

THIS FILE IS MADE AVAILABLE THROUGH THE DECLASSIFICATION EFFORTS AND RESEARCH OF:

THE BLACK VAULT

THE BLACK VAULT IS THE LARGEST ONLINE FREEDOM OF INFORMATION ACT / GOVERNMENT RECORD CLEARING HOUSE IN THE WORLD. THE RESEARCH EFFORTS HERE ARE RESPONSIBLE FOR THE DECLASSIFICATION OF THOUSANDS OF DOCUMENTS THROUGHOUT THE U.S. GOVERNMENT, AND ALL CAN BE DOWNLOADED BY VISITING:

[HTTP://WWW.BLACKVAULT.COM](http://www.blackvault.com)

YOU ARE ENCOURAGED TO FORWARD THIS DOCUMENT TO YOUR FRIENDS, BUT PLEASE KEEP THIS IDENTIFYING IMAGE AT THE TOP OF THE .PDF SO OTHERS CAN DOWNLOAD MORE!



DEPARTMENT OF THE AIR FORCE
NATIONAL AIR & SPACE INTELLIGENCE CENTER (AF ISR AGENCY)
WRIGHT-PATTERSON AFB OHIO

Colonel Mark E. Hess
Vice Commander
National Air and Space Intelligence Center (NASIC)
4180 Watson Way
Wright-Patterson AFB OH 45433-5648

SEP 21 2009

John Greenewald, Jr.
[REDACTED]

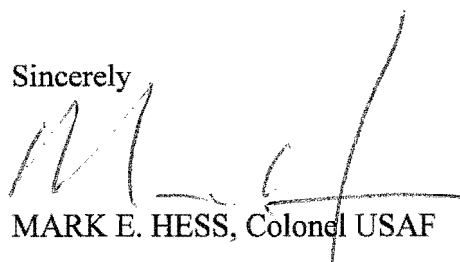
Dear Mr. Greenewald

This letter is in reference to your Freedom of Information Act (FOIA) request for a copy of the document entitled *Chemical Weapons at the Turn of the Century*, our case number 2009-03137-F.

After reviewing the document you requested, it was determined that it is releasable. We have reproduced a copy of the document for you as a result of your Freedom of Information Act request; however, the document is copyrighted and later copying of the document by you may be an infringement of the owner's copyright. Our reproduction for purposes of the Freedom of Information Act is a so-called "fair use" exception to copyright infringement. Your later reproduction may not be subject to a fair use exception. We recommend that you receive permission from the copyright owner prior to any further reproductions of this document.

Your request was processed in the "All Other" category. The document we are providing contains a total of 344 pages. We are providing you an electronic pdf file of the document you requested on compact disc, all fees have been waived.

Sincerely



MARK E. HESS, Colonel USAF

Attachment
Requested Document

222 pages

Chemical Weapons at the Turn of the Century.

NATIONAL AIR INTELLIGENCE CENTER WRIGHT-PATTERSON AFB ...

31 JAN 1996

**Distribution authorized to U.S. Gov't. agencies and their
contractors; Copyright; Specific Authority; 31 Jan 96. Other
requests shall be referred to NAIC/STINFO, Wright-Patterson AFB,
OH 45433. Availability: Document partially illegible.**

NATIONAL AIR INTELLIGENCE CENTER



CHEMICAL WEAPONS AT THE TURN OF THE CENTURY

by

Nikolai Antonov

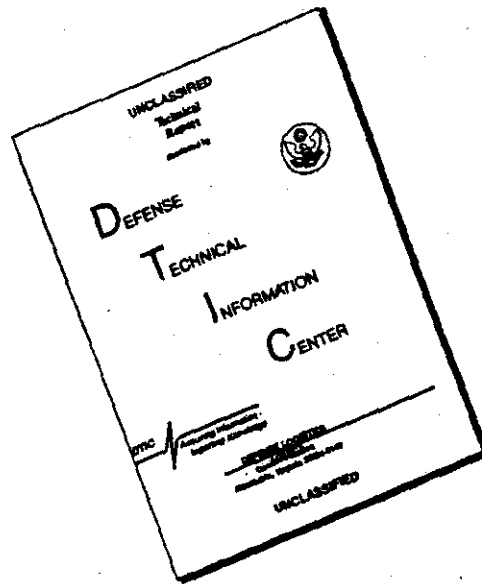


Distribution authorized to U. S. Government agencies and their contractors (Copyright) (31 Jan 96). Other requests for this document shall be referred to NAIC/STINFO.

19960221 133

DTIC QUALITY INSPECTED 1

DISCLAIMER NOTICE



THIS DOCUMENT IS BEST QUALITY AVAILABLE. THE COPY FURNISHED TO DTIC CONTAINED A SIGNIFICANT NUMBER OF PAGES WHICH DO NOT REPRODUCE LEGIBLY.

PARTIALLY EDITED MACHINE TRANSLATION

NAIC-ID(RS)T-0562-95

31 January 1996

MICROFICHE NR: 96 C0000 45 L

CHEMICAL WEAPONS AT THE TURN OF THE CENTURY

By: Nikolai Antonov

English pages: 176

Source: Khimicheskoye Oruzhiye na Rubezhe Dvukh Stoletiy,
Publishing House "Progress", Moscow, 1994; pp. 1-175

Country of origin: USSR

This document is a machine translation processed by:

Input: David Servis, Inc.

F33657-87-D-0096

Post-Edit: John Hanus

Merge and Quality Control: Nancy L. Burns

Requester: NAIC/TATH/Mark F. Eimer

Distribution authorized to U.S. Government agencies
and their contractors (Copyright) (31 Jan 96).

Other requests for this document shall be referred to
NAIC/STINFO.

CRITICAL TECHNOLOGY

THIS TRANSLATION IS A RENDITION OF THE ORIGINAL FOREIGN TEXT WITHOUT ANY ANALYTICAL OR EDITORIAL COMMENT STATEMENTS OR THEORIES ADVOCATED OR IMPLIED ARE THOSE OF THE SOURCE AND DO NOT NECESSARILY REFLECT THE POSITION OR OPINION OF THE NATIONAL AIR INTELLIGENCE CENTER.

PREPARED BY:

TRANSLATION SERVICES
NATIONAL AIR INTELLIGENCE CENTER
WPAFB, OHIO 45433

U. S. BOARD ON GEOGRAPHIC NAMES TRANSLITERATION SYSTEM

Block	Italic	Transliteration	Block	Italic	Transliteration
А а	<i>А а</i>	A, a	Р р	<i>Р р</i>	R, r
Б б	<i>Б б</i>	B, b	С с	<i>С с</i>	S, s
В в	<i>В в</i>	V, v	Т т	<i>Т т</i>	T, t
Г г	<i>Г г</i>	G, g	У у	<i>У у</i>	U, u
Д д	<i>Д д</i>	D, d	Ф ф	<i>Ф ф</i>	F, f
Е е	<i>Е е</i>	Ye, ye; E, e*	Х х	<i>Х х</i>	Kh, kh
Ж ж	<i>Ж ж</i>	Zh, zh	Ц ц	<i>Ц ц</i>	Ts, ts
З з	<i>З з</i>	Z, z	Ч ч	<i>Ч ч</i>	Ch, ch
И и	<i>И и</i>	I, i	Ш ш	<i>Ш ш</i>	Sh, sh
Й й	<i>Й й</i>	Y, y	Щ щ	<i>Щ щ</i>	Shch, shch
К к	<i>К к</i>	K, k	Ъ ъ	<i>Ъ ъ</i>	"
Л л	<i>Л л</i>	L, l	Ы ы	<i>Ы ы</i>	Y, y
М м	<i>М м</i>	M, m	Ь ь	<i>Ь ь</i>	'
Н н	<i>Н н</i>	N, n	Э э	<i>Э э</i>	E, e
О о	<i>О о</i>	O, o	Ю ю	<i>Ю ю</i>	Yu, yu
П п	<i>П п</i>	P, p	Я я	<i>Я я</i>	Ya, ya

*ye initially, after vowels, and after ъ, ы; e elsewhere.
When written as ě in Russian, transliterate as yě or ě.

RUSSIAN AND ENGLISH TRIGONOMETRIC FUNCTIONS

Russian	English	Russian	English	Russian	English
sin	sin	sh	sinh	arc sh	sinh ⁻¹
cos	cos	ch	cosh	arc ch	cosh ⁻¹
tg	tan	th	tanh	arc th	tanh ⁻¹
ctg	cot	cth	coth	arc cth	coth ⁻¹
sec	sec	sch	sech	arc sch	sech ⁻¹
cosec	csc	csch	csch	arc csch	csch ⁻¹

Russian English

rot curl
lg log

GRAPHICS DISCLAIMER

All figures, graphics, tables, equations, etc. merged into this translation were extracted from the best quality copy available.

Николай Антонов

**ХИМИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ
НА РУБЕЖЕ
ДВУХ СТОЛЕТИЙ**

DOC = 95056201

PAGE 1

Cover Page.

CHEMICAL WEAPONS AT THE TURN OF THE CENTURY

Nikolai Antonov.

Николай Антонов
ХИМИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ НА РУБЕЖЕ ДВУХ СТОЛЕТИЙ
CHEMICAL WEAPON AT THE TURN OF THE CENTURY

by N.S. ANTONOV
Major-General, Former
Commander of the Military —
Chemical Establishment
in Shihany.

АННОТАЦИЯ

В монографии прослеживаются тенденции развития и оценивается достигнутый уровень поражающей способности отравляющих веществ. Отмечается, что перспективными могут быть только те отравляющие вещества, которые представляют собой умеренно летучие жидкости, способные в субмикродозах вызывать как ингаляционные, так и кожно-резорбтивные поражения людей.

На основе оригинальной методики сделан прогноз развития отравляющих веществ смертельного действия. Согласно прогнозу дальнейшее значимое наращивание поражающих свойств этих отравляющих веществ не ожидается.

Приводятся данные, свидетельствующие о существенном приросте активности ирритантов, психотомиметиков и физикантов, достигнутом за последние годы.

В тексте монографии содержится 21 таблица, имеются 7 рисунков (графиков). Избранная библиография включает 108 публикаций.

За большую помощь мне при подготовке рукописи монографии выражаю благодарность Адамянцу К.С., Всемировой Е.А., Долининой Л.Я., Ермаковой Н.Г., Зыковой Т.А., Казаковой Л.И., Приходько А.С., Хохлову В.А. и Шафранской Н.Т.

ISBN-01-004462-5

© Антонов Н.С., 1994 г.

Page 2.

ABSTRACT.

In the monograph are outlined the trends of development and is assessed the level of the damaging capacity of toxic substances. It is noted that only those toxic substances, which are moderately volatile fluids, capable in submicrodoses to cause both the inhalation and skin-resorbitive damage to humans can be promising.

On basis of original method is made prognosis of development of toxic substances of lethal effect. Further significant increase in the destructive properties of these toxic substances is not expected according to prognosis.

Are cited the data, which testify about considerable growth in the activity of irritants, psychotomimetics and physical agents [fizikanty] achieved in recent years.

In the text of monograph are contained 21 tables, there are 7 figures (graphs). The chosen bibliography includes 108 publications.

For assistance with preparation of the manuscript the author would like to thank K. S. Adamyants, Ye. A. Vsemirnova, L. Ya. Dolinina, N. G. Yermakova, T. A. Zykova, L. I. Kazakova, A. S. Prikhodko, V. A. Khokhlov and N. T. Shafranskaya.

В конце войны с Германией я был командиром зенитно-артиллерийской батареи. В последующие годы случилось так, что я поступил учиться не в артиллерийскую, а в военно-химическую академию. Научную работу начал в период учебы.

