon, dive culvert, siphon drain*; н. *Siphon* m – в техніці – гідравлічний пристрій у вигляді зігнутої трубки з колінами різної довжини, якою переливають рідину з однієї посудини в іншу (з нижчим рівнем рідини). Конструктивно – це вигнута самоплинна труба, частина якої розміщена вище горизонту рідини в резервуарі (водоймі), який живить цю трубу, з колінами різної довжини, для відведення рідини з однієї ємності в іншу, розташовану нижче. Рідина, під впливом розрідження у довшому коліні, відсмоктується з верхньої посудини, проходячи згин трубки вище вихідного рівня, і виливається вільно у нижню посудину, якщо не порушена нерозривність потоку рідини на всій довжині трубки. С. застосовується в безнапірному (сифонному) гідроциклоні для створення перепаду тиску пульпи, а також в деяких конструкціях реагентних живильників тощо.

СИФОН², -а, ч. * р. *сифон*, а. *siphon*, н. *Siphon* m – в геоморфології – коліноподібний вигин у вертикальній площині каналу підземної карстової річки.

СИТО, -а, с. * р. *sито*, а. *sieve, sifter*; н. *Sieb* n – пристрій для розділення сипучих мас за розміром зерен просіюванням через сітки. Розрізняють С. плоскі (вібраційні, хитні), дугові (дугове сито) та барабанні (оберткові). Див. *просіюючі поверхні, дугове сито, шпальтове сито, штаповане сито*.

СКАЛЯРНЕ ПОЛЕ, -ого, -я, с. * р. *скалярное поле*, а. *scalar field*, н. *Skalarfeld* n – область, у якій визначена *функція*, яка набуває скалярних значень. С.п. має скалярну (похідна за напрямом – швидкість зміни поля в даному напрямі) та векторну (*градієнт* – напрям найбільшої зміни поля) характеристики. Приклади С.п.: поля *температур*, *густин* речовини тощо.

СКЛАД¹, -у, ч. * р. *склад*, а. *storage*, н. *Lager* n – місце або споруда для накопичення і зберігання певного матеріалу. У *гірництві* – постійне чи тимчасове сховище добутої *корисної копалини*, матеріалів, устаткування й ін.: С. рядового *вузля*, С. *концентрації*, реагентний С., С. *магнетиту*, С. *вибухових речовин* і т.і.

Склад бункерний – *склад*, у якому добута *корисна копалина* та ін. продукція накопичується і зберігається в *бункерах*.

Склад усереднювальний (накопичувальний) – штабельний склад *корисної копалини*, призначений для усереднення її характеристик і згладжування коливань в обсягах видобутку.

Див. *склад аварійний*, *склад ВР*, *склад закладального матеріалу*.

СКЛАД², -у, ч. * р. *состав*, а. *composition*, н. *Bestand* m, *Satz* m, *Zusammensetzung* f – 1) Речовина, склад речовини. Напр., запалювальний С., просочувальний С., детонувальний С. тощо. 2) Характеристика *корисної копалини* за *вмістом* і кількісним співвідношенням її складових частин, компонентів: *гранулометричний (ситовий) С.*, *фракційний С.*, *хімічний С.*, *елементний С.*, *петрографічний С.*, *літологічний С.*, мінералогічний С. і т.і.

Речовинний С. *мінеральної сировини* є основою для науково обґрунтованої стратегії раціонального використання *надр*, зокрема для вирішення геологічних питань щодо будови та генезису *родовищ*; загальної оцінки *збагачуваності* мінеральної сировини; виділення сортів руд з різною технологічною характеристикою; підготовки карт *збагачуваності* руд родовища, які відтворюють закономірності просторового розташування окремих технологічних сортів руди; вибору раціональної технології переробки руд; встановлення складу *відходів* збагачення.

СКРАПЛЕННЯ ГАЗІВ, -..., с. * р. *сжижение газов*; а. *gas liquifaction*; н. *Gasverflüssigung* f – перетворення *газу* в рідину при температурі нижче критичної. Для С.г. найчастіше застосовують два промислових методи, в основі яких використовується або ефект Джоуля-Томсона, або охолодження *газу* при здійсненні ним роботи. При використанні ефекту Джоуля-Томсона в устаткуванні (машина Лінде) дроселюванням *газ* охолоджується, а відтак *компресором* знову стискується; виникає при цьому тепло відводиться в холодильник і температура знижується нижче температури *інверсії*, в результаті чого при наступному розширеному спостерігатиметься охолодження. Цикл повторюється доти, поки *газ* не охолодиться до температури нижче критичної. За іншим методом стиснутий *газ*, надходячи в поршневу машину (*детандер*), розширюється і здійснює при цьому роботу по переміщенню поршня. Так як робота здійснюється за рахунок внутрішньої енергії *газу*, то його температура при цьому знижується. Сучасні устаткування працюють за принципом турбодетандера, в якому *газ*, стиснутий всього лише до 500–600 кПа, охолоджується, виконуючи роботу по обертанню турбіни. Див. *скраплення природного газу*.

СКРАПЛЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ, -..., с. * р. *сжижение природного газа*; а. *liquefaction of natural gas*; н. *Erdgasverflüssigung* f – переведення природного *газу* в рідкий стан при температурах, що менші за критичні. Здійснюється для резервування природного *газу* з метою наступного його використання в період пікового газоспоживання, для транспортування *газу* (автошляховим, залізничним, річковим та морським транспортом). С.п.г. використовують як *паливо альтернативне* для двигунів автомобілів тощо, а також пересувних електростанцій, в промисловості – для термічної обробки металів, ведення *технологічних процесів* тощо. Технологічні схеми *устаткування* С.п.г. розрізняються за вибраним холодильним циклом, який вибирається г.ч. в залежності від того, з якою метою проводиться С.п.г., а також від тиску та складу природного *газу*, що надходить в устаткування. На останній впливає спосіб та тривалість періоду *розробки родовища*, пора року тощо. Різноманітність цих факторів не дає змоги скласти універсальних термодинамічних діаграм для природного *газу*. Перед надходженням в устаткування С.п.г. горючі *гази* очищаються від кислих *газів* (H₂S, CO₂) та осушуються (перспективне в цих випадках застосування *сит молекулярних*). Крім того, в початковій стадії процесу С.п.г. із *газу* виділяються висококиплячі парафінові, нафтові та ароматичні *вуглеводні*, оскільки наявність їх навіть в малих кількостях може призвести в процесі *скраплення* до утворення твердої фази і закупорювання апаратури та арматури устаткування (важкі *вуглеводні* парафінового ряду розчиняються в скрапленому природному *газі*). При вмісті важких *вуглеводнів* менше 3-4% від загального об'єму природного *газу* розрахунки холодильних циклів проводяться як для чистого *метану* (у випадку низьких температур і високих тисків при наявності в *газі* важких *вуглеводнів*, *азоту*, *гелію* та інших, їх поведінка значно відхиляється від поведінки ідеальних *розчинів*). Чим більше важких *вуглеводнів* містить природний *газ*, тим вища температура його *скраплення* і менші енергетичні витрати. *Азот*, що присутній у природному *газі*, збільшує випаровуваність С.п.г., знижує холодопродуктивність циклу С.п.г. та, отже, збільшує енергетичні витрати.

Промислові методи С.п.г. основані на випаруванні рідини, використанні ефекту Джоуля-Томсона, а також процесу адіабатного розширення *газу* (в спеціальній машині – *детандері*). За допомогою холодильного циклу, що оснований на випаруванні однієї рідини, одержують температури не нижче 200 К. Однак, використовуючи декілька середовищ (холодильних агентів) так, щоб середовище з нижчою точкою кипіння конденсувалось під тиском завдяки дії випаровуючого іншого, більш висококиплячого середовища, досягають температур *конденсації* природного *газу* – так званий каскадний метод С.п.г. з використанням проміжних холодильних агентів (найбільш поширений). В першому циклі (температура на вході 293 °К, на виході 230 К) холодильним агентом служить в основному пропан (рідше *аміак*), в другому (температура на вході 230 К, на виході 173 К) – етилен, що конденсується під тиском в пропановому (аміачному) випаровувачі. Під впливом випаровуючого етилену проходить С.п.г., далі скраплений *газ* подається з *газопроводу*, а відтак, транспортується споживачу або надходить у сховище С.п.г. Розроблено також однопотоковий каскадний цикл, де як холодильний агент використовується багатоконпонентна суміш *вуглеводнів* з *азотом* (шляхом

дозування в природний газ етану, етилену, пропану, бутану та азоту), а у випадку, коли необхідно одержати температури до 117 К, – чистий метан або суміш, що має високу (більше 96%) концентрацію метану (тиск у випаровувачі вищий від атмосферного). Розрізняють такі холодильні цикли, що основані на використанні ефекту Джоуля-Томсона: з одноразовим дроселюванням, з одноразовим дроселюванням та попереднім охолодженням спеціальним потоком із стороннім холодоагентом (азот, аргон тощо), з подвійним дроселюванням. Цикли, які основані на ізентропійному розширенні газу з віддачею зовнішньої роботи, звичайно застосовуються в поєднанні з використанням ефекту Джоуля-Томсона.

Для великих установок С.п.г. (продуктивність 1,5-5 млн. м³ скрапленого газу на добу) найекономічнішим є однопотоковий каскадний цикл С.п.г. та його модифікації. Однак поряд з відносно малими енерговитратами (0,4 кВт·год на кг скрапленого газу) тут використовується велика кількість однотипного металомісткого обладнання. У випадку, коли тиск природного газу на вході в устаткування С.п.г. на 2,5 МПа (та більше) перевищує робочий тиск устаткування, ефективно використання детандерних циклів С.п.г. При цьому спрощуються теплообмінне обладнання, а також технологія, регулювання роботи та обслуговування устаткування. Витрати на спорудження та експлуатацію устаткування процесу С.п.г. залежать г.ч. від вхідних параметрів природного газу (складу, тиску та температури), місцезнаходження комплексу скраплення та зберігання С.п.г., можливості його транспортування, загальної продуктивності комплексу С.п.г. та єдиної продуктивності устаткування С.п.г., типу та конструкції компресорного обладнання і теплообмінної апаратури, витрат на підготовку газу до скраплення, можливості одержання побічних продуктів. Перспективним є будівництво плавучих установок для виробництва С.п.г., що використовуються при розробці морських газових родовищ у випадку, коли прокладання підводних газопроводів на сушу практично неможливе або економічно не виправдане.

За період 1970-1999 рр. міжнародна торгівля С.п.г. зростає з 2,7 до 124,2 млрд. м³. Це збільшило частку С.п.г. у загальному обсязі торгівлі газом з 5,9% до 25,6%. Виділяють два ринки споживання С.п.г.: Атлантичний – країни Америки, Європи та Близького Сходу; Східноазіатський – країни Азіатсько-Тихоокеанського регіону. Близько 75% С.п.г. споживається Східно-Азіатським ринком, що обумовлено його географічним розташуванням, віддаленістю від світових запасів газу і обмеженістю власних ресурсів, розмежованістю споживачів (країн) та інш. Найбільші споживачі та експортери С.п.г. в кінці ХХ ст. подані в табл. 1.

Таблиця 1. Найбільші споживачі та експортери скрапленого природного газу на 2000 р. (в млрд.м³).

Країни-споживачі	Обсяг споживання С.п.г.	Країни-експортери	Обсяг експорту С.п.г.
Японія	69,3	Індонезія	38,8
Південна Корея	17,5	Алжир	25,8
Франція	10,3	Малайзія	20,6
Іспанія	7,2	Австралія	10,1
Тайвань	5,3	Бруней	8,4
США	4,6	Катар	8,1
Бельгія	4,0	ОАЕ	7,1

В середньому у світі в 1999-2000 рр. за рахунок С.п.г. було забезпечено понад 5% світового споживання природного газу. Перспективи світового попиту на С.п.г. на період до 2010 р. (в млрд.м³): I. Атлантичний ринок - 69: Країни Європи – 48; Країни Америки – 16; Країни Близького Сходу – 5. II. Азіатсько-Тихоокеанський ринок – 160-170: Індія – 16; Китай – 10; Південна Корея – 30-40; Тайвань – 17; Японія – 87. Отже, у 2000-2010 рр. загальний попит на С.п.г. зростає майже вдвічі. Дані про запаси газу наприкінці 1999 р. і виробництво С.п.г. на період до 2010 р. наведені у табл. 2.

Таблиця 2. Запаси природного газу та прогноз виробництва скрапленого природного газу (до 2010 р.) у країнах-експортерах.

Країни-експортери С.п.г.	Запаси газу, трлн. м ³	Прогноз виробництва С.п.г., млрд. м ³
Катар	8,49	22,0
ОАЕ	6,00	Нарощує потенціал
Алжир	4,52	31,6
Нігерія	3,51	13,8
Малайзія	2,31	30,4
Індонезія	2,05	Немає даних
Лівія	1,31	2,6
Австралія	1,26	Нарощує потенціал
Бруней	0,39	Немає даних

На початку ХХІ ст. споруджуються додаткові потужності для отримання 40 млрд. м³ С.п.г., в стадії проектування – потужності на 40-116 млрд. м³. Потенційними постачальниками С.п.г. можуть бути Росія, Канада, Норвегія, Венесуела. Потенційними споживачами С.п.г. є Україна, Молдова, Болгарія, Туреччина. У 2006 р. 10 країн Лат. Америки ухвалили рішення про створення у регіоні значних потужностей по зрідженню газу.

Поставки С.п.г. в Україну через *термінал* в одному з портів Чорного моря передбачені "Концепцією диверсифікації джерел постачання газу та нафти в Україну" (1996 р., відкоригований варіант – від 17.08.2000). Найбільш наближеними до України і альтернативно пріоритетними для її диверсифікаційних інтересів є газосні райони Середньої Азії та Середнього Сходу. За експертними оцінками ціна С.п.г. для України може скласти \$110-155 за 1000 м³.

СКРУБЕР, -а, ч. * р. *скруббер*; а. *scrubber*; н. *Skrubber* m, *Rieselturn* m, *Gaswaschturm* m – 1) Циліндричний апарат, де промисловий газ (напр., доменний) або пилогазову суміш очищають від небажаних домішок (напр., пилу) рідиною (переважно водою). Для вловлювання твердих (пилу, смоли

тощо) і газоподібних (*сірководню*, аміаку тощо) *домішок* із газової суміші розрізняють С. порожнисті безнасадкові (домішки вловлюються розпиленою рідиною); з насадками (керамічними або фарфоровими кільцями, полицями, рейками тощо), для створення розвинutoї вологої поверхні дотикання газу з рідиною і механічні (перемішування поглинаючої рідини з газом проводиться обертовими лопатками, що розбивають поглинач, який іде зверху вниз; газ при цьому рухається назустріч). Широко застосовуються С., що являють собою вертикальний циліндричний корпус, який футерований керамічною плиткою. У нижню зону корпусу за дотичною зі швидкістю 18–20 м/с вводиться забруднений газ. У верхню зону С. через спеціальні отвори подається вода. У корпусі встановлено насадки з дерев'яних рейок (верхня насадка рівномірно розподіляє воду по перерізу циліндричного корпусу, середня служить для вловлювання пилу, а нижня розподіляє потік вхідного газу). Великі частинки пилу із вхідної газової суміші силами інерції відкидаються до стінок, змочуються водою і у вигляді плівкоподібної маси стікають униз у спеціальний збірник. Остаточні частинки вловлюються водою при проходженні потоку газу через водяну завісу, що утворена по всьому перерізу С. Очищений газ виходить через верхній випускний отвір С. Ступінь очищення газу в такому С. 95–98%.

2) *Машина* барабанного типу для промивання водою рудних *корисних копалин* від глинистих та інших *домішок*. Для промивання руд середнього та важкого промивання, а також для каолінової сировини застосовуються С., які представляють собою глухі барабани з торцевими стінками циліндричної або конічної форми, що забезпечені горловинами для завантаження та розвантаження матеріалу. У середині барабана є дезінтегруючий та перемішувачий пристрої. Барабан обертається електродвигуном. Матеріал, що піддається обробленню, поступає в С. через завантажувальну горловину. Рівень *пульпи* в барабані визначається діаметром розвантажувальної горловини. Наповнення С. сягає 25% його об'єму. Встановлюються С. горизонтально або похило під кутом 7°. Розрізняють *прямотечійні С.* (завантажуваний матеріал та промивна вода перемішуються в одному напрямі від завантаження до вивантаження та разом відділяються) і *протигечійні С.* (промивна вода вводиться з боку розвантажувального кінця і рухається назустріч завантажуваному матеріалу). У С., що призначені для промивання та грохочення матеріалу, до барабана приєднується конічна перфорована частина для видалення води та дрібного матеріалу (такі С. називаються *скрубер-бутарами*). Різновид С. – *лопатевий млин*, усередині барабана якою проходить обертовий вал з лопатями. Параметри С.: довжина від 3 до 10 м, діаметр 1,5–4 м; час промивання залежить від ступеня забрудненості і складає від 2 до 12 хв; продуктивність 25–200 т/год. Див. також *бутара*.

СМОЛИ І АСФАЛЬТЕНИ, смол, -ів, мн. * р. *смоли* и *асфальтены*; а. *resins and asphaltenes*; н. *Harze* n pl und *Asphaltene* n pl – 1) Складні компоненти *нафти* – високомолекулярні поліциклічні сполуки, які складаються з ароматичних, гідроароматичних і гетероароматичних циклів і аліфатичних радикалів, містять у собі *вуглець*, *водень*, *азот*, *сірку*, які в *нафті* містяться в кількості 2–45%, мають високу поверхневу активність і при великому вмісті в *нафті* ускладнюють умови її *фільтрації* в продуктивних *пластах*. Ряд технічних смол використовують при свердловинному видобуванні нафти і природного газу, в хімії, будівельній справі, техніці.

Див. також *асфальтени*, *смола ацетоноформальдегідна*, *смола ксантогенова*, *смола рослинна (гуар)*, *смола ТС-10*, *смола ТСД-9*, *смоли епоксидні*, *смоли йонообмінні*, *смоли карбамідні*, *смоли конденсаційні*, *смоли новоласкові*, *смоли полімеризаційні*, *смоли сечовино-формальдегідні*, *смоли синтетичні*, *смоли фенолоальдегідні*, *смолисто-асфальтенові речовини*.

2) Смоли *викопні* – продукти *фосилізації* смол рослинного походження. Поділяються на *янтароподібні* (аморфні) та *кристалічні*. Природні смоли виділяються рослинами в місцях їх ушкоджень. Сучасні природні смоли – затверділа живиця на стволах дерев. *Викопні природні смоли* – смоли, поховані у четвертинних відкладах. Типові *викопні смоли* – *копал*, *янтар*, *сукциніт*. Див. також *асфальтени*, *смола*.

СОДА, -и, ж. * р. *сода*, а. *soda*, *sodium carbonate*; н. *Soda* f – *мінерал* і технічна назва різних *карбонатів натрію* (кальцинованої, каустичної, кристалічної та питної С.). Кристалічна *сода* – водний карбонат натрію острівної будови. Формула: $\text{Na}_2[\text{CO}_3] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Містить (%): Na_2O – 21,66; CO_2 – 15,38; H_2O – 62,96. *Сингонія* моноклінна. Утворює зернисті *агрегати*, кірочки, пухкі скупчення, *вицвіти*. *Густина* 1,478. Тв. 1–1,5. Безбарвна до білої, іноді забарвлена *домішками* у сірій або жовтуватій колір. Швидко вивітряється на сухому повітрі, утворюючи одноводний термонатрит. Зустрічається в содових озерах (хімічні озерні осадки) та у вицвітах *грунтів*. Рідкісна. Осн. знахідки: Сегад, Дебрецен (Угорщина), оз. Овенс (шт. Каліфорнія, США), оз. Питухово і Михайлово (Казахстан), Дороніно (Сх. Сибір, РФ), оз. Мерад (Сх. Африка). Назва – від італ. *soda* – твердий (J.F.L. Hausmann, 1813). Син. – натрит, натрон.

СОЛЕНОЇД, -а, ч. * р. *соленоид*, а. *solenoid*, н. *Solenoid* n, *Solenoidspule* f – звитий у вигляді спіралі (котушки) провідник, де, пропускаючи постійний електричний струм, утворюють магнітний потік, подібний до потоку в довгому постійному *магніті*.

СОЛІДОЛ, -у, ч. * р. *солидол*, а. *cup grease*, н. *Stauferfett* n – густе мастило (суміш мінерального масла й кальцієвого мила) для мащення різних *машин* і *приспоїв*. Інша назва – т а в о т.

СОЛЬВАТАЦІЯ, -ії, ж. * р. *сольватация*, а. *solvation*, н. *Solvation* f – взаємодія між частинками (*йонами*, *молекулами*) розчинника й розчиненої речовини. Обумовлена електростатичними та ван-дер-ваальсовими силами (неспецифічна С.), а також Н-зв'язками та координаційним *хімічним зв'язком* (специфічна С.). С. – найважливіший фактор, який обумовлює розчинність речовин, їх розподіл між фазами, електролітичну *дисоціацію*, хім. реакції у *розчинах*. С. у

водних розчинах називають *гідратацією*. Найбільш інтенсивна С. йонів у розчинах електролітів. **СОЛЬВАТИ**, -ів, *мн.* * **р.** *сольваты*, **а.** *solvates*, **н.** *Solvate* *n pl* – сполуки, утворені внаслідок *сольватації*. Якщо розчинником є вода, то ці сполуки називаються *гідратами*.

СОЛЬВЕНТ, СОЛЬВЕНТ-НАФТА, -у, *ч.*, -...-и, *ж.* * **р.** *сольвент, сольвент-нафта*; **а.** *solvent, solvent-naphtha*; **н.** *Solventnaphtha* *n* – рідка безбарвна або світло-жовта суміш ароматичних *вуглеводнів*, кипить при температурі 120-200°C. Одержують С. при *піролізі* нафтової сировини або при *ректифікації* бензолних фракцій коксохімічного виробництва. Розрізняють С. кам'яновугільний і нафтовий. Застосовують як *розчинник*.

СОЛЬВОЛІЗ, -у, *ч.* * **р.** *сольволиз*, **а.** *solvolysis*, **н.** *Solvolyse* *f* – реакція обмінного розкладу між розчиною речовиною й розчинником. Якщо розчинником є вода, то процес називається *гідролізом*, якщо спирт – *алкоголізмом*, якщо амоніак – *амонолізом*.

СОПЛО, -а, *с.* * **р.** *сопло*; **а.** *nozzle*; **н.** *Düse* *f* – *пристрій* у вигляді каналу спеціального профілю для підвищення швидкості потоку *рідин* або *газів* до заданої значини та надання потокові заданого напрямку.

СОРБЕНТИ, -ів, *мн.* * **р.** *сорбеннты*, **а.** *sorbents*, **н.** *Sorbens* *n* – тверді тіла або рідини, здатні вбирати *гази*, *пару* та *розчинені речовини*. Рідкі (рідше тверді) С., які поглинають *гази* та *пару* всім об'ємом називають *абсорбентами* (напр., вода і водні розчини *солей*, які застосовуються для поглинання пари *сірчистого газу* тощо). Тверді С., які концентрують поглинені *гази*, *пари* або *розчинені речовини* на своїй поверхні, називаються *адсорбентами*. С., які утворюють з поглиненою речовиною хім. сполуку, називають *хемосорбентами* (напр., тверді гідроксиди металів, що поглинають CO₂). Особлива і ефективна група С. – синтетичні органічні йонообмінні смоли (йоніти), які здатні до катіонного (катіоніти) і аніонного (аніоніти) обміну. Галузь застосування йонітів у технології переробки рудної сировини розширюється.

До найпоширеніших С. належать *силікагель*, *активне вугілля*, *оксид алюмінію* тощо.

СОРБЦІЯ, -ії, *ж.* * **р.** *сорбция*; **а.** *sorption*; **н.** *Sorption* *f* – поглинання (вбирання) *газів*, *парів* та *розчинених речовин* твердими тілами або рідинами (*сорбентами*). Розрізняють: *адсорбцію* – поглинання поверхнею твердого тіла або поглинання на межі розділу рідина – рідина та рідина – газ (пара); *абсорбцію* – поглинання всією масою рідини або твердого тіла; *хемосорбцію* – поглинання з утворенням хімічної сполуки; *капілярну конденсацію*, що виявляється в утворенні рідкої фази в *порах* та *капілярах* поглинача, тобто С. – це сукупність процесів *адсорбції*, *абсорбції*, *хемосорбції* і *капілярної конденсації*. Поглинаюче тіло називається *сорбентом*, поглинуте – *сорбатом* (*сорбтивом*). Виділення з поверхні *адсорбента* раніше адсорбованих речовин внаслідок зміни стану *навколишнього середовища* називається *десорбцією*. Кількісно *адсорбцію* можна оцінити значиною питомою *адсорбції*, за яку мають кількість речовини, адсорбованої одиницею поверхні або маси *адсорбента* в умовах, коли швидкості *адсорбції* і *десорбції* однакові. Вплив концентрації речовини на питому *адсорбцію* можна зобразити за допомогою кривих, що називаються *ізотермами адсорбції*. В зоні низьких високих концентрацій при сталих температурі і тиску ці залежності описуються рівнянням *ізотерми адсорбції* Ленгмюра:

$$a_{\text{ПНТ}} = k \frac{bc}{1 + bc},$$

$a_{\text{ПНТ}}$ – кількість *речовини*, адсорбованої одиницею поверхні або маси *адсорбенту* (питома *адсорбція*); b – стала величина, залежна від складу *адсорбенту*; c – рівноважна концентрація в середовищі речовини, що дотикається до *адсорбенту*; k – максимальна кількість речовини, яка може бути адсорбована одиницею поверхні або маси *адсорбенту* (величина стала для даного *адсорбенту*).

З рівняння видно, що при малих концентраціях *адсорбенту* c величина $b \cdot c$ настільки менша від одиниці, що в знаменнику нею можна знехтувати і фактично розрахунки виконувати за формулою: $a = k \cdot b \cdot c$; при великих значинах c величина $b \cdot c$ стає настільки більшою від одиниці, що в знаменнику одиницею можна знехтувати і розрахунки виконувати за формулою $a = k$. У зоні проміжних концентрацій *адсорбату* для аналітичного вираження *адсорбційної ізотерми*, яка має вигляд параболи, застосовують рівняння Фрейндліха: $a_{\text{ПНТ}} = a \cdot c^{1/n}$, де a і n – константи, які визначають кривину параболи.

При великих значинах c (у випадку, якщо навколо частинок *адсорбенту* утворюється кілька шарів *адсорбату*) питому *адсорбцію* можна визначити за рівнянням

$$a_{\text{ПНТ}} = \frac{a_{\text{max}} bc}{(c_0 - c)[1 + c/c_0(b - 1)]},$$

де a_{max} – максимально можлива для даного *адсорбенту* значина питомої *адсорбції*; c – фактична величина концентрації *адсорбату* в розчині; c_0 – концентрація *адсорбату* в розчині, яка відповідає величині a_{max} ; b – стала, залежна від температури.

Сорбційно-десорбційні процеси рівноважні; рівновага системи *адсорбент* – *розчин* визначається коефіцієнтом поділу, який є при даній температурі величиною сталою:

$$K = \frac{[xA]}{[A]},$$

де $[xA]$ – молярна концентрація *йонів* a в *адсорбенті*; $[a]$ – молярна концентрація *йонів* A в *розчині*.

Здатність йонів до комплексоутворення зменшує сорбційну здатність речовини:

$$K' = K \frac{[Me^{n+}]}{\sum Me}$$

де K' – коефіцієнт розподілу йонів Me в умовах комплексоутворення; K – те саме, без комплексоутворення; $[Me^{n+}]$ – концентрація вільних йонів Me у розчині, здатних до сорбування; $\sum Me$ – сумарна концентрація йонів Me у вільному стані і зв'язаних у комплекси.

Опис процесів сорбції (десорбції) ґрунтується на розв'язанні рівняння лінійної ізотерми сорбції в похідних: $dc/dt = \beta^* P^* (N - N_p)$, де c – концентрація йонів у розчині; N_p і N – рівноважна і спостережена сорбційна ємність породи; $\beta^* P^*$ – коефіцієнт швидкості сорбції (десорбції); t – час.

Сорбційні процеси широко застосовуються в промисловості для очищення хім. продуктів, газів, при збагаченні корисних кпалин тощо. У водних розчинах роль сорбенту часто виконують колоїди.

СОРТ, -у, ч. * р. *sort*, а. *sort, grade, brand*; н. *Sorte f, Klasse f* – 1) Рід товару (сировини або готової продукції), що має певні якісні ознаки. 2) В широкому розумінні – розряд, якість, якісний різновид.

СОРТ ВУГІЛЛЯ, -у, -..., ч. * р. *sort uгля, a. coal grade, brand*; н. *Kohlensorte f* – вид (клас) товарного вугілля або антрациту, який відрізняється певними межами крупності, що визначають його товарну цінність та галузь споживання. Згідно з діючими стандартами розрізняють сорти за крупністю: плитний – понад 100 мм; кулак – 50-100 мм; горіх – 25-50 мм; крупний горіх – 25-100 мм; дрібний – 13-25 мм; сім'ячко – 7-13 мм; зубок – 3-6 мм; штиб – 0-3(6) мм, сім'ячко зі штибом – 0-13 мм.

СОРТУВАЛЬНЯ, -і, ж. * р. *сортировка, a. classifier, grader*; н. *Sortieranlage f* – установка або комплекс для приготування товарних сортів вугілля (антрациту) після його збагачення або в незбагаченому вигляді шляхом розсівання на грохотах. У зв'язку з підвищенням зольності вугілля, що видобувається в Україні, його використання без збагачення обмежується. Тому С. як самостійний комплекс застосовується сьогодні у виняткових випадках.

СПАЛАХ, -у, ч. * р. *вспышка, a. flash, н. Aufflammen n, Aufblitzen n* – короточасне інтенсивне загорання обмеженого об'єму горючих газів або пилу (вугільного, сірчаного), яке не супроводжується виникненням ударної хвилі і руйнуванням гірничих виробок та споруд, а також пари над горючими рідинами або твердими тілами при наявності джерела запалювання. Критерієм для віднесення рідин до легкозаймистих або горючих є температура спалахування, тобто мінімальна температура, при якій виникає займання пароповітряної суміші. О.Г.Редзіо.

СПЕКТР, -а, ч. * р. *спектр, a. spectrum, н. Spektrum n* – сукупність, набір чогось однорідного, напр. звукових або оптичних коливань (хвиль), рівнів енергії ядра, атома чи молекули. Найчастіше поняття С. застосовують до коливних процесів, розуміючи сукупність простих гармонійних коливань, на які може бути розкладений складний коливний процес.

СПЕКТР ЕЛЕКТРИЧНОГО СИГНАЛУ, -а, -..., ч. – частотний розподіл потужності, амплітуди струму або напруги сигналу. С. будь-якого сигналу знаходять розкладом функції, що виражає сигнал, у ряд Фур'є (для періодичних функцій), інтеграл Фур'є (для неперіодичних функцій) або спостерігають за допомогою аналізатора спектра. Розрізняють С. лінійчасті (дискретні) та неперервні.

СПЕКТР ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ, -а, -..., ч. – розподіл за частотами (або довжинами хвиль) інтенсивності електромагнітного випромінювання.

СПЕКТР ЕНЕРГЕТИЧНИЙ, -а, -ого, ч. – спектральна густина середньої потужності випадкового процесу як функція частоти. Розрізняють дискретні та неперервні С.е.

СПЕКТР ЗБУРЕНЬ, -а, -..., ч. – розподіл за частотами енергетичних чи інших характеристик збурень технологічних процесів (напр. процесів збагачення к.к. тощо). Аналіз великих об'єктів автоматичного керування (збагачувальної фабрики, дільниці) із використанням С.з. на основі кривих спектральної густини енергії збурень застосовано при вивченні комплексів "усереднення-збагачення".

СПЕКТР ОПТИЧНИЙ, -а, -ого, ч. – розподіл за частотами (або довжинами хвиль) інтенсивності оптичного випромінювання тіла, яке розглядається (спектр випромінювання) або інтенсивності поглинання світла при його проходженні через речовину, яка вивчається (спектр поглинання). Вивченням С.о. займається спектроскопія.

СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. * р. *спектральний анализ, a. spectrum analysis; н. Spektralanalyse f* – фіз. метод визначення хім. складу речовин, що базується на використанні спектрів електромагнітного випромінювання, поглинання, віддзеркалення або люмінесценції.

Розрізняють атомний і молекулярний, а також якісний і кількісний С.а. Атомний С.а здійснюють за оптичними і рентгенівськими (пулюєвими) спектрами. Для молекулярного С.а використовують молекулярні спектри поглинання в ІЧ-, видимій та УФ- областях спектра. Серед методів С.а – атомно-абсорбційний аналіз, атомно-флуоресцентний аналіз, лазерний спектральний аналіз, метод рентгенівської (пулюєвої) флуоресценції, атомний емісійний і інш. С.а. широко застосовують в ряді галузей, зокрема металургії, геології, при розробці технологій збагачення к.к. тощо. В гірн. справі і геології – для встановлення хім. складу г.п., руд, мінералів, технологічної проб у процесі їх збагачення і переробки, в геохім. дослідженнях. Напр., атомний емісійний С.а. застосовується на всіх стадіях пошукових і розвідувальних робіт, при вивченні родовищ, в мінералогічних дослідженнях для визначення понад 70 елементів при їх вмісті в речовині від 10^{-4} - 10^{-5} % до десятків %

з можливістю одночасного визначення в кожній пробі до 40 елементів. Рентгенівська флуоресценція використовується для визначення елементів (з ат.н. понад 10) при концентраціях від 10^{-4} % до десятків %. За спектрами люмінесценції заморожених розчинів досліджуваної речовини вдається визначити ароматичні сполуки з межами реєстрації 10^{-6} %. У геології нафт при вивченні їх складу, дослідженні мінералів і шліфів ефективно застосовується молекулярний С.а. Див. також лазерний спектральний аналіз.

СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВОД, -ого, -у, -..., ч. – передбачає використання спектральних емісійних методів аналізу вод, які базуються на вивченні спектра пари досліджуваної речовини зі збудженням її у дузі ел. струму. Інтенсивність забарвлення ліній спектра, які відповідають атомам певних елементів, є мірою їх концентрації. Чутливість методів коливається від $n \cdot 10^{-1}$ до $n \cdot 10^{-2}$ мкг/л.

СПЕКТРОМЕТРІЯ, -ії, ж. * р. *спектрометрия*, а. *spectrometry*, н. *Spektrometrie* f – частина спектроскопії, в якій розробляють методи одержання спектрів випромінювання і спектральних характеристик (положення ліній і смуг, довжини хвиль тощо), вивчають джерела випромінювання (емісійна С.) або вбирання хвиль у різних середовищах (абсорбційна спектроскопія).

СПЕКТРОСКОПІЯ, -ії, ж. * р. *спектроскопия*, а. *spectroscopy*, н. *Spektroskopie* f – розділ фізики, в якому вивчають властивості оптичних спектрів. Дані С. – найважливіша основа для вивчення будови атомів та молекул, речовини в її різних агрегатних станах, зокрема різноманітних мінералів. На С. базується спектральний аналіз. Див. також інфрачервона спектроскопія. Слово "спектроскопія" походить від латинського слова "spectrum" (привид) і грецького "skopos" (спостерігач).

С. забезпечує отримання інформації про атоми, молекули, йони, кристали і може використовуватися для визначення структури і складу зразка. Спектроскопія - неоцінний аналітичний метод, що реалізовується на різних типах спектрометрів (або спектрофотометрів) - ЯМР, ІЧ, УФ, видимої і ближньої ІЧ частини спектра, флуоресцентних спектрометрах. Див. молекулярна спектроскопія, оптико-акустична спектроскопія.

СПЕЦІАЛЬНІ АНАЛІЗИ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОД, -их, -ів, -..., мн. * р. *специальные анализы химического состава вод*; а. *special analyses of the water chemical composition*; н. *spezielle Analysen* f pl *der chemischen Wasserzusammensetzung* – аналізи вод, які передбачають визначення: придатності води для закачування в продуктивні пласти як витіснювального агента (технічний аналіз); ступеня забруднення води з метою виявлення її придатності для пиття і побутового використання (санітарний аналіз); лікувальних властивостей води (бальнеологічний аналіз) і т.д.

СПИРТИ, -ів, мн. * р. *спирты*, а. *alcohols*, н. *Spiritusse* m pl – органічні сполуки, що містять одну або кілька гідроксильних груп (ОН) у молекулі. Застосовують як розчинники.

СПИРТОМЕТР, -а, ч. * р. *спиртометр*, а. *alcoholometer*, *alcoholimeter*, н. *Alkoholmesser* m – ареометр із шкалою для визначення міцності водоспиртових розчинів за їхньою густиною. Інша назва — спиртомір.

СПІКЛИВІСТЬ ВУГІЛЛЯ, -ості, -..., ж. * р. *спекаемость угля*, а. *caking power*, *caking capacity*, *caking quality*; н. *Backfähigkeit* f – здатність вугілля кам'яного переходити при нагріванні без доступу повітря в пластичний стан з утворенням нелеткого грудкового пористого залишку, що спікає (напівкокс і кокс). Вугілля розм'якшується і перебуває в пластичному стані при t -рі 350-500 °С (в залежності від марки). Вугілля, що спікається – сировина для виробництва коксу. Не спікаються низькометаморфізоване, буре і високометаморфізоване вугілля марок Т і А. Вугілля сер. ступеня метаморфізму (марок Ж, К) спікається добре.

У спіканні вугілля беруть участь всі компоненти, що складають пластичну вугільну масу, хоч їх роль в цьому процесі різна. Тверді складові вугільної пластичної маси (неспікливі: фюзеніт, мінеральні компоненти вугілля, високо конденсовані продукти деструкції) суттєво впливають на процес сплавлення, граючи роль хімічно активного наповнювача. У зв'язку з тим, що хімічні реакції взаємодії продуктів деструкції протікають в основному на поверхні твердих компонентів, велике значення має змочуваність їх поверхні рідкими нелеткими продуктами.

С. має велике значення для оцінки енергетичних і технологічних властивостей вугілля. Низька С. сприятлива для енергетичного вугілля, що спалюється в побутових, промислових топках і для більшості процесів газифікації. Для коксування використовуються суміші вугілля, відмінні за спікливістю. За міжнар. класифікацією вугілля, для визначення С. використовується метод Рога та індекс вільного спучування. Див. також коксівність вугілля, товщина пластичного шару. В.І.Саранчук.

СПОЛУКИ МОЛЕКУЛЯРНІ, -ук, -их, мн. * р. *соединения молекулярные*, а. *molecular compounds*, н. *Molekularverbindungen* f pl – сполуки, які складаються з груп атомів (молекул) із значно меншими відстанями між атомами всередині однієї групи, ніж між аналогічними атомами різних груп. Сили всередині молекул значно перевищують сили міжмолекулярного зв'язку. Внутрішньомолекулярні сили звичайно ковалентні або йонні, міжмолекулярні завжди ван-дер-ваальсові.