В моем первом научном отчете анализируется динамика сорбции паров шихтой сорбента цилиндрической формы. Тема моей дипломной работы относится к области теоретических основ нормирования расхода химических боеприпасов. Начинаясь же моя научная деятельность после назначения в Центральный научно-исследовательский военно-технический институт Советской армии с разработки технологического режима дегазации обмундирования. Работа шла успешно и мне из года в год увеличивали объем работ, одновременно повышая меня в должности. Последние годы службы в армии я был начальником своего института, спустя несколько лет после передислокации его из Москвы в поселок Шиханы Саратовской области.

После увольнения с военной службы я ряд лет работал в системе министерства здравоохранения. В мои обязанности входило выявление тенденций развития химического оружия в интересах разработки перспективных антидотов и других средств медицинской защиты. В эти годы я собирал и обобщал публикации, относящиеся к химическому оружию, сравнивал содержащиеся в них оценки с собственными. Нельзя было не обратить внимание на то, что оптимистические прогнозы развития химического оружия не сбываются, а многомиллионные затраты на поиск новых отравляющих веществ не дают результата. Супертоксичные токсиноподобные отравляющие вещества получены не были. Прироста поражающей мощи химического оружия не произошло. Но в те же годы появилось новое высокоточное, высокоэффективное обычное оружие, имел место очевидный прогресс и в развитии средств противохимической защиты. Все это повлекло за собой роль и место химического оружия в системе современных вооружений. В сложившейся ситуации важно было ответить на вопрос: является ли состояние застоя в развитии химического оружия временным и преодолимым в ближайшем будущем?

В монографии сделана попытка найти ответ на поставленный вопрос.

И.С.АНТОНОВ
генерал-майор в отставке,
доктор технических наук,
профессор.

Page 3.

FROM THE AUTHOR.

At the end of the war with Germany I was the commander of antiaircraft-artillery battery. During the subsequent years it happened that I entered not the artillery, but the chemical warfare academy. I began scientific work during my student years.

In my first scientific report is analyzed the dynamics of the sorption of vapors by mixture of sorbent of cylindrical form. The theme of my diploma work relates to the field of the theoretical principles of the standardization of the expenditure of chemical ammunition. However, I began my scientific activity after assignment to the Central Scientific Research Military Technical Institute of the Soviet Army with the development of the technological regime of decontamination of uniforms. Work was successful and for me from year to year was increased the volume of works, simultaneously elevating me in position. During my last years of service in the army I was the chief of my institute, several years after its relocation from Moscow to the settlement of Shikhany of Saratov field.

After discharge from service I number of years worked in the system of Ministry of Public Health. My job included identification of trends of development of chemical weapons in the interests of the development of the promising antidotes and other means of medical protection. In these years I gathered and summarized publications on chemical weapons and compared their analyses with my own. It could not be ignored that the optimistic prognoses of the development of chemical weapons are not being realized, and multimillion expenditures for search for new toxic substances do not give result. Supertoxic toxin-like toxic substances were not obtained. Growth in destructive power of chemical weapons did not occur. But new high-accuracy, highly efficient conventional weapons appeared in the same years, and occurred obvious progress also in the development of the means of antigas defense. All this influenced role and place of chemical weapons in the system of contemporary armaments. In that situation it was important to answer the question: Is the state of stagnation in the development of chemical weapons temporary and surmountable in the near future?

In the monograph is made the attempt to find response to the presented question.

N. S. Antonov Major General (Retired), Doctor of technical sciences, professor.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
I. ОТ БУМА К ЗАСТОЮ	10
МОГУЩЕСТВЕННОЕ БОЕВОЕ СРЕДСТВО	10
СТАНОВЛЕНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЦЕНТРОВ	14
ОСНОВНЫЕ ВЕХИ В РАЗВИТИИ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ	28
ПОСЛЕВОЕННЫЙ БУМ	34
БЕСКРОВНАЯ ВОЙНА	40
ДОСТИГНУТЫЙ УРОВЕНЬ	42
II. ОТРАВЛЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	48
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА	48
ТОКСИКОЛОГИЯ	52
ЭФФЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ	57
ПСИХО-ЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ	68
О СРЕДСТВАХ ПРИМЕНЕНИЯ	71
АНАЛОГИ ЗАРИНА И VX	75
РЕЦЕПТУРИРОВАНИЕ	83
III. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ОТРАВЛЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	87
КАРБАМАТЫ	87
КАРКАСНЫЕ ПОЛИЦИКЛАНЫ	91
Бициклофосфаты и бициклокарбоксилаты	91
Норборнаны	94

(9)

Page a.

TABLE OF CONTENTS.

PREFACE	5.
I. FROM SENSATION TO DEADLOCK	10.
POWERFUL MILITARY WEAPON	10.
FORMATION OF RESEARCH CENTERS	14.
BASIC MILESTONES IN THE DEVELOPMENT OF CHEMICAL Weapons	28.
POSTWAR SENSATION	34.
BLOODLESS WAR	40.
THE LEVEL REACHED	42.
II. Toxic SUBSTANCES	48.
GENERAL DESCRIPTION	48.
TOXICOLOGY	52.
EFFECTS OF APPLICATION	57.
PSYCHOEMOTIONAL EFFECTS	68.
MEANS OF APPLICATION	71.
ANALOGS OF SARIN AND VX	75.
FORMULATION	83.
III. POTENTIAL Toxic SUBSTANCES	87.
CARBAMATES	87.
SKELETON POLYCYCLANES	91.
Bicyclophosphates and bicyclocooxylates	91.
Norbornanes	94.

ДИОКСИН	96
БИОРЕГУЛЯТОРЫ	103
ТОКСИНЫ	108
Рицин	108
Ботулинистические токсины	111
Сакситоксин	115
Палютоксин	117
МИКОТОКСИНЫ	122
IV. ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ	128
V. ИНКАПАСИТАНТЫ	137
ИРРИТАНТЫ	139
ПСИХОТОМИМЕТИКИ	141
ФИЗИКАНТЫ	145
Наркотические анальгетики	146
Нейролептики	149
Треморгены	150
Эметики	151
ВЕЩЕСТВА КАЛЕЧАЩЕГО ДЕЙСТВИЯ	153
ОЦЕНКА ИНКАПАСИТАНТОВ	155
ИЗБРАННАЯ БИБЛИОГРАФИЯ	161
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	170

~~---~~ (D)

Page b.

Dioxin	....	96.
BIOREGULATORS	....	103.
TOXINS	....	108.
Ricin	....	108.
Botulin toxins	....	111.
Saxitoxin	....	115.
Palitoxin	....	117.
MYCOTOXINS	....	122.
IV. PROGNOSIS OF DEVELOPMENT	....	128.
V. INCAPACITANTS	....	137.
IRRITANTS	....	139.
PSYCHOTOMIMETICS	....	141.
PHYSICAL AGENTS	....	145.
Narcotic analgesics	....	146.
Neuroleptics	....	149.
TREMORGENS	....	150.
Emetics	....	151.
DISABLING SUBSTANCES	....	153.
ASSESSMENT OF INCAPACITANTS	....	155.
SELECTED BIBLIOGRAPHY	....	161.
THE SUBJECT INDEX	....	170.



Шиканы, осень 1969 года. В первом ряду слева направо: генерал армии Соколов С.Л. (последствии
Министр Обороны СССР), Маршал Советского Союза Москаленко К.С., Маршал Советского Союза
Якубовский И.И. и полковник Антонов Н.С. — начальник военно-химического объекта

Page 4.

*(See Original).

Shikhany, autumn, 1969. In the first row from left to right: General of the Army S. L. Sokolov (subsequently minister of defense of the USSR), Marshal of the Soviet Union K. S. Moskalenko, Marshal of the Soviet Union I. I. Yakubovskiy Colonel N. S. Antonov - chief of chemical warfare facility.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Военно-идеологическое противостояние двух группировок государств, сопровождаемое «холодной войной», прекратилось вместе с распадом Советского Союза и Варшавского договора. Биполярного мира не стало. Создались благоприятные условия для завершения переговоров о полном запрещении химического оружия.

Переговоры о полном запрещении химического, бактериологического (биологического) и токсинного оружия активизировались в 1968 году в связи с решительным протестом общественности против применения гербицидов, дефолиантов и раздражающих отравляющих веществ в ходе продолжавшейся в то время войны во Вьетнаме. Эти переговоры привели к подписанию в 1972 году Конвенции о запрещении разработки, производства и накопления запасов биологического (бактериологического) и токсинного оружия и об их уничтожении. Потребовалось 20 лет на проведение дополнительных переговоров, чтобы достичь соглашения о полном запрещении и химического оружия. На то были свои причины.

Запрещение биологического и химического оружия связано с разрешением ряда проблем, которые в основе своей имеют много общего. И в том и в другом случае под запрет подпадает большой спектр поражающих агентов, причем ряд агентов как химической, так и биологической природы используется в производстве с мирными или разрешенными целями. Производство отравляющих веществ может встраиваться в комплексы коммерческих предприятий, а культивирование микроорганизмов, используемых в качестве биологического оружия, и последующие операции по их переработке — в предприятия по производству вакцин и другой продукции микробиологической промышленности. Тем не менее, у правительств ведущих государств были различные подходы к разрешению проблем запрещения каждого из этих двух видов оружия массового поражения. Большинство из них согласилось подписать биологическую конвенцию, и в то же время и на тех же условиях пойти на полный запрет химического оружия не решились.

Page 5.

PREFACE.

Military-ideological opposition of two groupings of states, accompanied by the "Cold War", came to an end together with the decomposition of the Soviet Union and Warsaw Pact. Bipolar world was no more. Favorable conditions for the completion of the negotiations about the complete prohibition of chemical weapons were created.

The negotiations about the complete prohibition of chemical, bacteriological (biological) and toxin weapon were intensified in 1968 because of resolute protest of public against the application of herbicides, defoliants and irritating toxic substances in the war in Vietnam. These negotiations led to the signing in 1972 of the convention on prohibition of development, production and accumulation of the reserves of biological (bacteriological) and toxin weapon and their destruction. 20 years for conducting of additional negotiations were required, in order to achieve agreement on complete prohibition and chemical weapons. For that there were reasons.

The prohibition of biological and chemical weapons is connected with the resolution of a number of problems, which at basis have much in common. In both cases are banned a broad range of destructive agents, and a number of agents both of chemical and biological nature are used in industry for peaceful or permitted purposes. The production of the toxic substances can be incorporated into the complexes of commercial enterprises, and the cultivation of microorganisms, used as the biological weapon, and the subsequent operations of their processing in enterprises for making vaccines and other products of microbiological industry. Nevertheless, the governments of the leading states have taken different approaches to the resolution of the problems of the prohibition of each of these two types of weapon of mass-destruction. Majority of them agreed to sign biological convention, but at the same time and on the same terms to go on to complete ban of chemical weapons they did not decide.

Биологическое оружие является наиболее одиозным из всех средств ведения вооруженной борьбы. Антигуманный характер биологического оружия понятен людям, они не хотят страданий от особо опасных инфекционных болезней и безоговорочно отторгают биологическое оружие.

В кругах советских специалистов в те годы было расхожим убеждение, что в области биологического и токсинного оружия США обогнали Советский Союз, создав ряд эффективных биологических рецептов, боевые средства их доставки, а также предприятия для их массового изготовления. Считалось, что в условиях, создавшихся к концу 60-х годов, для США было выгодно пойти на подписание биологической конвенции с тем, чтобы заморозить на низком уровне разработки биологического оружия в Советском Союзе и тем самым сохранить на многие годы вперед преимущество над ним в этом виде вооружения. В пользу такого суждения говорило отсутствие в тексте биологической конвенции обязательств для ее участников относительно ликвидации производственной базы биологического и токсинного оружия.

До сих пор не существует однозначных оценок биологического оружия как средства ведения вооруженной борьбы из-за противоречивого характера свойств биологических агентов.

Последние отличаются весьма высокими поражающими свойствами. Летальная доза некоторых возбудителей опасных инфекционных болезней составляет всего несколько особей, которые в весовом отношении равны лишь мизерной доле от летальных доз наиболее токсичных отравляющих веществ. Обнаружение биологических агентов в столь низких концентрациях, к тому же на естественном фоне всегда присутствующих в атмосфере неболезнетворных микроорганизмов, является весьма сложным. Чувствительность определения даже самых совершенных биосигнализаторов остается недостаточной. Отсутствие сигнала при пользовании такими биосигнализаторами еще не означает отсутствия опасности поражения биологическими агентами. Лабораторные методы диагностики пригодны для установления факта применения биологических агентов, но время, потребное на проведение лабораторных анализов, исчисляется, в лучшем случае, часами, в связи с чем эти методы не могут служить средством оперативного оповещения войск и населения о биологическом нападении.

В отличие от обычного и химического оружия выбор целей для поражения биологическим оружием весьма ограничен. Применение биологических агентов по группировкам войск противника, находящимся в соприкосновении со своими войсками, по-видимому, исключается. При неустойчивых атмосферных про-

Page 6.

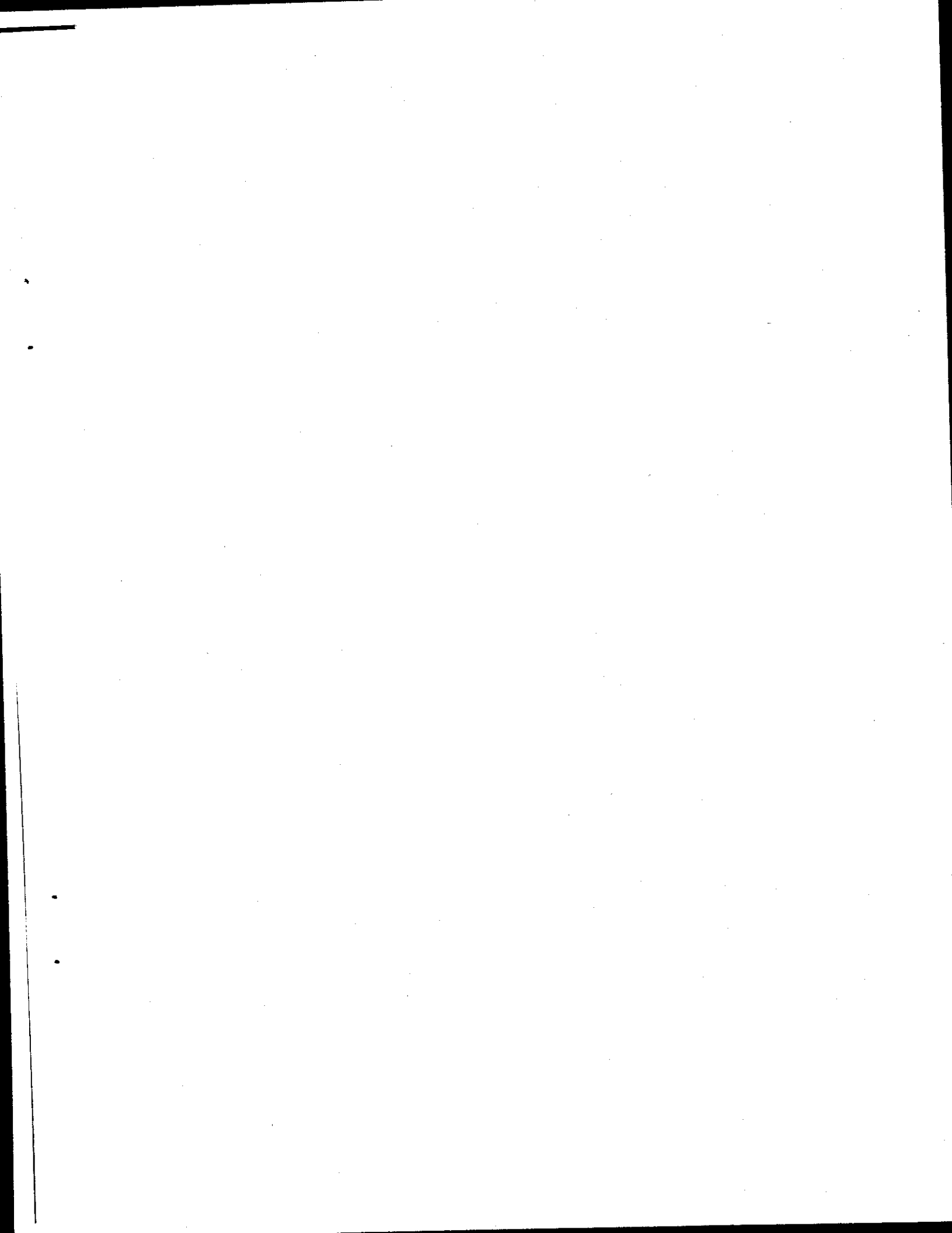
Biological weapon is most abhorrent of all means of the conduct of armed battle. The antihuman nature of biological weapon is clear to people, they do not want sufferings from the especially dangerous infectious diseases and unconditionally reject biological weapon.

In the circles of Soviet specialists in those years was widely believed that in the field of the biological and toxin weapons the USA had passed the Soviet Union and had created a number of effective biological formulas, military equipment of their delivery and also facilities for their mass manufacture. It was believed that under the conditions, which were created toward the end of the 60's, for the USA it was advantageous to sign biological convention in order to freeze at low level the development of biological weapons in the Soviet Union and thus to preserve for many years the advantage over it in this form of armament. The absence in the text of the biological convention of obligations for its participants relative to the liquidation of the production base of biological and toxin weapons spoke in favor of this judgment.

Until now, there does not exist clear-cut assessments of biological weapons as the means of the conduct of the armed battle due to the contradictory nature of the properties of biological agents.

The latter are characterized by the very high destructive properties. The lethal dose of some agents of dangerous infectious diseases composes a total of several individuals, which in terms of weight are equal to only tiny fraction of the lethal doses of the most toxic substances. The detection of biological agents in such low concentrations against the natural background of nondisease-causing microorganisms always present in the atmosphere is very difficult. The sensitivity of determination even of most sophisticated bioindicators is still insufficient. Absence of signal with use of such bioindicators still does not indicate an absence of danger of injury by biological agents. Laboratory methods of diagnosis are suitable for establishment of the fact of the use of biological agents, but the time required to conduct laboratory analyses, is calculated, at best in hours, in consequence of which these methods cannot serve as means of effective warning of troops and population of biological attack.

In contrast to conventional and chemical weapons the selection of targets for injury by biological weapons is very limited. The use of biological agents on hostile troops in contact with friendly troops is obviously excluded.



цессах и при ветре со стороны противника в любых случаях биологическое оружие не может быть применено ближе некоторого рубежа безопасности во избежание нанесения биологических агентов на расположение своих войск.

Инфекционные заболевания, вызываемые биологическими агентами, имеют скрытый период и могут наступать спустя сутки и более после попадания возбудителя в организм. По этой причине вряд ли имеет смысл применение биологического оружия при решении боевых задач тактического и даже оперативного масштаба, ибо оно не окажет влияния на ход боевых действий. По тем же соображениям нельзя, используя биологическое оружие, сорвать пуск ракет, боевой вылет авиации и др.

Применение споровых форм возбудителей, например сибирской язвы, приводит к длительному, на многие десятки лет, заражению местности в районе применения, что во многих случаях также нежелательно и для стороны, применившей биологическое оружие. Не исключено, что аналогичные оценки привели военно-политическое руководство США и Советского Союза к заключению, что отказ от биологического и токсинного оружия не нанесет ущерб национальной безопасности своих государств и что на полный запрет разработки, производства и накопления запасов биологических агентов и токсинов на определенных условиях можно согласиться. Декларативный характер биологической конвенции, отсутствие в ее тексте положений о международном контроле за выполнением обязательств государствами-участниками конвенции, видимо, в одинаковой мере устраивали и США, и Советский Союз.

Химическое оружие в значительной мере лишено недостатков, присущих биологическому. К тому же оно в конце 60-х и начале 70-х годов находилось в зените своего развития. В арсеналах вооружений ведущих государств мира в то время только что поступило новое поколение химического оружия. Артиллерийские и авиационные химические боеприпасы, так же, как и боевые химические части ракет ближнего и среднего радиуса действия, снаряженные нервно-паралитическими газами, позволяли, в отличие от биологического оружия, наносить эффективные удары по любым целям в зоне боевых действий, при любых погодных условиях и в любые сезоны года. По оценкам тех лет химическое оружие в несколько раз повышало боевые возможности артиллерии, ракет и авиации по уничтожению живой силы противника. Государствам, только что вступившим во владение новейшим химическим оружием, отказ от него казался немыслимым. Неуступчивость сторон на первой фазе переговоров по запрещению химического оружия могла взаимно устраивать каждую из них.

Page 7.

With unstable atmospheric processes and wind from direction of enemy in either case biological weapons cannot be used nearer than certain border of safety to avoid drift of biological agents to position of friendly troops.

Infectious diseases, caused by biological agents, have latent period and can begin days and more after entry of agent into organism. For this reason the use of biological weapons during combat operations on tactical and even operational scale hardly makes sense, since it will not have an effect on the course of combat operations. For same reasons cannot be used biological weapons to prevent launch of rockets, combat mission of aviation, etc.

The use of spore-type agents, for example anthrax, leads to prolonged, for many decades, contamination in area of use, which in many instances is also undesirable for side which used biological weapons. It is possible that such assessments led military-political leadership of USA and Soviet Union to the conclusion that renunciation of biological and toxin weapons will not jeopardize the national security of their countries and that it is possible to agree to complete ban on development, production and accumulation of reserves of biological agents and toxins on certain conditions. The declarative nature of the biological convention and the absence in its text of provisions on international supervision of compliance by participating governments of convention, apparently, in identical measure arranged USA and Soviet Union.

Chemical weapons to a considerable extent lack deficiencies inherent in biological. Moreover at end of 1960s and beginning of 1970s it was at the zenith of its development. A new generation of chemical weapons had just entered the arsenals of the leading states of world at that time. Artillery and aviation chemical ammunition as well as combat chemical units of missiles of short and medium range equipped with neuroparalytic gases made it possible in contrast to biological weapons to deliver effective strikes on any targets in zone of combat operations, under any weather conditions and at any season of year. According to analyses of those years chemical weapons several times increased the combat capabilities of artillery, rockets and aviation in terms of the ability to destroy enemy personnel. To states which had recently entered into possession of the latest chemical weapons renunciation of them seemed unthinkable. Obstnacy of sides in first phase of negotiations on prohibition of chemical weapons could mutually accommodate each of them.

Создав химическое оружие нового поколения, США, Советский Союз и ряд других государств в те годы приступили к поиску путей дальнейшего наращивания боевой мощи химического оружия, развернули небывалые по размаху исследования природных источников супертоксичных веществ, подключили к поисковому синтезу потенциальных отравляющих веществ ведущие научные лаборатории. Ни у одной из соперничавших между собой сторон в те годы не было сомнений в том, что масштабное финансирование обширных программ по созданию химического оружия нового поколения рано или поздно приведет к желаемому результату. К тому же программы дальнейшего развития химического оружия создавались на основе некоторых научных предпосылок. Исходя из факта, что число изученных химических соединений составляет лишь мизерную долю от числа соединений, которое предсказывается теорией, делался вывод, что потенциальный запас супертоксичных веществ далеко не исчерпан и что чем шире проводится поиск, тем больше синтезируется химических соединений, тем вероятнее получение нового супертоксичного отравляющего вещества. Существование веществ природного происхождения, по токсичности в тысячи раз превосходящих наиболее токсичные отравляющие вещества, породало надежды достичь такого же уровня токсичности и у веществ, полученных методами органического химического синтеза или биотехнологии. Ставка делалась на выделение из природных источников новых супертоксичных веществ и на расшифровку их состава и химического строения с целью последующего конструирования молекул их аналогов, доступных для химического или микробиологического синтеза и, одновременно, сохраняющих уровень токсичности исходного вещества природного происхождения.