СПОНТАННИЙ, * р. *спонтанный*, а. *spontaneous*, н. *spontan* – 1) Той, що виникає не під впливом зовнішніх дій і причин, а внаслідок внутрішніх причин – власного саморуху; самодіючий, самочинний. 2) Мимовільний.

СПУСК, -у, ч. * р. *спуск*, а. *chute*, н. *Rutsche* f – нерухомий пристрій для уповільнення падіння потоку

к.к. на перепадах або при завантаженні в глибокі ємкості (*бункери, силоси*) для запобігання його *подрібненню*. Використовується г.ч. при транспортуванні та складуванні сортового *вугілля, антрациту* та ін. природно крихких *мінералів*. Розрізняють С.: спіральні (гвинтові), поличні, каскадні.

СПУЧУВАНІСТЬ, -ості, ж. * р. *всплучиваемость*, а. *swelling, bloating*; н. *Blähvermögen* n, *Aufschwellung* f, *Schwellvermögen* n – здатність деяких *глинистих порід* збільшуватися у об'ємі при *випалюванні* з утворенням міцного пористого матеріалу ніздрюватої *структури*. Ця властивість, зокрема, притаманна *вугіллю*.

СТАБІЛІЗАЦІЯ, -ії, ж. * р. *стабилизация*, а. *stabilization*, н. *Stabilisierung* f – зміцнення, набування стійкості, незмінності, сталості. С. системи – зміна динамічних властивостей системи, спрямована на підвищення її стійкості, інтенсифікацію затухання перехідного процесу, зменшення впливу зовнішніх збурень. С. здійснюється зміною параметрів або структури системи. С. – окремий випадок корекції динамічних властивостей.

СТАБІЛІЗАЦІЯ ҐРУНТІВ, -ії, -..., ж. * р. *стабилизация почвы*, а. *stabilization of ground rocks*; н. *Bodenverfestigung* f – зміна властивостей *ґрунтів* з метою зменшення їх деформованості та збільшення міцності. Див. *закріплення ґрунтів*.

СТАБІЛІЗАЦІЯ НАФТИ, -ії, -..., ж. * р. *стабилизация нефти*; а. *oil stabilization*; н. *Ölstabilisierung* f – вилучення широкої фракції найбільш летких *вуглеводнів* (депропанізація, дебутанізація) звичайно від C_nH_{2n+2} до C_4H_{10} (пропан, бутан) на *промислі* для їх використання як *палива* чи нафтохімічної сировини і одержання стабільної *нафти*, практично не здатної випаровуватися в атмосферу.

СТАБІЛІЗАЦІЯ ЯКОСТІ КОРИСНОЇ КОПАЛИНИ, -ії, -..., ж. * р. *стабилизация качества полезного ископаемого*, а. *mineral quality stabilization*, н. *Stabilisierung f der Mineralqualität* – комплекс заходів, що спрямовані на забезпечення сталості хімічного складу і технологічних властивостей *корисної копалини* у визначеному обсязі (добовий, змінний чи годинний видобуток, поїзд та ін.).

СТАБІЛЬНІСТЬ, -ості, ж. * р. *стабильность*, а. *stability*, н. *Stabilität* f – сталість, незмінність, тривале збереження певного постійного стану або рівня.

СТАНДАРТ, -у, ч. * р. *стандарт*, а. *standard*, н. *Norm, Standard* m – в широкому розумінні – зразок, *еталон, модель*, які приймаються за вихідні для порівняння з ними інших подібних об'єктів. С. як нормативно-технічний документ встановлює комплекс норм, правил, вимог до об'єкта *стандартизації*. С. розробляється як на матеріальні предмети (продукцію, еталони, зразки речовин), так і на норми, правила, вимоги в різних галузях. За сферою дії розрізняють стандарти державні (ДСТУ), галузеві (ГСТ) і підприємств (СТП). Розробка і перегляд державних стандартів здійснюють науково-дослідні інститути і інші спеціалізовані організації з урахуванням зауважень і пропозицій зацікавлених організацій. Затверджуються ДСТУ Держстандартом України.

СТАНДАРТ МІЖДЕРЖАВНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *стандарт межгосударственный*; а. *interstate standard*; н. *internationale Norm* f – *стандарт*, прийнятий країнами, що приєдналися до Угоди про проведення погодженої політики в галузі *стандартизації, метрології* та сертифікації (див. *сертифікат*), і застосовуваний ними безпосередньо. ДСТУ 1.0-93.

СТАНДАРТ МІЖНАРОДНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *стандарт международный*, а. *international standard*; н. *internationale Norm* f – *стандарт*, прийнятий міжнародною організацією зі стандартизації. ДСТУ 1.0-93.

СТАНДАРТ НАЦІОНАЛЬНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *стандарт национальный*; а. *national standard*; н. *nationale Norm* f – *стандарт*, прийнятий національним органом зі стандартизації однієї держави. ДСТУ 1.0-93.

СТАНДАРТ ПІДПРИЄМСТВА, -у, -..., ч. * р. *стандарт предприятия*; а. *enterprise (local) standard*; н. *Betriebsnorm* f – *стандарт*, що розробляється на продукцію (процеси, послуги), яку виробляють та застосовують (здійснюють, надають) лише на конкретному підприємстві. ДСТУ 1.0-93.

СТАНДАРТИЗАЦІЯ, -ії, ж. * р. *стандартизация*, а. *standardization*, н. *Standardisierung* f, *Normung* f – встановлення єдиних обов'язкових норм і вимог на готову продукцію, напівфабрикати, сировину й матеріали. В Україні проведена і продовжується С. термінів та визначень *вугілля і руд*, обладнання та устаткування *шахт і збагачувальних фабрик* тощо. Див. *галузевий стандарт*.

СТАНДАРТНИЙ, * р. *стандартный*, а. *standard*, н. *standardisiert, Standard...*, *Norm...*, *genormt* – той, що відповідає вимогам *стандарту*, типовий.

СТАНДАРТНИЙ АНАЛІЗ ВОДИ, -ого, -у, -..., ч. * р. *стандартный анализ воды*; а. *standard analysis of water*; н. *Wasser-Standardanalyse* f – аналіз *води*, що передбачає визначення *аніонів хлору, сульфатів, гідрокарбонатів, катіонів кальцію, магнію, натрію*, а також *густини* і рН з метою вивчення її хімічних властивостей.

СТАТИКА РІДИНИ (ГІДРОСТАТИКА), -и, -и (-и), ж. * р. *статика жидкости (гидростатика)*; а. *hydrostatics*; н. *Hydrostatik* f – розділ *механіки* рідин (гідромеханіки), в якому вивчається тільки рівновага рідин (зокрема відносний їх спокій).

СТАТИСТИКА, -и, ж. * р. *статистика*, а. *statistics*, н. *Statistik* f – 1) Кількісний облік масових явищ. 2) *Наука*, що вивчає кількісну сторону масових явищ і процесів у нерозривному зв'язку з якісною стороною їх. 3) С. м а т е м а т и ч н а – розділ *математики*, присвячений математичним методам

систематизації, обробки й використання статистичних даних для наукових і практичних висновків. 4) С. к в а н т о в а – розділ статистичної *фізики*, в якому на основі законів *квантової механіки* вивчають фізичні властивості тіл, що складаються з великої кількості мікроскопічних систем (*атомів, молекул*).

СТЕНДЕР, -а, ч. * **р.** *стендер*, **a.** *standpipe*, **н.** *Ständer, Standrohr* n – зливно-наливний *пристрій* для виконання вантажно-розвантажувальних операцій з рідкими продуктами (*нафта, нафтопродукти*, інші рідкі *вуглеводні*, хім. продукти, *вода* і інш.) між резервуарними парками і *танкерами*. С. являє собою герметичну трубопровідну систему діаметром від 50 до 600 мм, що має три ступені свободи і забезпечує безпечне навантаження та бункерування *танкерів*. Для С. характерна висока швидкість приєднання і від'єднання *танкера* без забруднення навколишнього природного середовища і висока продуктивність вантажно-розвантажувальних операцій з широкими межами т-р рідких продуктів (від 180 °С – *асфальт* до -196 °С рідкий *азот*).

СТЕРЕОЕФЕКТ, -у, ч. * **р.** *стереозффект*, **a.** *stereoeffect, stereoscopic effect*; **н.** *Stereoeffekt* m – просторове сприйняття об'єкта при розгляданні двох його плоских зображень, що являють собою *стереопару*. Розрізняють прямий, зворотній і нульовий С. Прямий С., що використовується для побудови стереомоделі, відповідає дійсному просторовому положенню точок і виникає, якщо ліве і праве зображення розглядати відповідно лівим і правим очима одночасно. Володіння С. необхідне при обробці стереофотограмметричних зйомок.

СТЕРЕОМЕТРИЯ, -ії, ж. * **р.** *стереометрия*, **a.** *stereometry, solid geometry*; **н.** *Stereometrie* f – розділ геометрії, в якому вивчають просторові фігури.

СТЕРЕОМЕХАНІКА, -и, ж. * **р.** *стереомеханика*, **a.** *stereomechanics*, **н.** *Stereomechanik* f – вчення про *деформації* та напруження в деталях конструкцій і машин від зовнішніх впливів (діянь).

СТЕРЕОМІКРОСКОП, -а, ч. * **р.** *стереомикроскоп*, **a.** *stereomicroscope*, **н.** *Stereomikroskop* n – *мікроскоп*, який дає просторове зображення предмета.

СТЕРЕОПАРА, -и, ж. * **р.** *стереопара*, **a.** *stereopair*, **н.** *Stereobild* n – сукупність двох плоских зображень того самого об'ємного об'єкта, одержаних з двох рівновіддалених від нього точок. При розгляданні С. одне з зображень приймається лівим оком спостерігача, друге – правим, що створює враження об'ємності зображення.

СТЕХІОМЕТРИЧНИЙ, * **р.** *стехиометрический*, **a.** *stoichiometric* – той, який має *хімічний склад*, що відповідає ваговим та об'ємним співвідношенням між їх складовими частинами (про *мінерал*).

СТИСЛИВІСТЬ, -ості, ж. * **р.** *сжимаемость*; **a.** *compressibility*; **н.** *Zusammendrückbarkeit* f, *Kompressibilität* f – здатність тіла під дією всебічного тиску *p* змінювати свій об'єм *V* оборотним чином, тобто так, щоб після припинення дії зовнішнього тиску відновлювався початковий об'єм тіла. С. пов'язана із зміною внутрішніх сил у речовині при зміні її об'єму. С. пов'язана з кінетикою *молекул*, з відштовхуванням електронних оболонок *атомів*, із зміною енергії коливань *атомів* (ядер) при значному зменшенні об'єму й тепловими збудженнями *електронів* при нагріванні. С. описується модулем об'ємного стискування

$$\beta_V = -V \frac{\partial p}{\partial V}, \text{ де } K = \frac{1}{\beta_p}; \beta_p - \text{коефіцієнт об'ємної стисливості; } dV = -\beta_p V dp; dV - \text{зміна об'єму } V \text{ при зміні тиску } dp, \text{ або}$$

коефіцієнтом стисливості
$$\beta_p = -\frac{1}{V} \frac{\partial V}{\partial p}. \text{ С. є функцією температури } T \text{ (зростає з підвищенням } T) \text{ і тиску } p \text{ (зменшується із}$$

збільшенням *p*). С. поділяється на ізотермічну β_T і адіабатну β_S . При цьому
$$\beta_S = \frac{c_p}{c_v} \beta_T, \text{ де } c_p, c_v - \text{теплоємність відповідно при}$$

сталому тиску і сталому об'ємі. Різниця $\beta_S - \beta_T$ речовин з малими тепловими розширеннями мала і прямо пропорційна абсолютній температурі речовини. С. вимірюють як прямими методами, так і побічними (за швидкістю звуку). Розрізняють ізотермічну, адіабатичну та ін. види С. Значною С. характеризуються газоподібні тіла, меншою – рідини, найменшою – тверді тіла.

СТІЧНІ ВОДИ, -их, вод, *мн.* * **р.** *сточные воды*; **a.** *sewage effluents*; **н.** *Abwässer* n – рідкі відходи, що утворюються в результаті побутової, сільськогосподарської та промислової діяльності людини, а також організованого видалення з території міст та населених пунктів атмосферних осадів. В залежності від походження, складу та якісних характеристик забруднень (*домішок*) поділяються на чотири основні категорії: побутові (господарсько-побутові, господарсько-фекальні), виробничі (промислові), сільськогосподарські та атмосферні зливові води, які стікають з територій виробничих об'єктів та населених пунктів у результаті випадання атмосферних осадів чи поливання вулиць. Як правило, С.в. з територій виробничих об'єктів та населених пунктів видаляються системами каналізації. Води, які використано для побутових, виробничих та інших потреб, забруднені різними домішками, що змінили їх первинний хімічний склад та фізичні властивості.

Критерій чистоти С.в. (**a.** *purity criterion of sewage*; **н.** *Sauberheitskriterium der Abwässer*) – критерій, за яким *стічні води* вважаються чистими, якщо вони задовольняють такі вимоги: біохімічне споживання *кисню* не перевищує 50 мг/л; відсутні плаваючі органічні забруднювачі; вміст завислих частинок не перевищує 60 мг/л; вміст *нафти* (*конденсату*) при екстрагуванні ефіром не перевищує 5 мг/л; колір понад 20 одиниць (за платинокобальтовою шкалою); водневий показник $6 \leq \text{pH} \leq 9$. Скидання *пластових вод*, що надходять разом з *газом*, ускладнюються присутністю в них емульгованої *нафти* (*конденсату*), різноманітних корозійних *речовин*, *піску*, розчинених *сульфідів*, які потім випадають в *осад*, великої кількості розчинених мінеральних *солей*, а іноді й *солей* слабких органічних кислот. Крім того, в *пластових водах* у вимірних кількостях можуть бути присутні токсичні речовини – сполуки *барію*, *стронцію*, важкі метали. Скидання промислових стоків компресорних і насосних станцій, газопереробних заводів і підземних сховищ газу ускладнюються присутністю розчинених (з

наступним випаданням в осад) сульфідів, солей, кислотних і лужних розчинів, одно- і багатоатомних спиртів. Див. також *очищення стічних вод*.

СТІЧНІ ВОДИ ВИРОБНИЧІ, -их, вод, -их, *мн.* * *р.* *сточные воды производственные*, *а.* *effluents*, *waste water*, *production sewage*; *н.* *Abwasser n*, *Ausflusswasser n*, *Betriebsabwasser n* – 1) Відпрацьовані води *технологічного процесу* або виробництва в цілому (напр. *збагачувальної фабрики*), очищені від мінерального залишку та шкідливих *домішок* до такого ступеня, коли вони можуть бути випущені до зовнішніх водоймищ без додаткової обробки. 2) Суміш мінералізованих пластових, що видобуваються разом з *нафтою*, прісних, які використовуються в установках підготовки *нафти*, і дощових (зливових) вод.

В *гірничій справі* утворюються при розробці *родовищ* і *збагаченні* к.к. У залежності від способу розробки родов. к.к. С.в.в. поділяють на шахтні, кар'єрні, а також води гідромеханізації та води *збагачувальних фабрик*. Ступінь забрудненості С.в.в. оцінюється концентрацією, масою *домішок* в одиниці об'єму (мг/л або г/м³), а також за кількісним і якісним складом мінеральних, органічних і біологічних забруднень. У неочищених С.в.в. можуть бути присутніми і отруйні речовини (напр., синильна к-та, *фенол*, *анілін*, *сірководень*, солі *міді*, *свинцю*, *ртуті*, *миш'яку*, *хрому* і інш.). *Склад* С.в.в. *збагачувальних ф-к* різноманітний і залежить від природи сировини і технології *збагачення*. Найбільш широкий спектр забруднень – у *кольоровій металургії*, де крім *йонів кольорових металів*, *стічні води* забруднені флотореагентами (*ксантогенати*, високомолекулярні *спирти*, ПАР, жирні к-ти, *масла*, *нафтопродукти* та ін.), *ціанідами*, розчинними сульфідами, йонами розсіяних елементів (*селен*, *телур* і т. д.). Одним з способів знешкодження С.в.в., що широко використовується в гірничодобувних галузях пром-сті, є закачування їх в глибокі підземні горизонти. Одним з осн. напрямів раціонального водокористування є повторне використання С.в.в. за рахунок створення замкнених (частково або повністю) систем водопостачання і каналізації, при яких виключається або значно скорочується скидання С.в.в. у водоймища.

С.в.в. нафтогазопромислових підприємств звичайно мінералізовані, містять механічні *домішки* і залишкові *нафтопродукти*. З метою охорони природи після очищення їх використовують для заводнення *продуктивних пластів* або нагнітають (скидають) у глибокозалежлі водоносні *пласти* через спеціальні скидові *свердловини*.

Син. – *стічні води промислові* (*а.* *industrial sewage*; *н.* *Industrieabwasser*).

СТІЧНІ ВОДИ ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ФАБРИК, -их, вод, -..., *мн.* - склад стічних вод збагачувальних фабрик комплексний, він залежить від мінерального складу *корисної копалини* і застосованого методу *збагачення*. До стоків збагачувальних фабрик відносять флотаційні *відходи*, *зливи згущувачів*, *фільтратів* та ін.). Флотаційні відходи рудних збагачувальних фабрик, в яких міститься 15 – 35 % твердого, складають 60 – 90 % усіх стічних вод збагачувальної фабрики. Звичайно флотаційні відходи, *зливи згущувачів*, *фільтрати вакуум-фільтрів* об'єднують і відкачують у басейн-сховище спільно. Див. також *очищення стічних вод збагачувальних фабрик*. В.О.Смирнов, В.С.Білецький.

СТРАТИГРАФІЯ ТОРФОВИХ ПОКЛАДІВ, -ії, -..., *ж.* * *р.* *стратиграфия торфяных залежей*, *а.* *stratigraphy of peat deposits*; *н.* *Stratigraphie f der Torflager* – послідовність нашарування *торфів* різного ботанічного складу і властивостей, що відображає зміну умов торфонакопичення в *покладах*. В основу виділення стратиграфічних класифікаційних одиниць *торфових покладів* покладено переважання і порядок чергування *торфів* різних типів і видів. У залежності від характеру нашарування окремих видів *торфу* за глибиною *торфові поклади* поділяють на 4 типи: низинні, перехідні, змішані, верхові. До низинного типу відносять *поклади* з потужністю низинного *торфу* більше половини загальної глибини, шар верхового *торфу* не повинен перевищувати 0,5 м. Перехідний тип об'єднує *поклади* з потужністю перехідних *торфів* понад половину загальної глибини *покладу*, шар верхових *торфів* не повинен перевищувати 0,5 м. До змішаного типу належать *поклади*, в яких шар верхових *торфів* складає менше половини загальної глибини, але не менше 0,5 м, нижні шари складені низинними або перехідними типами *торфу*. До верхового типу відносять *поклади*, в яких шар верхових *торфів* складає не менше половини загальної глибини. Нижня частина *покладу* може бути складена перехідними або низинними *торфами*. У кожному типі *торфового покладу* за вмістом деревних залишків виділені підтипи, поділені на види. Вид *торфового покладу* – нижча одиниця стратиграфічної класифікації *покладів*, виділяється г.ч. за переважаними видами *торфу*. З С.т.п. пов'язані такі параметри *торфів* як *вологість*, ступінь розкладання, *зольність* і інш. Верховий тип *торфових покладів* характеризується підвищеною *вологістю* (до 93%), невеликою *зольністю* (в сер. 4%), сер. ступінь розкладання 20-45%. Низинний тип *покладів* характеризується сер. *вологістю* 88-91%, *зольністю* 6-14% і більше, сер. ступенем розкладання 30-50%.

СТРІЧКА КОНВЕЄРНА, -и, -ої, *ж.* * *р.* *лента конвейерная*, *а.* *conveyor belt*; *н.* *Fördergurt m* – об'єднаний вантажонесучий і тяговий орган *конвеєра стрічкового*, *конвеєра стрічково-ланцюгового* або *конвеєра стрічково-канатного*. Осн. вимоги, що ставляться до С.к.: висока поздовжня міцність, достатня поздовжня і поперечна гнучкість, стійкість проти абразивного зносу і ударів падаючих на

неї при навантаженні шматків вантажу, якомога менша поздовжня пружна і залишкова деформація. За типом сприймаючого подовжні зусилля каркасу розділяються на гумовотканинні і гумовотросові. **Гумово-тканинні** С.к. складаються з тканинних полотен, сполучених між собою тонкими гумовими прошарками (сквіджами). Нитки основи – з синтетичного (поліамідного) волокна з розривною міцністю 100-400 Н/мм ширини; к-ть прокладок 3-8. Зовні каркас стрічки покривається захисними гумовими обкладками і бортами. Товщина верхньої робочої обкладки на С.к. для транспортування *вугілля* 8 мм, для *руди* до 12 мм. При відносно легких умовах набувають поширення одно- і двопркладкові цільнотканинні (моноосновна тканина) стрічки, не схильні до розшарування, характерні підвищеною міцністю зв'язків прокладки з обкладками, кращим опором до удару і меншою вартістю. **Гумово-тросові** С.к. випускаються шир. 800-2400 мм (3200 мм), поздовжньою міцністю 1500-6000 Н/мм ширини стрічки. Характеризуються підвищеним опором пробою і незначними поздовжніми деформаціями (до 0,5% довжини стрічки). Гранична поздовжня міцність гумовотросових С.к. бл. 10000 Н/мм ширини стрічки. Створення особливо міцних С.к. пов'язане з застосуванням синтетичних волокон (напр., «аромід»).

Стрічка стрічково-канатного конвеєра має одну чи дві тканині прокладки, між якими з кроком 60-80 мм розташовані поперечні сталеві ресори. Стрічка покрита верхньою робочою і нижньою обкладками. До неї привулканізовані гумові борти з канавками клиноподібної форми, якими стрічка спирається на тягові канати. Під дією вантажу, що транспортується, ресори прогинаються, і стрічка в поперечному перерізі здобуває жолобчасту форму.

Стрічка стрічково-ланцюгового конвеєра виконує тільки функції вантажонесучого органу, а тяговим органом служать один чи два круглоланкові чи пластинчасті втулочно-роликіві ланцюги. Ланцюги зі стрічкою з'єднуються або жорстко, або фрикційно, що обумовлює особливості конструкції стрічки.

СТРОБОСКОПІЧНИЙ ЕФЕКТ, -ого, -у, ч. * р. *стробоскопический эффект*, а. *stroboscopic effect*, н. *Stroboskopereffekt* m – позірне (уявне) злиття швидко змінюваних зображень окремих фаз руху об'єкта у зображення його безперервного руху (напр., при демонструванні кінофільму).

СТРУКТУРА, -и, ж. * р. *структура*, а. *structure*, н. *Struktur* f – 1. Внутрішня будова чогось, певний взаємозв'язок складних частин цілого. 2. Устрій, організація чого-небудь. Див. *афірова структура*, *геологічна структура*, *геологічні структури родовищ корисних копалин*, *гранітоїдна структура*, *діабазова структура*, *інфраструктура*, *лускувата структура*, *нерівномірнозерниста структура*, *офітова структура*, *очкова структура*, *пелітова структура*, *піскова структура*, *повнокристалічна структура*, *пойкілітова структура*, *покривна структура*, *породи структура*, *порфіробластична структура*, *порфірова структура*, *прихованокристалічна структура*, *псефітова структура*, *рівномірнозерниста структура*, *рудоконтролююча структура*, *середньозерниста структура*, *склувата структура* (*вітрофірова структура*), *спілітова структура*, *структура гірських порід*, *структура газорідної суміші*, *структура порового середовища*, *структура порового простору*, *структура кристалів*, *структура мінералів*, *структура потоку*, *структура промивного розчину*, *структура пустотного простору*, *структура тектонічна*, *структура фонду свердловин*, *сфероїдальна структура* (*куляста структура*), *тонкозерниста структура*, *фельзитова структура*, *шарувата структура*.

СТРУМ ВИТОКУ, -у, -..., ч. * р. *ток утечки*, а. *leakage current*, н. *Isolationsstrom* m, *Leckstrom* m – струм, обумовлений дією напруги в електричній мережі і протікаючий через опір витоку на землю. Витік струму з мережі на землю виникає як через пошкоджену ізоляцію, так і через тіло людини, яка доторкнулася до струмопровідної частини і має контакт з землею. При цьому опір тіла людини можна вважати опором витоку. Небезпека також полягає і у виникненні пожеж внаслідок струмів замикання на землю. В електроустановках, які використовуються у підземних *виробках*, обов'язкове застосування захистів від замикань на землю (захист від витоків). Див. *реле витоку*.

СТРУМ ВИТОКУ, -у, -..., ч. * р. *ток утечки*, а. *leakage current*, н. *Isolationsstrom* m, *Leckstrom* m – струм, обумовлений дією напруги в електричній мережі і протікаючий через опір витоку на землю. Витік струму з мережі на землю виникає як через пошкоджену ізоляцію, так і через тіло людини, яка доторкнулася до струмопровідної частини і має контакт з землею. При цьому опір тіла людини можна вважати опором витоку. Небезпека також полягає і у виникненні пожеж внаслідок струмів замикання на землю. В електроустановках, які використовуються у підземних *виробках*, обов'язкове застосування захистів від замикань на землю (захист від витоків). Див. *реле витоку*.

СТРУМЕНЕВО-АБРАЗИВНЕ ОБРОБЛЕННЯ, -...-ого, -..., с. * р. *струйно-абразивная обработка*; а. *abrasive flow machining*; н. *strömungsabrasive Bearbeitung* f – оброблення *тіла* абразивними зернами, введеними в струм *рідини* чи *газу*. Син. – абразивно-рідинне оброблення, гідроабразивне оброблення, гідрооброблення. Див. *абразивна обробка каміння*.

СТРУМИННИЙ АПАРАТ, -ого, -а, ч. * р. *струйный аппарат*, а. *jet apparatus*, н. *Strahlapparat* – *пристрій*, в якому здійснюється процес *інжекції*, який полягає у передачі кінетичної *енергії* одного потоку іншому потоку шляхом безпосереднього контакту (змішування). Змішуваний потоки можуть перебувати в одній або різних фазах. Потік, який вступає у процес з меншою швидкістю називається робочим. С.а. в спеціальній літературі називають по-різному: *інжектори*, *ежектори*, *компресори*, *елеватори*, *насоси* тощо. С.а.

можуть бути рівнофазними, різнофазними та змінної фазності. За ступенем стиску та ступенем розширення рівнофазні С.а. для пружних середовищ класифікують на: (1) апарати з великим ступенем розширення і помірним ступенем стиску – їх називають газоструменевими або пароструменевими компресорами. Ступінь стиску, яка розвивається в цих апаратах, як правило, знаходиться в межах 2,5-1,2; (2) апарати з великим ступенем розширення і великим ступенем стиску. Застосовуються в установках, де треба підтримувати глибокий вакуум. Це газоструминні або пароструминні ежектори. Ступінь стиску, яка характерна для цих апаратів перевищує 2,5; (3) апарати з великим ступенем розширення та малим ступенем стиску – це газоструминні або пароструминні інжектори (*насоси струменеві*). Ступінь стиску створювана цими апаратами менша за 1,2. Різнофазні С.а. в залежності від пружних властивостей взаємодіючих середовищ поділяють на: (1) апарати з пружним робочим середовищем і непружним інжектванним. До них належать пневмотранспортні С.а.; (2) апарати з непружним робочим середовищем та пружним середовищем яке інжектують. Це рідинно-газові ежектори (напр., водо-повітряні ежектори). (3) апарати в яких обидва середовища непружні. Це апарати для *гідротранспорту* твердих сипких речовин.

СТРУШУВАЧ, -а, ч. * р. *встряхиватель*, а. *shaker*, н. *Rüttler*, *Schüttelapparat* m, *Schüttelmaschine* f – лабораторний пристрій для механічного струшування сумішей в замкненій посудині при тонкому подрібненні мінералів або приготуванні колоїдних розчинів з метою дослідження.

СТУПІНЬ ДИСПЕРСНОСТІ, -еня, -..., ч. * р. *степень дисперсности*; а. *degree of dispersion*; н. *Dispersionsgrad* m – відношення повної поверхні дисперсної фази до її об'єму. Син. – міра дисперсності.

СТУПІНЬ ДРОБЛЕННЯ ТА ПОДРІБНЕННЯ, -еня, -..., ч. * р. *степень дробления и измелчения*; а. *degree of crushing and grinding, reduction ratio*; н. *Grad m der Zertrümmerung und Zerkleinerung* – відношення розмірів грудки вихідного матеріалу до розмірів грудки після дроблення (подрібнення). В деяких випадках С.д. визначається як відношення розмірів найбільших грудок до та після дроблення (подрібнення).

СТУПІНЬ ІНГІБУВАННЯ, -еня, -..., ч. * р. *степень ингибирования*; а. *degree of inhibition*; н. *Inhibitionsgrad* m – ступінь зменшення швидкості реакції β_i , який оцінює зміну швидкостей у відсутності (W_0) та за участю інгібітору (W): $\beta_i = (W_0 - W)/W_0$.

СТУПІНЬ КОНЦЕНТРАЦІЇ, -еня, -..., ч. * р. *степень концентрации*, а. *concentration degree*, н. *Konzentrationsgrad* m – у збагаченні корисних копалин – відношення вмісту цінного компонента у концентраті до його вмісту у руді чи вихідному матеріалі: $k_k = \beta_k / \alpha$. Інша назва – ступінь збагачення.

СТУПКА, -и, ж. * р. *ступка*, а. *mortar*, н. *Mörser* m, *Reibschale* f – невелика посудина для розтирання чого-небудь. Застосовується при підготовці лабораторних проб руд, вугілля тощо до аналізу.

СУБАЕРАЦІЙНА ФЛОТАЦІЙНА МАШИНА, -ої, -ої, -и, ж. * р. *субаэрационная флотационная машина*; а. *subaeration flotation machine*; н. *pneumomechanischer Flotationsapparat* m – флотаційна машина з пневмомеханічним принципом (способом) аерації суспензії.

СУБЛІМАЦІЯ, -ії, ж. * р. *сублимация*, а. *sublimation*, н. *Sublimation* f – перехід речовини з кристалічного стану безпосередньо в пару, минаючи рідку фазу; перегін. Для С. до речовини необхідно підвести енергію, яку називають теплотою сублімації.

СУБМІКРОННИЙ, * р. *субмикронный*, а. *submicron*, н. *submikron* – пов'язаний з частинками, розмір яких менший за мікрон.

СУБМІКРОСКОПІЧНИЙ, * р. *субмикроскопический*, а. *submicroscopic*, н. *submikroskopisch* – невидимий у оптичний мікроскоп; об'єкт, розміри якого менші за довжину хвилі світла.

СУБСТАНЦІЯ, -ії, ж. * р. *субстанция*, а. *substance*, н. *Substanz* f – незмінна основа всього існуючого, протилежна мінливому і випадковому; основний складовий елемент.

СУБСТРАТ, -у, ч. * р. *субстрат*, а. *substrate*, н. *Substrat* m – 1) Загальна, єдина (переважно пасивна) основа різноманітних явищ. 2) Речовина або предмет. Поняття С. близьке до поняття *субстанції*.

СУПЕРКОНЦЕНТРАТ, -у, ч. * р. *суперконцентрат*, а. *superconcentrate*, н. *Superkonzentrat* n – концентрат з більш високим вмістом корисного компонента, ніж у кондиційному концентраті.

СУПЕРПОЗИЦІЯ, -ії, ж. * р. *суперпозиция*, а. *superposition*, н. *Superposition* f – 1) Підстановка функцій у функцію або замінних величин у функцію. 2) Накладання двох фізичних величин, тобто їхня об'єднана дія, якщо вони взаємно не впливають одна на одну. При цьому векторні характеристики додаються геометрично, а після розходження поля існують незалежно одне від одного. С. – лінійна комбінація складових полів. Окремий випадок С. хвиль – інтерференція їх.

СУПЕРПОЗИЦІЙНИЙ ПРИНЦИП, -..., -у, ч. – у фізиці та прикладних науках: результуючий ефект від декількох незалежних впливів, тобто сума ефектів, які викликаються кожним діянням окремо. С.п. справедливий для систем і полів, які описуються лінійними рівняннями. Найчастіше має місце у механіці, квантовій механіці, теорії коливачів і хвиль, теорії фізичних полів. Див. *метод суперпозиції*.

СУСПЕНЗІЯ, -ії, ж. * р. *суспензия*, а. *suspension*, н. *Suspension* f, *Trübe* f – дисперсна система з твердою дисперсною фазою і рідким дисперсійним середовищем. С. має властивості

неньютонівської рідини та наближається до властивостей в'язкопластичних середовищ. Як правило, частинки дисперсної фази С. мають розмір понад 10^{-4} см і осідають (седиментують) під дією сили тяжіння. С., в яких *седиментація* дуже повільна внаслідок малої різниці *густини* дисперсної фази і *дисперсійного середовища*, іноді називають зависами. У концентрованих С. легко виникають дисперсні структури. Типові С. – *пульпи*, бурові промивні рідини, цементні розчини. Тонкорозмелене *вугілля* з водою утворює *водовугільну суспензію* (ВВС), яка з точки зору теплоенергетики у більшості випадків кваліфікується як *водовугільне паливо* (ВВП). Див. також *суспензія важка*, *суспензія гуми*, *суспензія поліетилену*, *важкі середовища*.

СУХА ПЕРЕГОНКА, -ої, -и, ж. * р. *сухая перегонка*, а. *destructive distillation*; н. *Trockendestillation f*, *Entgasen n* – метод переробки кам'яного та бурого *вугілля*, деревини, *сланців*, *торфу* нагріванням без доступу *повітря* до 500...600°C (напівкоксування), до 900...1000°C (*коксування*). При цьому отримують *горючі гази*, *смоли*, напівкокс, *деревне вугілля*, різні хімічні продукти.

СУХИЙ ГАЗ (худий газ), -ого, -у, ч. * р. *сухой газ (тощий газ)*, а. *dry gas*, *residue gas*; н. *trockenes Erdgas n*, *Trockengas n* – природний *горючий газ* з групи *вуглеводневих*, що характеризується різким переважанням у складі *метану*, порівняно невисоким вмістом *етану* і низьким (до 1 %) *важких вуглеводнів*. До С.г. належать *попутні гази* нафт. родов., що зазнали *окиснення*, а також *гази*, що утворилися при *вуглефікації* органічних *речовини* гумусового типу. У промислових умовах одержують шляхом очищення природного *газу* від *важких вуглеводнів*, *водяної пари*, *сірководню*, механічних *домішок* на установках комплексної підготовки *газу* і на газопереробних з-дах.

СУШІННЯ, СУШКА, -..., -и, ж. * р. *сушка*, а. *mineral drying*; н. *Mineraltrocknung f* – процес термічного *зневоднення* продуктів *збагачення* або *випornoї сировини*, при якому волога видалається випаровуванням внаслідок контакту вологого матеріалу з теплоагентом або з нагрітими елементами конструкції *сушарки*. Є останньою стадією *обезводнення*. Застосовується і як підготовча операція, при сухих методах *збагачення* (напр., електростатичному і пневматичному). С. – процес тепло- і масообміну між сушильним *агентом* (теплоносієм) і вологою матеріалу. Як теплоносії використовуються *топкові гази*, *нагріте повітря*, їх суміш і інш. При нагріванні твердого матеріалу тиск парів рідини на його поверхні зростає і пара дифундує в потік сушильного *агента*. *Градiєнт* концентрації вологи в матеріалі, що виникає при цьому, примушує її переміщатися з глибини шарів до поверхні з швидкістю, що залежить від характеру зв'язку вологи з матеріалом. Для С. твердих к.к. використовують *сушарки* різних типів: з безпосереднім контактуванням матеріалу і теплоносія (*сушарки* барабанні, киплячого шару, турбінні і труби-сушарки) і з непрямим нагрівом матеріалу через розділювальну стінку (*шнекові сушарки* і *сушарки* з обертальним барабаном).

С. *газів* здійснюють абсорбційним і адсорбційним методами. Перший базується на поглинанні (розчиненні) *газів* рідкими розчинниками-вбирачами, які хімічно не взаємодіють з газом, що висушується. Адсорбційний метод базується на поглинанні вологи з *газів* твердими речовинами з високою пористістю – *адсорбентами*. Застосовують також способи С. *газів*, основані на конденсації або виморожуванні вологи при зниженні т-ри. С. *газів* передують їх фракціонуванню, транспортуванню *горючих газів* по *трубопроводах*.

СУШКА АЕРОГЕЛІОДИНАМІЧНА, -и, -ої, ж. – новий комбінований метод *сушки* і *очищення* дисперсних гірських порід (піски, глини) і *матеріалів* (*кераміка*, *керамзит*) розроблений у Обнінському інституті атомної енергетики (РФ). Аерогеліодинамічні установки по *сушці-очищенню* передбачається виконувати в блоково-модульному виконанні і експлуатувати в аеро-, геліо- і аерогеліорежимах в залежності від кліматичних умов і специфіки діяльності підприємств по переробці гірських порід і *матеріалів*. Нове розв'язання проблеми *сушки-очищення* дисперсних гірських порід і *матеріалів* перспективне для застосування в енергетиці, будівництві, гірничопереробній, керамічній, хімічній та інш. промисловості. В.С.Білецький.

Література: Бровцын А. К., Чершнева Г. С. // Горн. ж. - 2000. - 1. - С. 73.

СУШКА ТОРФУ, -и, -..., ж. * р. *сушка торфа*, а. *peat drying*, н. *Torftrocknung f* – технологічний процес видалення *вологи* з *торфу* випаровуванням при його видобутку і виробництві торфової продукції. Поділяється на природну (польову) і штучну (в заводських або лабораторних умовах). П р и р о д н а (польова) супроводжується процесами перенесення тепла і *вологи* між *торфом*, що сушиться, і *повітрям*, всередині *торфу*, між *торфом* і *грунтом*. Осн. механізмом перенесення є молекулярна *дифузія* вологи. Тривалість *польової сушки* при фрезерному способі видобутку 1-2 дні, при екскаваторному - 40-50 днів. Польова С.т. забезпечує зниження *вологості* фрезерного *торфу* з 82-75 до 60-50%, дрібногрудкового з 82-78 до 45%, грудкового з 88-86 до 45%. Ш т у ч н а С.т. застосовується в торфобрикетному та ізоплитному виробництвах. Здійснюється при транспортуванні *торфу* по сушильному тракту установки в суміші з високотемпературним *топковим газом* або перегрітою паром. Тяга створюється *вентилятором*. Готовий для брикетування *торф* виводиться з сушильної установки з *вологістю* 12-18%. У пром-сті використовують пневмопароводяні, пневмогазові, пневмосепараційні, млинові і парові трубчасті сушильні установки. *Сушка* теплоізоляц. плит виконується в сушильних камерах, куди подається нагріте до т-ри 90-145°C *повітря* або *газ*. Тривалість *сушки* 24-32 год.