Нежелание сторон расстаться с химическим оружием отражалось на тактике ведения переговоров о его запрещении. Советский Союз придерживался модели соглашения, подобной биологической конвенции, и не соглашался на введение международного контроля. Учитывая неизменность позиции СССР по вопросам контроля, США делали акцент на положениях будущей конвенции, касающихся механизма контроля. Такая ситуация на переговорах сохранялась неизменной от раунда к раунду. В этой связи представляется уместным напомнить об одном событии, происшедшем в ходе 2-ой обзорной конференции по биологической конвенции, состоявшейся в Женеве в 1986 году. На этой конференции высказывались претензии к Советскому Союзу за нарушения биологической конвенции и что это нарушение стало якобы возможным из-за отсутствия в конвенции положений о контроле и инспекционной проверке. Советская де-

Page 8.

After creating chemical weapons of new generation, USA, Soviet Union and a number of other states in those years began search for ways of further increasing combat power of chemical weapons, undertook investigations of natural sources of super-toxic substances unprecedented in scope, connected to exploratory synthesis of potential toxic substances leading scientific laboratories. Not one of the competing sides in those years had doubts about the fact that concentrated financing of extensive programs on creation of chemical weapons of new generation sooner or later will lead to desired result. Moreover programs of development of chemical weapons were created on basis of certain scientific prerequisites. On the basis of the fact that the number of studied chemical compounds is only tiny fraction of number of compounds predicted by theory, was concluded that potential inventory of up super-toxic substances is far from exhausted and that the more widely is conducted search, the more is synthesized chemical compounds, the more probable new super-toxic substances can be produced. The existence of substances of natural origin, in toxicity thousands of times exceeding the most toxic substances triggered hopes of achieving the same level of toxicity in substances obtained by organic chemical synthesis or biotechnology. The aim was to extract from natural sources new super-toxic substances and decode their composition and chemical structure for the purpose of subsequent construction of molecules of their analogs accessible for chemical or microbiological synthesis and, simultaneously, retain the level of toxicity of the parent substance of natural origin.

The unwillingness of sides to part with chemical weapons was reflected in the tactics of the conduct of negotiations about their prohibition. The Soviet Union adhered to model of agreement similar to biological convention and did not agree to introduction of international control. Taking into account the invariability of the position of the USSR on questions of control, the USA emphasized provisions of future convention concerning mechanism of control. This situation during negotiations remained constant from one round to next.

In this connection it is appropriate to recall one event which occurred during second review conference on the biological convention which took place in Geneva in 1986. The Soviet Union was charged with violations of the biological convention at this conference, and it was held this violation was made possible by the absence in convention of provisions on control and inspection.

легация на одном из заседаний неожиданно для США внесла предложение — без промедлений приступить к подготовке специальной конференции государств-участников биологической конвенции с целью рассмотрения концепции и механизма контроля и подготовки соответствующего протокола в качестве приложения к тексту биологической конвенции. Как известно, это предложение делегации Советского Союза принято не было, а среди делегаций, голосовавших против, были делегации стран, в прошлом осуждавших Советский Союз за его несогласие на международный контроль.

С тех пор прошло более 20 лет. Предпринятые за эти годы усилия по наращиванию убойной мощи химического оружия не привели к желаемому результату. Новые более токсичные отравляющие вещества получены не были. Реализация программы по биарному оружию не привела к созданию боеприпасов с повышенной поражающей способностью. Химическое оружие оставалось в своем развитии. Больше того, по боевой эффективности оно стало проигрывать новейшим образцам обычных видов оружия. Создались условия для переоценки места и роли химического оружия в системе современных вооружений. Химическое оружие вступило в фазу своего забвения. Это не могло не сказаться на ходе переговоров о его запрещении.

При всей важности политических решений правительства об исключении химического оружия из арсеналов вооружений в конечном итоге не столько политические решения, сколько внутренние процессы развития отравляющих веществ предопределили судьбу этого оружия.

Page 9.

Soviet delegation at one of the sessions for USA unexpectedly introduced proposal to without delay begin preparation for a special conference of participating governments of biological convention for the purpose of examination of concept and mechanism of control and preparation of corresponding protocol as appendix to the text of the biological convention. As is known, this proposal of delegation of Soviet Union was not accepted, but among delegations which voted against there were delegations of countries which in past had condemned Soviet Union for its refusal to accept international supervision.

Since then have passed more than 20 years. Efforts to increase the killing power of chemical weapons over these years have not led to desired result. New more toxic substances have not been produced. Implementation of program on binary weapon did not lead to creation of ammunition with increased destructive capacity. Chemical weapons stopped in their development. What is more, to the latest conventional weapons they began to lose in combat effectiveness. Conditions for overestimation of place and role of chemical weapons in system of contemporary armaments were created. Chemical weapons have entered phase of their consignment to oblivion. This could not but affect course of negotiations about their prohibition.

Despite the importance of political decisions by governments to eliminate chemical weapons from arsenals of armaments, in the final analysis not so much political decisions, but internal processes of the development of toxic substances predetermined the fate of these weapons.

I. ОТ БУМА К ЗАСТОЮ

МОГУЩЕСТВЕННОЕ БОЕВОЕ СРЕДСТВО

Способность ядовитых веществ вызывать гибель людей и животных была известна с незапамятных времен. В XIX веке ядовитые вещества стали применяться в ходе боевых действий большого масштаба. В Крымской войне во время осады Севастополя английская армия применяла сернистый газ для «выкуривания» обороняющихся русских гарнизонов из инженерных сооружений. Позднее, в 1899—1902 годах во время англо-бурской войны англичане применяли экспериментальные артиллерийские снаряды, начиненные пикриновой кислотой, способной вызывать рвоту у пострадавших. К концу XIX столетия угроза применения ядовитых и удушающих газов стала реальной. Это нашло отражение в Гаагской конвенции 1899 года, в статье 23 которой объявлялся запрет на применение боеприпасов, единственным предназначением которых было вызывать отравление живой силы противника. Однако, рождение химического оружия как средства ведения вооруженной борьбы в современном понимании следует относить ко времени 1-ой мировой войны.

Начавшаяся в 1914 году мировая война вскоре после начала приобрела позиционный характер. Оборона, опираясь на развитую систему траншей, укрытых огневых точек, блиндажей и проволочных заграждений, стала непреодолимой для наступающих. Это привело к поиску новых наступательных вооружений. Над позициями войск стали появляться самолеты. Англичане вывели на свои позиции бронированные машины, явившиеся прообразом современных танков. Немецкая армия стала применять массированные атаки позиций противника с помощью ядовитых и удушающих газов.

Предпосылки к широкому применению в войне отравляющих веществ сложились в результате развития химической промышленности. Создание армий крупных государств требовало больших количеств пороха и взрывчатых веществ, красителей для армейского обмундирования. Основным сырьем для их изготовления до начала мировой войны служила чилийская селитра. Это ставило вооружение армий в зависимость от одного источника сырья.

Page 10.

I. FROM SENSATION TO DEADLOCK.

POWERFUL MILITARY EQUIPMENT.

The capacity of toxic substances to cause the death of people and animals was known from immemorial times. In XIX century toxic substances began to be used in combat operations of large scale. In Crimean War during siege of Sevastopol British army used sulfur dioxide to "smoke out" defending Russian garrisons from fortification. Later, in 1899-1902 during Boer War Englishmen used experimental artillery shells, stuffed by picric acid, capable of causing vomiting in victims. Toward the end of XIX century the threat of use of toxic and strangling gases became real. This was reflected in the Hague Convention of 1899, article 23 of which declared ban on the use of ammunition, only purpose of which was to cause poisoning of living enemy target. However, birth of chemical weapons as means of conduct of armed battle in contemporary sense must be assigned to the period of World War I.

The world war which began in 1914 soon acquired positional nature. Defense, relying on developed trench system, sheltered weapon emplacements, shelters and wire entanglements, became insurmountable for attackers. This led to search for new offensive armaments. Aircraft began to appear above positions of troops. Englishmen brought to their positions armored machines, which were prototype of contemporary tanks. German army used mass attacks on positions of enemy with aid of toxic and strangling gases.

Prerequisites for wide use in war of toxic substances were formed as a result of development of chemical industry. Creation of armies of large states required large quantities of powder and explosives, dyes for army uniforms. Chile saltpeter served as basic raw material for their manufacture prior to the beginning of the world war. This made armament of armies dependent on one source of raw material.

Немецкие промышленники еще до начала мировой войны захватили монополию на красители из индиго, поставляемого из Китая. Они объединились в картель «И.Г.Фарбен» и устранили конкурентов. Располагая большими прибылями, этот картель стал субсидировать исследования во многих областях химии, чтобы еще в большей мере упрочить свою монополию. В недрах этого картеля разрабатывался процесс искусственного связывания атмосферного азота для получения аммиака и нитратов, необходимых для производства взрывчатых веществ, удобрений, красителей и других химикатов. Руководил разработками Фриц Габер, удостоенный за достигнутые успехи Нобелевской премии 1918 года. Поощряемый руководством картеля и одержимый тщеславием, он еще накануне мировой войны включился в исследования по военным проблемам. В кругу его намерений оказались проблемы использования на полях сражений токсичных химических веществ, причем в максимально больших масштабах. История распорядилась таким образом, что именно по предложению Фрица Габера и под его непосредственным техническим руководством была проведена на Западном фронте газовая атака у городка Ипр (Бельгия) 22 апреля 1915 года. Так Фриц Габер стал отцом химического оружия. Габер, впервые показавший эффект массированного применения токсичного газа как средства ведения войны, вряд ли задумывался о последствиях использования этого нововведения в будущем, о той угрозе здоровью и жизни людей и окружающей среде их обитания, которая вскоре возникла вместе с развернувшейся гонкой химических оружейников.

Честолюбивый Габер торжествовал. Эффект применения хлора был ошеломляющим. В обороне французов образовалась брешь в 8 км по фронту и на 10 км в глубину. Число отравленных достигло 15 тысяч, из них 5 тысяч погибли на поле боя.

Хлор кипит при 8°C . Он хранится и транспортируется в сжиженном виде в стальных баллонах. В баллонах он и был доставлен на боевые позиции. При выпуске из баллонов в атмосферу хлор моментально испаряется, образуя желто-зеленое облако отравленной атмосферы. Вдыхание воздуха с высокой концентрацией хлора вызывает бронхоспазм и смерть от удушья. При меньших дозах хлора, через несколько часов мнимого благополучия, развивается отек легких, который тоже может привести к смерти. Пораженные, избежавшие смерти, до конца дней своих остаются инвалидами из-за легочной недостаточности, уязвимости от инфекций и воспалительных процессов.

Ныне хлор в списках отравляющих веществ не значится. Химической конвенцией на него не распространяется запрет в части и производства, и накопления запасов, и применения. Чем же

Page 11.

German industrialists even prior to beginning of world war established monopoly on dyes from indigo supplied from China. They combined into cartel "I. G. Farben" and eliminated competitors. Disposing of high profits, this cartel began to subsidize investigations in many fields of chemistry in order to even in greater measure strengthen its monopoly. In bowels of this cartel was developed process of artificial fixation of atmospheric nitrogen for obtaining ammonia and nitrates, necessary for production of explosives, fertilizers, dyes and other chemicals. Leader in these developments was Fritz Haber, awarded for successes with Nobel Prize in 1918. Encouraged by management of cartel and obsessed by vanity, he even on the eve of the world war was involved in military research. Among his intentions were problems of utilization in battle of toxic chemical substances, and on maximally large scales. History thus ordained that precisely at proposal of Fritz Haber and under his direct technical direction was carried out on Western Front gas attack on Ypres (Belgium) on 22 April, 1915. So Fritz Haber became father of chemical weapons. Haber, who had for the first time demonstrated the effect of concentrated use of toxic gas as means of waging war, hardly thought about consequences of utilization of this innovation in the future, about the threat to health and life of people and environment of their inhabiting, which soon arose together with competition in chemical armaments.

Ambitious Haber celebrated. The effect of the use of chlorine was stunning. In defense of French was opened breach of 8 km along front and 10 km into depth. The number of those poisoned reached 15 thousands, of them 5 thousand perished on field of battle.

Chlorine boils at 8°C. It is stored and is transported in liquified form in steel cylinders. In tanks it was also delivered to combat positions. With release from tanks into atmosphere chlorine immediately vaporizes, forming yellowish-green cloud of poisoned atmosphere. Inhalation of air with high concentration of chlorine causes bronchospasm and death from suffocation. In smaller doses of chlorine after several hours of imaginary well-being is developed pulmonary edema, which also can lead to death. Wounded who have escaped death to the end of their days remain invalids due to pulmonary deficiency, vulnerability to infections and inflammatory processes.

Now chlorine in lists of toxic substances is not registered. By chemical convention it is not banned with respect to production, stockpiling of reserves or use.

можно объяснить кажущееся противоречие: с одной стороны очевидный эффект применения хлора в ходе боевых действий, а с другой — утрата хлором своей роли как отравляющего вещества? Применение хлора было эффективным в условиях полного отсутствия средств защиты от него. Вся последующая история развития химического оружия и его использования в вооруженных конфликтах свидетельствует, что применение отравляющих веществ эффективно тогда и только тогда, когда от них нет надежной защиты.

Поначалу для защиты от паров хлора использовались ватно-марлевые повязки, пропитанные щелочными растворами восстановителя (гипосульфита). Эффект применения газовых атак резко снизился. С целью преодоления защитных возможностей ватно-марлевых повязок и повышения эффекта применения, с мая 1915 года Германия начала применять фосген. Чтобы избежать зависимости газовых атак от направления ветра, фосген стал применяться с помощью снарядов и миин. Это привело к успеху. Защита органов дыхания ватно-марлевыми повязками стала явно недостаточной. В ответ на применение фосгена появились угольные респираторы. Эффекты фосгенных и хлорных атак ослабли. Преодоление угольной шихты респираторов стало достигаться с помощью дымов раздражающих веществ. Для защиты от этих дымов потребовалось ввести в состав респираторов противодымный фильтр. В последующем дым применялись в основном для изнурения войск противника, чему способствовали низкие эксплуатационные качества первых образцов респираторов и противогазов, которые затрудняли дыхание, ограничивали зрение, вызывали боли в мягких тканях головы и лица.

В ночь с 12 на 13 июля 1917 года с целью сорвать наступление англо-французских войск Германия применила иприт-жидкое отравляющее вещество кожно-парывного действия. При первом применении иприта по союзным войскам, изготовившимся к наступлению, немцы выпустили 50 тысяч артиллерийских химических снарядов. Поражения различной тяжести получили 2490 человек, из которых 87 скончались. Наступление англо-французских войск было сорвано.

Иприт обладает отчетливо выраженным местным действием — он поражает глаза и органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и кожные покровы. Всасываясь в кровь, он проявляет и общепоражающее действие. Иприт поражает кожные покровы при действии как в капельном, так и в парообразном состоянии. От капель и паров иприта не защищает кожные покровы обычное летнее и зимнее армейское обмундирование, как и практически любые виды гражданской одежды. Защита кожных покровов представляет намного более сложную проблему, чем защита

Page 12.

But how is it possible to explain the apparent contradiction: On one hand is the obvious effect of use of chlorine in combat operations, and on the other the loss by chlorine of its role as toxic substance? The use of chlorine was effective under conditions of complete absence of means of protection against it. Entire subsequent history of the development of chemical weapons and their utilization in armed conflict testifies that use of toxic substances is effective when and only when against them there is no proper protection.

At first for protection from vapors of chlorine were used cotton-gauze bandages impregnated with alkaline solutions of reducer (hyposulfite). The effect of gas attacks sharply was reduced. For the purpose of overcoming protective capabilities of cotton-gauze bandages and increasing effect of use, from May 1915 Germany began to use phosgene. In order to avoid dependence of gas attacks on wind direction, phosgene was employed with the aid of projectiles and mines. This led to success. Protection of respiratory organs by cotton-gauze bandages was clearly insufficient. In response to use of phosgene carbon respirators appeared. The effects of phosgene and chlorine attacks weakened. Overcoming carbon charge of respirators began to be achieved with aid of fumes of irritating substances. For protection from these fumes it was necessary to introduce particulate [antismoke] filter into composition of respirators. Subsequently fumes were used in essence for exhaustion of hostile troops, to which contributed low operating characteristics of first respirators and gas masks, which impeded breathing, limited vision, caused dents of soft tissues of head and face.

On night of 12-13 July, 1917, to break up attack of British-French troops Germany used yperite, a liquid vesicant. During first use of yperite on allied troops preparing to attack, Germans launched 50 thousand artillery chemical shells. Injuries of different seriousness received 2490 people, of whom 87 passed away. Attack of British-French troops was disrupted.

Yperite possesses distinctly expressed local effect - it affects eyes and respiratory organs, gastrointestinal tract and skin. Absorbed into blood, it produces general poison effect. Yperite affects skin both in drop and in vapor state. From drops and vapor of yperite does not protect skin either the usual summer and winter army uniform or virtually any types of civilian clothing. Protection of skin presents considerably more complex problem than protection of organs of respiration and face.

органов дыхания и лица. Для этого требуются материалы с особыми свойствами, которых в период I-ой мировой войны промышленность дать не могла. Защитные комплекты из пленочных материалов и прорезиненных тканей могли изготавливаться лишь в ограниченном масштабе. Поэтому реальной защиты войск от иприта в те годы не было, а применение на поле боя иприта было эффективным до самого окончания войны.

Это дало повод утверждать, что отравляющие вещества якобы способны преодолевать любую защиту от них и что никакого предела повышения поражающих свойств у отравляющих веществ будущего не просматривается. Отравляющие вещества заявили о себе как о грозном новом виде оружия. И число потерь от химического оружия в войне, и нервно-психологические факторы, усиливающие эффекты воздействия на людей отравляющих веществ, способствовали этому. В США вскоре после окончания войны в кругах военных и политиков проходили дискуссии о том, по какому направлению развивать вооружение армии или по линии военной авиации, также заявившей о себе в годы I-ой мировой войны, или по пути усиления военно-химического потенциала. Активный сторонник химических вооружений американской армии Амос Фрайс, являвшийся первым руководителем химической службы, в те годы писал: «Следует помнить, что ни одно могущественное боевое средство не оставалось без применения, если была доказана его сила... Отравляющие вещества показали себя в мировой войне одним из самых мощных видов оружия... Пусть знает мир, что мы будем применять отравляющие вещества против всех армий, которые станут воевать с нами, и что мы предполагаем пользоваться ими до самых крайних пределов нашего искусства... Применение газов в этой войне было детской игрой по сравнению с тем, каким оно будет в будущем».

Идеи химической войны заняли прочные позиции в военных доктринах всех без исключения ведущих государств мира. Совершенствованием химического оружия и наращиванием производственных мощностей по его изготовлению занялись Англия и Франция. Побежденная в войне Германия, которой по Версальскому договору было запрещено иметь химическое оружие, и не оправившаяся от гражданской войны Россия договариваются о строительстве совместного ипритного завода и проведении испытаний образцов химического оружия на полигонах России. США встретили окончание мировой войны, имея самый мощный военно-химический потенциал, превосходя по производству отравляющих веществ Англию и Францию, вместе взятых. Восторжествовала военная доктрина, о которой генерал Фрайс писал: «Та страна, которая будет в состоянии производить и применять

Page 13.

For this are required materials with unique properties, which industry could not provide in period of World War I. Protective gear from film materials and rubberized fabrics could be made only on a limited scale. So there was no real protection of troops from yperite in those years, and use on field of battle of yperite was effective to very end of war.

This gave occasion to assert that toxic substances allegedly were capable of overcoming any protection from them and there no limit to increase in destructive properties of toxic substances in the could be anticipated. Toxic substances appeared to represent a terrible new type of weapon. And the number of losses from chemical weapons in war, and the neuropsychological factors intensifying effects of action on people of toxic substances, contributed to this. In USA soon after the end of war in among servicemen and politicians were discussions of the direction in which to develop armament of army: along line of military aviation, which had also made its appearance during the years of first world war, or in the direction of strengthening chemical warfare potential. An active supporter of chemical armaments of American army, Amos Frays [? (transliterated)], who was first leader of chemical service, in those years wrote: "One should remember that not one powerful military weapon has remained without use if has been proved its effectiveness Toxic substances prived themselves in world war to be one of the most powerful types of weapon Let the world know that we will use toxic substances against all armies which begin war with us, and that we intend to use them to most extreme limits of our art The use of gas in this war was a kids game in comparison with what it will be in the future".

The ideas of chemical warfare were key components of military doctrines of all without exception leading states of world. Both Great Britain and France undertook to improve chemical weapons and increase production capacities for their manufacture. Conquered in war Germany, which according to Versailles agreement was forbidden have chemical weapons, and still recovering from civil war Russia negotiate to build joint mustard gas plant and conduct tests of samples of chemical weapons on test ranges of Russia. USA at the end of world war with the greatest military- chemical potential, exceeding in production of toxic substances England and France combined. The Frays military doctrine had triumphed, about which the general wrote:

газы в наибольшем количестве, окажется в боевом отношении сильнее любого народа на Земном шаре». Сторонники этой доктрины добились в то время отказа конгресса США от ратификации Женевского протокола, поставившего под запрет применение в войне ядовитых и удушающих газов. США ратифицировали Женевский протокол только в 1975 году, после полувекового раздумья.

В приведенных оценках химического оружия содержится больше эмоций, чем взвешенного анализа. Более поздние исследования, проведенные на основе анализа архивных материалов времен войны, привели к иным выводам. М.Мезелсон, профессор биохимии и молекулярной биологии Гарвардского университета (США) в *The Bulletin of the atomic scientists* в 1991 году писал: «Они (газы—авт.) вызывают страдания и усугубляют изнуряющее воздействие окопной войны. Сведения о британских потерях и о производстве немецких химических боеприпасов за 1918 год свидетельствуют, что химические и обычные артиллерийские боеприпасы по эффекту нанесения потерь были примерно равноэффективными».

Согласно официальной Британской истории I-ой мировой войны «С помощью отравляющих веществ достигался лишь ограниченный эффект; их применение делает войны изнуряющими.»

СТАНОВЛЕНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЦЕНТРОВ

По мере того, как расширялись масштабы применения отравляющих веществ, возрастала потребность не только в увеличении объема производства, но и в повышении их боевой эффективности. Поэтому, помимо строительства новых заводов по изготовлению отравляющих веществ и химических боеприпасов, воюющие государства еще в годы войны приступили к созданию научной базы, необходимой для разработки химического оружия и средств защиты от него.