СФАГНУМ, СФАГНОВИЙ МОХ, -у, -ого, -у, ч. * р. *сфагнум, сфагновый мох*, а. *sphagnum*, н. *Sphagnum* m – рід багаторічних мохів сімейства сфагнових. Відомо бл. 350 видів, 320 розповсюджені широко. Поступове відмирання нижніх стеблин С. приводить до утворення *торфу*.

СХЕМА, -и, ж. * р. *схема*, а. *scheme*, н. *Plan* m, *Schaltung* f, *Schema* n – 1) Спрощене зображення, викладення чогось у загальних, основних рисах. 2) Кресленик, що передає основну ідею конструкції *машини, приладу* тощо за допомогою умовних позначень. 3) Сукупність елементів та ланок зв'язку, які виконують основні або допоміжні функції. Розрізняють С. електричну, гідравлічну, пневматичну, кінематичну. У залежності від призначення С. поділяють на принципові, функціональні, структурні, загальні С. з'єднань, підключення та розташування. Приклади С. у *гірничій справі*: схема шахтних виробок, схема дегазації, якісно-кількісна схема процесу збагачення, технологічна схема, схема підземного транспорту, схема ланцюга апаратів тощо.

СХЕМИ ЗБАГАЧЕННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН, -схем, -..., мн. * р. *схемы обогащения полезных ископаемых*, а. *schemes of mineral preparation (mineral processing)*, н. *Schemas* n pl der *Aufbereitung, Aufbereitungsstammbaum* – зображення послідовності технологічних операцій з переробки (збагачення) корисних копалин. Розрізняють технологічні, водно-шламові, лінійні, якісно-кількісні С.з. та схеми ланцюга апаратів.

Технологічна С.з. – зображення або опис усіх технологічних операцій *збагачення* у взаємозв'язку.

Водно-шламова С.з. – зображення або опис операцій з обробки *шламів* та перерозподілу *води* між продуктами *збагачення*.

Лінійна С.з. з показом послідовних переміщень усіх продуктів *збагачення* вихідної сировини між технологічними операціями, з яких кожна позначається горизонтальною лінією.

Якісно-кількісна – лінійна С.з. з наведенням характеристик кожного з продуктів: витрати твердої речовини, *вихід, зольність, волога* (або концентрація твердого), витрати рідини.

Схема ланцюга апаратів (схема обладнання) – послідовність умовних зображень кожного *технологічного процесу* або *апарата* з зазначенням ліній переміщення твердого продукту, води, допоміжних матеріалів, тобто технологічних зв'язків між операціями та *апаратами*.

Схеми збагачення класифікують також за такими чотирма основними ознаками:

- числом використовуваних методів збагачення,
- числом використовуваних у кожному методі процесів,
- числом використовуваних у кожному процесі операцій,
- числом використовуваних стадій зміни крупності корисної копалини.

За першою ознакою можуть застосовуватися монометодні (наприклад, гравітаційні, флотаційні, магнітні), диметодні (напр., гравітаційно-магнітні, гравітаційно-флотаційні) і поліметодні (наприклад, гравітаційно-флотаційно-магнітні) схеми збагачення. Основою для вибору якого-небудь методу служить відмінність в розділових ознаках мінералів і економічність методу.

За другою ознакою кожний із застосовуваних методів може бути представлений декількома процесами. Так, наприклад, гравітаційний метод може бути реалізований процесами *важкосередовищного збагачення, відсадки, концентрації на столах*, збагачення на *гвинтових сепараторах* і *шлюзах*. Вибір збагачувального процесу визначається крупністю вкраплення мінералів, відмінностями в розділових ознаках мінералів і техніко-економічних даних для кожного конкуруючого процесу.

За третьою ознакою кожний із процесів здійснюється у вигляді декількох операцій, при цьому в кожному циклі може бути основна, контрольна і перелісна операції. Мета основної операції – виділення основної маси цінних мінералів, контрольної – остаточне їх виділення, перелісних – підвищення якості концентрату. Вибір числа операцій для здійснення кожного процесу визначається вимогами до кінцевих продуктів і сепараційними характеристиками використовуваних апаратів.

За четвертою ознакою схеми збагачення розрізняють за числом стадій, яке залежить від крупності цінних мінералів і характеру їхнього вкраплення в порожню породу. Застосування більше двох перемищень без зміни крупності нерациональне. Звичайно багатостадійні схеми застосовують для тонковкраплених руд при високих вимогах до якості концентрату.

Вибір схеми збагачення здійснюється на підставі даних про збагачуваність корисної копалини і, крім того, після дослідно-промислової перевірки схеми, що рекомендується.

Залежно від деталізації схеми переробки корисних копалин підрозділяють на **принципові** і **повні**. На принципових схемах зображують окремі цикли і стадії збагачення, на повних – всі операції.

Циклом збагачення називають відособлену групу операцій збагачення корисної копалини, що має загальні ознаки щодо якості корисної копалини, мети збагачення або до процесу збагачення і його режиму. Наприклад, при флотації поліметалічної руди розрізняють цикли колективної, мідної, свинцевої і цинкової флотації.

Стадією збагачення називається сукупність операцій збагачення, які здійснені з вихідною рудою або дробленим до певної крупності продуктом. Таким чином, число стадій схеми збагачення залежить від числа операцій зміни крупності матеріалу, що переробляється.

Схема збагачення, що містить дані про якість і кількість корисної копалини і продуктів її обробки, називається *якісно-кількісною*, а схема, що містить дані про кількість води в окремих операціях і продуктах, називається *водно-шламовою*. При об'єднанні цих схем в одну одержують технологічну схему збагачення.

При розробці технологічних схем користуються лінійним, апаратним і масштабним (об'ємним) способами зображення. Найчастіше користуються лінійним і апаратним зображеннями схем.

Одним з основних завдань прийнятої схеми збагачення є забезпечення випуску продукції, якість якої повинна задовольняти вимоги державних стандартів або технічних умов міністерств.

Розрізняють: *технологічна схема збагачення корисних копалин, водно-шламова схема, якісно-кількісна схема, водно-шламове господарство. О.А.Золотко, В.О.Смирнов, В.С.Білецький.*

СХЕМИ І ПРОЦЕСИ ЗБАГАЧЕННЯ ВУГІЛЛЯ, -схем, -..., *мн.* – вибираються у залежності від призначення *вугілля* (коксівне чи енергетичне), його мінералогічного, гранулометричного і фракційного складу, вологості, вмісту і зольності крупних та дрібних класів, необхідної глибини збагачення.

За глибиною збагачення можна виділити такі технологічні схеми збагачення вугілля:

- збагачення тільки крупних класів вугілля розміром більше 25 (13) мм із роздільним або спільним відвантаженням продуктів збагачення і незбагачених відсівів;
- збагачення крупних і середніх класів вугілля розміром більше 6 (3) мм зі спільним або роздільним відвантаженням продуктів збагачення і незбагачених відсівів;
- збагачення зернистого вугілля крупністю більше 0,5 мм зі спільним відвантаженням продуктів збагачення і незбагачених шламів;
- збагачення всіх класів крупності вугілля.

Залежно від прийнятої глибини збагачення підготовче грохочення може бути сухим або мокрим. Якщо відсів відвантажується споживачам у незбагаченому вигляді, підготовче грохочення - сухе, але перед операціями збагачення крупних і середніх класів варто передбачити їх знешламлювання. Якщо глибина збагачення 0 мм, підготовче грохочення – мокре.

За якістю концентрату і асортиментом продуктів збагачення технологічні схеми розрізняють:

- за випуском одного товарного продукту. Схема набула поширення при збагаченні енергетичного вугілля таких марок, з яких не виділяють сорти за класами крупності, наприклад, вугілля марки П;
- за випуском одного товарного продукту і розділенням його на сорти за класами крупності. Схема застосовується при збагаченні антрацитів і енергетичного вугілля, з якого виділення сортів за класами крупності є доцільним, наприклад, при збагаченні вугілля марок Г і Д;
- за випуском двох товарних продуктів (концентрату і промпродукту). Схема використовується при збагаченні вугілля для коксування й інших технологічних цілей. Застосовується у випадку, якщо до якості концентрату висуваються підвищені вимоги, що визначає збагачення усього рядового вугілля (крупного, дрібного, шламів). Одним з різновидів цієї схеми може бути випуск концентратів двох сортів – зі зниженою зольністю для технологічних потреб, з підвищеною зольністю для енергетичних цілей;
- за випуском двох товарних продуктів і поділом одного з них на сорти за класами крупності. Схема набула поширення при збагаченні газового вугілля для коксування, якщо доцільним є виділення крупного класу для комунально-побутових або спеціальних потреб, а також при глибокому збагаченні антрациту з випуском концентрату для технологічних цілей, що зв'язано з виділенням промпродукту.

У сучасних умовах видобування, які характеризуються підвищенням вмістом породних домішок у вугіллі, особливо у крупних класах, поширення набули схеми із застосуванням ефективних процесів збагачення: *важкосередовищної сепарації, відсадки, флотації, гвинтової сепарації*.

Важкосередовищна сепарація використовується для збагачення крупних класів вугілля і антрацитів дуже важкої, важкої і середньої збагачуваності, усіх категорій збагачуваності при вмісті класу +13 мм у гірничій масі понад 20%, а також для вугілля легкої збагачуваності при вмісті породних фракцій понад 30 %.

Технологічні схеми збагачення крупних машинних класів у магнетитовій суспензії розділяють за числом стадій збагачення, числом кінцевих продуктів і призначенням.

Підготовка крупного машинного класу до важкосередовищного збагачення в сепараторах типу СКВ , у першу чергу полягає у ефективному його знешламлюванні. Свіжа суспензія перед надходженням у сепаратор розділяється на транспортний і висхідний потоки. Густина розділення залежно від характеристики збагачуваного вугілля і вимог до якості концентрату приймається від 1650 до 2050 кг/м³.

Відділення суспензії і відмивка обважнювача (магнетиту) здійснюється на вібраційних грохотах типу ГСЛ. При цьому відмивання обважнювача здійснюється за допомогою двох рядів бризгал, на перший з яких подається злив сепараторів (типу ЕБМ) системи регенерації, а на другий – технічна вода.

Схема збагачення у дві стадії з виділенням трьох кінцевих продуктів (концентрату, промпродукту і відходів) застосовується для коксівного вугілля середньої і важкої збагачуваності. Основний і найбільш економічний варіант – виділення в першій стадії сепарації концентрату; виділення в першій стадії відходів застосовується при їхньому високому виході (більш 50 %) і наявності порід, що розмокають в рідині. Робоча суспензія високої і низької густини подається у відповідні сепаратори для створення транспортного і висхідного потоків.

Збагачення у **важкосередовищних гідроциклонах** застосовується при переробці дрібних класів коксівного вугілля і антрацитів дуже важкої і важкої збагачуваності, а при підвищених вимогах до якості концентрату – середньої збагачуваності. Важкосередовищні гідроциклони використовують також для перезбагачення промпродукту і грубозернистого шламу. Технологічні схеми важкосередовищних гідроциклонних комплексів для збагачення дрібного вугілля так само, як і схеми збагачення крупних класів, відрізняються за числом стадій розділення, числом продуктів збагачення і своєму призначенню. Технологічні схеми збагачення в гідроциклонах типу ГТ складніші від схем збагачення в сепараторах, тому що вимагають створення тиску на вході в апарат, більших в 3 – 4 рази витрат суспензії і більш складної

системи регенерації суспензії в зв'язку зі значним шламоутворенням у гідроциклоні. До якості машинного класу, що надходить на збагачення в гідроциклони, висуваються підвищені вимоги, і насамперед щодо вмісту шламів. Щодо крупного класу знешламлення здійснюється за класом 13 (25) мм, дрібного звичайно – за класом 0,5 мм.

Схема збагачення за одну стадію в двопродуктовому важкосередовищному гідроциклоні з одержанням двох кінцевих продуктів (концентрату і відходів) призначена для збагачення дрібного енергетичного вугілля і антрацитів крупністю 0,5 – 13 (25) мм.

Схема збагачення за одну стадію в трипродуктовому каскадному гідроциклоні з одержанням трьох кінцевих продуктів (концентрату, промпродукту, відходів) і одержанням у першій секції апарата концентрату, у другій промпродукту і відходів, призначена для збагачення дрібного коксівного вугілля крупністю 0,5 – 13 (25) мм, перезбагачення промпродукту відсадки дрібного машинного класу 0,5 – 13 мм, а також для збагачення коксівного вугілля одного машинного класу 0,5 – 40 мм (при порівняно невеликому виході класу + 40 мм).

Відсадка застосовується для збагачення дрібних класів вугілля й антрацитів легкої і середньої збагачуваності. Допускається застосування відсадки для збагачення дрібних класів вугілля й антрацитів важкої збагачуваності, а також для збагачення крупних класів вугілля легкої збагачуваності при вмісті породних фракцій менше 30 %. Для вугілля, що добувається гідроспособом, а також вугілля легкої збагачуваності з вмістом класу +13 мм менше 20 % варто застосовувати ширококласифіковану відсадку.

Залежно від характеристики вихідного вугілля, вимог до якості кінцевих продуктів і техніко-економічних міркувань можуть бути застосовані різні схеми з використанням відсадки. При роздільному збагаченні крупних і дрібних класів вугілля відсадкою воно розділяється на грохотах і направляється в відсаджувальні машини типу МО, у яких розділяється на три продукти (концентрат, промпродукт і відходи). Промпродукт, одержуваний у результаті збагачення крупного класу, дробиться до 13 мм і направляється на збагачення разом із дрібним машинним класом.

При збагаченні коксівного вугілля у некласифікованому вигляді його розділення на класи відбувається тільки в подальших стадіях. Концентрат і промпродукт після відсадки піддають грохоченню за розміром 13 або 25 мм із метою виділення дрібних класів перед їх зневоднюванням у фільтруючих центрифугах.

На фабриках, які збагачують енергетичне вугілля і де виділення промпродукту не передбачається, відходи виділяються в обох секціях відсаджувальної машини. Іноді важкий продукт другої секції направляють у вигляді циркулюючого продукту в ту ж машину.

Крупний концентрат зневоднюється на грохотах, промпродукт і відходи – у елеваторах. Зневоднення дрібного концентрату здійснюється у дві стадії: у елеваторних класифікаторах і центрифугах, зневоднення промпродукту – у зневоднюючих елеваторах і центрифугах, зневоднення відходів – у елеваторах.

Протитечійна сепарація застосовується для збагачення енергетичного вугілля, *антрацитів*, збідненої (розубоженої) гірничої маси відкритих розробок, видалення породи з гірничої маси на шахтах і розрізах.

Пневматичні процеси збагачення знаходять дуже обмежене застосування при збагаченні вугілля, що обумовлюється їх низькою ефективністю. Деякого поширення пневматичне збагачення набуло головним чином при переробці бурого і кам'яного енергетичного вугілля у районах із суворими кліматичними умовами або обмеженими водними ресурсами.

Збагачення на **концентраційних столах** знаходить обмежене застосування в практиці при переробці дрібних і тонких класів вугілля та антрацитів з метою одержання низькозольних концентратів і головним чином для знесірчування вугілля, що містить значну кількість піриту.

Гвинтова сепарація застосовується для збагачення вугільних шламів і відсівів легкої і середньої збагачуваності крупністю 0,1-3 мм. Живлення гвинтових сепараторів бажано знешламлювати. При вмісті в живленні понад 15-20 % глинисто-мулистого матеріалу попереднє знешламлювання обов'язкове. Концентрат гвинтових сепараторів послідовно зневоднюється на грохотах типу ГЛВК, центрифугах фвв і сушиться сумісно з флотаційним концентратом. Залежно від зольності живлення гвинтова сепарація може застосовуватися як самостійно, так і в поєднанні з флотацією.

Флотація – найефективніший метод збагачення вугільних *шламів*. Схеми флотації, що приймаються, визначаються маркою збагачуваного вугілля, його зольністю, вмістом тонких класів і проміжних фракцій, складом неорганічної частини і особливо наявністю глинистих порід, що піддаються розмоканню, вимогами щодо якості кінцевих продуктів і техніко-економічними показниками. Для флотації вугільних шламів застосовують машини типу МФУ.

При низькій зольності вихідних шламів (не більш 18-20 %) і легкої збагачуваності рекомендується проста, пряма схема. При флотації шламів більш важкої збагачуваності і більшій їх зольності застосовують різні схеми з перетищенням концентрату. Найбільшого поширення набула схема з перетищенням концентрату останніх камер у машині основної флотації. Іноді при особливо високозольних шламах застосовують схеми з перетищенням усього концентрату основної флотації. Перетищення концентрату може здійснюватися або в окремій флотаційній машині, або в окремих камерах машини основної флотації. Перетищення в окремих машинах або камерах більш доцільне, тому що для цієї операції потрібний режим, відмінний від режиму основної флотації.

Зневоднення флотаційного концентрату на вітчизняних фабриках здійснюється фільтруванням у дискових вакуум-фільтрах типу ДУ і сушінням. Відходи флотації сумісно з відходами гвинтових сепараторів згущуються у циліндроконічних згущувачах типу С-10 і зневоднюються у фільтр-пресах типу

ФПМ. Застосування у технологічних схемах фільтр-пресів дозволяє здійснити на вуглезбагачувальних фабриках замкнений цикл по воді.

Технологічні схеми вуглезбагачувальних фабрик значно відрізняються, що у першу чергу обумовлюється характеристикою збагачуваного вугілля і вимогами до якості і асортименту товарних продуктів збагачення. Основною метою збагачення вугілля є видалення мінеральних домішок (породи), що потрапили при видобутку з покрівлі і ґрунту пласта, а також у вигляді прошарків. Існує тенденція до збільшення вмісту дрібних і тонких класів в рядовому вугіллі, значного утворення шламових продуктів, у тому числі крупнозернистих шламів крупністю 0,5 – 3 мм. Це обумовило необхідність знешламлення вугілля перед гравітаційними процесами збагачення і класифікації шламів перед флотацією. Зміна якості рядового вугілля, необхідність скорочення втрат з відходами, підвищення вимог до охорони навколишнього середовища, асортименту і якості товарних продуктів збагачення, а також збільшення потужності фабрик і прагнення до однопоточності визначили напрямки розвитку технологічних схем, апаратурного оснащення вуглезбагачувальних фабрик і застосування збагачувального і допоміжного обладнання високої ефективності і великої продуктивності. Одне з таких напрямків – усунення суттєвого розходження в технологічних схемах збагачення коксівного і енергетичного вугілля по відношенню до глибини збагачення. При цьому зберігається відмінність у схемах, яка визначається режимами розділення і полягає у тому, що при збагаченні коксівне вугілля розділяється на три продукти (концентрат, промпродукт, відходи), а енергетичне – на два (концентрат, відходи).

Типова схема збагачення коксівного вугілля. Рядове вугілля, що надходить на збагачувальну фабрику, у відділенні вуглеприйому піддається сухому попередньому грохоченню (грохоти ГЦЛ) і дробленню (дробарки ДДЗ). Підготовлене за крупністю рядове вугілля надходить у головний корпус збагачувальної фабрики, де його розділяють на машинні класи (грохоти ПСЛ), знешламлюють (грохоти ГК) і направляють на збагачення. Збагачення вугілля крупністю більше 0,5 мм здійснюється гравітаційними процесами, крупністю менше 0,5 мм – флотацією.

Збагачувальне обладнання великої одиничної продуктивності у поєднанні з високопродуктивними транспортними пристроями дозволяє застосовувати раціональні технологічні схеми, які забезпечують скорочення довжини трактів, числа одиниць обладнання, енергоємності і трудомісткості виробничих процесів на збагачувальних фабриках.

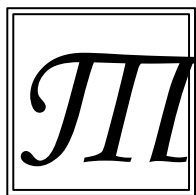
Перспективні технологічні схеми, що реалізують ці напрямки:

– при збагаченні вугілля для коксування важкої збагачуваності – технологічні схеми зі збагаченням усього вугілля у циклонах з важким середовищем, гвинтовою сепарацією і флотацією шламів;

– при збагаченні вугілля легкої і середньої збагачуваності – технологічні схеми з розділенням крупних класів у важкосередовищних сепараторах на три продукти з відсадкою дрібних класів сумісно з дробленим крупним промпродуктом, гвинтовою сепарацією і флотацією шламів. У цих схемах повинен бути вузол обробки відходів збагачення шламів до товарної паливно-сировинної добавки при виробництві стінових матеріалів;

– при збагаченні антрацитів і енергетичного вугілля – технологічні схеми з застосуванням важкосередовищних сепараторів для збагачення крупних класів, циклонів для збагачення дрібних класів антрацитів і двопродуктових відсаджувальних машин для збагачення дрібних класів кам'яного вугілля, гвинтової сепарації для збагачення крупнозернистих шламів і флотації – для тонкозернистих шламів. У цих схемах також повинен бути вузол обробки відходів збагачення шламів до товарної паливно-сировинної добавки при виробництві стінових матеріалів. *В.О.Смирнов, В.С.Білецький.*

СЦІНТИЛЯЦІЯ, -ії, ж. * **р.** *сцинтилляция*, **a.** *scintillation*, **н.** *Szintillation* f – короточасний спалах світла, що виникає під час проходження окремої зарядженої частинки крізь деякі речовини, що їх називають *сцинтиляторами*, або *фосфорами*.



ТАЙМОГРАФ, -а, ч. * **р.** *таймограф*, **a.** *timograph*, **н.** *Timograph* m, *Zeitregistriergerät* n – *прилад*, що реєструє час виникнення і тривалість *процесів* або *явищ*. Застосовують для контролю часу роботи машин, реєстрації часу виникнення аварійного стану *агрегату*, записування тривалості якої-небудь операції тощо. Див. також *хронограф*.

ТАКСОНИ, -ів, *мн.* * **р.** *таксоны*, **a.** *taxons*, **н.** *Taxone* n pl – група (сукупність) об'єктів, пов'язаних спільністю ознак та властивостей, що дає підставу для надання їм певної *таксономічної категорії*. Займають єдине місце в системі і не перетинаються з іншими сукупностями.

ТАКСОНОМІЯ, -ії, ж. * **р.** *таксономия*, **a.** *taxonomy*, **н.** *Taxonomie* f, *Taxionomie* f – *наука* про принципи та способи *класифікації* й *номенклатури* складноорганізованих ієрархічних *систем* дійсності: органічного світу, об'єктів *географії*, *геології*, мовознавства, суспільства тощо. Синонім понять "систематика", "класифікація". Завдання Т. – визначення і теоретичне обґрунтування класифікацій-

них одиниць – *таксонів*, їх системи, супідрядності, співвідношення та обсягу. В кінці ХХ ст. виникла тенденція розуміти під Т. розділ *систематики*, вчення про систему *таксономічних категорій*.

ТАЛЕВИЙ КАНАТ, -ого, -а, ч. * р. *талевый канат*; а. *drilling [hoist, rotary] (wire) line*; н. *Flaschenzugseil n, Fahrseil n* – товста і дуже міцна мотузка із сталевого дроту.

ТАЛЬ, -я, ч. * р. *маль, a. polyspast, hoist, pulley, tackle*; н. *Flaschenzug m* – компактний підвісний рухомий і нерухомий *присрій (лебідка)* для піднімання вантажів на порівняно невелику висоту. *Привод* Т. ручний, електричний та пневматичний. Вантажопідйомність ручної *тали* 0.25...8 т, з електричним приводом – 1...12.5 т. Застосовують для складських операцій, на монтажних та інших роботах.

ТАНК, ТЕНК, -а, ч. * р. *танк*; а. *tank*; *réservoir*; н. *Tank m*; *Zisterne f* – у нафтовій, хімічній промисловості – бак, *цистерна*, відсік для зберігання або транспортування рідин.

ТАНКЕР, -а, ч. * р. *танкер*; а. *tanker*; н. *Tanker m, Tankschiff n* – судно для перевезення рідких вантажів без тари.

ТАСМАНІТ, -у, ч. * р. *тасманит, a. tasmanite, н. Tasmanit m* – бурштиноподібна виковна смола з великим вмістом *сірки*. За назвою о. Тасманія (А.Н.Church, 1864).

ТВЕРДЕ ТІЛО, -ого, -а, с. * р. *твердое тело, a. solid, rigid body*; н. *Festkörper m, fester Körper m* – 1) *Агрегатний стан речовини*, що характеризується збереженням форми та об'єму, а також можливістю їхнього відновлення після дії невеликих сил. За розташуванням частинок (*атомів, молекул, йонів*) Т.т. поділяють на кристалічні та аморфні. За мех. властивостями – на пружні та крихкі, за електричними – на метали і неметали, за магн. властивостями – на діа- і парамагнетики та магнітовпорядковані Т.т. (феро-, антиферо- і ферромагнетики). Сучасні уявлення про Т.т. базуються на законах *квантової механіки*, що пов'язують властивості тіл з їх хім. складом, характером руху частинок та типом зв'язку між ними. 2) Ідеалізований об'єкт *механіки*, під яким розуміють тіло з постійними віддалями між його точками.

ТВЕРДІСТЬ, -ості, ж. * р. *твердость, a. hardness, н. Festigkeit f, Härte f* – властивість матеріалу чинити опір деформуванню (змінюванню форми та розміру) при місцевій силевій дії твердих тіл на його поверхню. Визначається методами Брінелля, Віккерса, Роквелла, Шора, Мооса та ін. Див. *твердість гірських порід*.

ТЕКСТУРА, -и, ж. * р. *текстура*; а. *texture*; н. *Textur f* – 1). Характер будови твердої речовини, розташування її шарів, частин тощо.

2). Орієнтація кристаликів полікристалічного тіла в одному напрямі, утворювана внаслідок розтягання чи прокатування тіла.

3). Природний малюнок на поверхні перерізу деревини, утворюваний її річними шарами, сердцевинними променями тощо.

Див. *конус в конус текстура, листувата текстура, масивна текстура, мигдалекам'яна текстура, органогенна текстура, пориста текстура, породи текстура, пузириста текстура, сланцева текстура, таксидова текстура, текстура гірських порід, флюїдальна текстура, фунтикова текстура*.

ТЕЛЕАВТОМАТИКА, -и, ж. * р. *телеавтоматика, a. automatic telecontrol, н. Teleautomatik f* – галузь *автоматики*, що охоплює теорію та принципи побудови систем керування із застосуванням методів та засобів *телемеханіки* та сукупність телемеханічних *пристроїв*.

ТЕЛЕКОНТРОЛЬ, -ю, ч. * р. *телеконтроль, a. telecontrol, telemetry and supervisory indication*; н. *Fernüberwachung f* – передача на відстань інформації про стан та основні параметри об'єктів, що контролюються з допомогою методів *телемеханіки* (телевимірювання і телесигналізації).

ТЕЛЕМЕТРИЯ, -ії, ж. * р. *телеметрия, a. telemetry, н. Telemetrie f* – сукупність технічних засобів і методів *вимірювання* на віддалі різних фізичних, технічних та інших величин у промислових, енергетичних, транспортних та інших установках. Передавання визначених даних з будь-якої точки на віддалений *термінал*. Безпосередньо *вимірювання* здійснюється за допомогою датчиків; отримані результати автоматично передаються (г.ч. у вигляді кодованих радіосигналів) каналами зв'язку на приймальні *пристрої*, де вони розшифровуються для наступної обробки або реєстрації. Використовується, напр., для збирання і передавання даних із *бурових платформ* без екіпажу, розташованих далеко від берега.

ТЕЛЕМЕХАНІКА, -и, ж. * р. *телемеханика, a. teleautomatics, telemetry*; н. *Fernwirktechnik f, Telemechanik f* – 1) *Наука про вимірювання, регулювання і контроль параметрів будь-яких об'єктів*, а також керування цими об'єктами на значній віддалі; об'єктами телемеханічного управління і контролю можуть бути *технологічні процеси, машини, пристрої* тощо. 2) Галузь *техніки*, яка розробляє, створює і використовує засоби кодування, передачі і прийому інформації каналами провідного та радіозв'язку. Засоби Т. використовуються для телевимірювань і телеуправління об'єктами енергосистем, газо- і *нафтопроводів*, атомних електростанцій тощо.

ТЕМПЕРАТУРА, -и, ж. * р. *температура, a. temperature, н. Temperatur f* – фізична величина, що характеризує тепловий стан тіла. Характеризує макроскопічну систему в стані термодинамічної рівноваги. Якщо система не перебуває в рівновазі, в ній відбувається теплообмін. В уявленнях кінетичної теорії газів Т. пропорційна середній кінетичній енергії мікрочастинок. Див. також *абсолютна температура*.

ТЕМПЕРАТУРА ЗАЙМАННЯ, -и, -..., ж. * р. *температура воспламенения*; а. *ignition temperature*; н. *Entzündungstemperatur, Zündtemperatur f, Aufammenstemperatur f* – найнижча *температура*, при якій горюча речовина виділяє горючі пари і гази з такою швидкістю, що після займання їх від

джерела запалювання виникає тривке горіння за точно окреслених умов.

ТЕМПЕРАТУРА КИПІННЯ, -и, -..., ж. * р. температура кипенія; а. boiling point; н. Siedetemperatur f – температура, при якій пружність насиченої пари дорівнює зовнішньому тискові; при досягненні цієї т-ри рідина починає кипіти.

ТЕМПЕРАТУРА КИПІННЯ ВУГЛЕВОДНІВ, -и, -..., ж. * р. температура кипенія углеводородов; а. boiling point of hydrocarbons; н. Kohlenwasserstoffsiedepunkt m, Siedetemperatur f der Kohlenwasserstoffe – технологічна характеристика вуглеводневих компонентів нафти, яка використовується при розгонці нафти і виражається в зростанні температури кипіння вуглеводнів із збільшенням кількості атомів вуглецю в молекулі, також в різниці температур кипіння вуглеводнів із збільшенням кількості атомів вуглецю в молекулі, також в різниці температур кипіння вуглеводнів різних класів при рівній кількості атомів вуглецю.

ТЕМПЕРАТУРА КРИТИЧНА, -и, -ої, ж. * р. критическая температура; а. critical temperature; н. kritische Temperatur f – 1. Температура системи (речовини) в критичному стані, коли зникає різниця між рідиною і паром, тобто температура, вище якої газ ні під яким тиском не може бути

перетворений у рідину. Т.к. газової суміші $T_{кр} = \sum_{i=1}^n T_{кри} x_i$, де $T_{кри}$ – критична температура i -го

компонента K ; x_i – об'ємна частка i -го компонента в суміші; n – кількість компонентів. 2. Температура фазового переходу надпровідника з нормального стану в надпровідний. ДСТУ 3154-95. 3. Температура, при досягненні якої самонагрівання може швидко перейти у загоряння. Для вироблених просторів у вугільних шахтах і для штабелів на складах при т-рі 60...70 °С слід вживати заходи для ліквідації самонагрівання

ТЕМПЕРАТУРА РОЗМ'ЯКШЕННЯ, -и, ..., ж. * р. температура размягчения; а. softening temperature; н. Erweichungspunkt m, Erweichtemperatur f – температура або температурний інтервал, за якої(го) тіло із відносно твердого стану переходить у в'язко-текучий. При брикетуванні вугілля зі зв'язуючими т.р. визначають за методиками "Кільце і кулька", "Кільце і стержень". Т.р. зв'язуючих у процесі брикетування вугілля – важливий технологічний параметр, за яким визначають режим пресування. Напр., при брикетуванні вугілля зі зв'язуючими для нафтозв'язуючих вона складає 70-75 °С, а для кам'яновугільного пека – 80-85 °С.

ТЕМПЕРАТУРА ТОПЛЕННЯ [ПЛАВЛЕННЯ], -и, -..., [-...], ж. * р. температура топки [плавления]; а. melting point (corrected/uncorrected); н. Schmelztemperatur f – температура, за якої тверда фаза речовини знаходиться в рівновазі з рідкою. Власне температура переходу твердої речовини в рідкий стан. Фіксується в момент, коли зразок переходить у розплав (у краплю); корегована – з урахуванням поправки на виступаючий стовпчик термометра, некорегована – без такої поправки.

Важлива фізична константа мінералів, зв'язуючих речовин тощо. Напр., при брикетуванні вугілля зі зв'язуючими для нафтозв'язуючих вона складає 102-103 °С, а для кам'яновугільного пека – 105-108 °С.

ТЕМПЕРАТУРА САМОЗАЙМАННЯ, -и, ..., ж. * р. температура самовоспламенения; а. autoignition point; н. Selbstentzündungstemperatur f – найменша температура речовини, при нагріванні якої різко зростає швидкість екзотермічної реакції, що призводить до спонтанного виникнення полум'яного горіння. Син.: температура samozapalювання.

ТЕМПЕРАТУРА САМОЗАПАЛЮВАННЯ, -и, ..., ж. * р. температура самовоспламенения; а. autoignition (spontaneous ignition) temperature; н. Selbstentzündungstemperatur f – температура, при якій тіло самочинно спалахує полум'ям. Син. температура samozаймання.

ТЕМПЕРАТУРА СПАЛАХУ, -и, -..., ж. * р. температура вспышки, а. flash point, н. Flammpunkt, Aufflammtemperatur f, Verpuffungstemperatur f – 1. Найнижча (в умовах спеціальних досліджень) температура твердої або рідкої горючої речовини, за якої над її поверхнею утворюються пари або газу, здатні спалахувати в повітрі від джерела запалювання, але швидкість їх утворення ще недостатня для тривалого горіння. 2. Мінімальна температура, при якій суміш горючих парів з повітрям здатна спалахнути у закритому посуді при наявності джерела запалювання (іскра, вогонь, дуже нагріте тіло). Спалах без джерела запалювання при нагріванні парів з повітрям називається samozайманням. При постійному тиску характеризує вибухобезпечність парів даної рідини і є класифікуючою ознакою горючих рідин за їх пожежонебезпекою. Див. спалах.

ТЕМПЕРАТУРА СУБЛІМАЦІЇ, -и, -..., ж. * р. температура сублимации; а. sublimation temperature; н. Sublimationstemperatur f – температура, при якій речовина з твердого стану переходить в газовий.

ТЕМПЕРАТУРОПРОВІДНІСТЬ, -ості, ж. * р. температуропроводность; а. thermal diffusivity; н. Temperaturleitfähigkeit f – здатність тіла до поширення в ньому ізотермічних границь. Характеризується коефіцієнтом температуропровідності. Залежність коефіцієнта температуропровідності від інших термічних властивостей тіла виражається співвідношенням: $a = \frac{\lambda}{c\rho}$, де a – коефіцієнт

температуропровідності, м²/с; λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К); c – питома теплоємність, Дж/(кг·К); ρ – густина тіла, кг/м³.

ТЕНЗИМЕТРИЯ, -ії, ж. * р. *тензиметрия*; а. *strain gaging, strain measurement*; н. *Tensimetrie f, Tensiometrie f* – сукупність методів вимірювання тиску пари насиченої.

ТЕНЗОМЕТР, -а, ч. * р. *тензометр*, а. *tensometer, strain-gage sensor*; н. *Tensometer n, Dehnungsmesser m* – прилад для вимірювання деформацій, спричинених механічними напруженнями в деталях конструкцій, у зразках матеріалів тощо. За способами приведення величини, яка вимірюється до вигляду, зручного для реєстрації і відліку, розрізняють механічні та електричні Т.

ТЕНЗОР, -а, ч. * р. *тензор*, а. *tensor*, н. *Tensor m* – узагальнення понять скаляра, вектора (напр., Т. напруження, Т. деформації). Т. задається набором з 3^r чисел і особливими законами перетворення. Число r називається рангом Т. Скаляр є Т. нульового рангу, вектор – Т. першого рангу. У гірничій справі Т. описує напружений стан масиву порід.

ТЕНСІОМЕТР, -а, ч. * р. *тенсиометр*; а. *tensiometer*; н. *Tensiometer n* – прилад, яким вимірюють поверхневий натяг рідини.

ТЕПЛОВИЙ ПОТІК, -ого, -у, ч. * р. *тепловой поток*; а. *heat flow, heat flux, heat stream, rate of heat flow*; н. *Wärmefluss m, Wärmeströmung f, Wärmestrom m* – кількість теплоти, що проходить за одиницю часу через усю ізотермну поверхню. Вимірюється у Вт або ккал/год.

Зростання температури з глибиною свідчить про наявність Т.п. з надр Землі до її поверхні. Він формується в підкіркових та, частково, кіркових шарах Землі тепловою енергією розпаду радіоактивних елементів і надходить на поверхню переважно по зонах глибинних розломів. Т.п. можна описати законом теплопровідності Фур'є. Розрахунок П.т. здійснюється за формулою $\Phi = \lambda \cdot \text{grad } T$, де Φ – тепловий потік, λ – теплопровідність г.п., $\text{grad } T$ – геотермічний градієнт.

Т.п. Землі є найважливішим енергетичним джерелом геологічних процесів. Густина Т.п. Землі залежить від теплофізичних властивостей геологічного середовища і тісно пов'язана з тектонічною будовою регіонів, а також вулканічною і гідротермальною діяльністю. Див. *теплогового потоку густина*.

ТЕПЛОВІДДАЧА, -і, ж. * р. *теплоотдача*; а. *convective heat exchange*; н. *Wärmeabgabe f, Wärmeleistung f* – теплообмін між рідиною (газом) і поверхнею твердої стінки, яка дотикається до неї.

ТЕПЛОГАЗОВА КАМЕРА, -ої, -и, ж. * р. *теплогазовая камера*, а. *thermalgas chamber (room)*, н. *Klimakammer f* – ізольоване приміщення для випробовування респіраторів і тренування респіраторників при роботі в умовах задушливої атмосфери, високих температур та вологості. Обладнана контрольно-вимірювальними приладами, сигнальними пристроями та печами для задимлення повітря у камері.

ТЕПЛОЄМНІСТЬ, -ості, ж. * р. *теплоемкость*; а. *heat capacity*; н. *Wärmekapazität f* – відношення кількості теплоти ΔQ , наданої тілу (системі), до підвищення температури ΔT , яке при цьому відбувається:

$$C = \lim_{\Delta T \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta T}.$$

Залежно від маси тіла Т. поділяють на питому і молярну. Питома *теплоємність* речовини – величина, що дорівнює кількості теплоти ΔQ , необхідної для нагрівання 1 кг речовини на 1 К: $C = \Delta Q / (m \Delta T)$, де m – маса речовини. Одиниця питомої теплоємності – джоуль на кілограм – кельвін [Дж/(кг·К)].

Молярна *теплоємність* – величина, яка дорівнює кількості теплоти, необхідної для нагрівання 1 моля речовини на 1 К: $C_{\mu} = \frac{\Delta Q}{\nu \Delta T}$, де $\nu = m / \mu$ – кількість речовини, яка виражається числом молей; μ – молярна

маса речовини. Одиниця молярної теплоємності – джоуль на моль – кельвін [Дж/(моль·К)].