В Германии научные исследования и разработки химического оружия были сконцентрированы в недрах концерна «И.Г. Фарбен». Преуспела в создании научной базы для исследований и разработок в области отравляющих веществ и Франция, ученые и инженеры которой создали производства синильной кислоты и хлорциана — быстродействующих отравляющих веществ общепользовательского действия. Боеприпасы, снаряженные синильной кислотой, Франция начала применять уже в 1916 году. Среди союзников по Антанте Франция первой наладила производство иприта, начал его применение спустя 11 месяцев после ипритных атак, проведенных германской армией. Великобритания в 1916

Page 14.

"The country capable of making and using gas in the greatest quantity will be militarily stronger than any other people on the face of the Earth". Supporters of this doctrine were able to persuade congress of USA not to ratify Geneva Protocol, which placed use in war of toxic and strangling gases, under ban. USA ratified Geneva Protocol only in 1975, after half century of meditation.

In these assessments of chemical weapons is contained more emotion than weighed analysis. Later investigations carried out on basis of analysis of archive materials of the time of war, led to other conclusions. M. Mezelon [transliterated], professor of biochemistry and molecular biology of Harvard University (USA) in Bulletin of Atomic Scientists in 1991 wrote: "They (gas - author) cause suffering and aggravate the debilitating effects of trench warfare. Information on British losses and production of German chemical ammunition for 1918 suggests that, with respect to losses inflicted, chemical and conventional artillery ammunition were roughly equally effective."

According to the official British history of World War I "with the aid of toxic substances was achieved only limited effect; their use makes wars exhausting".

FORMATION OF RESEARCH CENTERS.

As scales of use of toxic substances grew, increased demand not only for an increase in volume of production, but also for an increase in their combat effectiveness. Therefore, besides building of new plants for manufacture of toxic substances and chemical ammunition, belligerent states as early as the war years began creation of scientific base, necessary for developing chemical weapons and means of protection from it.

In Germany scientific studies and development of chemical weapons were concentrated in the bowels of concern "I. G. Farben". Succeeded in creation of scientific base for research and development in field of toxic substances also France, scientists and engineers of which created plants for making hydrocyanic acid and cyanogen chloride, fast-acting general poison gases. Already in 1916 France had begun to use ammunition containing hydrocyanic acid. Among the allies France was the first to set up production of yperite after beginning its use 11 months after mustard gas attacks, carried out by German army.

году основала военно-химический исследовательский центр в Портон-Дауне (Солсбери, графство Уилтшир), который ныне превращен в один из ведущих в мире центров по исследованиям проблем химической и биологической войны и разработки средств защиты. Англичане имеют полигон, на котором можно проводить в ограниченных масштабах испытания отравляющих веществ и различных средств защиты от химического и биологического оружия.

В 1941 году на территории Канады была создана Саффилдская экспериментальная станция (полигон) в окрестностях г.Саффилда (240 км южнее г.Калгарн), занимающая 2600 км² прерий. Эта станция, ныне переименованная в Организацию оборонных исследований, содержащая в своем штате примерно 300 специалистов, до сих пор функционирует и, в соответствии с трехсторонним соглашением между США, Великобританией и Канадой, используется в рамках их сотрудничества в области химического оружия и защиты от него.

В 1929 году был образован военно-химический центр Италии, в развертывании работ которого оказывал помощь немецкий концерн «И.Г.Фарбен». В результате деятельности этого центра Италия стала обладательницей химического оружия. В 1935 году во время вооруженного конфликта с Эфиопией она применила артиллерийские снаряды и авиационные бомбы, снаряженные ипритом и фосгеном, а также иприт с помощью выливных авиационных приборов.

Начиная с 1923 года, также при помощи Германии, работы в области отравляющих веществ проводились в Японии. К началу 30-х годов Япония начала производство химического оружия, а в период войны с Китаем в 1937—1943 годах отравляющие вещества были применены ею.

Исследования в области отравляющих веществ и средств защиты от них проводились ранее и, проводятся в настоящее время и в других странах. Однако лидирующее положение в этой области занимали США и Советский Союз.

Американцы долго присматривались к событиям химической войны на Европейском континенте, тщательно изучали и обобщали опыт проведения химических атак как кайзеровской Германией, так и странами Антанты. США сделали для себя главный вывод: военное могущество государства находится в прямой зависимости от масштабов производства химического оружия и наличия на вооружении более эффективных отравляющих веществ.

В мало кому дотоле известном местечке Эджвуд, расположенном на берегу Чесапикского залива, в конце 1917 года было начато строительство государственных заводов по производ-

Page 15.

Great Britain in 1916 established chemical warfare research center in Porton-Down (Salisbury, county of Wiltshire), which has now become one of leading centers on study of chemical and biological war and development of means of protection. The British have a range on which it is possible to conduct on limited scales testing of toxic substances and means of protection against chemical and biological weapons.

In 1941 in Canada was created Suffield experimental station (range) near Suffield (240 km south of Calgary), which occupies 2600 km² of prairies. This station, now renamed Organization of Defense Research, and which has staff of approximately 300 specialists, is still in operation and, in accordance with trilateral agreement between USA, Great Britain and Canada, is used jointly in field of chemical weapons and protection from them.

In 1929 was formed chemical warfare center of Italy, in development of operations of which rendered aid German concern "I. G. Farben". As a result of work of this center Italy also came into possession of chemical weapons. In 1935 during armed conflict with Ethiopia it used artillery shells and aerial bombs equipped with yperite and phosgene, and also yperite with aid of spray equipment.

Beginning in 1923, also with aid of Germany, work on toxic substances was conducted in Japan. At the beginning of the 1930's Japan began production of chemical weapons, and during war with China in 1937-1943 toxic substances were used by it.

Research in the field of toxic substances and means of protection from them were conducted earlier and are conducted at present and in other countries as well. However, leading position in this field occupied USA and Soviet Union.

Americans for long observed events of chemical warfare on European continent, thoroughly studied and analyzed experience of conducting gas attacks by both Imperial Germany and by countries of entente. USA drew for itself main conclusion: military might of a state is in direct dependence on scale of production of chemical weapons and presence in arsenal of more effective toxic substances.

In a hitherto little-known place called Edgewood on shore of Chesapeake Bay at end of 1917 was initiated building of state plants for production of phosgene and chloropicrin, which marked beginning of creation of Edgewood Arsenal of army of USA.

ству фосгена и хлорпикрина, положивших начало созданию Эджвудского арсенала армии США.

Предшественником Эджвудского арсенала был снаряжательный завод в Генпаудер-Неке (штат Мэриленд), на котором производилось наполнение химических мины, снарядов и гранат отравляющими веществами, поступающими из коммерческого сектора химической промышленности. В конце 1917 года правительство США приобрело территорию вблизи города Абердин (штат Мэриленд) под артиллерийский полигон. На южной части территории этого полигона площадью 1400 гектаров и был размещен Эджвудский арсенал. К тому времени объем поставок фосгена и других газов коммерческими фирмами перестал удовлетворять растущие потребности американского экспедиционного корпуса генерала Джона Першинга, вступившего в боевые действия против Германии с территории Франции.

Строительство арсенала велось быстрыми темпами. Уже в июне 1918 года хлорпикриновый завод в Эджвуде развил производство на полную мощность. А еще ранее был пущен фосгенный завод. Число военно-химических заводов в арсенале непрерывно росло. Решения о строительстве новых заводов принимались, не обращая внимания на то, что начатые ранее стройки были далеки от завершения. Фосгенный и хлорпикриновый заводы потребовали поставок хлора в таких количествах, которые не в состоянии были удовлетворить коммерческие фирмы. Поэтому в Эджвуде к августу 1918 года было создано собственное хлорное производство мощностью 100 тонн сжиженного хлора в сутки. В июне 1918 года дал первую продукцию ипритный завод.

Весной 1918 года в состав Эджвудского арсенала дополнительно были введены заводы по производству отравляющих веществ, ранее построенные в других штатах. Кроме того, по заказу самого арсенала, были построены военно-химические заводы за пределами штата Мэриленд в местах, близких к источникам сырья.

На 1 октября 1918 года в Эджвудском арсенале трудились 233 офицера, 6948 нижних военных чинов и 3066 рабочих.

Производство отравляющих веществ и снаряжение ими боеприпасов было небезопасным, сопровождалось систематическими отравлениями и поражениями персонала. Всего за 5 месяцев 1918 года (с июля по ноябрь) было зарегистрировано более 900 случаев поражений. Тяжелый и опасный характер работы на заводах арсенала вынудил химическую службу армии привлечь к работам на заводах 7400 солдат. Для оказания помощи пораженным на территории арсенала были развернуты три полевых и один стационарный военный госпиталь центрального подчинения.

Page 16.

Predecessor of Edgewood arsenal was ammunition plant in Genpaunder-Neke [Gunpowder Neck? - Ed.] (state of Maryland), at which was were filled chemical mines, projectiles and grenades with toxic substances from commercial sector of chemical industry. At end of 1917 U.S. Government acquired territory near Aberdeen (state of Maryland) for artillery range. On the southern part of this range with an area of 1400 hectares was located Edgewood Arsenal. By that time volume of deliveries of phosgene and other gas from commercial sources ceased to satisfy growing demand of American Expeditionary Force of General John Pershing, which entered combat actions against Germany from territory of France.

Building of arsenal proceeded rapidly. Already by June 1918 chloropicrin plant in Edgewood was producing at maximum capacity. But still earlier was started phosgene plant. The number of chemical warfare plants in arsenal continuously increased. Decisions to build new plants were made without turning attention to the fact that building previously initiated was far from completion. Phosgene and chloropicrin plants required deliveries of chlorine in quantities, which commercial firms could not satisfy. Therefore in Edgewood in August 1918 was created the army's own chlorine production facility with a capacity of 100 tons of liquified chlorine in a 24 hour period. During June 1918 mustard gas plant gave first production.

In spring of 1918 to Edgewood arsenal were added plants for production of toxic substances previously constructed in other states. On orders of arsenal chemical warfare plants beyond the limits of the state of Maryland in places close to sources of raw material were also constructed.

On 1 October, 1918, in Edgewood Arsenal worked 233 officers, 6948 lower military ranks and 3066 workers.

Production of toxic substances and filling ammunition with them was unsafe, it was accompanied by general poisonings and injuries of personnel. In only 5 months of 1918 (from July through November) were recorded more than 900 cases of injuries. Severe and dangerous nature of work at plants of arsenal forced chemical service of army to draft to work at plants 7400 soldiers. For rendering aid to injured at arsenal were set up three field and one permanent military hospital subordinate to central authority.

Для обеспечения инженерно-технического руководства работой заводов арсенала, а также для проведения исследований и испытаний потенциальных отравляющих веществ и средств защиты от них, в составе Эджвудского арсенала были сформированы научно-исследовательские лаборатории. Арсенал уже в те годы стал самым большим в мире научно-исследовательским учреждением, работающим исключительно в интересах подготовки к химической войне. В штате этих лабораторий к моменту окончания мировой войны состояло 1200 лиц технического персонала и 700 ассистентов.

В январе 1919 года американский журнал *Джорнал оф Индастриэл Кэмистри* писал:

«Перед нами — гигантское предприятие, построенное в кратчайший срок, руководимое знающими людьми, способное к громадной производительности ядовитых веществ, достигшее полного расцвета производства смертельно опасных веществ в тот момент, когда каждый час ожидается весть о подписании мира. Как жаль, что мы не располагали этим грозным оружием войны с того самого дня, когда американские войска впервые отправились во Францию». В мае 1920 года преподаватель военной академии США в Уэст-Пойнте Эдуард С. Фарроу писал, что создание Эджвудского арсенала «представляет примечательный факт в истории прикладной химии, ибо до этого времени еще ни разу ни в одну войну ни в одном государстве химия не составляла особого отдела военной организации». На базе бывшего Эджвудского арсенала созданы и ныне функционируют Центр химических исследований, разработок и технологии, а также Медицинский научно-исследовательский институт химической защиты армии США. Первый из них занят исследованиями и разработками новых видов химического оружия и средств противохимической защиты, а второй — исследованиями по токсикологии высокотоксичных веществ и разработкой антидотов и других видов медицинской защиты от отравляющих веществ.

С началом 2-ой мировой войны в США произошло резкое расширение фронта работ в области химического, токсического, бактериологического и зажигательного оружия. Ранее имевшиеся испытательные площадки оказались явно недостаточны. В 1942 году создается Дагуэйский испытательный полигон в пустынной и полупустынной местности штата Юта. Полигон развернулся на площади 3400 км². На полигоне были построены жилой городок, комплекс испытательных площадок и лабораторий, собственный аэродром. Была создана Бейкеровская биологическая лаборатория для проведения особо опасных экспериментов с биологическим оружием. Дагуэйский полигон способен обеспечить проведение испытаний в натурном варианте любых отрав-

Page 17.

To provide technical-engineering management of operation of plants of arsenal and conduct research and tests of potential toxic substances and means of protection from them at Edgewood arsenal were formed research laboratories. Arsenal in those years had already become the largest in the world scientific research institution working exclusively in the interest of preparation for chemical warfare. On the staff of these laboratories by the end of the world war were 1200 operating personnel and 700 assistants.

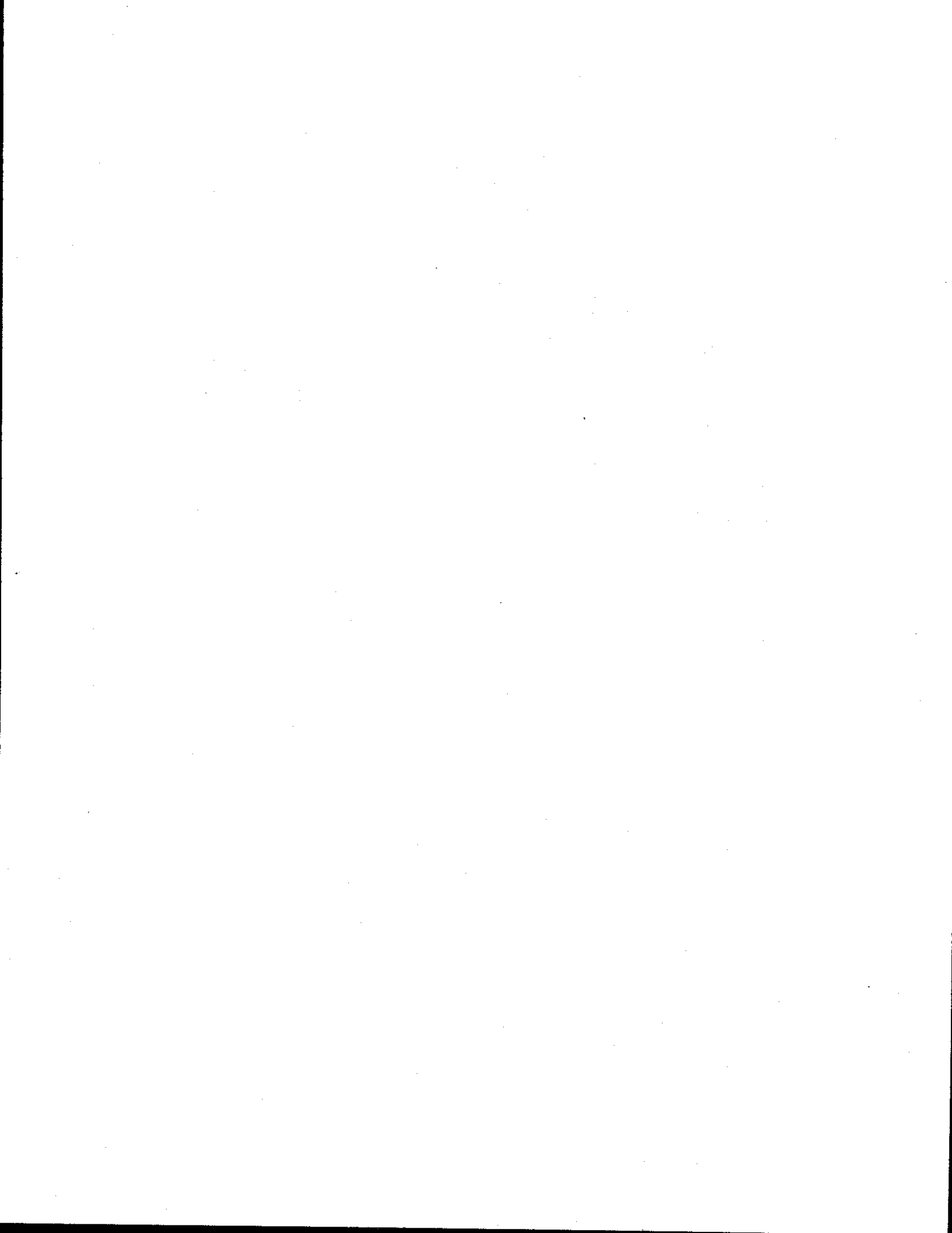
In January 1919 American journal Journal of Industrial Chemistry wrote;

Before us is a giant enterprise constructed within shortest period, led by capable people, capable of immense productivity of toxic substances, which reached full bloom of production of mortally dangerous substances at the moment when each hour was expected news of signing of the peace. What a pity we did not have available this terrible weapon of war from the very day when American troops for first time left for France". In May 1920 instructor of military academy of USA in West Point Edward S. Farrow wrote that creation of Edgewood Arsenal "represents remarkable event in the history of applied chemistry, since up to this time never in any war nor in any country has chemistry composed separate section of military organization". On base of former Edgewood Arsenal were built and still function Center of Chemical Research, Development and Engineering and Medical Research Institute of Chemical Protection of Army of USA. The first conducts research and development of new types of chemical weapons and means of antigas defense, the second research on toxicology of highly toxic substances and development of antidotes and other forms of medical protection from toxic substances.

Since beginning of 2nd World War in USA occurred sharp expansion of gamut of operations in field of chemical, toxin, bacteriological and incendiary weapons. Earlier available test ranges were clearly inadequate. In 1942 is created Dugway Proving Ground in desert and semiarid locality of state of Utah. Range was developed over area of 3400 km². On range were constructed residential area, complex of test ranges and laboratories and an airfield. Was created Beykerovskaya [Baker? - Ed.] biological laboratory for conducting especially dangerous experiments with biological weapons.

ляющих веществ и всевозможных средств их боевого применения, а также газосигнализаторов, противогазов и объектов коллективной защиты, дегазирующих рецептур и технических средств дегазации.

К работам в области химического оружия до последнего времени привлекались и привлекаются другие исследовательские лаборатории, центры и полигоны военного ведомства и коммерческого сектора промышленности. Лаборатория баллистических исследований, расположенная на территории Абердинского полигона по соседству с бывшим Эджвудским арсеналом, разрабатывала методы телеметрических измерений при испытаниях химических бинарных боеприпасов. Лаборатория биоинженерных исследований и разработок армии (Форт-Детрик, штат Мэриленд) участвовала в разработке рекомендаций по очистке и обеззараживанию токсичных отходов производств химического оружия, а также по оснащению их приборами контроля загазованности воздуха отравляющими веществами. Крупнейший военномедицинский центр армии США — институт Уолтера Рида (Вашингтон, округ Колумбия) проводит углубленные исследования по воздействию отравляющих веществ на различные органы и ткани. Результаты этих исследований предназначены для использования при поиске перспективных отравляющих веществ и при создании антидотов против них, ибо организация производства нового отравляющего вещества при отсутствии антидотов проблематична по соображениям техники безопасности. Тропический испытательный центр (Форт-Клейтон, зона Панамского канала) проводит испытания по влиянию тропических климатических условий на функционирование всех видов вооружений. В Форт-Грилли (штат Аляска) действует центр по испытаниям химического оружия в полярных условиях, в котором проходили испытания эффективности применения фосгена в условиях холода. Центр вооружений ВМС (Четна-Пейк, штат Калифорния) выполнил значительный объем работ при разработке бинарной химической бомбы «Бигай». В этом центре разрабатывались и изготовлялись модели бомбы, устройство для подвески ее к самолетам. На завершающей стадии работы Центр проводил исследования боевой эффективности бинарной бомбы, оценивал соответствие полученных характеристик бомбы предъявляемым требованиям, исследовал влияние метеоусловий на боевые характеристики бомбы. Здесь же прошли основные эксплуатационные испытания этой бомбы. Центр разработки и испытаний ВВС США (Эглэн, штат Флорида) имеет полигон площадью 1900 км². На этом полигоне проходили технические и эксплуатационные испытания химических авиабомб и выливных авиационных прибо-



Page 18.

Dugway range can conduct full-scale tests of any toxic substances and all possible means of their combat employment, and also gas warning devices, gas masks and facilities of collective protection, decontamination formulas and technical decontamination equipment.

In work on chemical weapons until recently have participated other research laboratories, centers and ranges of Department of Defense and commercial sector of industry. Laboratory of ballistic research at Aberdeen Range near former Edgewood Arsenal developed methods of telemetric measurements during tests of chemical binary ammunition. Army Laboratory of Bioengineering Research and Development (Fort Dietrich, state of Maryland) participated in development of recommendations regarding decontamination and disinfection of toxic wastes of chemical weapons plants, and regarding equipment of them with instruments for monitoring concentration in air of toxic substances. Largest military medical center of army of USA, Walter Reed Institute (Washington, D.C.), conducts intensive research on action of toxic substances on different organs and tissues. Results of this research is intended for use in search for promising toxic substances and in development of antidotes against them, because organization of production of new toxic substance in absence of antidotes is problematic for reasons of safety engineering. Tropical test center (Fort Clayton, zone of Panama Canal) conducts tests on effect of tropical climatic conditions on functioning of all forms of weapons. In Fort Greeley (state of Alaska) operates center for testing chemical weapons under arctic conditions, in which are conducted tests of effectiveness of use of phosgene in conditions of cold. The Navy Weapons Center (Chetna Peyk [transliterated], state of California) performed significant volume of work during development of binary chemical bomb [? "Big Eye" ?]. In this center were developed and built models of bomb and device for its suspension on aircraft. In final stage of work center conducted studies of combat effectiveness of binary bomb, analyzed correspondence of obtained characteristics of bomb to presented requirements, investigated effect of meteorological conditions on combat characteristics of bomb. Basic operational tests of this bomb were conducted here. Center of development and test of USAF (Eglin AFB, Florida) has a range with an area of 1900 km². Technical and operational tests of chemical aerial bombs and spray equipment are conducted on this range.

ров. К разработке химического оружия привлекались многие университеты, лаборатории коммерческих фирм.

Подготовкой кадров химического корпуса армии США занята Химическая школа в Форт-Макклеллан (штат Алабама). Организационно Химическая школа подчиняется командованию боевой подготовки и доктрин министерства армии США и готовит специалистов-химиков для вооруженных сил. Программа обучения слушателей включает три основных направления:

- обеспечение выполнения боевой задачи подразделениями в условиях массированного применения химического оружия за счет правильного использования средств защиты, способов дегазации личного состава и боевой техники;

- установление факта применения химического оружия, индикация и идентификация отравляющих веществ, а также прогнозирование последствий применения противником химического оружия;

- применение маскирующих средств, в частности, маскирующих дымов.