Питома *теплоємність* C зв'язана з молярною C_{μ} співвідношенням:

$$C_{\mu} = C \mu,$$

Т. залежить від природи речовини, від температурного положення інтервалу підвищення температури, від способу нагрівання. У загальному випадку систем, в яких стан характеризується тиском p , об'ємом V , температурою T ,

$$C = \frac{T dS}{dT} = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V + p \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p, \text{ де } S - \text{ентропія, } U - \text{внутрішня енергія системи.}$$

Розрізняють Т. при постійному об'ємі і при постійному тиску. При ізохорному процесі ($dV=0$)

$$C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_p, \text{ а при ізобарному } C_p = T \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_p.$$

Т. при сталому тиску завжди більша за Т. при сталому об'ємі. Зокрема для моля ідеального газу різниця між ними дорівнює універсальній газовій сталій: $C_p - C_V = R$. Цей вираз називається рівнянням Майєра; воно показує, що C_p завжди більше за C_V на величину молярної газової сталої. Це пояснюється тим, що при нагріванні газу при постійному тиску потрібна ще додаткова кількість теплоти на здійснення роботи розширення газу, бо при постійному тиску збільшується об'єм газу.

Т. прямо пропорційна похідній від *ентропії* системи за температурою при умовах, в яких ця система перебуває, і для будь-якого політропного процесу $C_{\Pi} = T \frac{\delta S}{\delta T}$.

Питома Т. *гірських порід* зростає із зниженням їх *густини* в межах 0,4 - 2 кДж/(кг·К). За результатами вимірів значина С *гірських порід*, які складають *продуктивні пласти* нафтових і газових *родовищ*, в багатьох випадках знаходиться в межах $1,5 \cdot 10^3 \div 3 \cdot 10^3$ кДж/(м³·К). *Теплоємність порід* залежить від їх мінералогічного складу і не залежить від будови, *структури* і дисперсного стану *мінералів*. Встановлено, що із збільшенням *вологості* і температури *теплоємність* порід зростає.

ТЕПЛООБМІННИЙ АПАРАТ (ТЕПЛООБМІННИК), -ого, -а, ч. (-а, ч.) * **р.** *теплообменный аппарат*, **a.** *heat-exchange apparatus*, **н.** *Wärmeaustauscher m* – *апарат (пристрій)* для перенесення теплоти від одного теплоносія до іншого або від теплоносія до поверхні тіла, що його нагрівають. До теплообмінного апарата належать випарники, економайзери, льодогенератори, парогенератори, повітронагрівачі, градирні та ін. Застосовують теплообмінні апарати у теплоенергетиці, промисловості, сільському господарстві, системах *вентиляції* та опалення тощо.

ТЕПЛОПЕРЕДАЧА, -і, ж. * **р.** *теплопередача*; **a.** *heat transfer*; **н.** *Wärmeübertragung f* – *теплообмін* між двома теплоносіями через тверду стінку (поверхню), яка розділяє їх. Інтенсивність Т. характеризується *коефіцієнтом теплопередачі*.

ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ, -ості, ж. * **р.** *теплопроводимость*; **a.** *heat conduction*; **н.** *Wärmeleitfähigkeit f* – процес передачі *енергії* у вигляді *теплоти*, спричинений *градієнтом* температури, тобто від більш нагрітих ділянок тіла до холодніших (без конвекції і випромінювання). Т. має атомно-молекулярний характер і не пов'язана з макроскопічним перенесенням речовини; носіями *теплоти* є мікрочастинки *речовини*. Якщо в одній області газу середня кінетична енергія *молекул* більша, ніж в іншій, то з часом внаслідок постійних зіткнень *молекул* відбувається процес вирівнювання середніх кінетичних енергій *молекул*, тобто, іншими словами, вирівнювання *температур*.

В ізотропних середовищах напрям вектора \vec{q} *щільності* теплового потоку, тобто кількості теплоти dQ , яка переноситься через одиницю площі S за одиницю часу dt ($q = dQ / (Sdt)$), перпендикулярний до еквівалентних поверхонь (у кожній їхній точці). Основний закон Т. – закон пропорційності \vec{q} *градієнта* температури – $\text{grad } T$ (закон Фур'є). Для ізотропних середовищ: $q = -\lambda \text{grad } T$, де λ – коефіцієнт Т. *Градiєнт температури* дорівнює швидкості зміни температури на одиниці довжини x у напрямку нормалі до цієї довжини, тобто dT/dx . Знак мінус показує, що при теплопровідності енергія переноситься в напрямку зменшення *температури* (тому знаки \vec{q} і $\text{grad } T$ протилежні). Це співвідношення справедливе, коли відносна зміна *температури* на довжині вільного пробігу *молекул* невелика.

Т. у газах пов'язана з переважаним проникненням *молекул* з гарячої ділянки в холоднішу. Як і всі явища перенесення, явище Т. залежить від довжини вільного пробігу. Для ідеального газу коефіцієнт Т.

$$\lambda = \frac{1}{3} \rho \bar{v} \bar{l} C_v$$

де ρ – *густина*; C_v – питома *теплоємність* при сталому об'ємі (кількість *теплоти*, необхідної

для нагрівання 1 кг газу на 1 К при постійному об'ємі), \bar{l} – середня довжина вільного пробігу; \bar{v} – середня арифметична швидкість *молекул*.

Розглядаючи закони Фіка, Фур'є і Ньютона, можна вивести прості залежності: $\mu = \rho D$; $\lambda = \mu C_v$, де μ – динамічний коефіцієнт *в'язкості*; D – коефіцієнт *дифузії*.

Т. *гірських порід* у порівнянні з металами дуже низька ($\lambda = 0,1-7$ Вт/(м·К)). Тому для прогрівання на 60-70 К порід привибійних зон *пласта* навіть на невелику глибину (2-3 м) необхідно витримувати нагрівальні *прилади*, які застосовуються для цієї мети, протягом десяти годин. З основних *мінералів*, які складають нафтогазоносні *пласти*, найбільшу Т. має *кварц* ($\lambda = 7-12$ Вт/(м·К)). Вздовж напластування Т. вища, ніж впоперек напластування *порід* на 10-50%.

ТЕПЛОТА, -и, ж. * **р.** *теплота*, **a.** *heat*, **н.** *Wärme f* – форма неупорядкованого (теплового) руху мікрочастинок (*молекул*, *атомів*, *електронів* тощо), які утворюють тіло. Кількість Т., тобто кількість *енергії*, яку одержує чи віддає тіло при теплообміні, визначається кінетичною енергією мікрочастинок та *потенціальною енергією* їх взаємодії. Поряд з *роботою* кількість Т. є мірою зміни внутрішньої енергії тіла.

ТЕПЛОТА ЗГОРЯННЯ, -и, -..., ж. * **р.** *теплота сгорания*, **a.** *heat of combustion*, *heat [calorific] value*; **н.** *Verbrennungswärme f*, *Brennwärme f* – 1. Тепловий ефект, що супроводжує цілковите згорання певної кількості речовини в *кисні* до двооксиду вуглецю, води й вищих оксидів інших елементів, залежить від температури, відноситься звичайно до 298 К та $1 \cdot 10^5$ Па. 2. Кількість *теплоти*, що виділяється при повному згорянні одиниці маси *палива* у *кисні*, в т.зв. *калориметричній бомбі*. Найважливіший показник для характеристики *палива*. Розрізняють Т.з. нижчу (без урахування *теплоти*, витраченої на випаровування *води*) та вищу (що враховує витрату теплоти на видалення *вологи*), а також питому і об'ємну Т.з. Для визначення нижчої теплоти згорання необхідно відняти від вищої теплоти згорання тепло, яке витрачається на випаровування гіроскопічної *води* (*вологи*). У практичних розрахунках використовують нижчу теплоту згорання. Для суміші *вуглеводнів* (природного газу) теплоту

згоряння визначають за складом газу і теплою згоряння компонентів за формулами або за допомогою калориметрів. Присутність інертних газів у газовій суміші знижує її теплоту згоряння (див. *число Воббе*).

Одиниці Т.з.: в системі СІ – джоуль (кілоджоуль, мегаджоуль), у системі СГС – кілокалорія. Питома Т.з. кам'яного *вугілля* Донбасу та Львівсько-Волинського басейну складає 30,5-36,8 МДж/кг. Середня Т.з. *торфу* 21-25 МДж/кг, *нафти* – 43.7...46.2 МДж/кг. Див. *теплотворна здатність палива*.

ТЕПЛОТА ЗМОЧУВАННЯ, -и, ..., ж. * р. *теплота смачивания*, а. *wetting heat, heat of wetting*; н. *Benetzungswärme* f – зменшення повної поверхневої енергії твердого тіла при перенесенні його з повітря або вакууму у рідину. Т.з. пов'язана зі зміною вільної поверхневої енергії системи. Визначається за формулою: $Q = S_n (E_1 - E_2)$, де S_n – питома поверхня адсорбента; E_1, E_2 – повна поверхнева енергія на границі "адсорбент-повітря" та "адсорбент-рідина" відповідно. Різниця полярностей поверхонь на другій границі розділу завжди менша, ніж на першій, а тому: $E_1 > E_2$ і $Q > 0$. За Т.з. визначають значення критерію взаємодії середовища з адсорбентом: $\beta = Q_1/Q_2$, де Q_1 – *теплота змочування* твердого тіла водою; Q_2 – *теплота змочування* твердого тіла бензолом (вуглеводнем). Для *вугілля викопного* середніх стадій метаморфізму $\beta = 0,11-0,15$; ранніх стадій метаморфізму 1,5-1,69. Т.з. Q для *порошків* коливається в межах 1-20 кал. на 1 г адсорбента.

ТЕПЛОТА ОКИСНЕННЯ, -и, ..., ж. * р. *теплота окисления*, а. *oxidation heat*, н. *Oxydationswärme* f – питома *теплота сорбції* (поглинання), тобто кількість *теплоти*, що утворюється внаслідок сорбції *вугілля* 1 мл *кисню*: для *вугілля дорівнює* 12.6...16.7 МДж/мл.

ТЕПЛОТА ПЛАВЛЕННЯ, -и, ..., ж. * р. *теплота плавления*, а. *fusion heat*, н. *Schmelzwärme* f – кількість *теплоти*, яка необхідна для перетворення *твердого тіла*, нагрітого до температури плавлення, на рідину.

ТЕПЛОТА УТВОРЕННЯ, -и, ..., ж. * р. *теплота образования*, а. *formation heat*, н. *Bildungswärme* f – *теплота*, яка виділяється або вбирається при утворенні даної хім. сполуки. Розрізняють Т.у. позитивну та негативну.

ТЕПЛОТВОРНА ЗДАТНІСТЬ, -ої, -ості, ж. * р. *теплотворная способность*, а. *caloric power, calorific power, heating power*, н. *Heizwert* – кількість *тепла* в *калоріях*, що його виділяє 1 кг твердого чи рідкого *палива* або 1 м³ газоподібного палива при повному згорянні.

ТЕПЛОТЕХНІКА, -и, ж. * р. *теплотехника*, а. *heating engineering*, н. *Wärmetechnik* f – наука про вироблення та застосування теплової енергії; відповідна *техніка*. Теор. основами Т. є *термодинаміка*, *теплопередача* і *теорія горіння*. Осн. напрямки Т. – *тепловикористання* (споживання теплової енергії без перетворення її на енергію інш. видів) і *теплоенергетика*. В Україні досл. з Т. проводять в Інституті технічної теплофізики НАНУ, Інституті електродинаміки НАНУ, Інституті проблем *машинобудування* та ін.

ТЕРМАЛЬНІ ВОДИ, -их, вод, мн. * р. *термальные воды*, а. *thermal water*; н. *Thermalwasser* n – *підземні води* та джерела з підвищеною т-рою порівняно з водами звичайної т-ри у даній області. Розрізняють Т.в.: в і д н о с н і (т-ра вища від середньої річної т-ри *повітря* у даній місцевості) та а б с о л ю т н і (з т-рою на 20...37 °С, більшою за максимальну середньорічну т-ру *повітря* на Землі). Згідно з іншим підходом прийнято вважати Т.в. *підземні води* з т-рою понад 20 °С. Т-ра 20 °С умовно прийнята за межу між холодними і *термальними водами*, оскільки при цій т-рі *в'язкість* води зменшується. За О.К.Ланге виділяють такі види Т.в.: субтермальні (20...36°С), термальні (36...42°С) та гіпертермальні (понад 42°С). Т.в. складають б.ч. вод підземної *гідросфери*. Т-ра вод на ниж. межі *земної кори* може досягати 500-600 °С, а в зонах магматич. вогнищ, де переважають водяна пара і продукти її *дисоціації* – до 1000-1200 °С. У артезіанських бас. молодих *плит* на глиб. 2000-3000 м *свердловинами* розкриваються *води* з т-рою 70-100 °С. У р-нах древніх *щитів* т-ра на глиб. 5-6 км не перевищує 60-70 °С. У областях неотектоніч. порушень (Альпи, Кавказ, Тянь-Шань, Памір, Гімалаї та ін.) глибокі Т.в. виходять на поверхню у вигляді гарячих джерел з т-рою до 90-100°С, а в р-нах сучасного *вулканізму* у вигляді *гейзерів* і парових струменів. Хім., газовий склад і *мінералізація* Т.в. різноманітні: від прісних і солонуватих гідрокарбонатних, гідрокарбонатно-сульфатних, гідрокарбонатно-хлоридних, кальцієвих, натрієвих, азотних, вуглекислих і сірководневих до солоних і розсолених хлоридних натрієвих, кальцієво-натрієвих, азотно-метанових і метанових. Класифікують Т.в. за *температурою*. Розрізняють Т.в. теплі (20-37 °С), гарячі (37-50 °С) і киплячі (понад 100 °С). У групі Т.в. для теплоенергетичного використання виділяються *води* низькопотенційні з т-рою до 70 °С, середньопотенційні – 70-100 °С і високопотенційні – понад 100 °С. В Україні Т.в. є у Криму і на Закарпатті. Зокрема у Берегівському р-ні Закарпаття розвідане високопотужне джерело Т.в. з т-рою 50-52°С, дебіт *свердловини* – понад 1000 м³/добу. Українські Т.в. поблизу с. Нижня Солотвина є аналогом Т.в. що біля м. Вісбадена (ФРН). Використовують Т.в. для теплопостачання і як *мінеральні води*.

Потенційні експлуатаційні запаси термальних вод України (тис. м³/добу/млн. Гкал/рік)

Назва артезіанського басейну	Спосіб експлуатації		
	Фонтанний	Насосний	З підтриманням пластового тиску
Причорноморський	23,3/0,7	126/2,1	27303/411
Закарпатський	Не розвід.	12,5/0,14	Не розвід.

Високотемпературні свердловини України

Свердловини	Область	Глибина заміру т-ри, м	Виміряна т-ра, °С
Залузька 3	Закарпатська	405	210
Мостицька	Львівська	1950	128
Октябрська 5	Крим	2407	158
Глібівська 7-Н	Крим	1036	127
Новомечибілівська 2-р	Харківська	3800	152
Шевченківська 8	Харківська	3700	168
Горобцівська 12	Полтавська	4470	146

ТЕРМІНАЛ, -а, ч. * р. *терминал*, а. *terminal, terminus*; н. *Terminal* n – 1. Технологічний комплекс, розташований на одному з кінців транспортної лінії або просторово-протяжного технологічного ланцюга. Напр., головний термінал магістрального *вуглепроводу*, нафтоналивний термінал. 2. Перевалувальна база; тупиковий склад.

ТЕРМІНАЛ НАФТОНАЛИВНИЙ, -а, -ого, ч. * р. *нефтеналивной терминал*; а. *oil loading terminal*; н. *Terminal n der Erdölfüllung* – нафтоналивний причал; комплекс споруд і пристроїв, призначених для підходу, швартування, стоянки і проведення вантажних операцій нафтоналивних суден (*танкерів*). Див. *нафтотермінал*.

ТЕРМІСТОП, -а, ч. * р. *термистор*, а. *thermoresistor, thermistor*; н. *Thermistor m, Thermoresistor m* – напівпровідниковий опір, що його величина залежить нелінійно від температури. Застосовують Т. як елементи вимірвальних *приладів, регуляторів* тощо, зокрема в системах теплового контролю, вимірвачах потужності, магнітометрах і т.д. Інша назва *терморезистор*.

ТЕРМОАНТРАЦИТ, -у, ч. * р. *термоантрацит*, а. *thermal air classifying*, н. *Thermoanthrazit m – антрацит*, підданий тепловій обробці з нагріванням до 900 °С для надання нових фізичних властивостей (міцність, термостійкість, низька реакційна здатність). Застосовують як металургійне *паливо* та як напівфабрикат для виробництва *вугільних електродів*.

ТЕРМОГРАФ, -а, ч. * р. *термограф*; а. *thermograph*; н. *Thermograph m* – самописний *прилад*, що реєструє зміни т-ри повітря, води або якого-небудь тіла.

ТЕРМОДИНАМІКА, -и, ж. * р. *термодинамика*, а. *thermodynamics*, н. *Thermodynamik f* – розділ *фізики*, що вивчає властивості термодинамічних систем, які перебувають у стані термодинамічної рівноваги, і процеси їхнього переходу з одного рівноважного стану в інший; вивчає закономірності перетворення енергії теплового руху і вплив його на властивості фізичних тіл. Т. охоплює комплекс наукових дисциплін: загальну або фізичну Т., хімічну Т. та механічну Т. Основою всіх розрахунків у Т. є встановлення за допомогою рівнянь для термодинамічних потенціалів зв'язків між внутр. і зовн. параметрами системи. Т. базується на основі фундаментальних принципів – начал Т., які є узагальненням численних спостережень і результатів експериментів. Перше начало Т. – по суті закон збереження енергії в застосуванні до термодинамічних процесів. Друге начало Т. – закон збільшення *ентропії*: в замкнутій (ізолюваній) системі *ентропія* або залишається незмінною, або зростає і у стані рівноваги досягає максимуму (закон неможливості вічного двигуна 2-го роду). Третє начало Т.: *ентропія* фіз. системи при наближенні т-ри до абс. нуля не залежить від параметрів системи і залишається незмінною. Див. *закон термодинаміки перший, закон термодинаміки другий, закон термодинаміки третій, термодинамічна система, термодинамічні параметри стану*.

ТЕРМОДИНАМІКА ПОВЕРХОНЬ – *термодинаміка* стану, в якому знаходиться *речовина* поблизу поверхні розділу фаз. Специфіка цього стану полягає у тому, що в безпосередній близькості від поверхні розділу фаз *молекули* взаємодіють одночасно з сусідніми *молекулами* і з *молекулами* іншої фази. В основу Т.п. покладені фундаментальні дослідження Гіббса про рівновагу в гетерогенних системах, виконані в 1875-1878 рр.

ТЕРМОДИНАМІКА ХІМІЧНА – розділ *термодинаміки*, який вивчає хімічні реакції за допомогою термодинамічних методів. Під Т.х. часто розуміють вчення про хімічну рівновагу, основними задачами якого є передбачення напрямку хім. реакції, її виходу і рівноважного стану реакційного середовища в залежності від вихідного складу, т-ри та тиску. Основні експериментальні методи Т.х. – *калориметрія*, вимірювання ЕРС електрохімічних елементів, вимірювання зміни тиску газових систем при протіканні в них хім. реакцій. Методи Т.х. використовуються також в *геології, металургії, гірничій справі*.

ТЕРМОДИФУЗИЯ, -ії, ж. * р. *термодиффузия*, а. *thermodiffusion*, н. *Thermodiffusion f* – *дифузія* складових частин *розчину* або газової суміші, зумовлена різницею *температур*. Застосовують для розділення *вуглецю, азоту, кисню, урану* тощо.

ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИЙ, * р. *термо электрический*, а. *thermoelectric*, н. *thermoelektrisch* – той, що стосується термоелектрики; т. е л е м е н т – те саме, що й *термоелемент*; т. е р м о м е т р – електричний *термометр*, дія якого ґрунтується на залежності термоелектрорушійної сили *термоелемента* від т-ри місця спаю (зварного шва); застосовують для *вимірювання* високих температур.

ТЕРМОЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОР, -а, ч. * р. *термоэлектрогенератор*, а. *thermoelectric generator*, н. *Thermoelektrogenerator m* – *пристрій* для безпосереднього перетворення *тепла* на електричну *енергію* з використанням напівпровідникових *термоелементів*.

ТЕРМОЕЛЕМЕНТ, -а, ч. * р. *термоэлемент*, а. *thermopile, thermocouple*; н. *Thermoelement n* –

пристрій (спай дротинки або стрічок з різних матеріалів), де тепло перетворюється безпосередньо на електричну енергію. Інша назва – *термопара*.

ТЕРМОІЗОЛЯЦІЯ, -ії, ж. * р. *термоизоляция*, а. *thermo-insulation*, н. *Wärmeschutz* m, *Wärmeisolierung* f – захист різних споруд і апаратури від втрат тепла. Інша назва – *теплоізоляція*.

ТЕРМОЛАБИЛЬНИЙ, * р. *термолабильный*, а. *thermolabile*, н. *thermolabil* – нестійкий проти дії (впливу) тепла.

ТЕРМОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ, -ії, ж. * р. *термолюминесценция*, а. *thermoluminescence*, н. *Thermolumineszenz* f – люмінесценція тіл від їх нагрівання.

ТЕРМОМЕТР, -а, ч. * р. *термометр*, а. *thermometer*, н. *Thermometer* n – *прилад* для вимірювання *температури*. Дія Т. основана на зміні фізичних характеристик тіл (об'єму, електропровідності тощо) внаслідок нагрівання чи охолодження їх. Розрізняють Т. газові, рідинні, термоелектричні, Т. опору тощо.

ТЕРМОМЕТРІЯ, -ії, ж. * р. *термометрия*, а. *thermometry*, н. *Thermometrie* f – розділ експериментальної *фізики* та *метрології*, де розглядаються методи вимірювання т-ри, встановлення температурних шкал, способи градування *термометрів*. У вузькому розумінні – методи вимірювання *температури* й *прилади*, що для цього застосовуються.

ТЕРМОПАРА, -и, ж. * р. *термопара*, а. *thermocouple*, н. *Thermoelement* n – датчик т-ри, який складається з двох з'єднаних між собою різнорідних металевих провідників (або напівпровідників). Дія Т. основана на виникненні термоерс (терс) в контурі, який складається з 2-х різних металів зі спаями, один з яких ("гарячий спай") поміщають в точку контролю; терс для кожної пари металів залежить тільки від т-р спаїв. Див. *термоелемент*.

ТЕРМОС, -а, ч. * р. *термос*, а. *thermos, vacuum, flask*; н. *Thermosflasche* f, *Warmhalteflasche* f – різновид *термостата*. Скляна посудина з подвійними посрібленими зсередини стінками, *повітря* між якими викачане. Зберігає продукт гарячим або холодним протягом кількох годин, діб.

ТЕРМОСТАТ, -а, ч. * р. *термостат*, а. *thermostat*, н. *Thermostat* m – *пристрій*, в якому підтримується стала *температура*. Т. – це посудина, захищена *теплоізоляцією* від впливів зовнішнього середовища. Сталість т-ри в Т. забезпечується або терморегуляторами, або шляхом здійснення фазового переходу (танення льоду, кипіння води тощо), що відбувається при певній т-рі. Т. застосовують для фіз.-хім та ін. досліджень. В інтервалі т-р – 60-500°C застосовують рідинні Т.: спиртовий (від -60-10°C), водяний (10-95°C), масляний (100-300°C), сольовий (300-500°C); у проміжку від 300 до 1200°C – ел. печі.

ТЕРМОХІМІЯ, -ії, ж. * р. *термохимия*, а. *thermochemistry*, н. *Thermochemie* f – розділ *хімії* (хімічної *термодинаміки*), який вивчає теплові явища, що супроводжують хімічні реакції (теплоту утворення, *теплоту згорання*), нагрівання чи охолодження внаслідок розчинення чогось у рідині. Експериментальний метод Т. – *калориметрія*. Складність, а іноді і неможливість прямого *вимірювання* теплових ефектів деяких реакцій приводить до необхідності їх визначення побічним шляхом за допомогою *закона Гесса* (тепловий ефект при відсутності *роботи* зовн. сил залежить лише від природи вихідних речовин та продуктів реакції і не залежить від проміжних хім. перетворень в системі). Дані та закономірності, які отримуються Т., використовуються для розрахунків теплових балансів *технологічних процесів*, що сприяє вибору оптимальних умов хім. виробництва.

ТЕРТЯ, -..., с. * р. *трение*, а. *friction, rubbing*; н. *Friktion* f, *Reibung* f – 1) Зовнішнє *тертя* – механічна взаємодія між твердими тілами, що виникає в місцях їх дотику та перешкоджає їх відносному переміщенню. В *техніці* роль *тертя* буває негативною (напр., воно зменшує *коефіцієнт корисної дії* механізмів, спричинює їх знос тощо) і позитивною (зокрема створює можливість передачі зусиль від одних деталей *машин* до інших). 2) Внутрішнє *тертя* – сукупність процесів, що відбуваються в твердих, рідких і газоподібних тілах і приводить до необоротного перетворення їх механічної *енергії* в енергію внутрішню.

ТЕСТ, -у, ч. * р. *тест*, а. *test, testing*; н. *Test* m, *Prüfung* f – коротке *стандартне* завдання, метод випробування, що застосовується у різних галузях *науки* для одержання кількісної *характеристики* певних явищ.

ТЕСТЕР, -а, ч. * р. *тестер*, а. *tester*, н. *Tester* m – 1) *Пристрій*, система або програма, за допомогою яких контролюється піддослідний об'єкт – правильність функціонування, вимірювання основних параметрів, приналежність до певного класу (типу) об'єктів тощо 2) Універсальний вимірювальний *прилад*, за допомогою якого можна виміряти кілька різних електричних величин, зокрема опір, напругу, величину струму. Застосовується для перевірки працездатності і наладки електроапаратури.

ТЕХМІНІМУМ, -у, ч. * р. *техминимум*, а. (required) *minimum of technical knowledge*; н. *technisches Minimum, Minimum* n an *technischem Wissen* – мінімальний обсяг технічних знань, які повинен мати робітник певної професії та кваліфікації.

ТЕХНІЧНА ВОДА, -ої, -и, ж. * р. *техническая вода*, а. *service water*; н. *Brauchwasser* n, *technisches*

Wasser n, gewerbliches Wasser n – вода, придатна для використання в технол. процесах, але непридатна для пиття. Одержується шляхом неповної очистки пром. і побутових стоків, з солоних морських або інш. природних і *шахтних вод*, з систем водообігу на збагачувальних, металургійних і ін. виробництвах. Вимоги до Т.в. регламентуються умовами її використання у відповідних технол. процесах і експлуатації водного госп-ва. У Т.в. контролюються вміст твердих завислих речовин, солей жорсткості, рН тощо.

ТЕХНІЧНИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. * р. *технический анализ, a. proximate analysis, n. technische Analyse* f – сукупність фізичних, фізико-хімічних та хімічних методів *аналізу* складу речовин. Т.а. застосовують для визначення складу та якості речовин, зокрема *корисних копалин* і продуктів їх переробки з метою оцінки ресурсів, маркування та кодифікації, обґрунтування технології *збагачення*, оцінки його ефективності, встановлення товарної цінності одержуваної продукції.

ТЕХНІЧНИЙ АНАЛІЗ ВУГІЛЛЯ – комплекс методів дослідження *вугілля* та ін. твердих *горючих корисних копалин* з метою отримання характеристик їх технологічних властивостей. Включає визначення горючих і негорючих складових. До негорючих складових відносять *вологу* (W) та неорганічні або мінеральні речовини (M). Інтегральною характеристикою кількості мінеральних речовин є *зольність* (A). Специфічні коксівні та енергетичні властивості віддзеркалюють такі показники: а) вихід *летких речовин* (v), які утворюються при нагріванні *вугілля* без доступу повітря до 800-900°C; б) вихід і якісна характеристика твердого нелеткого залишку, який утворюється при визначенні *летких речовин*; в) загальний вміст сірчистих сполук (умовно перерахованих на елементну *сірку*), які входять до складу органічних та мінеральних речовин *вугілля*. Крім того, для більш повної технологічної характеристики визначають теплоту спалювання твердих горючих копалин та показники спікливості. Останнім часом після введення систем кодування *вугілля* всі або частина показників Т.а.в. уведено до складу кодів, які використовуються при міжнародній торгівлі *вугіллям*, а також при його класифікації.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ, -их, -ів, мн. * р. *технологические процессы, a. technological processes, production methods, processes; n. technologische Prozesse* m pl – частина виробничого процесу, сукупність технологічних операцій, які виконуються плановірно і послідовно в часі і просторі над однорідними або аналогічними предметами, у результаті яких змінюється агрегатний стан, місце розташування чи властивості предмета праці (напр., *гірської породи*), що має закінчений за виробничим призначенням характер. Розрізняють основні і допоміжні Т.п. Процес допоміжний – процес, що має самостійний характер і необхідний для успішного виконання основних технологічних процесів та сприяти їх здійсненню.

При *видобуванні корисних копалин* до основних *технологічних процесів* відносять: підготовку *порід* до *виймання, виймально-навантажувальні роботи*, переміщення (транспортування) *гірничої маси*, розвантаження і *складування порід розкриву (відвалоутворення)* і *корисної копалини*. При *збагаченні корисних копалин* до основних *технологічних процесів* відносять власне процеси розділення *вихідної мінеральної сировини на концентрат в відходи (хвосту)*.

ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ, -ості, ж. * р. *технологичность, a. adaptability to manufacture, n. Fertigungsgerechtigkeit* f – відповідність продукції вимогам економічної технології її використання. Т. забезпечується при розробці конструкції виробу. Технологічною називається така конструкція виробу або його складових елементів (деталей, вузлів, механізмів), яка забезпечує задані експлуатац. якості продукції і дозволяє при даній серійності виготовляти її з найменшими затратами праці та матеріалів. Технологічна конструкція характеризується простотою компоновки, довершеністю форм. Розташування окремих елементів забезпечує зручність та мінім. трудоемність в процесі зборки, ремонтних робіт.

ТЕХНОЛОГІЯ, -ії, ж. * р. *технология, a. technology, production process; production engineering; n. Technologie* f – 1) Сукупність знань про методи здійснення виробничих процесів. Сукупність і послідовність методів, способів виготовлення, видобутку, обробки або переробки й інших процесів, робіт і операцій, що змінюють стан сировини, матеріалів і напівфабрикатів, виробу та ін. у процесі виробництва продуктів з заданими показниками якості. 2) Власне технологічні процеси одержання, обробки й переробки, складання або будівництва, опис цих процесів. 3) Наукова дисципліна, що описує, розробляє і вдосконалює зазначені вище способи, процеси та порядок їх здійснення (регламенти, режими).

Технологія *гірничих робіт* – сукупність і послідовність взаємозалежних технологічних (виробничих) *процесів*, способів і прийомів *гірничих робіт*.

ТЕХНОСФЕРА, -и, ж. * р. *техносфера, a. technosphere, n. Technosphäre* – цілісна система, яка включає: - власне самі технічні артефакти, тобто техніку як об'єкт та її соціокультурне значення; - специфічне технічне знання, уміння, правила, теорії, їх культурну цінність; - технічну діяльність в двох планах: як інженерну та пов'язану з повсякденним життям; - специфічну техноментальність; - систему відносин між людиною та природою, де *техніка* виступає як певний посередник.

ТИГЕЛЬ, тигля, ч. * р. *тигель, a. crucible, platen; n. Tiegel* m – 1) Посуд для плавлення, варіння, нагрівання, сплавлення, спалювання або сушіння різних м-лів. Використовується в *аналізах г.п., к.к.* тощо. 2) Масивна металева плита ручних друкарських верстатів або тигельних друк. машин.

ТИКСОТРОПІЯ, -ії, ж. * р. *тиксотропия; a. thixotropy; n. Thixotropie* f – 1) Ізотермічне й ізобаричне перетворення золь-гель-золь, тобто утворення гелевої структури, коли *розчин* перебуває у стані

спокою і переходить до рідкого стану при перемішуванні (за Петерфі, 1927). Це явище характерне для колоїдних розчинів, в яких частинки мають електричний заряд і прагнуть зайняти положення, що відповідає мінімуму потенціальної енергії. Внаслідок цього частинки орієнтуються в певних напрямках, утворюючи структуру, що чинить опір руйнуванню до заданої значини напруги зсуву. 2) Зміна реологічних параметрів системи в часі під дією сталої швидкості зсуву, а також залежно від темпу зміни швидкості деформації (за Фрейндрліхом). 3) Здатність колоїдів і суспензій загустати, перетворюючись з рухливих рідин на гелі – з перебігом певного часу спокійного стояння, а відтак після перемішування знову набувати розрідженого стану. 4) Явище зворотного процесу переходу драглів і гелей, твердоподібних речовин в рідкий стан, руйнуватись (розріджуватись) від механічної дії (напр., перемішування).

ТИП ВУГІЛЛЯ ПЕТРОГРАФІЧНИЙ (ПЕТРОГЕНЕТИЧНИЙ), -у, -ого (-ого), ч. * р. *тип угля петрографического (петрогенетического)*, а. *petrographic coal type*, н. *petrografischer Kohlentyp* – 1) Класифікаційна категорія для визначення різновидів вугілля, що характеризується певними макро- і мікроструктурами, мікрокомпонентним складом та різними фіз. і хім. властивостями. Т.в.п. складають *шари, пачки, пласти* вугілля. Комплекс зовнішніх та мікроструктурних ознак типів вугілля віддзеркалює умови накопичення та первинного перетворення рослинного матеріалу (Ю.А. Жемчужников, 1937). 2) Характеристика вугілля, яка визначається природою залишків рослинного матеріалу та умовами процесу його накопичення (Міжнародний тлумачний словник з петрології вугілля, 1963). 3) Парагенетичні асоціації мацералів, які складають шари товщиною від декількох см до 1 м і більше (І.Е.Вальц, Н.М.Крилова, І.Б.Волкова, 1982).

Термін Т.в.п. застосовується для асоціації мацералів, які характеризуються в основному за ознаками природи рослин-вуглеутворювачів або умов відкладення. За природними ознаками рослин-вуглеутворювачів виділяють асоціації: а) за речовинним складом *вітриніту, інертиніту, ліптиніту*; б) за ботанічними, морфологічними ознаками. Крім того, за умовами утворення розрізняють типи вугілля за *відновлюваністю* – відновлені і маловідновлені. За умовами відкладення виділяють асоціації, які розрізняються за ступенем руйнування та розкладу структури тканини рослинного матеріалу.

Термін Т.в.п. застосовують також для будь-якої проби вугілля, напр., пластової. Т.в.п. розрізняють за макроскопічними ознаками (візуально) і за характеристиками мацералів та мікролітотипів (під мікроскопом). Приготування препаратів для дослідження і петрографічного аналізу виконується стандартними методами [ISO 7404 – 2 (3,4) – 84)]. Типи вугілля є основою декількох класифікацій вугілля.

ТИПОЛОГІЯ, -ії, ж. * р. *типология*, а. *typology*, н. *Typologie* f – вид наукової систематизації, класифікації чогось за спільними ознаками з допомогою абстрактних теор. моделей (типів), у яких фіксуються найважливіші структурні або функціональні особливості досліджуваних об'єктів.

ТИРИСТОР, -а, ч. * р. *тиристор*, а. *thyristor*, н. *Thyristor* m – електроперетворювальний напівпровідниковий прилад з трьома або більше p-n-переходами, вольт-амперна характеристика якого має ділянку від'ємного опору. За числом зовнішніх електродів тиристори поділяються на двоелектродні (діодні) та трьохелектродні (тріодні). Двоелектродні Т. (діністори) – це некеровані прилади. Трьохелектродні – керовані; третій електрод називається керуючим електродом, який приєднується до зовнішнього джерела керуючої напруги, два інші електроди називаються анодом і катодом. Вони підключаються до джерела зовнішньої напруги, в колі якого знаходиться навантаження. Застосовуються в системах електроприводу, захисту та автоматизації.

ТИСК КРИТИЧНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *давление критическое*; а. *critical pressure*; н. *kritischer Druck* m – 1. Тиск, що відповідає критичній точці. В однокомпонентній системі рідина й газоподібна фази заданої речовини не можуть рівноважно співіснувати за тисків, що перевищують її Т.к. Для води Т.к. дорівнює 21,4 МПа. 2. Величина тиску в критичному стані системи, тобто тоді, коли співіснуючі зрівноважені її фази стають однаковими за всіма своїми властивостями. 3. Граничний тиск, при якому газ не переходить в рідинний стан, якщо б не була низькою температура.

ТИСК НАДЛИШКОВИЙ, -у, -ого, ч. * р. *давление избыточное*; а. *excessive pressure, gauge pressure, positive pressure*; н. *Überdruck* m – тиск, для вимірювання якого за початок відліку беруть тиск, що дорівнює тиску навколишнього середовища.

ТИСК НОРМАЛЬНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *давление нормальное*; а. *normal pressure*; н. *Normaldruck* m – тиск, що дорівнює 101 325 Па або 760 мм рт.ст. ($\approx 0,1$ МПа).

ТИСК ПАРООУТВОРЕННЯ, -у, -..., ч. * р. *давление парообразования*, а. *vaporization pressure*, н. *Verdampfungsdruck* m, *Sättigungsdruck* m *der Förderflüssigkeit* – абсолютний тиск, за якого відбувається випаровування перемішуваної рідини (напр. у вхідному перерізі насоса).

ТИСК ПОВНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *давление полное*, а. *total pressure; full pressure; impact pressure*; н. *totaler Druck* m, *Volldruck* m – 1) Тиск, який є сумою парціальних тисків компонентів газового середовища. 2) Тиск, що є сумою динамічного та статичного тиску.

ТИСК ПОЧАТКУ КОНДЕНСАЦІЇ, -у, -..., ч. * р. *давление начала конденсации*; а. *pressure of initial*

condensation; н. *Druck m des Kondensationsanfanges* – 1) Тиск газу в системі, яка знаходиться в точці початку конденсації. 2) *Пластовий тиск*, при якому конденсат покладу починає переходити з пароподібного стану в рідкий (випадання перших крапель *рідини (конденсату) із газу*), що призводить до перетворення однофазної системи в двофазну. Син.: тиск точки роси.

ТИТР, -у, ч. * р. *titur*, а. *titer*, *titre*; н. *Titer* – 1) Вміст речовини в одному кубічному сантиметрі розчину. 2) Концентрація розчину в *титриметричному аналізі*.

ТИТРИМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. * р. *titrimetrischesкий анализ*, а. *titrimetric analysis, analysis by titration*; н. *Massanalyse f, Titration f, Titrimetrie f* – сукупність методів кільк. аналізу, оснований на *вимірюванні кількості реагенту*, який витрачається на взаємодію з компонентом. В Т.а. використовуються реакції нейтралізації, окиснення-відновлення, осадження, комплексоутворення. Методи Т.а. класифікують за типом реакцій, які протікають між компонентом, який визначається і титрантом. Методи кислотно-лужного *титрування* основані на застосуванні реакцій нейтралізації. Методи окиснювально-відновлювального (редокс) *титрування* засновані на застосуванні реакцій окиснення-відновлення; методи осадження - на застосуванні реакцій осадження. Методи комплексоутворення – на використанні реакцій комплексоутворення. Т.а. здійснюється шляхом *титрування*, кінцеву точку якого знаходять за допомогою хімічних індикаторів, або за різкою зміною фізичних х-к досліджуваного розчину (електропровідності, оптичної густини тощо). Методи Т.а. знаходять широке застосування при *аналізі руд, мінералів*, г.п., пром. та ін. матеріалів.

ТИТРУВАННЯ, -..., с. * р. *titrovание*, а. *titration*. н. *Titrierung f* – хім. метод об'ємного аналізу – поступове додавання розчину якої-небудь речовини з титром певної концентрації до розчину досліджуваної речовини, кількість якої треба встановити.

ТІЛО (СЕРЕДОВИЩЕ) ТРИЩИНУВАТЕ, -а, (-а), -ого, с. * р. *тело (среда) трещиноватое*; а. *fissure body (medium)*; н. *Kluftkörper m (Kluftmedium n)* – тверде тіло, що має багато тріщин (щілин).

ТОВЩИНА ПЛАСТИЧНОГО ШАРУ, -и, -ого, -..., ж. * р. *толщина пластического слоя*, а. *plastic layer thickness*, н. *Dicke f der plastischen Schicht* – одна з класифікаційних ознак *вугілля*, яка характеризує його *спікуваність*. Визначається як максимальна відстань між поверхнями розділу "вугілля – пластична маса – напівкок" при нагріванні *вугілля* без доступу повітря у апараті Л.М.Сапожнікова. Найбільші значення Т.п.ш. характерні для коксівного *вугілля* середніх стадій *метаморфізму*: жирне $y = 17-38$ мм, коксівне $y = 13-28$ мм. Довгополуменеве, пісне *вугілля* та *антрацит* мають "у" нижче за 6 мм (в апараті Л.М.Сапожнікова не визначається).

ТОКСИЧНІ ГАЗИ, -их, -ів, мн. * р. *токсические газы*, а. *toxic gases*, н. *giftige Gase n pl, toxische Gase n pl* – 1) *Гази*, що виділяються чи утворюються в природних процесах чи в промисловості. 2) *Гази*, що виділяються чи утворюються у *гірничих виробках* та мають отруйні властивості. До них належить *аміак*, оксиди азоту, оксид вуглецю, радон, сірчистий газ, сірководень, *вуглекислий газ*.

ТОНКОЗЕРНИСТА СТРУКТУРА, -ої, -и, ж. * р. *тонкозернистая структура*, а. *fine-grained texture*; н. *feinkörnige Struktur f* – кристалічнозерниста структура *гірської породи*, для якої характерна присутність мінеральних зерен, розмір яких набагато менший за розмір зерен в характерних представниках кожного даного типу *пород*.

ТОНКОШАРОВА ХРОМАТОГРАФІЯ, -ої, -ії, ж. * р. *тонкослойная хроматография*, а. *thin-layer chromatography*; н. *Dünn-schichtchromatographie f* – метод розділення і аналізу сумішей речовин, що базується на їх різній сорбованості тонким шаром сорбенту (нерухомою фазою) при руху по ньому розчинника (рухомої фази). Як нерухома фаза використовується силікагель, оксид алюмінію, кизельгур, целюлоза, поліамідні матеріали, йонообмінні синтетичні смоли, мінерально-органічні йоніти, як рухома фаза – органічні розчинники (напр., *спирти, кетони, феноли*, їх суміші). Методи Т.х. дозволяють розділяти та ідентифікувати речовини в кількостях $10^{-9}-10^{-6}$ г, виконувати аналізи з наважок до 10^{-6} г. Використовують при якісному аналізі *мінералів*. Особливо цінне застосування Т.х. при аналізі *руд і мінералів* з близькими хім. властивостями, напр. *рідкісноземельних елементів, цирконію і гафнію, ніобію і танталу* та інш.

ТОРФ, -у, ч. * р. *торф*, а. *peat, turf*; н. *Torf m* – тверда горюча *корисна копалина* – органічна *гірська порода*, що утворилася внаслідок неповного біохімічного розкладу відмерлих болотних рослин в умовах надлишкового зволоження при нестачі кисню, яка містить до 50 % мінеральних компонентів на суху речовину чагарників, трав'янистих рослин, а також мохів. У залежності від ботанічного складу, умов утворення і властивостей виділяють 3 типи Т. – верховий, перехідний і низинний. Залягає торф на поверхні Землі або на глибині перших десятків м. У природному стані містить 86-95% *води*. Ступінь розкладання *торфу* – це *вміст в торфі* безструктурної маси, що включає гумінові речовини і негумініфіковані рослинні залишки, які втратили клітинну будову. Розрізняють Т. слабкорозкладений (до 20%), середньорозкладений (20-35%) і сильнорозкладений (понад 35%).

Історія. Перші відомості про Т. як "горючу землю" зустрічаються в "Натуральній історії" Плінія Старшого в (46 р. н.е.). У XII-XIII ст. Т. як паливний матеріал був відомий в Голандії і Шотландії. Перша в світі книга про Т. вийшла в 1658 в Гронінгені (Мартин Шок "Трактат про торф"). За роз-

повсюдженими уявленнями є першою стадією перетворення рослинного матеріалу на *вугілля*.

Хімічний склад і властивості Т. тісно пов'язані з його типом, ботанічним складом і мірою розкладання. Елементний склад (% на органічну масу): С 48-65, О 25-45, Н 4,7-7,0; N 0,6-3,8; S до 1,2-2,5. *Вміст (%) бітумів* (бензолних) 1,2-17 (максимум у верхових Т. високої міри розкладання), водорозчинних речовин 10-60 (максимум у верхових Т. мохової групи), целюлози 2-10, *гумінових кислот* 10-50 (мінімум у слабозкладених верхових і максимум у сильнорозкладених Т. всіх типів), *лігніну* 3-20. Вміст макро- і мікроелементів в Т. залежить від *зольності* і ботаніч. складу. Вміст в Т. *оксидів* досягає (сер. %): Si і Ca 5, Al і Fe 0,2-1,6, Mg 0,1-0,7, P 0,05-0,14; *мікроелементів* (мг/кг): Zn до 250, Cu 0,2-85,0; Co і Mo 0,1-10,0; Mn 2-1000. Макс. *вміст цих елементів* виявлений в Т. низинного типу. Вміст *азоту* в органіч. масі Т. 0,6-2,5% (верховий тип) і 1,3-3,8% (низинний тип). Колір Т. варіює від ясно-жовтого до темно-коричневого (верховий) і від сіро-коричневого до землисто-чорного (низинний). *Структура* верхових Т. змінюється від губчастої (моховий Т.), губчато-волоконистої до пластично-в'язкої (деревний Т.), низинних - від повстяної, стрічково-шаруватої до зернисто-грудкуватої. *Густина* Т. в природних умовах складає 800-1080 кг/м³ і залежить від вологості, ступеня розкладання, зольності, складу мінеральної і органіч. частин. *Густина сухої речовини* 1400-1700 кг/м³. *Вологоємність* Т. коливається від 6,4 до 30 кг/кг. Макс. у верхових Т. мохової групи. *Пористість* досягає 96-97%. Сер. *теплота згоряння* Т. 21-25 МДж/кг, збільшується з підвищенням ступеня розкладання і вмісту бітумів. Нижча *теплота згоряння* фрезерного *торфугу* становить 8-9 МДж/кг, сухого – 10-11 МДж/кг, торфяного брикету – 15-17 МДж/кг.

Класифікація торфугу.

Т. верхового типу (верховий *торф*) – це генетичний тип Т., в ботанічному складі якого залишки рослинності верхового типу складають не менше 95%.

Т. перехідного типу (перехідний *торф*) – це генетичний тип Т. в ботанічному складі якого залишки рослинності верхового типу складають від 10% до 90%, а решта – залишки рослинності низинного типу.

Т. низинного типу (низинний *торф*) – це генетичний тип Т. в ботанічному складі якого не менше 95% залишків рослинності низинного типу.

Кожний тип Т. містить три підтипи, які являють собою таксономічну одиницю класифікації видів *торфугу*, що відображає підтип рослинності, з якої сформувався торф, зберігає його назву і характеризується певними вологістю, ступенем розкладу та вмістом деревних залишків. Розрізняють лісовий, лісо-драговинний, і драговинний підтипи *торфугу*.

Група *торфугу* – це таксономічна одиниця класифікації видів *торфугу*, що відображає групу рослинності, з якої утворився *торф*, зберігає його назву і характеризується певним співвідношенням деревних, трав'янистих і мохових залишків в ботанічному складі *торфугу*.

В кожному типі *торфів* розрізняють шість груп: деревну, деревно-трав'яну, деревно-мохову, трав'яну, трав'яно-мохову і мохову.

Деревна група *торфів* включає в себе види *торфів*, в ботанічному складі яких вміст деревних залишків становить не менше 40%. (Т. вільховий, березовий, ялиновий, сосновий низинний, вербовий, деревний перехідний, сосново-чагарниковий).

Деревно-трав'яна група *торфів* об'єднує види *торфів*, в ботанічному складі яких вміст деревних залишків становить від 15% до 35%, серед недеревних переважають трав'яністі залишки. (Т. деревно-осоковий, деревно-очеретяний, деревно-хвощовий деревно-осоковий перехідний, сосново-пухівковий).

Деревно-мохова група *торфів* об'єднує види *торфів*, в ботанічному складі яких вміст деревних залишків становить від 15% до 35%, серед недеревних переважають залишки мхів. (Т. деревно-гіпновий, деревно-сфагновий перехідний, сосново-сфагновий).

До трав'яної групи *торфів* входять види *торфів*, в ботанічному складі яких деревні залишки становлять не більше 10%, залишки мхів - до 30%, решта - трав'яністі залишки (Т. хвощовий, очеретяний, очеретяно-осоковий, вахтовий, осоковий, шейхцерієвий низинний, шейхцерієвий перехідний, осоковий перехідний, пухівковий, шейхцерієвий верховий).

Трав'яно-мохова група *торфів* включає в себе види *торфів*, в ботанічному складі яких деревні залишки становлять не більше 10%, залишки мхів – від 35% до 65%, решта – трав'яністі залишки (Т. осоково-гіпновий, осоково-сфагновий низинний, осоково-сфагновий перехідний, пухівково-сфагновий, шейхцерієво-сфагновий).

Мохова група *торфів* об'єднує види *торфів*, в ботанічному складі яких вміст деревних залишків не перевищує 10%, вміст залишків мхів не менше 70% (Т. гіпновий низинний, сфагновий низинний, гіпновий перехідний, сфагновий перехідний, фускум Т., ангустіфоліум Т., магеланікум Т., комплексний моховий, сфагновий мочаровий).

Геологічні запаси торфугу. Світові запаси Т. оцінюються в 500 млрд. т, площа торфових род. світу становить 176 млн.га. Род. Т. виявлені на всіх *континентах*. Великі запаси *торфугу* є в Беларусі, Польщі, РФ, Китаї, країнах Прибалтики, Індонезії, Фінляндії, Швеції, США, Канаді. На території України поклади *торфугу* зосереджені на Поліссі. Геологічні запаси Т. в нашій країні оцінюються у 2,17 млрд.т, а площа торфових родовищ становить близько 1 млн. га.

Технологія видобутку. Основи сучасної технології видобутку Т. були закладені в 30-40-і рр. ХХ ст. Розвиток технології розробки торфовищ Т. ведеться в 4-х напрямках: машинно-формульовальному, гідравлічному, екскаваторному і фрезерному.

Використовують торф як *паливо*, будівельний матеріал, сировину для хімічної промисловості, добриво.

Розрізняють: *торф вербовий, торф верховий, фускум-торф, торф верховий, торф верховий комплексний, торф гіпновий, торф деревний, торф деревно-моховий, торф деревно-трав'яний, торф мезотрофний, торф моховий, торф низинний, торф перехідний, торф похований, торф сфагновий, торф трав'яний, торф тростинний, торф хвощевий, торф шейхцерієвий, торф ялинковий, класифікація торфу, магелланікум-торф.*
ТОРФОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ, -ої, -ості, ж. * р. *торфовая промышленность*, а. *peat industry*; н. *Torfwirtschaft f, Torfindustrie f* – галузь паливної промисловості, підприємства якої освоюють торфові родовища, видобувають і переробляють *торф*.

Започаткування Т.п. відносять до ХІІ-ХІІІ ст., коли в Голандії і Шотландії стали використовувати *торф* для опалювання. З ХVІ-ХVІІ ст. видобуток *торфу* розпочато у Франції, Швеції, Німеччині. Торфорозробки на Сх. Слобожанщині розпочаті під Воронежем у 1700, в 1703 – під Азовом. З 1789 видобуток *торфу* початий в р-ні Санкт-Петербурга. В кінці ХХ ст. серед сх.-європейських країн видобуток Т. ведеться в осн. в Польщі, Беларусі та Україні. З азіатських країн *торф* видобуває в осн. Китай, з євразійських – Росія. Найбільші продуценти *торфу* серед розвинених країн – Фінляндія, ФРН, Ірландія, Нідерланди, США і Канада.

На тер. України *торф* видобували з кінця ХVІІІ – початку ХІХ ст. Як галузь Т.п. набула розвитку з 1929 р. Сьогодні на території України *торф* видобувають у Чернігівській, Житомирській, Львівській, Сумській та Рівненській областях. Щороку добувають понад 20 млн.т. *торфу*. Організовано виробництво торфобрикетів. До 70-х років провідним способом добування був екскаваторний (понад 60%). З розвитком торфобрикетного виробництва основним способом стає фрезерний. Значно змінився напрям застосування *торфу*. Якщо раніше майже весь добутий в Україні торф використовували як *паливо*, то з 1975 р. – лише 10-11% заг. видобутку. Переважним стає використання *торфу* для потреб сільського господарства як органічне добриво, а також для виготовлення різної продукції його переробки (торфових горщиків, різних ґрунтових сумішей та високоякісних компостів). Освоюються безнітратні біоторфові добрива, рідкі і тверді торфогумінові добрива, біологічно активні речовини (гумінат *натрію*). На початку ХХІ ст., у зв'язку з подорожчанням *нафтопродуктів* і *природного газу*, *торф* знову привертає до себе увагу як енергоносіє.

ТОРФОВИЙ ВІСК, -ого, -у, ч. * р. *торфяной воск*, а. *peat wax*, н. *Torfwachs n* – різновид *бітуму торфового*, що отримують з *торфу* при екстракції бензином. В органічній масі *бітуму* виділяють: *віск, смоли і парафіни*, к-сть яких у вихідному продукті залежить від складу розчинника. При екстракції торфового *бітуму* бензином одержують до 80% Т.в., спиртобензолом – до 30% Т.в. і значну частину смолистих *речовин*. Розрізняють сирий Т.в., знесмолений і рафінований. Властивості Т.в. характеризуються т-рами плавлення, каплепадіння, кислотним, ефірним, йодним числами і інш. Сирий Т.в. – пековидна маса від темно-коричневого до чорного кольору з т-рою кипіння 70-80 °С, плавлення 50-75 °С, що містить *воску* 40-45%, *парафіну* 40 -45%, *смоли* 20-10%. Обезсмолений Т.в. отримують обробкою сирого *воску* охолодженням до 0-5 °С бензином, в якому розчиняється смолиста частина. У знесмоленому Т.в. вміст *воску* не менше 90%, *смоли* до 10%, т-ра кипіння 78 °С, *колір* темно-коричневий. Рафінований *віск* отримують зі знесмоленого Т. вакуумною *дистиляцією*, очищенням розчинниками, окисненням азотною, сірчаною, хромовою к-тами і інш. окиснювачами. *Рафінування* проводять з метою виділення або руйнування забарвлюючих *речовин*. У результаті отримують світло-жовтий *віск* з т-рою кипіння 79 °С, що містить до 93% вільних кислот. Т.в. використовують в технології точного лиття, при виробництві пластмас, спец. мастил для автомобілів, у медицині тощо.

ТОРФОДОБУВАННЯ, -..., с. * р. *торфодобыча*, а. *peat output; peatery, peatbog*; н. *Torfbetrieb m, Torfgabbau m* – сукупність операцій добування *торфу* з *торфовищ*, його переробки (в разі потреби), сушіння та збирання за допомогою *торфових машин*. Розробка *торфового родовища* включає його осушення, підготовку площ (корчування дерев, пеньків, звільнення поверхневого шару від сторонніх включень тощо). Видобуток *торфу* ведеться машинно-формульовальним, гідравлічним, екскаваторним, фрезерним або комбінованим способами. Найпоширенішим і найбільш економічним є фрезерний спосіб торфодобування, за яким поверхневий шар *торфовища* подрібнюють (фрезерують), торфовий дрібняк сушать, а далі укладають у *штабелі*. За екскаваторним способом торфодобування *торфовище* одразу розробляють на всю глибину, а з *торфу* створюють цеглини (торфини). Безкар'єрно-глибинний спосіб торфодобування полягає у формуванні цеглин з торфОВОЇ маси, вийнятої з *траншей*.

Розрізняють: *різальний спосіб видобутку торфу; торфовидобування екскаваторне (екскаваторний спосіб видобутку торфу), фрезерний спосіб видобутку торфу, пошаровий (шаровий) спосіб видобутку торфу.*

ТОЧКА ІНВЕРСІЇ ЕМУЛЬСІЇ, -и, -..., ж. * р. *точка инверсии эмульсии*; а. *inversion point of emulsion*;

н. *Emulsionsinversionspunkt* *m* – коефіцієнт обводненості емульсії, за якого емульсія одного типу переходить в емульсію другого типу, тобто відбувається обертання фаз.

ТОЧКА РОСИ, -и, -..., ж. * **р.** *точка росы*; **а.** *dew-point*; **н.** *Taupunkt* *m* – 1. Температура, за якої в процесі охолодження повітря або іншого газу, починає випадати рідка фаза (роса), а водяна пара, яка міститься в ньому, чи висококиплячий компонент досягають стану насичення. 2. Температура, за якої газ стає повністю насиченим паром води за даного тиску. Із зростанням тиску Т.р. підвищується.

ТРАКТ, -у, ч. * **р.** *тракт*, **а.** *section, path*; **н.** *Trakt* *m* – 1. (техн.) сукупність засобів, що утворюють шлях для чого-небудь (напр., Т. звукопередачі). 2. Те саме, що шлях.

ТРАНЗИСТОР, -а, ч. * **р.** *транзистор*, **а.** *transistor*, **н.** *Halbleitertriode f, Transistor m* – напівпровідниковий прилад, який застосовується для підсилення потужності малопотужних інформаційних сигналів.

ТРАНСМІСІЯ, -ії, ж. * **р.** *трансмиссия*, **а.** *transmission*, **н.** *Transmission f, Triebwerk n* – механізм, за допомогою якого передають рух від двигуна до робочих машин.

ТРАНСПОРТ, -у, ч. * **р.** *транспорт*, **а.** *transport*, **н.** *Verkehr m, Transport m* – одна з найважливіших галузей матеріального виробництва, яка забезпечує виробничі і невиробничі потреби господарства і населення в усіх видах перевезень. Розрізняють наземний, водний та повітряний Т.: залізничний, автомобільний і трубопровідний; морський та річковий; авіаційний. Т. поділяється на Т. загального користування, Т. промисловий та Т. особистий. Крім того, розрізняють пасажирський та вантажний Т. У гірничій справі широко застосовується залізничний та автомобільний Т. (*кар'єри*), трубопровідний (пневмо- та *гідротранспорт*), конвеєрний транспорт.

Транспорт безупинний (безупинної дії) – транспортні установки і *пристрої*, у яких переміщення вантажу відбувається безупинним потоком; до транспорту безупинного відносять конвеєрний, гідравлічний і гравітаційний.

Транспорт гідравлічний – вид транспорту, при якому для переміщення *гірничої маси* використовуюється енергія потоку води. Див. *гідравлічний транспорт*.

Транспорт гравітаційний – вид транспорту, при якому переміщення *гірничої маси* відбувається під дією власної ваги.

Транспорт кар'єрний – види промислового транспорту, що використовуються для переміщення вантажів на відкритих *гірничих роботах* (залізничний, автомобільний, конвеєрний, гідравлічний, комбінований та ін.). Див. *кар'єрний транспорт*.

Транспорт шахтний – комплекс споруд і *пристроїв*, призначений для прийому і переміщення різних вантажів і людей на підземних гірничодобувних підприємствах.

Транспорт скіповий – спеціальний вид транспорту, при якому *гірничу масу* видається з *кар'єру* або *шахти* в *скіпах* по похилих рейкових або вертикальних провідниках.

Розрізняють: конвеєри, гідравлічний транспорт, гідравлічний транспорт магістральний, гідравлічний транспорт промисловий, трубопровідний транспорт, шахтний транспорт, кар'єрний транспорт, кар'єрний транспорт комбінований, пневматичний транспорт, канатна відкатка, канатна дорога, газопровід, газопровід магістральний, транспорт газу далекий, транспортування *гірничої маси*, транспортування нафти, трубопровід промисловий.

ТРАНСПОРТЕР, -а, ч. * **р.** *транспортер*, **а.** *transporter, conveyor*; **н.** *Förderer m* – *пристрій*, яким переміщують вантажі на велику віддаль, конвеєр. Т. р о л и к о в и й – те саме, що й р о л ь г а н г ; Т. гвинтовий – те саме що й *шнек*.

ТРАНСПОРТНА ВОДА, -ої, -и, ж. * **р.** *транспортная вода*, **а.** *transport water*, **н.** *Schubwasser n, Transportwasser n* – вода, що використовується у технологічному процесі збагачення *корисних копалин* для транспортування матеріалу. Т.в. подається до збагачувального апарата разом з вихідним матеріалом. Питомі витрати Т.в. на одиницю маси збагачуваного матеріалу за одиницю часу є одним з чинників регулювання процесу збагачення у *відсаджувальних машинах*, *мийних жолобах*, на *шлюзах*, *гвинтових сепараторах*, *концентраційних столах*.

ТРАНСФОРМАЦІЯ, -ії, ж. * **р.** *трансформация*, **а.** *transformation*, **н.** *Umformung f, Transformation f* – зміна, перетворення виду, форми, істотних властивостей чого-небудь. Трансформувати – перетворювати, змінювати.

ТРАНСЦЕНДЕНТНИЙ, * **р.** *трансцендентный*, **а.** *transcendental*, **н.** *transzendent* – 1) Який не може бути обчислений алгебричним способом. Напр., Т. ф у н к ц і ї – аналітичні функції, що не є алгебричними; Т. ч и с л а – числа, що не задовольняють жодне алгебричне рівняння з цілими коефіцієнтами. Аналогічно – Т. поверхні, криві, рівняння, елементи тощо. Поняття Т. широко застосовується в дослідженні процесів, що описуються диференціальними рівняннями, рішення яких можливе тільки чисельними методами, напр., для опису ряду субпроцесів *відсадки*, *флотації*, гідравлічної *сепарації*, а також *фільтрації* та ін. процесів з домінуючим впливом гідравлічних факторів на елементарний акт. 2) Той, який перебуває поза досвідом.

ТРИБОЕЛЕКТРИКА, -и, ж. * **р.** *трибоэлектричество*, **а.** *triboelectricity*, **н.** *Triboelektrizität f* – явище

виникнення електрики під час тертя тіл одне об одне. Сильний прояв Т. спостерігається, напр., при терті *кварцу* об *кварц*. Має місце загальна закономірність, згідно з якою при терті двох діелектриків позитивного заряду набуває той з них, у якого діелектрична проникність більша.

ТРИБОМЕТРИЯ, -ії, ж. * р. *трибометрия*, а. *tribometry*, н. *Tribometrie* f – сукупність методів вимірювання сил тертя (зовнішнього) й визначення стійкості проти спрацювання.

ТРИМАЦЕРИТ, -у, ч. * р. *тримацерит*, а. *trimacerite*, н. *Trimacerit* m – *мікролітотип*, що складаються з асоціації *мацералів* всіх трьох мацеральних груп, в яких пропорція кожної окремої мацеральної групи повинна перевищувати 5% (за об'ємом). Термін запропонований Маковскі (1956 р.) і був прийнятий Міжнародним комітетом з петрології вугілля і органічної речовини (МКПВОР) в 1964 р.

Тримацерит можна поділити на тримацеритV (дюрокларит), тримацеритL (вітринертоліптит) і тримацеритI (клародюрит), якщо одна з мацеральних груп переважає над двома іншими. У межах вітринітової мацеральної групи *мацерали* підгрупи *детровітриніту* є домінуючими. *Тримацерит* може включати мінеральні домішки.

Фізичні властивості. У залежності від ступеня *вуглефікації* і мацерального складу густина *тримацериту* варіює між 1,25 і 1,7 г/см³. Міцність варіює між 30 і 80 кг/мм². Звичайно міцність вище, ніж у *клариту*, але нижче, ніж у *дюриту*.

Хімічні властивості. Вихід і склад екстрактів і *легких речовин* залежать від ступеня *вуглефікації* і мацерального складу. І вихід, і склад займають проміжне положення між *кларитом* і *дюритом* відповідної категорії.

Походження. *Тримацерит* є проміжним *мікролітотипом* між *кларитом* і *дюритом*. У зв'язку з цим його походження може бути більш тісно пов'язане з *кларитом*, якщо присутній тримацеритV, і *дюритом*, якщо формується тримацеритL або тримацеритI (Штах і інш., 1982 р.). Згідно Штрелау (1990 р.) *тримацерит* є основним *мікролітотипом* в *фаціях* глинистого *вугілля*, що вказує на гіпоавтохтонне – алохтонне підводне відкладення. Таке походження є типовим, особливо у вугіллі Гондвани (Корреа да Сільва і Вольф, 1978 р.; Маркес-Тойго і Корреа да Сільва, 1984 р.).

Залягання. *Тримацерит* – це *мікролітотип*, який після *вітриту* є наступним по значущості компонентом гумусового *вугілля* середньої стадії *вуглефікації*. Крім того, *дюрит* є основною складовою *дюрену*.

Практична значущість. Технологічні властивості *вітринертиту* займають проміжне положення між властивостями *клариту* і *дюриту*. Дюрокларит і вітринертоліптит мають більш виражену тенденцію в бік до *клариту*, клародюрит – в бік *дюриту*. У зв'язку з природною внутрішньою сумішшю *мацералів тримацерит* є найбільш прийнятним компонентом коксовий шихт.

Походження слова: tri-(tres) (лат.) – три; macerare (лат.) – розчиняти, пом'якшувати, переварювати.

ТРИЩИНА, -и, ж. * р. *трещина*, а. *fracture, fissure, joint crack, cleft*; н. *Spalte f, Kluft f, Bruch m, Riss m, Ritz m, Ritze f* – плоский розрив суцільності середовища. Величина розриву в Т. на порядок і більше перевищує міжатомні відстані в кристалічній *ґратці*. Відкриті *тріщини* характеризуються чітко видимою порожниною, вільною або заповненою уламковим матеріалом. Приховані *тріщини* не виявляються візуально, а тільки при відбиванні зразків чи спеціальними спостереженнями.

ТРУБА-СУШАРКА, -и-и, ж. * р. *труба-сушилка*, а. *tubular dryer*; н. *Trockenrohr n* – *сушарка*, конструктивно виконана як вертикальна камера, у якій вологий матеріал виноситься у зону розвантаження потоком гарячих димових газів. Різновидом Т.-с. є пневмосопла *сушарка*, яка діє з використанням принципу *насадки Вентури*.

ТРУБКА ПІТО, -и, -..., ж. * р. *трубка Пито*; а. *Pitot tube, pitometer*; н. *Pitot-Rohr n; Staurohr n* – вертикальна трубка P_2 невеликого діаметра з загнутим проти течії нижнім кінцем; перевищення горизонту рідини в трубці P_2 над горизонтом рідини в трубці P_1 (п'езометрі) дає величину, що приблизно дорівнює швидкісному напору h_u . Конструктивне поєднання трубок P_1 і P_2 називають інколи приладом Піто або "комбінованою трубкою Піто". Такий *прилад* використовують для вимірювання місцевої швидкості

$$u = \varphi \sqrt{2gh_c},$$

де φ - коефіцієнт, що враховує форму й умови обтікання рідиною нижнього кінця трубки Піто; g - прискорення вільного падіння.

ТРУБОПРОВІД, -оводу, ч. * р. *трубопровод*; а. *pipe-line*; н. *Rohrleitung f, Pipeline f* – комплекс споруд, призначений для транспортування газоподібних та рідких середовищ. Складається з щільно з'єднаних труб (переважно металевих) і *насосних станцій* (лінійна частина з *насосними станціями*), обладнаних *арматурою*, системами корозійного та електрохімічного захисту і контрольно-вимірювальною апаратурою, а також установок підготовки до транспорту та прийому продукту в кінцевому пункті (початковий та кінцевий *термінали*).

Основним елементом Т. є *труба* того або іншого типу і розміру, виготовлена з вуглецевих або легуваних сталей, чавуну, пластмас, композиційних матеріалів, скла, залізобетону і т.і.; з'єднання труб може бути роз'ємним (фланцеве, різьбове) або нероз'ємним (зварне, паяне). Зварні з'єднання забезпечують високу герметичність, відрізняються надійністю в експлуатації і економічністю у

порівнянні з іншими типами з'єднань. До фасонних деталей Т. належать відводи для зміни напрямку Т., переходи для зміни діаметра труби, трійники для відгалужень, заглушки і т.і. *Арматура* для Т. за призначенням підрозділяється на запірну, регулюючу, розподільно-змішувальну, запобіжну, зворотну, фазорозподільну; вибір *арматури* здійснюють у залежності від робочих параметрів (тиску, температури, діаметра *труб*) і агресивності перекачуваного середовища. Компенсація Т. здійснюється за рахунок поворотів, спусків, підйомів (самокомпенсація) або установкою спеціальних компенсаційних пристроїв (П- і ліроподібні, сальникові, лінзові та інші компенсатори); опори для Т. застосовуються вільні (ковзні), спрямовуючі (фіксуючі) та нерухомі. Продукти, що транспортуються, за ступенем агресивності розділяють на неагресивні, малоагресивні (швидкість *корозії* не перевищує 0,1 мм за рік), середньо агресивні (0,1-0,5 мм за рік) та високо агресивні (понад 0,5 мм за рік). Т. для агресивних середовищ споруджують з *труб* з підвищеною товщиною стінки або застосовують *труби* з високолегованих сталей та біметалічні, футеровані корозійно стійкими м-лами, пластмасові, склопластикові і т.п. За функціональним призначенням Т. розподіляють на технологічні, промислові та магістральні; за видом транспортуємого матеріалу – на *газопроводи*, *нафтопроводи*, *вуглепроводи* (гідротранспортні системи), Т. для транспортування *руд* чорних та кольорових металів, *грунтів*, сировини для хімічної та будівельної промисловості, контейнерів тощо. Т., що переміщують продукти переробки *корисних копалин*, продукції різних виробництв та промислових відходів іноді об'єднують у групу *продуктопроводів* (бензопровід, аміакопровід, концентратопровід, золопровід тощо). За тиском розрізняють Т.: вакуумні (нижче 0,1 МПа), низького тиску (0,1-1,5 МПа), середнього тиску (1,6-10 МПа) і високого тиску (понад 10 МПа); за способом укладки – підземні, наземні, надземні і підводні. Вибір укладки здійснюється на підставі техніко-економічних розрахунків з урахуванням *рельєфу* місцевості, особливостей геологічної будови та гідрогеологічних умов, клімату, штучних і природних перешкод, фізико-хімічних властивостей матеріалу, який транспортується, зручності обслуговування. Від впливу зовнішнього середовища Т. захищають покриттями (лакофарбовими, бітумними, емалевими, на основі епоксидних смол, у вигляді поліетиленових покриттів); для перекачування гарячих та низькотемпературних середовищ Т. обляднують тепловою ізоляцією. *Підземні* Т. для зменшення ґрунтової *корозії* і впливу блукаючих струмів обладнують засобами електрохімічного захисту (протекторного, катодного та дренажного). Перед пуском в експлуатацію, після завершення монтажних робіт, ремонту, консервації або простою понад один рік Т. піддаються гідравлічному випробуванню (див. *трубопроводів гідравлічне опресування*) або пневматичному випробуванню на тривалість роботи та герметичність, яке провадиться після повного складання Т., монтажу всіх врізів, *штуцерів*, *арматури*, дренажних пристроїв, спускних та повітряних ліній.

ТРУБОПРОВІДНИЙ ТРАНСПОРТ, -ого, -у, ч. * р. *трубопроводный транспорт*, а. *pipeline transport*; н. *Rohrleitungstransport* м, *Pipelinetransport* м – вид *транспорту*, що забезпечує передачу на відстань по *трубопроводах* рідких, газоподібних середовищ і твердих матеріалів.

У залежності від продукту, що транспортується, розрізняють *нафтопровід*, *газопровід*, *водопровід*, *пульпопровід* та ін. Історія Т.т. нараховує дек. тисячоліть. У давньому Єгипті використовувалися гончарні, дерев'яні, мідні і свинцеві труби для водопостачання. У античному Римі збереглися акведуки для водопровідних каналів. Перші згадки про *газопроводи* припадають на початок нової ери, коли для передачі природного газу в Китаї застосовували бамбукові труби. У XVIII ст. в Європі для транспорту газу почали використовувати чавунні труби. *Пневматичний транспорт* (для поштових цілей) уперше застосовуваний в 1792 (Австрія). Перший *нафтопровід* (довж. 6 км) побудований в США у 1865. Розрізняють магістральний і промисловий Т.т. Він може бути безперервним (без порушення суцільності потоку середовища, що транспортується або несучого середовища) і періодичним. До останнього належить контейнерний Т.т., який може бути в залежності від несучого середовища гідравлічним і пневматичним (див. *гідравлічний транспорт*, *гідравлічний транспорт промисловий*, *гідравлічний транспорт магістральний*, *пневматичний транспорт*, *газопровід магістральний*, *нафтопровід*). Транспортування по підземних трасах хім. продуктів в 2-3 рази прискорює їх доставку. У 80-х рр. XX ст. *трубопроводи* для рідких і газоподібних продуктів діаметром понад 1000 мм займають провідне місце, сер. дальність перекачування *нафти* і *газу* перевищує 1000 км, довжина окремих *трубопроводів* досягає 4-5 тис. км, потужність одиничних перекачувальних *агрегатів* досягає 16-25 тис. кВт. Одним з прогресивних техн. рішень підвищення ефективності Т.т. *газу* є його *транспортування* в охолодженому або скрапленому стані, що дозволяє збільшити пропускну спроможність *газопроводів* та знизити капіталовкладення на 15-80%. Низькотемпературні *трубопроводи* оснащені головними і проміжними холодильними станціями, сам *трубопровід* теплоізольований, перекачування скрапленого газу аналогічне перекачуванню *нафти*. В кінці XX ст. у світі експлуатується понад 120 *трубопроводів* довжиною в десятки і сотні км, що забезпечують транспорт *вугілля*, *залізняку*, *вапняку*, мідного *концентрату*, *фосфатів* і інш. Трубопровідна мережа збільшується щорічно в сер. на 3-4%. Значні об'єми трубопровідного будівництва ведуться в США, Канаді, Зах. Європі, Африці, в Лат. Америці і Австралії. Серед світових транспортних артерій провідне місце займають *трубопроводи* діаметром понад 1000 мм,

відстань транспортування перевищує 1000 км, а в окремих випадках сягає до 4-5 тис. км, потужності одиничних перекачувальних *агрегатів* сягають 16-25 тис. кВт. У структурі *трубопроводів* переважають *газопроводи*, поширюється мережа нафтопродуктопроводів, набуває поширення Т.т. *вузлівля, руд* і *концентратів* чорних та кольорових металів, етано-, етилено- і аміакопроводів. Завдяки техн. прогресу в Т.т. пропускна спроможність окр. газопроводів досягла 30-45 млрд. м³ рік, *нафтопроводів* до 90 млн. т/рік. Розвиток Т.т. протікає в напрямку створення складних трубопровідних систем з єдиним управлінням, підвищення тиску, продуктивності, протяжності, розгалуженості Т.т., посилення зв'язків Т.т. з інш. системами енергетики та транспорту, збільшення глибини і масштабів маневрування в нештатних (аварійних) ситуаціях та пікових навантаженнях, підвищення екобезпеки.

ТРУДОВИЙ СТАЖ, -ого, -у, ч. * р. *трудоваго стаж*, а. *service*; н. *Beschäftigungsdauer f, Arbeitspraxis f* – визначений законом час (тривалість) трудової діяльності працівника. Розрізняють загальний трудовий стаж і стаж певної роботи. Від виду *трудоваго стажу* залежить ряд правових наслідків: надання основних і додаткових відпусток, призначення і розмір пенсій тощо. Основним документом, що засвідчує *трудоваго стаж*, є трудова книжка. У *шахтарів* від *трудоваго стажу* залежить розмір виплати за вислугу років.

ТУНЕЛЬ, -ю, ч. * р. *тоннель*, а. *tunnel*, н. *Tunnel m* – горизонтальна чи похила підземна (підводна) капітальна *виробка* з двома виходами на денну поверхню призначена, як правило, для руху колісного транспорту, прокладання інж. комунікацій тощо. Розрізняють Т. транспортні, пішохідні, гідротехнічні, комунальні, гірничо-промислові (для видалення *породи* і *руд*, вентиляційні, дренажні) і спеціальні (оборонного призначення, для проведення наук. досліджень).

Т. почали будувати в глибокій старовині. У 2180 р. до н.е. у Вавілоні під р. Євфрат був побудований пішохідний *тунель* довжиною 920 м. У 700 р. до н.е. на о. Самос в Егейському м. побудували Т. для водопостачання довжиною 1600 м. З XVII ст. почалося будівн. судноплавних, в кінці XIX ст. – залізничних, а на початку XX ст. – автошляхових Т. В кінці XX ст. найбільшим у світі є *тунель* "Сейкан" під прот. Цутару між о-вами Хонсу та Хоккайдо загальною довжиною 53,85 км. В Україні найбільшим є гідротехнічний Т. – Ялтинський водовід довж. 7,216 км. Перспективним у XXI ст. є побудова *тунелів* під протоками. В 1991 р. у Вашингтоні було створено консорціум, який займається здійсненням проекту *тунелю* під Беринговою протокою. Реалізація цього проекту дозволить поєднати залізничні мережі чотирьох континентів – Америки, Європи, Азії та Африки.

ТУРБОАГРЕГАТ, -а(-у), ч. * р. *турбоагрегат*; а. *turbine-driven set; turbounit*; н. *Turbosatz m, Turbinensatz m, Turbinenaggregat m* – жорстко з'єднані на одному валу турбіна й робоча *машина* (електричний *генератор*, *насос*, *компресор* тощо).

ТУРБОГЕНЕРАТОР, -а, ч. * р. *турбогенератор*, а. *turbogenerator*, н. *Turbogenerator m* – електричний синхронний *генератор* змінного трифазного струму з приводом від парової або газової *турбіни*. Т. має неявнополісний *ротор* (індуктор); частота обертання ротора 3000 хв⁻¹. Охолодження повітряне, водневе або форсоване воднево-водяне. Потужність промислових Т. досягає 800-1200 МВт. Більшу частину електроенергії в нашій країні одержують за допомогою Т.

ТУРБОДЕТАНДЕР, -а, ч. * р. *турбодетандер*; а. *turbo-expander*; н. *Expansionsturbine f* – *машина* (детандер) лопатевого типу для охолодження й *скраплення газу*.

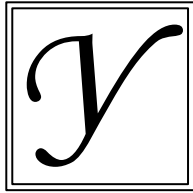
ТУРБОКОМПРЕСОР, -а, ч. * р. *турбокомпрессор*, а. *gas generator, gas producer; turboblower, turbocompressor*; н. *Turboverdichter m, Turbinenverdichter m, Turbokompressor m* – відцентрований або осьовий *компресор*, що його приводить у рух *турбіна*.

ТУРБОНАСОСНИЙ АГРЕГАТ, -а(-у), ч. * р. *турбонасосний агрегат*; а. *turbo-pumping unit*; н. *Turbopumpenaggregat* – *насосний агрегат*, в якому приводним *двигуном* є гідравлічна чи газова *турбіна*.

ТУРБОПОВІТРОДУВКА, -и, ж. * р. *турбовоздуховулка*, а. *air turboblower*, н. *Turbogebälse f* – *машина* для нагнітання стисненого повітря під надлишковим тиском не вище за 1 атм, у якій основним робочим органом є повітряна *турбіна*. Т. використовують для постачання стисненого повітря *відсаджувальних машин*, *віддувних систем вакуум-фільтрів*, *пневматичних сепараторів* тощо.

ТУРБУЛЕНТНА ТЕЧІЯ, ТУРБУЛЕНТНІСТЬ, -ої, -ії, -ості, ж. * р. *турбулентное течение, турбулентность*; а. *turbulent flow, turbulence*; н. *Turbulenz, Verwirbelung f, Wirbelströmung f* – вихровий рух – бурхливий неупорядкований рух *рідин* або *газів* при якому елементи *рідини* або *газу* рухаються по складних траєкторіях. При числі *Рейнольдса* $Re > 1\ 000$ рух *рідини турбулентний*. При $Re < 1$ – *ламінальний*. Мінімальна швидкість руху *повітря* у *виробці*, при якій забезпечується турбулентний рух, – 0.018 м/с. У природі і *техніці* Т.т. зустрічається часто. Рух *газів* в атмосфері планет, *плазми* в космічних об'єктах, *води* в ріках, *морях* і *океанах* має турбулентний характер. Рух різних середовищ в *трубопроводах*, *насосах* тощо теж має турбулентну структуру. Т.т. – основний вид руху повітря *гірничими виробками*. Протилежне – *ламінарна течія*.

ТУРБУЛЕНТНИЙ РУХ, -ого, -у, ч. * р. *турбулентное движение*; а. *turbulent motion*; н. *Turbulenzbewegung f, Verwirbelungsbewegung f* – рух *рідин* або *газів*, при якому утворюються вихори, а *рідини (газу)* швидко переміщуються. Протилежне – *ламінальний рух*. Див. *турбулентна течія*



"УКРАЇНСЬКЕ ВУГІЛЛЯ" – програма розвитку *вугільної промисловості* України на період 2001-2010 рр. Затверджена Постановою КМ України 19.09.2001 № 1205. Передбачає ряд комплексних організаційно-правових та технічних заходів, які дозволять: по-перше, в 2010 р. мати 159 економічно ефективних *шахт* і 3 *розрізи* (на 2001 р. – 190 шахт і 3 розрізи); по-друге, досягнути виробничої потужності в 2010 р. на рівні 112 млн.т., видобутку *рядового вугілля* 110 млн.т. в т.ч. для потреб енергетики 63 млн.т. та понад 47 млн.т. коксівного *вугілля*; по-третє, покращити якість вугільної продукції, зокрема, знизити *зольність* вугілля, що видобувається, до 22,7%. Програма передбачає широке впровадження нової вітчизняної вугледобувної *техніки* та *технології*, доведення до 40 одиниць кількості *шахт (розрізів)* з видобутком *вугілля* понад 1 млн.т. на рік; комплексну механізацію *вибоїв* (заплановано видобувати 90% всього *вугілля* з цих вибоїв); рівень проведення виробок *комбайнами* – 50%; навантаження на діючий *очисний вибій* – 470 т, а на комплексно-механізований – 705 т (в 1,7 разів більше показників 1991 р.). В 2001-2005 рр. Програмою передбачається продовження будівництва 167 горизонтів, в 2006-2010 рр. – 157 горизонтів. Планується підвищення рівня безпеки та охорони праці, розвиток вітчизняного вугільного машинобудування, *металургії*, приладобудування тощо. Виконання Програми закладе основу для підвищення в 2030 р. видобутку *вугілля* до 120-125 млн.т. на рік. Конкретні дані по *шахтам* і *розрізам* України які будуть переоснащені або закриті наведено в додатку.

"Укркокс" – українська національна науково-промислова асоціація (Дніпропетровськ), яка здійснює науково-технічну координацію підприємств металургії України. До неї входить 29 підприємств, у тому числі 13 коксохімічних заводів та галузевих виробництв металургійних комбінатів, 2 науково-дослідницьких інститути, проектно-конструкторське бюро, ряд фірм різних форм власності. E-mail: ukrkoks@a-teleport.com

"Укрнафта" – відкрите акціонерне товариство (ВАТ) "Укрнафта", яке об'єднує нафто- і газовидобувні підприємства України. "Укрнафта" забезпечує понад 91 % видобутку нафти, 27% газового конденсату та 17% газу від загального видобутку вуглеводнів в Україні; має: • 98 родовищ вуглеводнів на території двох нафтогазових регіонів України, що охоплюють Львівську, Івано-Франківську, Чернівецьку, Сумську, Чернігівську, Полтавську, Харківську та Дніпропетровську області; • 2 783 нафтових та газових свердловин; • понад 390 АЗС у 24 регіонах України; • 28 тис. працівників. E-mail: press@ukrnafta.com

УкрНДІвуглезбагачення – Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут по збагаченню і брикетуванню вугілля. Організований у 1958 р. у м. Луганську. Тематика наукових досліджень охоплює всі напрямки і задачі, необхідні для розвитку вуглезбагачення. Зокрема, інститутом визначені якісні характеристики вугільних пластів Донецького басейну, проводяться дослідження: • теорії і практики контролю та опробування вугільної сировини; • методів оцінки вугілля як об'єкта збагачення і математичний опис технологічних процесів механічної переробки вугілля; • теорії і практики мокрого грохочення і зневоднення на нерухомій робочій поверхні, створення обладнання для цього процесу; створені і досліджені: нові робочі поверхні грохочення, зносостійкі поверхні для обладнання вуглезбагачувальних фабрик, теорія і практика гідравлічної відсадки, теорія і практика вловлювання і зневоднення шламів та прояснення шламових вод, а також збагачення антрацитів. Інститут є базовою організацією зі стандартизації якості товарного вугілля.

УЛЬТРАЗВУКОВА ОБРОБКА, -ої, -и, ж. * р. *ультразвуковая обработка*, а. *ultrasonic treatment*, н. *Ultraschallbehandlung* f – вплив на *шлами (суспензії) ультразвуку* для інтенсифікації процесів *диспергування реагентів*, розділення тонких шламових частинок, гасіння флотаційних *пін* тощо.

УЛЬТРАМІКРОСКОПІЯ, -ії, ж. * р. *ультрамикроскопия*, а. *ultramicroscopy*, н. *Ultramikroskopie* f – *мікроскопічний аналіз* пилового *аерозолю* чи *пилових препаратів*, при яких з поля зору усунуті прямі промені і спостерігаються лише дифраговані (розсіяні пилинками). Дозволяє спостерігати положення та переміщення частинок пилу, дає уяву про їх форму й розміри, менші за довжину хвилі видимого світла (0.3-1 мкм).

УЛЬТРАМІКРОТОМ, -а, ч. * р. *ультрамикротом*, а. *ultramicrotome*, н. *Ultramikrotom* n – *прилад*, за допомогою якого одержують надтонкі зрізи для досліджень. У. дозволяє отримувати надтонкі зрізи – до 5 нм. Див. *мікротом*.

УЛЬТРАСТРУКТУРА, -и, ж. * р. *ультраструктура*, а. *ultrastructure*, н. *Ultrastruktur* f – найдрібніші електронно-мікроскопічні структурні елементи.

УЛЬТРАФІЛЬТР, -а, ч. * р. *ультрафильтр*, а. *ultrafilter*, н. *Ultrafilter* m – *прилад* для відокремлення *рідини* від *колоїдних* (див. *колоїди*) частинок проціджуванням крізь малопроникні перегородки.

УЛЬТРАЦЕНТРИФУГУВАННЯ, -..., с. * р. *ультрацентрифугирование*, а. *ultracentrifugation*, н. *Ultraschleudern* n – метод розділення та дослідження частинок розміром менше 100 нм (напр., *макромолекул, глобул* тощо) у відцентровому полі. Дозволяє розділити суміші частинок на *класи* або

індивідуальні компоненти, визначити *молекулярну масу* та молекулярно-масовий розподіл *полімерів*, *густину їх сольватів*. Дає можливість оцінити форму і розміри *макромолекул* в *розчині*. Здійснюється за допомогою ультрацентрифуг з числом $Fr = 500\ 000$. Застосовується для аналізу *розчинів*, *дисперсних систем*.

УМОВИ ГРАНИЧНІ, умов, -них, *мн.* * **р.** *граничные условия*; **а.** *boundary conditions*; **н.** *Grenzbedingungen* f pl – умови, що характеризують шукану функцію на зовнішніх і внутрішніх границях потоку. Число У.г. має дорівнювати порядку диференціального рівняння за просторовими координатами. У.г. задаються у вигляді шуканої функції (У.г. першого типу), її похідної (відповідно – другого типу) або в мішаному вигляді, включаючи функцію та її похідну (відповідно – третього типу). В *гідрогазомеханіці підземній* У.г. виражаються величинами тиску (*градієнта тиску*) або витрати (швидкості).

УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ, умов, -її, *мн.* * **р.** *условия эксплуатации*; **а.** *environmental conditions*; *service conditions*; *operating conditions*; *production conditions*; **н.** *Betriebsbedingungen* f pl – фізичні умови, потрібні для надійної і правильної роботи функціонального *пристрою*. ДСТУ 2231-93.

УМОВИ КРАЙОВІ, умов, -их, *мн.* * **р.** *краевые условия*; **а.** *boundary conditions*; **н.** *Randbedingungen* f pl – сукупність умов початкових і граничних.

УМОВИ ОДНОЗНАЧНОСТІ, умов, -..., *мн.* * **р.** *условия однозначности*; **а.** *uniqueness conditions*; **н.** *Eindeutigkeitsbedingungen* f pl – 1) Умови подібності геометричних форм, фізичних властивостей середовища і тіла, граничних початкових умов, тобто умов, що характеризують особливості перебігу процесу на границях тіла. Умови однозначності задаються у вигляді числової значини або у вигляді функціональної залежності чи рівняння. 2) *Критерії подібності*, що складені з фізичних величин, які входять в *умови початкові* і *умови граничні*, тобто в *умови однозначності*, а самі ці критерії називають визначальними на відміну від тих, які підлягають визначенню. 3) Умови, які розкривають всі особливості рівняння і характеризуються наступними ознаками: геометрією системи, фізичними властивостями тіла, початковими і граничними умовами.

УМОВИ ПОЧАТКОВІ, * **р.** *начальные условия*; **а.** *initial conditions*; **н.** *Anfangsbedingungen* f pl – умови, які характеризують шукану функцію в деякий момент часу, який приймають за початковий.

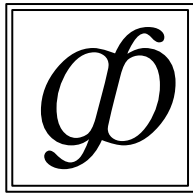
УМОВНЕ ПАЛИВО, -ого, -а, *с.* * **р.** *условное топливо*, **а.** *fuel equivalent*, *standard fuel*, *equivalent fuel*, **н.** *Einheitsbrennstoff* m, *Steinkohlenäquivalent* n – 1) Розрахункова одиниця теплової цінності *палива*, прийнята для зручності співставлення різних видів *палива*. За одиницю У.п. прийняте *паливо*, *теплота згоряння* якого дорівнює $29,3 \times 10^6$ Дж/кг або 7000 ккал/кг. Для газоподібних видів *палива* теплоту згоряння відносять до одиниці об'єму. Для перерахунку натурального палива в умовне застосовують калорійний еквівалент E_k , величина якого визначається відношенням нижчої *теплоти згоряння* конкретного робочого *палива* (Q_1^f до теплоти згоряння *умовного палива* $E_k = Q_1^f/29,3$. Переведення натурального *палива* в умовне проводиться множенням кількості натурального *палива* на калорійний еквівалент $V_y = V_n \cdot E_k$ де V_y і V_n – кількості умовного і натурального *палива*. Більш висока *зольність* і *вологість* палив зменшує величину калорійного еквівалента. Значення калорійного еквівалента приймають в середньому: для *нафти* 1,4; *природного газу* 1,2; *торфу* 0,4; *коксу* 0,93. У деяких країнах застосовують ін. одиниці У.п. У Франції як У.п. прийняте паливо, яке має або нижчу теплоту згоряння 27,3 МДж/кг (6500 ккал/кг), або вищу теплоту згоряння 28,3 МДж/кг (6750 ккал/кг). У США та Великобританії в якості У.п. беруть одиницю, яка дорівнює 10^{18} британських теплових одиниць (36 млрд. т У.п.). Поняття У.п. застосовується при плануванні та аналізі теплоенергетичних процесів для зручності співставлення різних видів палива. 2) Паливо, теплотворна здатність якого відповідає теплотворній здатності високоякісного кам'яного *вугілля*. Поняття У.п. дає можливість порівнювати різні види *палив*, виходячи з їх основної властивості – теплотворної здатності. Для переведення натуральної кількості даного виду *палива* в умовне паливо, визначається перевідний коефіцієнт, який дорівнює *теплотворній здатності* даного виду *палива*. Натуральне паливо в умовне перераховується при визначенні запасів паливних ресурсів, при складанні паливного та паливно-енергетичного балансів. Теплотворна здатність *нафти* і *газу* різних районів і родовищ суттєво відрізняється, тому при проведенні більш детальних розрахунків у районному розрізі, необхідно розраховувати для кожного виду *нафти* чи *газу* свій перевідний коефіцієнт. Аналогічно належить зробити і по відношенню до інших видів *палива*. 3) Умовний еталон *палива* з *теплотою згоряння* 29400 кДж/г, з яким співставляють різні конкретні види *палива* для оцінки їх теплотехнічних цінностей. Див. *паливо*.

УМФОРМЕР, -а, *ч.* * **р.** *умформер*, **а.** *dynamotor*, **н.** *Umformer* m – електрична машина, що перетворює постійний струм однієї напруги на постійний струм іншої напруги.

УСАДКА ВУГІЛЛЯ, -и, -..., *ж.* * **р.** *усадка угля*, **а.** *coal shrinkage*, **н.** *Kohlenschumpfung* f – зменшення об'єму *вугілля* при перетворенні його в *кокс*. Відбувається після того, як *вугілля* для *коксування* перетвориться у напівкокс (при t -рі 460...500 °С). Дальше перетворення у *кокс* пов'язане з виділенням залишкової кількості газоподібних продуктів, що супроводжується деяким скороченням об'єму, називається *усадкою*.

УТИЛІЗАЦІЯ, -її, *ж.* * **р.** *утилизация*, **а.** *utilization*, **н.** *Verwertung* f, *Utilisierung* f – доцільне використання *відходів* або залишків виробництва для отримання корисної продукції. Напр., при *збагаченні* вугілля У. *відходів* здійснюється шляхом їх обробки та приготування для відвантаження на

виробництво будівельних та шлакових матеріалів: пористих наповнювачів бетону (аглопарит, *керамзит*), паливовмісної *домішки* для виробництва цегли та будівельної кераміки, випалення низькомарочних в'язучих речовин (*цементу*). Можлива також переробка відходів *збагачення* деяких рідкісних та *розсіяних елементів*. В Україні, де обсяг накопичених відходів сягає 15-20 млрд. м³, з них можна видобувати *золото, срібло, платину, ванадій, титан, ртуть, цинк* та ін.



ФАЗА, -и, ж. * р. *фаза*, а. *phase*, н. *Phase* f – 1) В теорії коливань – величина, що характеризує стан коливального процесу в якийсь момент. 2) В електротехніці – один з проводів багатофазового струму. 3) У фізичній *хімії* – однорідна складова частина фізико-хімічної системи, відмежована поверхнею розділу від інших частин цієї системи (напр., суміш льоду й води при 0°С являє собою фізико-хімічну систему, а окремо лід і вода – тверду й рідку її Ф.). 4) У *гірничій справі* – складова частина багатофазної системи, що відрізняється за своїм *агрегатним станом* (газова, рідка, тверда Ф.). Див. також *дисперсна фаза, фаза кристалізації інтрапелурична, фаза магмато-пневматолична, фаза метастабільна, фази складчастості, фазовий аналіз*.

ФАЗОВИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. * р. *фазовий аналіз*, а. *phase analysis*, н. *Phasenanalyse* f – визначення *вмісту* та розподілу видів хімічних сполук окремих елементів, які складають основні компоненти *корисної копалини*. Здійснюється сукупністю фізичних та хімічних методів (з вибіркоvim розчиненням проби у різних розчинниках).

ФАКЕЛ, -а, ч. * р. *факел*, а. *flame*, н. *Fackel* f – 1. Конусоподібне полум'я, а також потік рідини, що має конусоподібну форму. 2. Потік розпечених *газів* з завислими частинками *палива*, попелу й сажі. 3. Смолокип. 4. Світіння повітря або інш. газів через перенапругу (напр., у короткохвильових антенах).

ФАКТОРІАЛ, -а, ч * р. *факториал*, а. *factorial*, н. *Faktorial* – добуток натуральних чисел від 1 до заданого натурального числа, тобто 1. 2. 3... n; позначається n!

ФІДЕР, -а, ч. * р. *фидер*, а. *feeder*, н. *Speiseleitung* f – 1) Кабельна чи повітряна лінія живлення, що відходить від електростанції. 2) Спеціальний *пристрій*, що автоматично подає в *машину* сировинний *матеріал* рівномірними порціями.

ФІЗИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ, -их, -ів, -у, мн. * р. *физические методы анализа*, а. *physical methods of analysis*; н. *physikalische Analyseverfahren* n – сукупність *методів* якісного і кількісного аналізу речовин, що базується на *вимірюванні* фіз. характеристик, які зумовлюють хім. індивідуальність компонентів. Ф.м.а. поділяють на три групи: спектроскопічні, ядерно-фізичні і радіохімічні. З спектроскопічних методів найбільш поширені *атомно-адсорбційний, атомно-флуоресцентний* та атомно-емісійний аналіз. З ядерно-фізичних методів найбільш важливе значення має радіоактиваційний аналіз. Застосовується *рентгенографічний фазовий аналіз, мас-спектроскопія, рентгенографія, рентгеноспектральний, рентгеноструктурний, радіографічний, радіохімічний, ядерно-фізичний*, та ін. *аналізи*, а також *ядерний магнітний резонанс (ЯМР), ядерно-геофізичні методи*, ЕПР. До радіохімічних методів належать методи ізотопного розведення.

ФІЛЬТР¹, -а, ч. * р. *фильтр*; а. *filter*; н. *Filter* m – 1) *Пристрій, прилад* або *речовина* для очищення *рідини, газу* тощо від непотрібних *домішок* (твердих, рідинних, біологічних і т.д.). В широкому розумінні – *пристрій, прилад* або *речовина* для розділення чого-небудь. 2) *Пристрій*, призначений для закріплення стінок водоприймальної частини дренажних та водозабірних *свердловин* в пухких та напівскельних нестійких водоносних *породах*. 3) *Пристрій* для розділення (перетворення) електромагнітних або звукових сигналів, вибіркового пропускання або утримання коливань струмів, променів і т.д. у межах певних значин їх параметрів.

ФІЛЬТР², -а, ч. **ФІЛЬТРОВА ЗОНА**, -ої, -и, ж. * р. *фильтр, фильтровая зона*; а. *filter, filter zone*; н. *Filter* m, *Filterzone* f – інтервал *стовбура* свердловини навпроти *пласта продуктивного*, в якому забезпечується сполучення стовбура *свердловини* з *пластом*.

ФІЛЬТР³, -а, ч. * р. *фильтр*, а. *filter*; н. *Filter* m – у *збагаченні* к.к. – *пристрій (апарат)* для *розділення, зсушення* або *прояснення* неоднорідної системи, яка містить тверду і рідку (газоподібну) фази, шляхом пропускання через пористу фільтрувальну перегородку. Як перегородку застосовують різноманітні матеріали, проникні для потоку *фільтрату* і здатні затримувати *домішки*; сипучі або зерністі (*піски, деревне вугілля, діатомит*), тканини вовну, нейлон, лавсан, перлон тощо (див. *тканинний фільтр*), жорсткі (металева сітка, пористі метали, кераміку та ін.). Ф. застосовують при *збагаченні руд, вугілля, гірничохімічної сировини*, а також при хім. і гідрометалургійних процесах. Ф.

класифікують за рушійною силою процесу: *вакуум-фільтри*; *фільтр-преси* (*фільтрування* відбувається під впливом механічного зусилля або різниці тиску, яка створюється повітряним *компресором*); *фільтруючі центрифуги* (*фільтрування* відбувається під впливом відцентрового поля). Поширення отримали барабанні і стрічкові *вакуум-фільтри* з полотном, яке дозволяє здійснювати регенерацію фільтрувальної тканини; крім того, вони полегшують зняття тонких *осадів* (до 3 мм). Див. *вакуум-фільтр*, *вакуум-фільтр дисковий*, *вакуум-фільтр барабанний*, *вакуум-фільтр стрічковий*, *фільтр-прес*, *фільтр-прес камерний*, *фільтр-прес камерний автоматичний*, *фільтр патронний*.

ФІЛЬТР⁴, -а, ч. * р. *фильтр*, а. *filters in hydrogeology*, н. *Filterbohrlöcher* m – в *гідрогеології* – *пристрій*, призначений для закріплення стінок водоприймальної частини дренажних і водозабірних *свердловин* в пухких і напівскельних нестійких водоносних *породах*. Ф. складається з робочої (фільтруючої) частини, відстійника і надфільтрової труби, що виготовляється зі сталі, рідше пластмаси, склопластика, азбобцементу, дерева, пористих кераміки і бетону. У залежності від конструкції розрізняють дірчасті, щільні, сітчасті і каркасно-стержневі Ф.; іноді в цих конструкціях застосовується гравійний *прошарок* товщиною 30-55 мм (гравійні Ф.). Конструкція Ф. вибирається виходячи з *гранулометричного складу* водоносних *порід*. При відкритій *розробці* застосовуються також зворотні Ф., що складаються з дек. шарів силучих матеріалів (*пісок*, *гравій*, *цебінь*, *галька*) з *крупністю* зерен кожного шару, що збільшується в напрямку *фільтрації*. Ці Ф. споруджують біля основи *піщаних укосів кар'єрів* для запобігання фільтраційним деформаціям *уступів*.

ФІЛЬТРАТ, -у, ч. * р. *фильтрат*, а. *filtrate*, н. *Filtrat* n – *рідина*, що пройшла через фільтрувальну перетинку у процесі *фільтрування*.

ФІЛЬТРАЦІЯ, -ії, ж. * р. *фильтрация*, а. *filtration*, н. *Filtration* f, *Filtern* n, *Filterung* f, *Filtrierung* f – 1) Проціджування, просочування *рідин* і *газів* через порувату фільтрувальну перетинку (середовище) під дією зовнішніх сил та капілярних явищ (осмосу). В *гірничій науці* розглядають *фільтрацію в гірських породах*, *фільтрацію підземних вод* тощо. В *збагаченні к.к.* – спосіб *зневоднення корисних копалин*. Здійснюється у *фільтр-пресах*, *вакуум-фільтрах*. Результат *фільтрування*. 2) Пропускання або затримання *фільтром* коливань, струмів, променів, даних тощо; розподілення сигналів.

ФІЛЬТРИ ДЛЯ ПИЛОВОГО КОНТРОЛЮ, -ів, -..., мн. * р. *фильтры для пылевого контроля*, а. *filters for dust control*, н. *Filter* m für *Staubkontrolle* – волоконні, пористі або рідкі середовища, що уловлюють пилові частинки при пропусканні через них *запиленого повітря* для *аналізу*. Використовуються ватні, тканинні, керамічні, мембранні, паперові, кристалічні, рідинні фільтри.

ФІЛЬТРУВАННЯ, -..., с. * р. *фильтрование*, а. *filtering, filtration*; н. *Filtern* n, *Filtration* f, *Filtrierung* f – дія, власне проціджування, *рідин* і *газів* або *зневоднення шлам* проціджуванням через фільтрувальну перетинку (тканину, сітку, порувату *речовину*) під дією зовнішніх сил (гідралічного або механічного тиску, *вакууму*, гравітаційної сили, відцентрової сили та ін.). Див. також *фільтрація*.

ФІЛЬТРУВАННЯ в збагаченні корисних копалин – операція *зневоднення дрібнозернистих пульп*, що базується на примусовому виділенні з них води через пористу перегородку. Тверді частинки, що затримуються перегородкою, називаються *кеком* або *осадом*, а вода, що пройшла через перегородку – *фільтратом*. Як фільтруючі перегородки використовують різні спеціальні тканини: бавовняні, вовняні, капронові, нейлонові і інші, а також металеві сітки з отворами 0,15 – 0,25 мм. Фільтрація, звичайно, друга стадія *зневоднення*. При Ф. *зневоднення твердої фази* і видалення *фільтрату* здійснюється створенням перепаду тиску по обидві сторони фільтруючої поверхні. Залежно від способу створення перепаду тиску розрізняють *вакуум-фільтри* і *фільтр-преси*.

Ф. – поширений процес при *збагаченні вугілля*, *сланців* і *руд чорних і кольорових металів*, *гірничохім. сировини*, а також в *хім. і гідрометалургійному виробництві*. Промислова Ф. – малопродуктивний і дорогий процес, витрати на Ф. *пульп* складають до 20% всіх витрат на *збагачення*. Способи інтенсифікації Ф. базуються на застосуванні різноманітних *реагентів* – аполярних масел, флокулянтів, електролітів, ПАР тощо. Див. *фільтрація*.

ФІТИНГ, ФІТИНГ, -а, ч. * р. *фиттинг*; а. *fitting*; н. *Fitting* n, m, *Rohrverbinder* m – фасонна деталь (*муфта*, *трійник*, *коліно*, *ніпель*, *кутовий поворот* тощо), якою з'єднують (на різь) труби, зокрема *водовіддільну колону* з основою *превентора*, розташованого на дні моря.

ФЛОКУЛА, -и, ж. * р. *флокула*, а. *floccula*, н. *Flocke* f – *агрегат*, утворений з декількох мінеральних, вугільних, рудних та інш. частинок внаслідок їх зчеплення з участю змочуючої рідини, *флокулянта*, а також електричних та магнітних полів або поверхневих ефектів (властивостей).

ФЛОКУЛЯЦІЯ, -ії, ж. * р. *флокуляция*; а. *flocculation*; н. *Ausflockung* f, *Flockung* f, *Flocken* n – 1) Утворення нетривких пухких *агрегатів* невизначеної форми з дрібних частинок дисперсної фази, які знаходяться в завислому стані в рідкому чи газовому середовищі. У рідких *дисперсних системах* (*золях*, *суспензіях*, *емульсіях*, *латексах*) Ф. викликається спеціальними речовинами – *флокулянтами* і *реагентами*, які ліофобізують поверхню частинок, а також тепловими, механічними, магнітними та іншими зовнішніми впливами. У присутності *флокулянтів* та ліофобізуючих *реагентів* відбувається зчеплення частинок дисперсної фази і виникнення просторових дисперсних структур. Процес утворення *пластівців* із дисперсних частинок може протікати за допомогою високомолекулярних *речовин* (*флокулянтів*) на основі *адсорбції* макромолекул *флокулянта* на поверхні частинок *домішок* у воді. Розрізняють селективну та неселективну Ф. Див. також *селективна агрегація вугілля*. 2) Виділення із *суспензій*, *золів* або високомолекулярних сполук дуже гід-

ратованого пластівчастого осаду, зумовленого міжмолекулярними силами притягання між колоїдними частинками або макромолекулами високомолекулярних сполук.

ФЛОТАЦІЯ, -ії, ж. * р. *флотация*, а. *floatation*, н. *Flotation f, Flotatieren n, Schaumschwimaufbereitung f* – один з осн. методів збагачення дрібних корисних копалин у водному середовищі, який базується на різниці змочуваності водою частинок, оброблених флотаційними реагентами, спливанні та нагромадженні їх на поверхні пульпи. Застосовується також для очищення води від органічних речовин (нафти, масел), бактерій, тонкодисперсних осадів солей тощо. Процес у своєму класичному варіанті ґрунтується на спливанні частинок корисної копалини на поверхню разом з бульбашками повітря. Флотація застосовується для збагачення широкого діапазону руд та вугілля, що привело до появи великої кількості модифікацій процесу (рис). Розрізняють Ф. пінну, плівкову, йонну, масляну, соляну, електролітичну, а також флотогравітацію. В залежності від схемних рішень розрізняють Ф. основну, перемішувальну, контрольну, стадіальну. Продукти Ф. – пінний та камерний. В залежності від того, в якому з продуктів знаходиться концентрат, розрізняють пряму Ф. (корисна копалина у пінному продукті) та зворотну Ф. (корисна копалина у камерному продукті).

Першою була запропонована масляна Ф. (В.Хайнс, Великобританія, 1860 р.). Здатність тонких гідрофобних частинок утримуватися на поверхні води була використана для створення плівкової Ф. (А.Нібеліус, США, 1892р., А.Мак-Куїстен, Великобританія, 1904р.). Плівкова Ф. не мала великого практичного застосування, але була прообразом пінної Ф. У процесі пінної Ф. оброблені реагентами частки виносяться на поверхню води бульбашками повітря, утворюючи пінний шар. Для утворення бульбашок передбачалися різні методи: утворення вуглекислого газу за рахунок хім. реакції, виділення газу з розчину при пониженні тиску – вакуумна Ф., енергійне перемішування пульпи (механічна Ф.), пропускання повітря крізь дрібні отвори (пневматична Ф.). Тонкодисперсні бульбашки для Ф. з розчинів отримують також при електролітичному розкладі води з утворенням газоподібних кисню і водню (електрофлотація). Різноманітні способи утворення газових бульбашок і комбінації цих способів відповідають різним типам флотаційних машин. Концентрат може бути отриманий пінним (пряма Ф.) або камерним продуктом (зворотна Ф.); в останньому випадку Ф. піддається пуста порода. Для проведення пінної Ф. руду подрібнюють до крупності 0,5-1 мм у випадку природно-гідрофобних неметалічних к.к. з невеликою густиною (сірка, вугілля, тальк) і до 0,1-0,2 мм для руд металів. Для створення і посилення різниці в гідратованості мінералів, які розділяють і надання піні достатньої стійкості до пульпи додаються флотаційні реагенти. Потім пульпа надходить до флотаційних машин. Утворення флотаційних агрегатів (частинок і бульбашок повітря) – аерофлокул відбувається при зіткненні мінералів з бульбашками, які вводяться до пульпи. Вдосконалення процесу Ф. іде по шляху синтезу нових видів флотаційних реагентів, конструювання флотаційних машин, заміни повітря інш. газами (кисень, азот), а також впровадження систем управління параметрами рідкої фази флотаційної пульпи.

ФЛОТАЦІЯ МАСЛЯНА, -ії, -ої, ж. * р. *флотация масляная*, а. *oil floatation*, н. *Öfflotation f* – полягає у вибіркового прилипанні гідрофобних матеріалів до крапель масла, яке подають у пульпу. Комплекси “мінерал-масло”, які при цьому утворюються, спливають на поверхню пульпи. Не змочувані маслами матеріали залишаються у пульпі у завислому стані (камерний продукт). Ф.м. має дуже обмежене застосування. Найближчий її аналог – масляна агрегація. Першими модифікаціями Ф.м. були процеси збагачення сульфідних руд В.Хайнса (Великобританія, 1860 р.), Еверсона (Чикаго, 1885), Робсона (Великобританія, 1894). В Україні масляна Ф. була використана для збагачення графітової руди (м. Маріуполь, 1904 р.). Процес масляної флотації не знайшов широкого застосування в практиці збагачення через значні витрати дорогого масла. В подальшому на основі Ф.м. розвинулася масляна агрегація (грануляція), а також флотація гідрофобних мінералів, зокрема вугілля. В.С.Білецький.

ФЛОТАЦІЯ ПІННА, -ії, -ої, ж. * р. *флотация пенная*, а. *foam (froth) floatation*, н. *Schaumflotation f* – найбільш поширений різновид флотації. Основана на здатності погано змочуваних водою мінералів прилипати до бульбашок повітря, які виникають при аерації пульпи та спливати разом з ними на поверхню, утворюючи пінний продукт. Змочувані водою мінерали залишаються завислими у пульпі і утворюють камерний продукт. Для підсилення різниці в змочуваності мінеральних частинок пульпа обробляється спеціальними флотаційними реагентами. Аналогом Ф.п. є пінна сепарація, при якій флотовааний гідрофобний матеріал при потрапінні на пінний шар утримується на ньому за рахунок сил прилипання до повітряних бульбашок, а нефлотовааний гідрофільний – проходить крізь нього. В.О.Смирнов, В.С.Білецький.

ФЛОТАЦІЯ ПЛІВКОВА, -ії, -ої, ж. * р. *флотация пленочная*, а. *film floatation, skin floatation*, н. *Filmflotation f* – процес розділення мінералів на поверхні води в залежності від змочуваності тонкоподрібнених частинок, що обережно подаються на поверхню води. Тонка плівка, утворена на поверхні води за допомогою флотаційних реагентів, утримує природно гідрофобні частинки, а гідрофільні – тонуть. Самостійного значення процес плівкової флотації не має, він застосовується рідко, в основному в процесі флотогравітаційної доводки олов'яних і вольфрамових концентратів. В.О.Смирнов, В.С.Білецький.

ФЛУКТУАЦІЯ, -ії, ж. * р. *флуктуация*, а. *fluctuation*, н. *Fluktuation f* – випадкове відхилення якоїсь величини від її середнього значення.

ФЛУОРЕСЦЕНЦІЯ, ФЛЮОРЕСЦЕНЦІЯ, -ії, ж. * р. *флуоресценция, флюоресценция*, а. *fluorescence*,

н. *Fluoreszenz* f – короткочасне свічення (10^{-8} – 10^{-9} с) деяких речовин після припинення освітлювання їх, один з різновидів *люмінесценції*. Від назви *мінералу флюориту*. Див. також *фосфоресценція*.

ФЛЮОРЕСЦЕНЦІЯ (ФЛЮОРЕСЦЕНЦІЯ) МІНЕРАЛІВ – здатність деяких *мінералів* світитися при опромінуванні їх ультрафіолетовим чи рентгенівським (пулюєвим) промінням. При припиненні опромінування свічення припиняється. Ф. – один з видів *люмінесценції*. Має велике діагностичне і пошукове значення для деяких *мінералів* (напр., *шеєліту, флюориту* та ін.). Зумовлюється наявністю в *кристалічній ґратці* мінералів елементів чи *радикалів*, так званих, активаторів (Mn, Cr, Ag, Cd, UO₂, WO₄ та ін.), які спричиняють явище *люмінесценції*. Від лат. fluo – течія, текуча рідина.

ФЛЮЇД, -у, ч. * р. *флюид*, а. *fluid*; н. *Fluid* n, *Fluidum* m – будь-яка *речовина*, поведінка якої при *деформації* може бути описана законами механіки рідин. Ф. – *рідина; газ*; те, що витікає. Термін "Ф." був введений у XVII ст. для позначення гіпотетичних рідин, з допомогою яких пояснювали деякі фіз. явища і утворення г.п. З розвитком *науки* зміст поняття Ф. змінився. У геол. процесах, тривалість яких нерідко вимірюється мільйонами років, як Ф. можуть виступати не тільки *гази*, водні *розчини, нафта, мули, маґма*, але і *глини, солі, гіпс, ангідриди, вапняки* та ін. "тверді" *речовини*. Термін Ф. часто використовується для означення мінералотвірних ендегенних *розчинів*, які беруть участь у тепломасопереносі. Див. *флюїд пластовий, флюїд рудний*.

ФЛЮЇД ПЛАСТОВИЙ, -у, -ого, ч. * р. *флюид пластовий*; а. *formation fluid*; н. *Schichtfluid* n – *газ, нафта, пластова вода* або їх суміші, якими насичено *гірські породи*.

ФЛЮЇД РУДНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *флюид рудний*; а. *ore fluid*; н. *Erzfluid* n – рідинні або газоподібні сполуки, які виділяються з магматичного вогнища, що охолоджується, і дають початок *пневматолітовим і гідротермальним родовищам*.

ФОНОМЕТР, -а, ч. * р. *фонометр*, а. *phonometer*, н. *Phonometer* n – *прилад* для визначення рівня шуму. Працює на принципі порівняння гучності шуму з гучністю стандартного звуку, що подається приладом. Випускаються *фонометри* з рівнем гучності 90...120 дБ та різною інтенсивністю падіння сили звуку.

ФОРСУНКА, -и, ж. * р. *форсунка*, а. *sprayer*, (*atomizing*) *burner, atomizer*; н. *Düse* f, *Zerstäuber* m – 1) *Пристрій* з одним або кількома отворами для розпилювання *рідини*. Використовується у гірничій практиці, зокрема в установках пилоподавлення. 2) *Пристрій*, яким розпилюють *рідке паливо* (в топках печей, котлів, у камерах згоряння двигунів) або воду (у вентиляційних установках).

ФОСИЛІЗАЦІЯ, -ії, ж. * р. *фоссилизация*, а. *fossilisation*, н. *Fossilisation* f – процес переходу похованих решток організмів у викопний стан. Процес заміщення органічних речовин у похованих рештках тварин і рослин мінеральними речовинами, в результаті чого ці залишки з часом перетворюються на *скам'янілості*. Ф. – це перетворення компонентів *біосфери* у компоненти *літосфери*. Має місце при утворенні *вугілля, нафти, ряду руд*. Син. – *скам'яніння*.

ФОТОЕЛЕМЕНТ, -а, ч. * р. *фотоэлемент*, а. *photocell*, н. *Photoelement* n, *Photozelle* f – *прилад*, в якому під дією світла виникає ЕРС (*фотоерс*). Розрізняють Ф, електровакуумні та напівпровідникові. Використовують в автоматичній контрольній та вимірювальній апаратурі.

ФОТОЕФЕКТ, -у, ч. * р. *фотоэффект*, а. *photoeffect*, н. *Photoeffekt* m – повне або часткове вивільнення *електронів* від зв'язків з ядрами *атомів* речовини внаслідок дії на неї електромагнітного проміння (світла, *рентгенівського* чи *гамма-проміння*). Розрізняють: - зовнішній Ф. – випромінювання *електронів* під дією світла (фотоелектронна емісія), гамма-випромінювання та ін.; - внутрішній Ф. – збільшення електропровідності напівпровідників або діелектриків під дією світла (фотопровідність); - вентиляний Ф. – збудження світлом ЕРС на межі між металом і напівпровідником або між різнорідними напівпровідниками (р-п перехід). Застосовується в ряді аналізаторів *речовини*.

ФОТОКАТОД, -а, ч. * р. *фотокаатод*, а. *photocathode*, н. *Photokathode* f – *катод* фотоелемента, що випромінює електрони під дією світла. Виготовляється з лужних металів. Часто застосовують калієві та цезієві Ф.

ФОТОЛІЗ, -у, ч. * р. *фотоллиз*, а. *photolysis*, н. *Photolyse* f – перетворення і розклад хімічних сполук внаслідок дії на них світла. При Ф. відбувається розщеплення ковалентних зв'язків квантами світла, енергія яких сумірна з енергією цих зв'язків. Це приводить до валентних перегрупувань в *молекулі* або її розкладу. Ф. імпульсний – Ф., який відбувається під дією сильного і нетривалого світлового імпульсу.

ФОТОМЕТРІЯ, -ії, ж. * р. *фотометрия*, а. *photometry*, н. *Photometrie* f – 1) Комплекс методів *вимірювання* інтенсивності випромінювання у видимій, УФ- або ІЧ-області спектру. 2) Розділ прикладної оптики, в якому вивчаються методика і техніка *вимірювання* параметрів джерел світла, світлових пучків та освітлених поверхонь. Основними фотометричними величинами є світловий потік Ф, сила світла J, освітленість E, світність R та яскравість джерела V. За основну фотометричну величину в системі СІ взято силу світла J. Фотометричні величини визначають *фотометрами* (потік), *люксметрами* (освітленість).

ФОТОННО-НЕЙТРОННИЙ АНАЛІЗ, -...-ого, -у, ч. * р. *фотонно-нейтронный анализ*, а. *photon-neutron analysis*; н. *Photoneutronanalyse* f – *вимірювання* нейтронного випромінювання, яке виникає внаслідок взаємодії γ -випромінювання від зовніш. джерела з ядрами *атомів* елементів, які

визначаються. Ф.-н.а. широко застосовується для визначення берилію в г.п., рудах і продуктах їх переробки. Крім того, використовується для визначення дейтерію.

ФОТОРЕЛЕ, -..., с. * р. *фотореле*, а. *photorelay*, н. *Photorelais* n, *Photowächter* m – прилад, який під дією світла здійснює замикання чи розмикання керованої ними мережі. На шахтах використовується для контролю місцезнаходження вагонетки, в пристроях автоматизації процесу відкатки та навантаження вуїлля в залізничні вагони, визначення рівня завантаження бункерів тощо.

ФОТОХІМІЯ, -ії, ж. * р. *фотохимия*, а. *photochemistry*, н. *Photochemie* f – розділ хімії, в якому вивчають хімічні процеси в речовині під впливом світла. До процесів, які розглядаються Ф., належать фотосинтез органічних речовин у рослинах, перетворення кисню на озон під дією УФ-радіації Сонця тощо.

ФРАКЦІЙНИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. * р. *фракционный анализ*, а. *fractional analysis*, н. *Fraktionsanalyse* f, *Wichteanalyse* f – дослідження фракційного складу к.к. шляхом послідовного розділення матеріалу на фракції різної густини або магнітної сприйнятливості. Ф.а. проводять при розробці технол. схеми гравітац. збагачення вуїлля, вольфрамових, рідкіснометалічних, олов'яних руд. Ф.а. здійснюють за стандартною методикою, якою зумовлені кількість та густина розчинів рідини, порядок вилучення спливаючих та осілих продуктів, визначення їх виходу (у % відносно маси вихідної проби). Для Ф.а. пробу крупністю -25 мм розділяють на класи крупності. Класи до +3 мм розділяють на фракції у важких середовищах (рідинах) або розбирають вручну і потім визначають густину кожного шматка з точністю до 0,1-0,02 г/см³. Класи -3 мм +20 мкм розподіляють на фракції за густиною у важких рідинах із застосуванням центрифуги. Як важкі рідини використовують розчини хлориду цинку, рідину Сущина-Рорбаха, бромформ, тетраброметан і інш. Результати розділення вуїлля або руди по фракціях служать еталоном для порівняння пром. проб гравітаційного збагачення. Результати Ф.а. використовують для побудови кривих збагачуваності к.к., визначення теоретично можливих якісно-кількісних показників гравітаційного збагачення корисних копалин, а також визначення категорії збагачуваності вуїлля.

ФРАКЦІОНУВАННЯ, -..., с. * р. *фракционирование*, а. *fractionation*, н. *Fraktionierung* f – фракційна перегонка рідин — розділення суміші рідин на фракції, кожна з яких кипить у вузькому інтервалі т-тур. Застосовують Ф. у нафтовій промисловості для одержання бензину, газу та інших продуктів.

ФРАКЦІЯ, -ії, ж. * р. *фракция*, а. *fraction*, н. *Fraktion* f – частина речовини виділена за якою-небудь ознакою з сумішей: зернистих матеріалів, рідин, зокрема розчинів тощо. Напр., частина зернистого матеріалу приблизно однакової густини, магнітних або ін. властивостей (фракція густини, магнітна фракція). Термін Ф. крупності вживається як син. поняття клас крупності. Ф. — компонент рідини, що має певні властивості, складник. Частина суміші рідин, що відокремлюється фракційною перегонкою і відрізняється т-рою кипіння (Ф. перегонки рідини). **ФРЕЗЕР ТОРФОВИЙ**, -а, -ого, ч. * р. *фрезер торфяной*, а. *peat miller*, н. *Frästorf-Gewinnungsmaschine* f – машина для поверхнево-пошарового подрібнення торфового покладу. Використовується при фрезерному способі видобутку торфу. Працює в причепі з трактором або торфозбиральною машиною. Складається з декількох (3-7) шарнірно сполучених секцій (центральної, внутрішньої і крайньої); пружинно-важільного механізму (амортизаторів), встановленого над центр. секцією; розвантажувальних пружин, розміщених над з'єднаннями секцій; опорних катків; задньої опори; причепа і механізму трансмісії. Продуктивність вітчизняних Ф.т. та їх закордонних аналогів 5-6 га/год, робоча ширина захоплення 4,1-9,5 м, макс. глибина фрезерування 30 мм, число фрез 3-7.

ФРЕЗЕРНИЙ ТОРФ, -ого, -у, ч. * р. *фрезерный торф*, а. *milled peat*, *tiled peat*; н. *Frästorf* m – торфова крихта, що отримується при фрезерному способі видобутку торфу. Середній діаметр частинок Ф.т. варіює від 5-6 до 25-60 мм. Осн. характеристики Ф.т.: тип (верховий, низинний) і ступінь розкладання шару покладу; вміст вологи, яка в процесі сушки меншає від початкової (78-82%) до кінцевої (40-60%); зольність (до 15-25%); пит. теплота згоряння робочого палива (11 кДж/кг при вологості 40%); засміченість деревиною, шматками очісу і інш. сторонніми вклученнями (до 8-10%), насипна щільність (не менше за 200 кг/м³ для брикетів); вміст дрібної фракції до 1 мм (не повинен перевищувати 5-10%) і інш. Характеристики Ф.т. регламентовані стандартами.

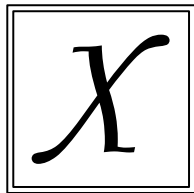
ФРОНТ ГОРІННЯ, -у, -..., ч. * р. *фронт горения*; а. *combustion (flame) front*; н. *Verbrennungsfrent* f, *Flammenfront* f – частина об'єму пласта продуктивного де проходить процес горіння залишкового палива.

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. * р. *функциональный анализ*, а. *functional analysis*, н. *Funktionalanalysis* – 1) У математиці – розділ математики, в якому вивчають функції, функціонали, оператори та ін. зображення множин на нескіченновимірних векторних просторах. 2) У хімії функційний аналіз, функціональний аналіз – сукупність хім. і фіз. методів аналізу, що ними якісно й кількісно визначають в органічних сполуках реакційно здатні атоми або групи атомів, які називаються функційними (функціональними) групами. Такими групами є гідроксильна – OH, карбоксильна – COOH, аміногрупа – NH₂, нітрогрупа NO₂ та ін. Ф.а. застосовують для встановлення структури невідомих сполук і контролю процесів виробництва хім. продуктів.

ФУНКЦІЯ, -ії, ж. * р. *функция*, а. *function*, н. *Funktion* f – в математиці – правило *f* (закон), яке кожному елементу *x* (аргументу або незалежній змінній) з деякої множини *X* (області визначення) ставить у відповідність один і тільки один елемент *y* = *f*(*x*) з деякої іншої множини *Y* (області значень). Еквівалентний зміст мають терміни "зображення", "оператор".

ФУТЕРОВКА, -и, ж. * р. *футеровка*, а. *lining*, н. *Futter* n – захисне покриття робочої поверхні устаткування: від абразивного або гідроабразивного зносу (футерування збагачувального устаткування базальтом, гумою, шлакоситалом, карбідом кремнію та ін.); від агресивних хімічних середовищ – кисле і лужне (кам'яне литво, спеціальні сплави); від високотемпературного впливу (цегляна, шамотна, динасова викладка); від динамічного руйнування дробильних поверхонь *млинів* (спеціальні високоміцні сплави).

ФЮЗЕН, -у, ч. * р. *фюзен*, а. *fusain*, н. *Füsen* m, *Fusain* m – петрографічний *інгредієнт*, сажистий *літотип* гумусового *вугілля*, складений *мацералами* групи *інертніту*, зцементованого невеликою кількістю *вітриніту*. Утворився з рослинних залишків внаслідок їх дегідратації та обвуглення. Звичайно утворює у вугільних *пластах* лінзи (рідше – *гнізда*) і примазки по площинах нашарування потужністю 0,4-1 мм, рідко до 1 см, але на деяких родов. складає шари значної *потужності*. *Колір* чорний або сіро-чорний, будова однорідна, часто волокниста речовина, *блиск* шовковистий. Пористий, м'який і крихкий, нагадує *вугілля деревне*. Характерний підвищений вміст *вуглецю*, знижений вихід *летких речовин*. Не спікається, знижує *коксівність вугілля*.



ХАРАКТЕРИСТИКА, -и, ж. * р. *характеристика*, а. *characteristic, perfomance, (characteristic) curve*; н. *Charakteristik* f – опис, *аналіз*, оцінка певних явищ, відмітних особливостей когось або чогось. Сукупність специфічних ознак, властивостей, відомостей, позитивних чи негативних рис явища, предмета тощо. В *техніці*, зокрема гірничій, прикладами Х. є технічна Х. *машин і механізмів*, міцнісна Х. (*гірських порід, мінералів* тощо). Див. *характеристика вентильатора, характеристика витрата-тиск, характеристика збагачуваності вугілля, характеристика крупності сипкого матеріалу, характеристика сепараційна, характеристика трубопроводу*.

ХВОСТИ (ВІДХОДИ), -ів, (-ів), мн. * р. *хвосты (отходы)*, а. *tailings, mill tailings, rejects*; н. *Berge* m pl, *Aufbereitungsabgänge* m pl – продукт, отриманий внаслідок *збагачення*, в якому вміст цінного компонента нижчий, ніж у вихідному матеріалі та в інших продуктах тих самих операцій переробки. Х. – це *порода*, з якої за існуючого рівня технології практично неможливо видобути *концентрат* к.к. *Крупність* Х. коливається, як правило, в межах від 3-6 мм до часток мкм. В Х. рудних *збагачувальних фабрик* вміст металу складає соті частки %. Х. вуглезбагачувальних фабрик характеризуються *зольністю* 70-80% і більше. Відвальні Х. використовують для закладання *виробленого простору*, намівання дамб *хвостосховищ*, як матеріал-наповнювач при виробництві бетонних виробів тощо. Х. – поняття умовне. Зі створенням нової *техніки*, розробкою нових *технологій*, поліпшенням комплексності вилучення *мінералів* з руд Х. в майбутньому стануть важливою сировинною базою для перезбагачення к.к. Термін Х. не входить до стандартизованої термінології.

ХВОСТОСХОВИЩЕ, -а, с. * р. *хвостохранилище*, а. *tailing dump, tailing pond*; н. *Berge* m, *Schlammteich* m, *Absetzanlage* f – комплекс гідротехнічних споруд для приймання та зберігання відвальних *хвостів*. Складається з *дамби і пристроїв* для її нарощування, магістрального та розподільчого пульпопроводів, водоприймальних колодязів та водоспускового колектора, спеціальних пристроїв для очищення *стічних вод*. Для будівництва Х. використовують яри, балки, заплави річок, *вироблений простір* кар'єрів та ін. В Х. дрібні часточки твердої фази *пульпи* осідають на дно водойми. Прояснена вода крізь *колодязь, колектор* та дренажні труби *насосною станцією* перекачується для подальшого використання. Див. також *мулонакопичувач*.

ХЕМІЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ, ХЕМОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ, -ії, ж. * р. *хемилюминесценция*, а. *chemiluminescence*, н. *Chemolumineszenz* f – свічення тіл, що виникає внаслідок хімічних реакцій (напр., свічення *фосфору* при повільному *окисненні*). Фізична сутність Х. полягає в емісії *квантів світла молекулами*, які збуджуються *енергією*, яка вивільнюється в результаті екзотермічних хімічних реакцій.

ХЕМІЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ МІНЕРАЛІВ, -ії, -..., ж. – явище свічення *мінералів*, що виникає внаслідок звільнення *енергії* при хім. реакції, напр., при окисненні *фосфору*.

ХЕМІЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ СЕНСИБІЛІЗОВАНА, -ії, -ої, ж. – емісія *квантів світла молекулами*, які збуджуються *енергією*, яка вивільнюється в результаті переходу енергії від інших *молекул*, які попередньо перейшли у збуджений стан в хімічній реакції.

ХЕМОСОРБЦІЯ, -ії, ж. * р. *хемосорбция*, а. *chemisorption*, н. *Chemisorption* f – різновид *сорбції*, за якої частинки *сорбенту* і сорбованої речовини хімічно взаємодіють. Див. *сорбенту*.

ХІМІЗМ, ХЕМІЗМ, -у, -у, ч. * р. *химизм*; а. *chemistry, (chemical) behaviour, chemical activity*; н. *Chemismus* m – хімічна природа якої-небудь *речовини*, певного *явища, процесу*, напр. соляно-кислотної обробки.

ХІМІЧНА АКТИВНІСТЬ, -ої, -і, ж. * р. *химическая активность*, а. *chemical activity*, н. *chemische Aktivität* f – природна властивість *вугілля*, *сульфідних руд* та *вуглекислих порід*, яка є відносним показником їх схильності до *займання*. За Х.а. *вугілля* поділяється на високоактивне (буре), помірно активне (кам'яне) та малоактивне (*антрацит*).

ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ, -ої, -ії, ж. * р. *химическая технология*, а. *chemical engineering*, н. *chemische Technologie* f – наука про методи і засоби раціональної хімічної переробки сировини, напівфабрикатів і промислових відходів. Неорганічна Х.т. включає переробку *мінеральної сировини* (хімічне збагачення), одержання кислот, лугів, мінеральних добрив; органічна *технологія* – переробку *нафти*, *вугілля*, природного газу тощо, одержання синтетичних полімерів, барвників, лікарських засобів тощо.

ХІМІЧНЕ РОЗЧИНЕННЯ ВУГІЛЛЯ, -ого, -..., с. * р. *химическое растворение угля*, а. *chemical dissolution of coal*, н. *chemisches Kohlendissolvieren* n – спосіб видобутку, що полягає у попередньому руйнуванні *пласта* підричним та іншими способами, *бурінні* нагнітальних і видобувних *свердловин*, подачі розчинника в *пласт*. Коефіцієнт використання *покладу* не перевищує 30 %. З підвищенням температури розчинника цей показник підвищується. Недолік – висока вартість розчинника. Х.р.в. – різновид *хімічного розчинення корисних копалин*.

джуються (напр., гравіметричний і титриметричний аналіз). Фіз.-хім. методи Х.а. основані на *вимірюванні* фіз. величин, зміна яких обумовлена хім. реакціями (потенціометрія, амперометричне *титрування*). Фіз. методи забезпечують *вимірювання* фіз. характеристик, обумовлених хім. індивідуальністю *речовин* (напр., *спектральний аналіз*, *активаційний аналіз*).

ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ, -ого, -у, ч. * р. *химический анализ*, а. *chemical analysis*, н. *chemische Analyse* f – сукупність операцій, за допомогою яких встановлюють якісний та (або) кількісний склад *речовини*. В Х.а. використовують методи, основані на хім. реакціях *речовин*, які досліджуються (напр., гравіметричний і титриметричний аналіз). Фіз.-хім. методи Х.а. основані на *вимірюванні* фіз. величин, зміна яких обумовлена хім. реакціями (потенціометрія, амперометричне *титрування*). Фіз. методи забезпечують *вимірювання* фіз. характеристик, обумовлених хім. індивідуальністю *речовин* (напр., *спектральний аналіз*, *активаційний аналіз*).

ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК, -ого, -у, ч. * р. *химическая связь*, а. *chemical bond*; н. *chemische Bindung* f – взаємодія між *атомами*, яка приводить до утворення стійкої багатоатомної системи (*молекули*, *радикали*, *кристали* тощо). Виникає внаслідок притягання між ядрами і електронними хмарами різних *атомів*. В результаті Х.з. відбувається перерозподіл електронної хмари між зв'язуваними *атомами*. Розрізняють такі основні типи Х.з. – *йонний* (гетерополярний, електровалентний), *ковалентний* (гомеополярний, атомний). Важливий різновид *ковалентного* Х.з. – координаційний або донорно-акцепторний.

ХІМІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ, -ого, -у, ч. * р. *химический потенциал*, а. *chemical potential*; н. *chemisches Potential* n – функція стану μ_i застосовувана для опису *термодинамічної системи* із змінним

числом частинок. Визначається як частинна похідна $(\partial G/\partial n_i)_{T, p, m_j}$, де G – енергія Гіббса, n_i – число молей i -того компонента, T – абсолютна температура, p – тиск, m_j – числа молей всіх інших компонентів ($j \neq i$). Є парціальною мольною енергією Гіббса. При термодинамічній рівновазі значення Х.п. для кожного компонента однакові у всіх фазах. Для будь-якої хім. реакції сума добутків Х.п. всіх *речовин*, які беруть участь у реакції, на їх стехіометрич. коеф. дорівнює нулю (умова хім. рівноваги). У рівноважній гомогенній системі Х.п. будь-якого з її компонентів у всіх точках однакові. Х.п. вимірюється в Дж/моль. Поняття Х.п. запровадив у 1875 Дж.У.Гіббс.

ХІМІЧНИЙ СКЛАД НАФТИ, -ого, -у, -..., ч. * р. *химический состав нефти*; а. *chemical composition of oil*; н. *chemische Erdölzusammensetzung* f – хімічні сполуки й *елементи*, які входять до складу *нафти*: *вуглеводні* метанові, нафтенові, рідше ароматичні, невеликі кількості кисневих, сірчистих, азотистих органічних сполук (нафтових кислот, *асфальтенів*, *смола* і ін.); *мінеральні речовини* – при елементарному складі – *вуглець* (в середньому 86%), *водень* (в середньому 13%), *сірка*, *азот*, *кисень*, *зола* з великим переліком мікрокомпонентів.

ХІМІЯ (ХЕМІЯ), -ії (-ії), ж. * р. *химия*, а. *chemistry*, н. *Chemie* f – наука, що вивчає склад, будову, перетворення та властивості *речовин*, розробляє методи їх *синтезу* та дослідження. Об'єктами хім. досліджень є *елементи хімічні* та їх комбінації, тобто *молекули*, *йони*, *йон-радикали*, *радикали вільні*, а також асоціати, *кластери*, *солявати*, *клатрати* тощо. Окремі розділи Х.: неорганічна, органічна, аналітична, фізична, колоїдна, Х., радіохімія, *геохімія*, *геокозміохімія*, *біохімія*, *фотохімія*, *механохімія*, *кріохімія*, *плазмохімія*, Х. *полімерів* тощо. *Хімічні технології* широко застосовуються в *гірничій справі*, зокрема при видобутку ряду к.к., *збагаченні* (див., напр., *вилуговання*) тощо. Х. є базисною наукою при вивченні *вугілля викапного*, тісно пов'язана з *мінералогією*, *кристалографією*.

ХІМІЯ ТВЕРДОГО ТІЛА, -ії, -..., ж. – розділ фізичної *хімії*, який вивчає будову, властивості і методи одержання тв. *речовин*. Х.т.т. пов'язана з фізикою тв. тіла, *кристалографією*, *мінералогією*, фіз.-хім. *механікою*, *механохімією*, *радіаційною хімією*.

ХОЛОДИЛЬНИЙ АГРЕГАТ, -ого, -а, ч. * р. *холодильный агрегат*; а. *cooling plant, refrigerator*; н. *Kälteanlage* f, *Kühlanlage* f – конструктивно об'єднані в один блок основні елементи холодильної

машини і пов'язані з ними допоміжні *пристрої*. Х.а. призначений для роботи в складі систем охолодження технологічних потоків газів та рідин, для заморожування *грунтів* і т.п. Випускаються Х.а. в основному для вироблення холоду на температурних рівнях до $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$, рідше до $-153\text{ }^{\circ}\text{C}$. Застосовують Х.а. парокompresорного, ежекторного, абсорбційного, детандерного, вихрового і термоелектричного типів. За конструктивним виконанням Х.а. розділяють на рамні (обладнання монтується на одній рамі) та безрамні конструкції (об'єднуючим елементом служить один з теплообмінних апаратів). За об'ємом і видом обладнання, включеного в склад Х.а., розрізняють компресорні агрегати, компресорно-конденсатні *агрегати*, компресорно-випаровувальні *агрегати*.

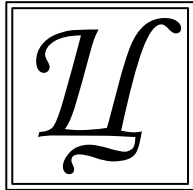
Компресорні Х.а. складаються з *компресора*, *привода*, *арматури*, *приладів*. Як *привод*, здебільше, застосовують електродвигуни, рідко – газові чи парові *турбіни*. Максимальна одинична потужність компресорних Х.а. 10000 кВт. *Компресори* виконуються поршневими, гвинтовими чи відцентровими.

Компресорно-конденсаторні Х.а. комплектуються водяними чи повітряними конденсаторами холодоагента, арматурою, приладами контролю, комунікаціями холодоагента. Використовуються у випадках, коли випаровувальна частина холодильного устаткування не може бути об'єднана в одному агрегаті з рештою обладнання.

Компресорно-випаровувальні Х.а. використовуються, в основному, у великих водоохолоджувальних устаткуваннях при повітряній конденсації холодоагента, коли конденсатори через великі габарити не можуть бути включені в один блок холодильної *машини*.

Апаратні Х.а. можуть включати в себе різноманітні апарати холодильних машин, напр., *конденсатор* та випаровувач, випаровувач з регулюючою арматурою та *ресивер*.

ХРОМАТОГРАФІЯ, -ії, ж. * р. *хроматография*, а. *chromatography*, н. *Chromatographie* f – метод розділення, *аналізу* і дослідження сумішей *речовин*, що ґрунтується на різному розподілі *речовин* в динамічних умовах між рухомою і нерухою *фазами* (на різній *сорбції* складових частин яким-небудь *адсорбентом*). Розрізняють Х.: за середовищем, в якому відбувається розділення (газова і рідинна Х.); за механізмом розділення (молекулярна, іонообмінна, осадова і розподільча Х.); за *технікою* проведення розділення (колонкова, капілярна, тонкошарова і Х. на папері). Х. широко використовують при *аналізі* к.к., г.п. і *мінералів* у технол. процесах для очищення і опріснення *води*, для отримання *речовин* високої чистоти. Інша назва — хроматографічний аналіз.



ЦЕЛЮЛОЗА, -и, ж. * р. *целлюлоза*, а. *cellulose*, н. *Zellulose* f – високомолекулярний *вуглеводень* $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ (полісахарид); головна складова частина оболонки рослинних клітин. Хім. обробкою Ц. отримують *ефіри*, які використовуються для виробництва волокна, плівок, лаків, пластмас, бездимного пороху тощо. Інша назва Ц. – клітковина.

ЦЕНТРИФУГА, -и, ж. * р. *центрифуза*, а. *centrifuge*, *centrifugal mashine*; н. *Schleuder* f, *Zentrifuge* f – *машина* до розділення *гідросумішей* (*пульп*, *суспензій*) на тверду та рідку фази під дією відцентрової сили. Призначена для отримання зневодненого продукту (*осаду*) та рідкої фази (*фугату*). Ц. використовуються у *гірничій промисловості* при *збагаченні корисних копалин* для *збездонення* продуктів *збагачення*, г.ч. дрібних *класів* (*шламів*, продуктів *флотації*, *концентратів*, *промпродуктів* та ін.) або розділенні частинок за *крупністю*. За характером процесів, що протікають при центрифугуванні, Ц. розподіляють на фільтруючі та осаджувальні; за видом вивантаження *осаду* – на Ц. з вібраційним, шнековим та відцентровим розвантаженням.

Ц. оснащені перфорованими роторами конічної (переважно у фільтруючих Ц.) або циліндричної (в осаджуючих Ц.) конфігурації, розташованими горизонтально або вертикально. У процесі *фільтрування* на Ц. виділяють три періоди: утворення *осаду* (власне *фільтрування*), його ущільнення та механічної сушки. *Осад* вивантажується під дією вібрації ротора або за допомогою *шнека*. У шнековій осаджувальній (відсаджувальній) Ц. після осадження частинок осад транспортується *шнеком* по *ротору* і одночасно збездонюється. *Фугат* стікає вздовж спірального шнекового каналу у зону осадження. У Ц. із шнековим розвантаженням основа швидкість переміщення *осаду* визначається відносною частотою обертання *шнека*, середнім діаметром *ротора*, довжиною *шнека*. У Ц. з вібраційним розвантаженням середня швидкість руху *осаду* у *роторі* залежить від частоти та амплітуди його коливання, діаметра, кута нахилу твірної до осі обертання, частоти обертання, а також *густини* та коефіцієнта зовнішнього тертя вихідного та зневодненого продуктів. Розмір граничного зерна при роботі Ц. на вугільних *шлагах* 0,04–0,08 мм, а на рудних гідросумішах – 0,005–0,03 мм.

В країнах СНД осаджуючі Ц. виготовляються з роторами, що мають горизонтальну вісь обертання. У практиці *збагачування корисних копалин* найбільше розповсюдження мають вертикальні фільтруючі Ц. з вібраційним та шнековим розвантаженням, а також осаджувальні Ц. Основним виготовлювачем Ц. в Україні є завод ім. О.Пархоменко (м. Луганськ).

ЦЕНТРУВАННЯ, -..., с. * р. *центрирование*, а. *centring*, *alignment*; н. *Zentrieren* n, *Zentrierung* f – дія,

установлення центрів яких-небудь тіл на одну спільну вісь; надання центру інструмента, деталі машини потрібного положення. Напр., Ц. маркшейдерсько-геодезичного приладу – суміщення вертикальної осі цього приладу з прямовисною лінією, яка проходить через задану точку.

ЦИКЛ ВІДСАДКИ (ВІДСАДЖУВАННЯ), -у, -...(-...), ч. * р. *цикл отсадки*, а. *cycle of jig bed pulsation*, н. *Pulsationszyklus m der Setzung* – 1) Повний період одного коливання системи “повітря-вода-робоча постіль” від початку до повного припинення руху води. 2) Закінчена послідовність впуску стисненого повітря, паузи, випуску повітря в атмосферу і паузи – повітряний цикл. 3) Характер зміни швидкості вертикального переміщення води в робочому (решітному) відділенні відсаджувальної машини протягом одного коливання. Характеризується тривалістю впуску, випуску повітря та паузи між ними, тиском повітря у повітрозбірнику та частотою коливань. У поршневих відсаджувальних машинах Ц.в. має симетричний характер (синусоїда), у машинах з повітряними пульсаторами характер Ц.в. залежить від співвідношення періодів впуску, випуску повітря та пауз між ними. Максимальний розмах коливань та критерій розпушеності відсаджувальної постелі досягають при циклах 50-0-50 та 45-10-45. Існує точка зору відносно переваг асиметричного Ц.в. з короткочасним інтенсивним висхідним ходом та уповільненим, більш тривалим низхідним (напр., т.зв. “цикл Майєра”), коли створюються сприятливі умови для більш упорядкованого осідання та ущільнення постелі без всмоктування легких дрібнозернистих частинок.

ЦИКЛОН, -а, ч. * р. *циклон*, а. *cyclone*, н. *Zyklonentstauber m*, *Entstaubungszyklon m* – циліндроконічний апарат для очищення повітря або газу від завислих твердих частинок, пиловловлювач, в якому тверда фаза відділяється від газу під впливом відцентрових сил, які виникають при тангенціальній подачі вихідного газу під тиском і осьовому розвантажуванні продуктів розділення. Використовується в системах пиловловлювання та очищення повітря (димових газів). Для підвищення ефективності очищення повітря або газу в потужних потоках використовують батарейні циклони, тобто сполучення декількох Ц. з спільним підводом живлення. За аналогічним принципом влаштовані і діють Ц. для очищення рідини або збагачення мінеральної маси у водному середовищі (гідроциклони), а також в суспензіях (важкосередовищні гідроциклони).

ЦИКЛОННИЙ СЕПАРАТОР (циклон), -ого, -а, ч. (-а, ч.) * р. *циклонный сепаратор*; а. *cyclone separator*; н. *Zyklonseparator m*, *Zyklonscheider m* – сепаратор, дія якого ґрунтується на використанні відцентрової (вихрової) сили для очищення газу від завислих у ньому твердих частинок (пилу) (див. *циклон*).

ЦИРКУЛЯЦІЯ¹, -ії, ж. * р. *циркуляция*, а. *circulation*, н. *Zurkulation f*, *Kreislauf m* – операція при збагаченні корисних копалин, в результаті якої весь продукт з процесу або його частина повертається в живлення для наступної (повторної) обробки. Використовується в тих випадках, коли неможливо або не вигідно застосовувати додаткову операцію для доведення даного продукту до кондиційної якості.

ЦИРКУЛЯЦІЯ², -ії, ж. * р. *циркуляция*; а. *circulation*; н. *Zurkulation f*, *Umlauf m*, *Kreislauf m* – здійснення руху по колу. Ц. – при бурінні – один із методів очищення вибою (промивання) свердловини коли буровий розчин рухається від приймального чана через насос, бурильну колону, долото, кільцевий простір і знову до приймального чана.

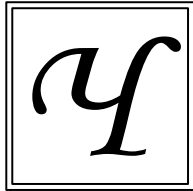
ЦИСТЕРНА, -и, ж. * р. *цистерна*, а. *tank*; н. *Tankwagen m*, *Kesselwagen m*, *Zisterne f*, *Behälter m*, *Tank m* – ємкість, великий резервуар (перев. циліндричної форми) для зберігання або транспортування (закріплена в горизонтальному положенні на автомобілі або на залізничній платформі) рідин, скраплених газів, сипучих тіл. Розрізняють стаціонарні і нестаціонарні Ц. Стаціонарні Ц. виготовляють з бетону, залізобетону, сталі, алюмінієвих сплавів і інш. матеріалів; Ц. можуть бути підземними, заглибленими і наземними. Ц., як правило, обладнуються приладами для контролю за станом продукту, пристроями заповнення і зливу. Нестационарні Ц. призначені для транспортування вантажів. Ц. для перевезення вуглеводневої сировини розрізняються: за видом транспорту – залізничні цистерни, цистерни автомобільні, цистерни-контейнери (можуть перевозитися всіма видами транспорту); за призначенням – для світлих (бензинів, дизельних пальних, гасу), темних (нафт, масел, мазутів, бітумів), нафтопродуктів, скраплених вуглеводневих газів та скраплених природних газів. У свою чергу, автомобільні Ц. класифікуються: за транспортною базою – на базовому шасі автомобілів звичайної та підвищеної прохідності, причепів та напівпричепів з різними сидальними тягачами; за місткістю резервуару – малої (до 5 м³), середньої (від 5 до 15 м³) та великої (понад 15 м³); за технологічним призначенням – транспортні (тільки для перевезення) та заправні, які можуть використовуватися і як транспортні.

Резервуарна автомобільна Ц. для нафтопродуктів виготовляється зі сталі чи кольорових металів з поперечним перерізом прямокутної, круглої чи овальної форми, з плоскими, конічними чи сферичними днищами. Зверху в середній частині обичайки вварені горловина з герметичною покривкою та наливним і оглядовим люком, всередині встановлюються хвилегасники та кільця жорсткості. Автомобільна Ц. обладнана зливно-наливними патрубками, “дихальним” клапаном, покажчиком рівня наливу, швидкодіючими запірними пристроями. Ц.-заправники додатково обладнуються насосами, лічильниками, фільтрами. Ц. автомобільні для темних нафтопродуктів (мазутобітумовози, гудронатори) мають автономні підігрівальні пристрої. Заповнення автомобільних Ц. нафтопродуктом проводиться звичайно через наливний люк (верхнє наливання), а спорожнення – через нижні зливні патрубки (нижнє зливання). Експлуатаційна місткість вітчизняних автомобільних Ц. від 4,2 до 10 м³, Ц.-причепів до 6,7 м³, Ц.-напівпричепів до 26 м³. За кордоном експлуатуються автомобільні Ц. до 36 м³.

Автомобільні Ц. для скраплених вуглеводневих газів являють собою сталеву горизонтальну циліндричну

ємність зварної конструкції з еліптичними днищами, у заднє днище вварено лок з приладами. Зливоналивна арматура змонтована в нижній частині ємності. Для захисту від прямої дії сонячних променів Ц. захищається тінювим кожухом та покривається фарбами світлих тонів, які знижують нагрівання продукту від сонячних променів і втрати його від випаровування. Робочий тиск Ц. 1,6 чи 1,8 МПа, робоча температура від -40 до +50 °С, експлуатаційна місткість при коефіцієнті заповнення 0,85 від 4 м³ до 29,8 м³. Роздавальні автомобільні Ц. додатково обладнуються насосом та пристроєм для наповнення балона. Серійні автомобільні Ц. для скраплених вуглеводневих газів у більшості безрамної конструкції.

Цистерни-контейнери (металеві ємності прямокутної, еліптичної чи циліндричної форми, розміщені в рамний каркас та обладнані пристроями для зливання та наливання) служать для перевезення та зберігання *нафтопродуктів*, а також використовуються як змінні ємності на автозаправних станціях. Геометрична ємність цистерн-контейнерів від 2 до 5 м³. Для централізованого групового постачання споживачів скрапленим вуглеводневим газом застосовуються цистерни-контейнери (напівпересувні *резервуари*) геометричною ємністю 0,6; 1,0 та 1,6 м³. 2. *Чан; бак; сховище; резервуар; ємність.*



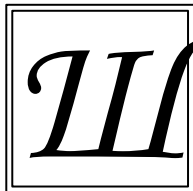
ЧАДНИЙ ГАЗ (оксид вуглецю), -ого, -у, ч. * *р. угарный газ (оксид углерода)*; *а. carbon monoxide*; *н. Kohlenoxy(i)d n, Kohlenmonoxy(i)d n* – СО, хім. сполука вуглецю з киснем з групи *оксидів*; природний газ без кольору і запаху. *Густина* 1,25 кг/м³, розчиняється у *спирті, бензолі*, погано у *воді*; характеризується відновлювальними властивостями і схильністю до реакцій приєднання. Реагує при високих т-рах з *хлором (фосген), сіркою, воднем, деякими металами і лугами*. Присутній в атмосфері у невеликих кількостях, у вигляді включень у *пластах кам. вугілля*. Утворюється внаслідок згоряння *вуглецю* і його сполук при нестачі повітря, в значних кількостях присутній у топкових газах, газах двигунів внутр. згоряння, продуктах *детонації*. Токсичний, при роботі в *шахтах* ведеться постійний контроль його вмісту в повітрі, трансп. і вантажні *машини* при підземних і відкритих *гірничих роботах* обладнуються *пристроями* для очищення вихлопних газів. У пром-сті Ч.г. отримують при взаємодії розжареного *вугілля* з вуглекислим газом або водяною парою (генераторний і водяний гази). Застосовується в хім. пром-сті для органічного синтезу; висококалорійне *паливо*.

ЧАН, -а(-у), ч. * *р. чан; а. vat, tank, tub*; *н. Kübel m, Bottich m, Bütte f, Zuber m* – посудина, що формою нагадує великий *бак* або *діжку*. Широко застосовується у ряді галузей промисловості, у різноманітних апаратах. Напр., Ч. є складовою частиною *колонного агрегату*. У *збагаченні корисних копалин* використовують *контактний чан*. Див. *також чан для бурового розчину приймальний*.

ЧАС РЕЛАКСАЦІЇ, -у, -ії, ч. * *р. время релаксации; а. relaxation time*; *н. Relaxationszeit f* – час, що характеризує повернення збудженої системи до стаціонарного стану.

ЧАС ТВЕРДНЕННЯ, ЧАС ЗАТВЕРДІННЯ, (тиксотропного перетворення), -у, -...., ч. * *р. время затвердевания (тиксотропного преобразования); а. time of solidification (of thixotropic recovery); н. Verhärtungszeit f* – в *полімерах* – час досягнення певної *в'язкості* або напруги після припинення зсуву. Залежить від величини *в'язкості* чи напруги, вибраних експериментатором. Син. – час тужавіння, час твердіння.

ЧАСТИНКА, -и, ж. * *р. частица, а. particle, grain*; *н. Teilchen n, Partikel f* – в гірництві – окреме зерно к.к., або будь-якого її компонента, яке підпорядковується закономірностям поведінки йому подібних зерен і в процесі розділення (*збагачення*) намагається зайняти належне йому місце за *крупністю, густиною* та формою. Ч. – це також елементарна складова частина системи мінеральних зерен, *шару* однорідного матеріалу або продукту розділення.



ШАБЛОН, -а^{1,3,4,5}(-у^{2,6}), ч. * *р. шаблон; а. gauge, template, templet, form*; *н. Schablone f, Modell n, Lehre f, Kaliber n* – 1) *Пристрій* для перевірки прохідності труб у *свердловині* по їх діаметру; калібр. 2) Зразок, за яким виготовляють однорідні вироби або перевіряють форму готових виробів (напр. діаметр експлуатаційної колони). 3) *Пристрій* (пластинка з заокругленням або зубцями на кінці),

яким перевіряють профіль складних виробів. 4) *Пристрій* для надання конструктивному елементу (напр., карнизу будинку) певної форми. 5) Кресленник архітектурної або іншої деталі в натуральну величину. 6) Переносно – взірець, штамп, що його наслідують сліпо, некритично.

ШАРНІР, -а, ч. * р. *шарнир*; а. *hinge*; н. *Scharnier* n, *Gelenk* n – 1) В *техніці* – з'єднувальний *пристрій* механізму чи будівельної конструкції, що допускає взаємні повороти або обертання їхніх частин. У *гірничій справі* використовується, напр., в *кріпленні шарнірному*, шарнірному *верхняку*, шарнірних *муфтах* інш. шарнірних *механізмах*. 2) В *геології* – лінія, яка з'єднує точки максимального вигину *шарів* г.п. Див. *шарнір складки*.

ШАРОВИЙ (ПОШАРОВИЙ) СПОСІБ ВИДОБУТКУ ТОРФУ, -ого (-ого), -у, -..., ч. * р. *слоевой (послойный) способ добычи торфа*, а. *slice extraction of peat*, н. *Torfabbau m in Schichten, Torfschichtenabbau m* – механізований спосіб видобутку кускового *торфу* з *пошаровим фрезеруванням покладу*. Призначений для розробки невеликих *торфових родовищ на паливо*. Витіснив старий різний спосіб видобутку *торфу*. За цим способом спеціальною машиною виконують операції: *екскавації торфового покладу*, переробки торфової маси, формування торфових цеглин-брикетів, вистилання їх для просушування. Машина знімає шар *торфового покладу* шириною бл. 400 мм і товщиною бл. 200 мм. Сезонна продуктивність однієї машини складає бл. 4 тис. т. готового *торфу*.

ШВИДКІСТЬ ДІЙСНА (ФІЗИЧНА), -ості, -ої (-ої), ж. * р. *скорость действительная (физическая)*; а. *actual (physical) velocity*; н. *tatsächliche (physikalische) Geschwindigkeit f* – відношення об'ємної витрати *рідини* чи *газу* Q до площі просівів (проходів) F_n : $\omega = Q : F_n$. Ш.д.(ф.) пов'язана із *фільтрацією швидкістю* u формулою: $\omega = u / m$, де m - *пористість*. Оскільки $m < 1$, то $\omega > u$.

ШВИДКІСТЬ ПОГЛИНАННЯ, -ості, -..., ж. * р. *скорость поглощения [расхода]*; а. *rate of consumption*; н. *Absorptionsgeschwindigkeit f* – 1) Швидкість витрати реактанта, що подається в систему в газовій фазі (напр., *кисню* з газової фази розчином). 2) Швидкість поглинання речовин *адсорбентом* чи *абсорбентом*.

ШВИДКІСТЬ ФІЛЬТРАЦІЇ, -ості, ..., ж. * р. *скорость фильтрации*; а. *rate of filtrate flow, seepage velocity*; н. *Filtrationsgeschwindigkeit f* – уявна середня швидкість для *живого перерізу* фільтраційного потоку, яка дорівнює відношенню об'ємної витрати *рідини* Q до площі перетину пористого середовища, до якої входить і площа перетину пористого простору $S_{пор}$ і площа перетину скелета пористого тіла $S_{скел}$:

$$g = \frac{Q}{S_{пор} + S_{скел}} .$$

Оперуючи поняттям швидкості *фільтрації*, уявляють собі, що *рідина* рухається не тільки в *порах*, а й через тверду фазу пористого тіла; при цьому замість пористого тіла отримують його *модель* у вигляді суцільного рухомого середовища, яке характеризується наявністю об'ємних сил опору. Якщо швидкість u належить до точки простору, зайнятого суцільним середовищем, а не до деякого *живого перерізу* потоку, швидкість u вважають *вектором*. У випадку турбулентної *фільтрації* під швидкістю треба розуміти усереднену повздовжню швидкість.

ШВИДКІСТЬ ФЛОТАЦІЇ, -ості, ..., ж. * р. *скорость флотации*, а. *floatation speed*, н. *Flotationsgeschwindigkeit f* – похідна за часом від кількості цінного компонента, що перейшов у *концентрат*, яка характеризує інтенсивність процесу у різні періоди часу, його *кінетику*. На практиці Ш.ф. можна регулювати змінною витрат *реагентів*, швидкістю знімання *піни*, *густини пульпи* тощо.

ШИБЕР, -а, ч. * р. *шибер*, а. *gate, slide valve, damper; barrier*, н. *Schieber, Flachschieber, Klappe f* – *заслінка, засувка* (дослівно – відсікач) – плоский робочий орган для повного або часткового перекриття потоку сипучого або рідкого матеріалу, а також для регулювання величини отвору чи щілини у розвантажувальних *пристроях* збагачувальних *апаратів*, *живильниках* та інш.

ШИБЕРНИЙ ЗАТВОР, -ого, -а, ч. * р. *шиберный затвор*, а. *slide gate*, н. *Wehrschieber m* – *пристрій* для повного перекривання потоку за допомогою Ш., який приводиться в рух механізмом (ручним важелем, пневмоприводом, рейковим *пристроєм* з електроприводом).

ШИРОКА ФРАКЦІЯ ЛЕГКИХ ВУГЛЕВОДНІВ, -ої, -ї, -ів, мн. * р. *широкая фракция легких углеводородов*; а. *wide fraction of light hydrocarbons*; н. *breite Fraktion f der leichten Kohlenwasserstoffe* – скраплена деетанізована газова суміш *вуглеводнів*.

ШИХТА, -и, ж. * р. *шихта*, а. *fusion mixture, charge, blend, burden*; н. *Beschickungsgut n, Einsatz m, Möller m, Charge f, Gicht f* – суміш вихідних матеріалів у заданому кількісному співвідношенні, призначена для переробки в металургійних, хімічних та інших *технологічних процесах*. Напр., кам'яновугільна Ш. – суміш *вугілля* різного складу та якості для спільного *збагачення* або *коксування*. Металургійна Ш. – суміш *руди, коксу, флюсів* для виплавки металу.

ШИХТУВАННЯ, -..., с. * р. *шихтование*, а. *fusion mixture preparation, blending, mixing, burdening*; н. *Möllern n, Möllernung f, Gattieren n, Gattierung f, Möllerberechnung f, Beschickung f* – 1) Процес змішування *випокної сировини* різних сортів чи з різним вмістом цінного компонента з метою

одержання однорідної суміші з заданими технологічними властивостями. На відміну від *усереднення шихтування* передбачає змішування окремих компонентів в строго регламентованій пропорції з метою одержання суміші (*шихти*) заданої якості. При зміні якості окремих компонентів їх частинна участь може змінюватись так, щоб визначальний показник в *шихті* залишався на рівні заданого, який не повинен перевищувати допустимих меж коливань. 2) Змішування у певному співвідношенні різних компонентів для їх одночасної переробки у *технологічному процесі* (коксованні, агломерації, виплавці металу та ін.). Див. *усереднення*.

ШКАЛА, -и, ж. * р. *шкала*, а. *scale*, н. *Skale, Masseinteilung f, Gradeinteilung f, Massstab m, Skala f* – 1) Частина *приладу* у вигляді впорядкованої сукупності позначок разом із пов'язаною з нею певною послідовністю чисел. 2) Система чисел, змінних величин, прийнятих для *вимірювання*, оцінки або визначення чогось. Див. *сейсмична шкала, шкала Мооса, шкала грохочення, шкали гідрогеохімічні*.

ШКАЛА ГРОХОЧЕННЯ (КЛАСИФІКАЦІЇ), -и, ..., ж. * р. *шкала грохочення, а. mash, sieve scale; н. Siebskala f* – послідовний ряд розмірів отворів сит (від більших до менших), які застосовуються при *класифікації* (*грохоченні*) к.к. Напр., Ш.г.(к.) для *вугілля*: 100; 50; 25; 13; 6; 3; 1; 0,5; 0,25; 0,125; 0,063 мм. здатний дряпати попередній *мінерал*, але не дряпає наступного за ним, більш твердого. Якщо, напр., *гіпс* не залишає подряпини на поверхні *мінералу*, що досліджується, а *кальцит* залишає, то його *твердість* вважають рівною 2,5. Ш.М. використовують для швидкої діагностики *мінералів*. Визначення *твердості* за *шкалою Мооса* зручне в польових умовах. Ш.М. запропонована нім. мінералогом Ф.Моосом (F.Mohs, 1773-1839) у 1811 р.

ШКАЛА МООСА, -и, -..., ж. * р. *шкала Мооса, а. Mohs scale, mineralogical scale of hardness; н. Mohs-Skala f, Mohssche Skala f, Mohshärte f, Skala f für Mineralhärte f (Härteskala f)* – десятибальна *шкала* твердості *мінералів*, за якою розрізняють десять ступенів *твердості*. Відносна *твердість* мінералів за Ш.М. визначається шляхом дряпання *мінералу*, який досліджується, гострими краями еталонних *мінералів* (пасивна твердість) або дряпання еталонних *мінералів* досліджуваним зразком (активна твердість). Еталонами є: 1 – *тальк*, 2 – *гіпс*, 3 – *кальцит*, 4 – *флюорит*, 5 – *апатит*, 6 – *ортоклаз*, 7 – *кварц*, 8 – *топаз*, 9 – *корунд*, 10 – *алмаз*. *Мінерал* з більшою *твердістю* дряпає *мінерал* з меншою *твердістю*, тобто кожний наступний *мінерал* цього ряду здатний дряпати попередній *мінерал*, але не дряпає наступного за ним, більш твердого. Якщо, напр., *гіпс* не залишає подряпини на поверхні *мінералу*, що досліджується, а *кальцит* залишає, то його *твердість* вважають рівною 2,5. Ш.М. використовують для швидкої діагностики *мінералів*. Визначення *твердості* за *шкалою Мооса* зручне в польових умовах. Ш.М. запропонована нім. мінералогом Ф.Моосом (F.Mohs, 1773-1839) у 1811 р.

ШЛАК, -у, ч. * р. *шлак*; а. *slag*; н. *Schlacke f* – 1. Розтоплена або затверділа маса різних *домішок, золи і флюсів*, що є побічним продуктом металургійних процесів і використовується для виготовлення в'язучих матеріалів (шлакоцемент). За хімічним складом наближаються до портландцементного клінкеру з дещо меншим вмістом CaO. 2. Зола *кам'яного вугілля*, яка сплавилася в *топці*.

ШЛАМ, -у, ч. * р. *шлам*, а. *slime, sludge, slurry, mud, pulp*; н. *Schlamm m* – 1) Подрібнена *руда* з цінними металами, що мають бути видобуті. Ш. відрізняється від решти к.к. високим ступенем *розкриття і відкриття зростків та вкраплень*, підвищеною питомою поверхнею, одночасно є більш трудомістким та енергомістким об'єктом для *збагачення та зневоднення*. 2) Вуглевмісні продукти *крупністю* менше 0,5-1 мм. Див. *шлам вугільний*. 3) Малорозчинні сполуки або дрібні тверді частинки, що випадають в *осад* при очищенні рідин. Напр., малорозчинний осад густої консистенції, що утворюється дрібними твердими частинками, *нафтою*, водою і сполуками в процесі очищення *нафти відстоюванням, фільтруванням* і т.ін. Здебільшого осідає на дно *резервуарів* або очисних систем. 4) Порошкоподібна проміжна речовина металургійного виробництва, яка містить *домішки* благородних металів, що їх потім видобувають. 5) Уламки розбурюваних *гірських порід*, які виносяться за *свердловини* в процесі її *буріння* на поверхню висхідним потоком *промивної рідини*, які відбираються для визначення *літології* розрізів *свердловин* і їх кореляції. При *бурінні* пошукових та розвідувальних *свердловин* відбирається через 3-5 м проходки. Це дає відомості про літологічний склад розкритих *порід* по всьому розрізу *свердловини*. *Шлам* необхідно прив'язувати до тієї глибини, на якій він був розкритий *свердловиною*. Для цього необхідно зробити розрахунки за рівнянням, яке враховує відставання піднімання *шлему* на поверхню рідиною в процесі буріння *свердловини*. Глибина, з якої відібрано *кern* $h_1 = h_2 V_1 / V_2$, де h_2 – глибина, на яку поглиблено *свердловину* протягом часу піднімання *шлему* з *вибою* на поверхню; V_1 – швидкість піднімання *промивної рідини* з урахуванням продуктивності насосів; V_2 – механічна швидкість *буріння свердловини*.

ШЛАМ БУРОВИЙ, -у, -ого, ч. * р. *шлам буровой*; а. *cuttings, drilling cuttings, drilling returns*; н. *Bohrschlamm m* – дрібні частинки *гірської породи*, утворені при її руйнуванні в процесі *буріння*.

ШЛАМ ВУГІЛЬНИЙ, -у, -ого, ч. * р. *шлам угольный*; а. *coal slime*, н. *Kohlenschlamm m* – розрізняють

зернисті (>45 мкм) та тонкі (<45 мкм) вугільні шлами. За місцем утворення *шлами* поділяють на первинні (надходять на фабрику з рядовим *вугіллям*) та вторинні (утворюються в процесі збагачення). На вуглезбагачувальних фабриках *шлам* знаходиться в незбагаченому вигляді (рядовий), у збагаченому (концентрат флотації, гідроциклонів, концентраційних машин, шламових відсаджувальних машин, гвинтових сепараторів тощо), у вигляді відходів (флотації, гідроциклонів, концентраційних столів тощо). Вугільний Ш. може бути товарним продуктом. *Шлам* шламових відстійників використовується як низькосортне паливо.

Зольність вугільного шламу деяких вітчизняних вуглезбагачувальних фабрик

Збагачувальна фабрика	Зольність шламу, %
“Вузлівська”	47,38
“Червоноармійська”	52,31
“Добропільська”	48,90
“Павлоградська”	58,5
“Україна”	56,5
“Слов’яносербська”	40,16
“Сердитянська”	52,2
“Постниковська”	55,1
“Комендантська”	43,7
“Держинська”	57,8
“Курахівська”	57,24
Авдіївського КХЗ	39,70

Шлами різко змінюють властивості суспензії і утруднюють збагачення, осадження, згущення, зневоднення. На вітчизняних вуглефабриках збагачення вугільного матеріалу шламової крупності частіше за все здійснюється флотацією. При цьому особливу трудність викликає флотація вугільних зерен мікронних фракцій (тонких шламів). Перспективною є попередня (перед флотацією) селективна агрегація (флокуляція) шламів. Крім того, застосовують (особливо при перезбагаченні) гравітаційні методи.

Вміст у рядовому вугіллі класів – 1 мм (первинних шламів) досягає сьогодні близько 20%. Додатковим джерелом переподібнювання (шламоутворення) є операції по транспортуванню та збагаченню вугілля. Вихід вторинних шламів тільки в процесі збагачення вугілля може досягнути 8-17%. Зокрема, вихід вторинних шламів при збагаченні вугілля марки Г коливається в межах 2,5-8%, антрацитів – 3-4%, німецького вугілля марок ПС, Ж, К – 9-17%. В результаті сумарний вихід вугільних шламів на деяких вуглезбагачувальних фабриках складає 25-30%. Вміст важкозбагачуваних тонкодисперсних класів (-0,063 мм) у незбагаченому шламі вугілля коксівного може складати 31,2-79,5%; в антрацитовому шламі – 6-61,7%; у флотаційному концентраті – 25,5-72,4%; у відходах флотації до 67-90%. За таких умов наявність в технологічній схемі ефективної технології переробки шламів стає вирішальною умовою стабільної та якісної роботи фабрик.

Особливий інтерес являють собою шлами-відходи, які можуть бути об'єктом повторного збагачення з метою вилучення додаткової кількості вугілля.

Шлами, які скидаються в очисні споруди збагачувальних фабрик, як правило, вловлюються в дві стадії. Крупні *шлами*, які мають меншу зольність, вловлюються на першій стадії прояснення оборотної води. На більшості фабрик на першій стадії вловлюються шлами зольністю 30,0...40,0% (в шламових відстійниках), а на другій стадії – більш тонкі і високозольні класи крупності зольністю 40,0...60,0% (в мулонакопичувачах). При вуглезбагачувальних фабриках України знаходиться 35 мулонакопичувачів загальним об'ємом 129 млн.м³, які займають площу 180 га і містять 114 млн. т. шламів, переважно відходів флотації зольністю від 45 до 75%.

За даними інституту “Дондпрошахт” в 2005 році на підприємствах по переробці вугілля в Україні запаси високозольних забалансових шламів складуть 4,86 млн. т.; відходів флотації зольністю до 70% - 43,11 млн. т. Динаміка зміни кількості забалансових шламів та відходів флотації в період 1985-2005 рр. позитивна. Їх пересічна зольність $A^d = 50-60\%$; масова частка загальної сірки 2,3%; теплота згоряння 13,2 МДж/кг.

ШЛАМОУТВОРЕННЯ, -..., с. * р. *шламообразование*, а. *sliming, sludging, slurring*; н. *Schlamm bildung* f – спонтанне (супутнє) подрібнення вугілля та розкисання породних домішок у процесі мокрого збагачення. Супроводжується збільшенням виходу частинок крупності менше 0,5 мм. В залежності від марки вугілля, літологічних особливостей порід та схеми збагачення коефіцієнт шлагоутворення становить: для фабрик зі збагаченням усіх класів крупності (до глибини 0 мм) вугілля – 1,9-2,5; антрациту – 1,2-1,6.

ШЛІФ, -а, ч. * р. *шлиф, a. thin section; microsection; polished specimen; thin-section, metallographic specimen, micro-section, metallographic specimen*; н. *Schliff m, Dünnschliff m* – тонкий (0,02-0,03 мм і

тонше) зріз *гірської породи* або *мінералу*, призначений для вивчення його під *мікроскопом* у променях проникаючого, часто поляризованого, світла.

Більшість *мінералів* в Ш. стає прозорими, і їх оптичні властивості (форма *кристалів*, забарвлення і його зміна у поляризованому світлі, особливості *спайності*, геом. співвідношення між кристалографіч. і оптич. елементами) допомагають розпізнати *мінерал*, а в ряді випадків визначити його приблизний *склад*. Вивчення г.п. і *мінералів* в Ш. широко застосовується у *петрографії* і *мінералогії*. Ш. виготовляються шляхом попередньої підшліфовки однієї з поверхонь невеликого *штуфу*, наклейки її на предметне скло і подальшого сточування на механічному диску всього надлишку товщини шматочка до отримання тонкої пластинки, на яку потім наклеюють покривне скло (клеєм слугує канадський бальзам або ін. *смоли*). Для вивчення непрозорих в проникному світлі *мінералів* виготовляються *аншліфи* – зрізи, пришліфовані і відполіровані тільки з одного боку. У таких препаратах *мінерали* вивчаються під *мікроскопом* у відбитому світлі.

ШНЕК, -а, ч. * р. *шнек*, а. *worm, auger; screw (worm) conveyer*; н. *Schnecke f, Schneckengestänge n* – 1. Вал з гвинтоподібними виступами. 2. У *гірництві* – транспортний механізм з гвинтовим робочим органом, що переміщує сипку масу або обводнений продукт при своєму обертанні навколо поздовжньої осі. Використовується для переміщення чи змішування сипких, рідких, тістоподібних і т.ін. матеріалів, напр., для подавання *піску* в піскозмішувачі, як буровий інструмент.

У вуглезбагаченні Ш. як конструкційний елемент присутній у *конвеєрах шнекових, живильниках, вивантажувачах, змішувачах*.

ШОРСТКІТЬ, -і, ж. * р. *шерховатость*; а. *roughness*; н. *Unebenheit f, Rauheit f* – наявність нерівної, шкарубкої поверхні; шершавість; шерехатість; шорстке місце якоїсь поверхні.

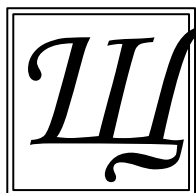
ШПАЛЬТОВЕ СИТО, -ого, -а, с. * р. *шпальтовое сито*, а. *wedge wire sieve*, н. *Spaltensieb n* – *сито* з щілястими отворами, які утворені паралельними дротинами з нержавіючого металу з трапецієподібним поперечним перетином, з'єднаними між собою жорсткими поперечними стержнями. Використовуються Ш.с. як робоча поверхня зневоднювальних та знешламлювальних *єрохотів, дугових сит, центрифуг фільтруючих*.

ШТАМПОВАНЕ СИТО, -ого, -а, с. * р. *штампованное сито*, а. *stamped sieve*, н. *Siebboden m mit gestanzten Sieböffnungen, Sieb n aus gelochtem Blech, Lochsieb n* – *просіююча поверхня* для *єрохотів*, у вигляді металевого листа з штампованими отворами квадратної, круглої або продовгуватої форми. Має перевагу як жорстка і зносостійка конструкція. Але поступається плетеним та тканим дротяним ситам за величиною живого перетину отворів та матеріалоємкістю.

ШТУЧНИЙ ХОЛОД, -ого, -у, ч. * р. *искусственный холод*; а. *refrigeration*; н. *künstliche Kälte f* – низька температура середовища, тіла або речовини, що створюється завдяки забиранню від них певної кількості *теплоти*.

ШУМОМІР, -а, ч. * р. *шумомер*; а. *sound level meter*; н. *Geräuschmesser m, Schallpegelmesser m* – *прилад* для *вимірювання* рівня шуму. ДСТУ 2325-93. Ш. складається з мікрофона, який приймає звук, підсилювачів, коректувальних *фільтрів*, детектора та стрілкового індикатора, що показує рівень шуму в децибелах (дБ). Схема Ш. вибирається так, щоб його властивості наближалися до властивостей людського вуха. У Ш. є три комплекти *фільтрів*, які забезпечують потрібну форму частотної характеристики на трьох рівнях гучності. Шкала А відповідає характеристиці малої гучності ≈ 40 фон (застосовується в діапазоні 20-55 фон), В – середня гучність ≈ 70 фон (застосовується в діапазоні 55-85 фон) і С – великої гучності (85-140 фон). З допомогою Ш. вимірюється рівень шуму на виробництві, в побутових приміщеннях тощо. Він не повинен перевищувати певної (безпечної для здоров'я) величини. Допустима межа шуму – 110 дБ.

ШУНГІТ, -у, ч. * р. *шунгит*, а. *schungite*; н. *Schungit m, Tschirwinskite m* – 1) *Метаморфічна порода (сланці, алевроліти)*, яка містить прихованокристалічний *вуглець*. Ш. – природний аналог скловуглецю. Являє собою чорну блискучу речовину, яка складається з *вуглецю* та сильно диспергованого *графіту*. Ш. – продукт впливу *інтрузивних порід* на бітумінозні осади. Колір чорний. Блискучий. Тв. 4-5. *Густина* 1,84-1,98. Ш. використовується як заповнювач легкого бетону. За генезисом і формою утворення Ш. поділяють на: хомогенно-осадові і хомогенні. За деякими даними має цілющі властивості. 2) *Мінерал* з групи *антраксолітів*, проміжний продукт між аморфним *вуглецем* та *графітом*. За назвою селища Шунга (Шуньга), Карелія.



ЩІЛЬНІСТЬ, -і, ж. * р. *плотность*, а. *density*, н. *Dichte f* – властивість будь-якої множини, яка характеризує кількість елементів, що припадає на одиницю довжини, площі, об'єму. Напр., Щ.

дислокацій, Щ. розподілу міцності, Щ. з'єднання, Щ. спектральна, Щ. насипного матеріалу тощо. На відміну від *густини* – властивості речовини та *поля фізичного*.

ЩУП, -а, ч. * р. *щуп*, а. *probe*, н. *Sonde f, Taster m, Sondiernadel f, Prüfstab m, Fühllehre f, Fühler m* – назва різних *приладів* (перев. у вигляді стержнів), інструментів, за допомогою яких виявляють, зондують що-небудь. У *збагаченні* к.к. – спрощений *пристрій* для оперативного контролю розпушення та ущільнення робочої постелі *відсаджувальної машини*. Являє собою дерев'яну жердину, що використовується як лот, занурюваний у постіль. Користування Щ. є однією з необхідних професійних навичок оператора *відсаджувальних машин*.

Ю



ЮСТУВАННЯ ПРИЛАДУ, -..., с. * р. *юстировка прибора*, а. *adjustment, alignment*; н. *Justieren n des Gerätes* – сукупність операцій по приведенню вимірального *приладу* в робочий стан, який забезпечує необхідну його точність, правильність і надійність роботи.

Я



ЯВИЩЕ, -а, с. * р. *явление*, а. *phenomena*, н. *Erscheinung f, Effekt m, Phänomen n* – будь-який вияв змін, реакцій, перетворень і т.ін., що відбуваються в навколишньому середовищі. Я. природні – ознаки, зміни, зумовлені, спричинені явищами природи. Розрізняють екзогенні, ендегенні, електрокінетичні, капілярні, електрокапілярні, магнітні, електричні, фото- та термоелектричні, термоманітні та ін. Я. У *мінералогії* розрізняють Я. контактів – всі зовнішні та внутрішні Я., які спостерігаються на межі двох мінералів чи мінеральних комплексів (С. Naumann, 1849).

ЯМА ПРИВІЗНОГО ВУГІЛЛЯ, -и, -..., ж. * р. *яма привозных углей*, а. *bunker for delivered (imported) coal*, н. *Fremdkohlebunker m* – *бункер*, що розташований під *залізничною колією* і призначений для прийому *вугілля*, яке вивантажується з залізничних напіввагонів через відкидні донні люки (без застосування *вагоноперекидача*). Поздовжні щілини над *бункером* перекриті решіткою, а нижні випускні отвори обладнані *живильниками* для розвантаження *вугілля* з *бункера* на *конвеєр*. Я.п.в. може бути розрахована на одночасне розвантаження одного або декількох напіввагонів. Існують також різновиди Я.п.в. для прийому *гірської маси*, яка доставляється автомобільним, ін. видами транспорту.

ЯДЕРНИЙ МАГНІТНИЙ РЕЗОНАНС (ЯМР), -ого, -ого, -у, ч. * р. *ядерный магнитный резонанс (ЯМР)*, а. *nuclear magnetic resonance (NMR)*, н. *magnetische (paramagnetische) Kernresonanz f, Kernspinresonanz f, NMR (Hochfrequenzspektroskopie f)* – явище селективного поглинання енергії змінного електромагнітного поля певної частоти речовиною, що перебуває у сильному сталому *магнітному полі*. Зумовлений квантовими переходами атомних ядер між енергетичними станами з різними орієнтаціями спіну ядра. ЯМР – один з методів радіоспектроскопії, використовується для досліджень ядер, *атомів, молекул*, контролю протікання *хімічних реакцій* тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Саранчук В Л, Айруни А.Т., Ковалев К.Е. Надмолекулярная организация, структура и свойства углей.– К.: Наукова думка.
2. Саранчук В.И., Бутузова Л.Ф., Минкова В.Н. Термохимическая деструкция, бурых углей.– К.: Наукова думка, 1984.
3. Нестеренко Л.Л., Бирюков Ю.В., Лебедев В.А. Основы химии и физики горючих ископаемых.– К.: Вища шк., 1987.–359с.
4. Бухаркина Т.В., Дигуров Н.Г. Химия природных энергоносителей и углеродных материалов.–Москва, РХТУ им. Д.И. Менделеева, – 1999. –195с.
5. Агроскин А. А., Глейбмаи В, Б. Теплофизика твердого топлива.– М. Недра 1980.– 256 с.
6. Глущенко И. М. Теоретические основы технологий твердых горючих ископаемых.– К.: Вища шк. Головное изд–во, 1980. – 255 с.
7. Еремин И. В., Лебедев В. В., Цикарев Д. А. Петрография и физические свойства углей. – М.: Недра, 1980. – 266 с.
8. Касаточкин В. И., Ларина Н. К. Строение и свойства природных углей.– М: Недра, 1975. – 159 с.
9. Раковский В. Е.э Пигулееская Л. В. Химия и генезис торфа.–М. : Недра, 1978.–231 с.
10. Саранчук В. И. Окисление и самовозгорание угля.– К. : Наук, думка, 1982.–166 с.
11. Стрептихеев А. А., Деревицкая В. А. Основы химии высокомолекулярных соединений. – 3-е изд., перераб, и доп. – М.: Химия, 1976.– 436 с.
12. Лейбович Р. Б., Яковлева Е. И, Филатов А. Б. Технология коксохимического производства.–М.: Металлургия, 1982.–340 с.
13. Берлин М. А., Гореченков В, Г., Волков Н. П. Переработка нефтяных и природных газов.–М.: Химия, 1981.–472 с.
14. Мениович Б. И., Пинтюк С. И., Дюкалов А. Г. Повышение эффективности процесса слоевого коксования.– К.: Техника, 1985,– 230 с.
15. Святец И. Е. Технологическое использование бурых углей.– М.: Недра, 1985–208 с.
16. Эйдельман Б. Я. Основы технологии коксования углей.–К.; Донецк: Вища шк. Головное изд–во, 1985,– 191с.
17. Химическая технология твердых горючих ископаемых/Под ред. Г. Н.Макарова и Г. Д. Харламповича – М.–: Химия, 1986.– 493 с.
18. Грязнов Н.С. Пиролиз углей в процессе коксования.– Металлургия, 1983–183 с.
19. Бирюков Ю. В. Термическая деструкция спекающихся углей.– М.: Металлургия, 1980.– 120 с.
20. Скляр МХ. Физико–химические основы спекания углей.– М.: Металлургия, 1984 – 200 с.
21. Лазорин С. Н., Скрипник Е. А. Каменноугольная смола. – М.: Металлургия, 1985 – 120 с.201
22. Скляр М. Г., Тютюнников Ю. Б. Химия твердых горючих ископаемых: Лабораторный практикум.– 2-е изд. перераб. и доп.– К.: Вища шк. Головное изд–во, 1985.–247 с.

23. Тайц Е. М., Андреева И. П. Методы анализа и испытания углей.– М.:Недра, 1983 – 300 с.
24. Привалов В. Е., Степаненко М. А, Каменноугольный пек.– М.: Metallургия, 1981.– 208 с.
25. Зашквара В. Г., Дюканов А. Г. Подготовка углей к коксованию.– М.:Metallургия, 1981.–60 с.
26. Соколов В. З., Харлампович Г. Д. Производство и использование ароматических углеводородов.– М.: Химия, 1980.–336 с.
27. Зыков Д. Д., Пак Б. М. Коксохимический нафталин.–М.: Metallургия,1981– 224 с.
28. Химические вещества из угля /Под ред. Ю. Фальбе; Пер. с нем. Под ред. И. В. Калечица.–М.: Химия, 1980.– 611 с.
29. Чалых Е. Ф. Обжиг электродов,–М,: Metallургия, 1981.–116 с.
30. Фиалков А.С. Углерод, межслоевые соединения и композиты на его основе. М.: Аспект Пресс, 1997. 718 с.
31. Костилов В.И., Шинков Н.Н., Калашников ЯЛ. и др. Графитация и алмазообразование. М.: Metallургия, 1991. 223 с.
32. Камнева А.И., Платонов В.В, Теоретические основы химической технологии горючих ископаемых. М.: Химия, 1990. 228 с.
33. Химия нефти /Под ред. З.И. Сюняева М.: Химия, 1984. 360 с.
34. Штох Э., Маковски М.–Т., Гейхмюллер М. И др. Петрология углей.– М: Мир.– 1978.– 650с.
35. Шендрик Т.Г., Саранчук В.И. Соленые угли. – Донецьк, Східний видавничий дім, 2003. – 299 с.
36. Клер В.Р., Изучение и геолого–экономическая оценка качества углей при геологоразведочных работах.– М.: Недра, 1999. – 317 с.
37. Войткевич Г.В., Кенин А.В., Мирошников А.Е., \ Прохоров В.Г. Справочник по геохимии. – Москва.: Недра, 1999. – 124 с.
38. Камьянов В. Ф., Аксенов В. С.; Титов В. И. Гетероатомные компоненты нефтей. Новосибирск: Наука. –1983.–238 с.
39. Гагарин С.Г., Кричко А.А. Концепция самоассоциированного мультимера в строении угля //ХТТ. – 1984. – №4. – С.3–8.
40. Бодоев Н.В. Сапропелитовые угли. Новосибирск– Наука^Ca–i^BiaOc. I/III.
41. Малолетнев А.С., Кричко А.А., Гаркуша А А. Получение синтетического жидкого топлива гидрогенизацией углей. М.: Недра. – 1992, – 128 с.
42. Marzec A. New Structural Concept for Carbonized Coals // Energy & Fuel. –1997.–№I. – P.837 –84.2.
43. Королева Н.В. Физико–химические методы исследования углей и продуктов их переработки. М: Изд–во МХТИ. – 1984.–48 с.
44. Камьянов В. Ф., Аксенов В. С, Титов В. И. Гетероатомные компоненты нефтей. Новосибирск: Наука, 1983. – 238 с.
45. Лебедев В. В., Рубан А. Н., Шпирт М. Я. Комплексное использование углей. – М.: Недра. 1980. – 210 с.
46. Химия и переработка угля / Под. ред. Липовича В.Г., Калабина Г.А., Калечица И.В. и др.– М: Химия.– 1989.– 336 с.

47. Білецький В.С., Сергеев С.В., Папушин Ю.Л. Теорія і практика селективної масляної агрегації вугілля. Донецьк. –1996. – 264 с.
48. Кинле Х., Бадер Э. Активные угли и их промышленное применение. – Л.: Химия.– 1984.–216 с.
49. Юдович Я. З. Грамм дороже тонны. Редкие элементы в углях. М.: Наука. – 1989. – 160 с.
50. Русьянова Н.Д. Углехимия. – М.: Наука, 2008. – 316 с.
51. Русанова О.Д. Аронскинд В.П., Кошечая Л.А. Петрология углей. – М.: Недра, 1987. – 180 с.
52. Лазаров Л., Анипова Г. Структура и реакции углей. – София: Из-во Болг. акад. наук, 1990. – 231 с.
53. Грязнов Н.С. Пиролиз углей в процессе коксования. – М.: Metallургия, 1983. – 183 с.
54. Грязнов Н.С. Основы теории коксования. – М.: Metallургия, 1976. – 303 с.
55. Русанова О.Д. Петрография ископаемых углей. – М.: Недра, 1987. – 180 с.
56. Раковский В.Е., Пигулевская Л.В. Химия и генезис торфа. – . Недра, 1978. – 230 с.
57. Окисление и самовозгорание твердого топлива / Саранчук В.И., Русичев Д., Семенов В.К., Галушко Л.Я., Маркова К., Пашенко Л.В., Темервоа Г.П. – Киев: Наукова думка, 1994. – 264 с.
58. Саранчук В.И., Аровин И.А., Галушко Л.Я. Флотирование углей реагентами из продуктов коксохимии. – Донецк: Східний видавничий дім, Кальміус, 2006. – 192 с.
59. Саранчук В.И., Ошовский В.В., Власов Г.А. Физико–химические основы переработки горючих ископаемых. – Донецк: Східний видавничий дім, 2001. – 304 с.
60. Саранчук В.И., Ильяшов М.А., Ошовский В.В., Саранчук Е.В. Углерод: неизвестное об известном. – Донецк: УК Центр, 2006. – 400 с.
61. Саранчук В.И., Ошовский В.В., Власов Г.О. Хімія і фізика горючих копалин. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2003. – 204 с.
62. Братичак М.М.,Гринишин О.Б. Технологія нафти і газу. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2002. – 180 с.
63. Власов Г.А., Саранчук В.И., Чуищев В.М., Ошовский В.В. Системный анализ коксохимического производства. – Донецк: Східний видавничий дім, 2002. – 296 с.
64. Гірничий енциклопедичний словник. т.І. (за редакцією В. С. Білецького). — Донецьк: Східний видавничий дім. — 2001. — 514 с.
65. Гірничий енциклопедичний словник. т.ІІ. (за редакцією В. С. Білецького). — Донецьк: Східний видавничий дім. — 2002. — 632 с.
66. Гірничий енциклопедичний словник. т.ІІІ. (за редакцією В. С. Білецького). — Донецьк: Східний видавничий дім. — 2004. — 752 с.
67. Мала гірнича енциклопедія. т. I. (за редакцією В. С. Білецького). — Донецьк: Донбас, 2004. — 640 с. <http://www.Teberia.pl>
68. Мала гірнича енциклопедія. т. II. (за редакцією В. С. Білецького). — Донецьк: Донбас, 2007. — 652 с. <http://www.experts.in.ua>

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Саранчук Віктор Іванович,
Ільяшов Михайло Олександрович,
Ошовський Володимир Володимирович,
Білецький Володимир Стефанович

Основи хімії і фізики горючих копалин

(Підручник)

Редактор	В. С. Білецький
Коректор	О. В. Кузьменко
Комп'ютерна верстка	І. А. Венгренюк
Обкладинка	І. А. Венгренюк

Підп. до друку 12.09.2008. Формат 270x190. Папір офсетний.
Друк трафаретний. Гарнітура Sylfaen. Ум. друк. арк. 60,2.
Обл. вид. арк. 37,08. Зам. 3-091208. Наклад 300 пр.

Видавниче підприємство "Східний видавничий дім"
(Державна свідоцтво № ДК 697 від 30.11.2001.)
83086, м. Донецьк, вул. Артема, 45
тел./факс (062) 338-06-97, 337-04-80

УДК 662.73+662.74

Саранчук В.І., Ільяшов М.О., Ошовський В.В., Білецький В.С.

О 75 Основи хімії і фізики горючих копалин. - Донецьк: Східний видавничий дім, 2008. – с. 640.

ISBN 978-966-317-024-4

У книзі розглядаються фізико-хімічні властивості природних і синтетичних форм вуглецю, а також палив, їх походження, класифікація, склад, фізичні і хімічні властивості, молекулярна структура твердих горючих копалин, нафти, природних газів, викладені принципи переробки горючих копалин і сучасні уявлення про сутність і механізм їхнього перетворення в різних умовах, дана характеристика продуктів, що утворюються.

У додатках подано енциклопедичний словник "Тверді горючі копалини", який містить понад 1700 статей.

Для студентів, магістрантів і аспірантів вузів, що навчаються за напрямом «Хімічна технологія та інженерія», науковців, співробітників проектних організацій та інженерно-технічних працівників заводів.

Табл. 57. Рис. 44. Бібліогр.: 68 назв.

ISBN 978-966-317-024-4