Другой важной задачей, стоящей перед Химической школой, является выработка военной политики в области развития химического оружия в США. Химическая школа осуществляет выработку требований к будущим средствам химического обеспечения и устанавливает приоритеты НИОКР по устранению недостатков, выявленных в ходе анализа общей концепции ведения боевых действий армией США. Большую помощь в получении исходных данных для анализа современного состояния разработок в области НИОКР и прогноза развития средств химического обеспечения оказывают организуемые на базе Химической школы симпозиумы и конференции, в которых принимают участие ведущие специалисты армии и промышленности США. В качестве примера можно привести симпозиум, состоявшийся в апреле 1982 г. по вопросам ведения боевых действий с применением химического оружия, в котором участвовало свыше 400 представителей военных, научных и промышленных кругов, в том числе представители 150 фирм США. Для участников симпозиума на полигоне школы площадью 47 тыс. акров была проведена демонстрация американских дегазационных и дымовых средств в действии. При Химической школе планировалось построить учебный дегазационный комплекс, проект которого был утвержден в 1983 финансовом году. Необходимо отметить, что за последние годы возросли ассигнования, выделяемые Химической школе на военное строительство. На территории Химической школы открыт музей химического корпуса США.

В разгар гражданской войны в конце 1918 года в России были созданы Всероссийские советские курсы военной газотехни-

Page 19.

In development of chemical weapons have been enlisted many universities, laboratories of commercial firms.

Training of personnel of Chemical Corps of army of USA is the mission of Chemical School at Fort McClellan (state of Alabama). Organizationally Chemical School is subordinate to Combat Training and Doctrine Command of the [? Department of the Army (ministerstvo armii) ? - Ed.] and trains chemical specialists the armed forces. Training program includes three basic areas:

- ensuring performance of combat missions by combat units under conditions of concentrated use of chemical weapons due with correct utilization of means of protection, methods of decontamination of personnel and combat materiel;

- establishment of the fact of the use of chemical weapons, indication and identification of toxic substances, and forecasting consequences of use by enemy of chemical weapons;

- use of camouflage means, in particular, screening smoke.

Another important problem for chemical school is development of military policy in field of development of chemical weapons in USA. Chemical school develops requirements for future means of chemical support and establishes R&D priorities with respect to elimination of deficiencies revealed in analysis of general concept of conduct of combat operations by army of USA. Great aid in obtaining initial data for analysis of contemporary state of R&D and prognosis of development of means of chemical support render organized at chemical school symposia and conferences, in which participate leading specialists of army and industry of USA. As example it is possible to give symposium in April 1982 on conduct of combat operations with use of chemical weapons, in which participated more than 400 representatives of military, scientific and industrial circles, including representatives of 150 U.S. firms. For participants in symposium on range of school with an area of 47 thousand acres demonstration of American decontaminating and smoke agents in action was carried out. In chemical school it was planned to construct training decontaminating complex, project for which was approved in fiscal year 1983. It is necessary to note that in recent years has increased funding allocated to chemical school for military building. Museum of Chemical Corps of USA has now opened at chemical school.

ки, на которых готовились специалисты военно-химической службы для замещения должностей заведующих противогазовой обороны. В январе 1920 года эти курсы были преобразованы в Высшую военно-химическую школу Красной Армии со сроком обучения 2 года. Школа представляла собой солидное для того времени учебное заведение. Она получила в наследство первоклассное лабораторное оборудование бывших лабораторий по противогазовому делу Всероссийского земского союза, существовавших при царском режиме. Для преподавания в школе привлекались видные ученые и педагоги России, среди них были профессора В.К. Аркадьев, Н.Д. Зелинский (будущий академик), Н.С. Курнаков, П.А. Ребиндер (будущий академик), Н.А. Шилов (впоследствии член-корреспондент Академии Наук СССР) и др.

В 1924 году в связи с переходом к мирному времени на базе Высшей военно-химической школы были образованы Химические курсы усовершенствования командного состава Красной Армии. В распоряжение Химических курсов помимо лабораторной и учебной базы Высшей военно-химической школы были переданы учебные поля площадью примерно 100 га в Кузьминках под Москвой (ныне эта территория вошла в состав города Москвы).

Для подготовки инженерных кадров высшей квалификации в области военно-химической службы в 1925 году на химическом факультете Военно-технической академии Красной Армии было создано специальное отделение со сроком обучения 4 года. На химическом факультете готовились инженеры-химики широкого профиля, включая специалистов в области химического оружия, средств дегазации и противохимической защиты.

Техническое перевооружение Красной Армии, начавшееся в конце 20-х годов, потребовало большого числа высококвалифицированных военных химиков. В мае 1932 года была создана Военно-химическая академия (ныне Военная академия химической защиты). На формирование академии были обращены химический факультет Военно-технической академии и Второй Московский химико-технологический институт, в свою очередь организованный в 1930 году на базе химического факультета Московского высшего технического училища, одного из старейших и авторитетнейших высших учебных заведений России. В составе коллектива преподавателей академии оказались наиболее одаренные и хорошо подготовленные военные специалисты-химики и видные ученые химико-технологического института. Среди них были профессор А.Е. Чичибабин, будущие академики И.Л. Кнунянц и М.М. Дубинин. Военно-химическая академия заняла ряд лабораторных и административных корпусов, ранее принадлежавших Московскому высшему техническому училищу. Один из

Page 20.

At climax of civil war at the end of 1918 in Russia were created All-Russian Soviet courses of military gas engineering, which trained specialists of chemical warfare service for positions as managers of antigas defense. In January 1920 these courses were converted into Higher chemical warfare school of Red Army with period of instruction of 2 years. School was a solid educational institution for that time. It obtained as inheritance the first-class laboratory equipment of former antigas laboratories of All-Russian Union of Zemstvos, which existed under tsarist regime. For instruction in school were enlisted prominent scientists and teachers of Russia, among them professor V. K. Arkad'yev, N. D. Zelinskiy (future academician), N. S. Kurnakov, P. A. Rebinder (future academician), N. A. Shilov (later a corresponding member of Academy of Sciences of the USSR).

In 1924 with transition to peacetime on base of Higher chemical warfare school were formed Advanced Chemical Courses for Red Army commanders. At disposal of chemical courses besides laboratories and training facilities of the Higher chemical warfare school made available training areas with an area of approximately 100 hectares in Kuzminki near Moscow (now this is part of Moscow city).

For training of engineering personnel of highest qualification in field of chemical warfare service in 1925 in chemistry department of Military technical academy of the Red Army was created special division with period of instruction of 4 years. Chemical engineers of broad qualification were trained in the chemistry department, including specialists in field of chemical weapons, decontamination equipment and antigas defense.

Reequipment of Red Army begun at end of 1920's required large number of highly skilled military chemists. In May 1932 Chemical Warfare Academy was created (now Military Academy of Chemical Defense). To formation of academy were assigned chemistry department of military technical academy and second Moscow chemical-engineering institute, which had been organized in 1930 on base of chemistry department of Moscow higher technical school, one of oldest and most prestigious schools of higher education in Russia. Among instructors of academy were to be found the most gifted and well trained military chemical experts and prominent scientists of the chemical-engineering institute. Among them were professor A. E. Chichibabin, future academicians I. L. Knunyants and M. M. Dubinin. Chemical warfare academy occupied a number of laboratory and administrative bodies previously belonging to Moscow higher technical school.

этих корпусов был построен еще при царе Петре I как здание правительствующего сената и ныне охраняется как памятник архитектуры.

За более чем 60-летнюю историю Военная академия химической защиты подготовила тысячи высококвалифицированных специалистов для службы в штабах всех уровней и в войсках, для работы в научно-исследовательских учреждениях министерства обороны и химической промышленности. Выпускники академии составили костяк специалистов научно-исследовательских и испытательных учреждений, занятых испытаниями ядерного оружия и исследованием его поражающих свойств. В академии созданы многие образцы материалов для защиты людей в экстремальных ситуациях. Ученые академии внесли большой вклад как в создание образцов химического оружия, так и различных средств защиты от него.

В 1928 году, в соответствии с мероприятиями по проводимой в те годы военной реформе, был создан Институт химической обороны (ИХО). Для ИХО был построен сравнительно небольшой трехэтажный лабораторный корпус и несколько вспомогательных строений. Подчеркивая важную роль, которая возлагалась на ИХО, первым начальником института по совместительству был назначен начальник военно-химического управления Красной Армии Яков Фишман.

ИХО совместно с исследовательскими институтами и лабораториями промышленности за немногие предвоенные годы обеспечил создание для войск надежных противогазов, комплектов индикаторных трубок для обнаружения в воздухе всех отравляющих веществ, известных к тому времени. Для дегазации обмундирования и средств противохимической защиты в подразделении химических войск еще до начала войны поступила автодегазационная станция, использующая для дегазации горячий воздух. Были сконструированы и испытаны машины и приборы для дегазации местности. На вооружение армии были приняты дымовые шашки как для получения маскирующего дыма, так и дымов адамсита и хлорацетофенона. Перед войной и в годы войны институт разработал ряд рецептур отравляющих веществ, включая загущенные рецептуры. При участии ИХО создавались и испытывались химические боеприпасы. Для полевых испытаний огнеметно-зажигательных средств, машин и приборов для дегазации, для эксплуатационных испытаний средств индивидуальной защиты и других работ использовались бывшие учебные поля в Кузьминках, где был размещен полевой испытательный отдел, непосредственно подчинявшийся военно-химическому управлению. Обеспечение полевых работ ИХО и охрана его объектов возла-

Page 21.

One of these buildings had been constructed as far back as the reign of Tsar Peter I as building of the ruling senate and now it is guarded as monument of architecture.

Over the more than 60 years of its existence the Military Academy of Chemical Defense has trained thousands of highly skilled specialists for service in staff positions at all levels and in the field, for work in scientific research institutions of the ministry of defense and chemical industry. The graduates of academy formed skeleton of specialists of scientific research and testing institutions occupied with testing of nuclear weapons and with investigation of their destructive properties. In the academy many samples of materials for the protection of people in extreme situations have been created. Scientists of the academy made a large contribution both to the creation of chemical weapons and different means of protection against them.

In 1928, in accordance with the measures for military reform conducted in those years, was created the institute of chemical defense (IKhO). For IKhO was constructed a comparatively small three-story laboratory and several auxiliary structures. Underscoring the important role, assigned IKhO, the chief of the chemical warfare administration of the Red Army, Yakov Fishman, was also placed in charge of the new institute.

IKhO together with research institutes and laboratories of industry in the few pre-war years ensured creation for the troops of reliable gas masks and sets of indicator tubes for the detection in air of all toxic substances known at that time. For decontamination of uniforms and means of antigas defense into inventory of subunits of chemical troops already before the war entered the automatic decontamination station, which used hot air for decontamination. Machines and instruments for decontamination of locality were designed and tested. For army inventory smoke pots were used for producing both camouflage smoke and fumes of adamsite and chloracetophenone. Before the war and during years of war the institute developed a number of formulas of toxic substances, including thickened formulas. With the participation IKhO was created and tested chemical ammunition. For field tests of flamethrower-incendiary agents, machines and instruments for decontamination, for field tests of means of individual protection and other activities were used the former training fields in Kuzminki, where was located a field testing section, directly subordinate to the chemical warfare directorate.

галась на специальный химический батальон, также размещавшийся в районе Кузьминок.

В конце 40-х годов большая группа офицеров-химиков института вместе с его начальником была откомандирована для формирования нового института министерства обороны, на который возлагалась задача изучения поражающих факторов ядерного оружия и способов защиты от него.

Поступившие в институт в качестве трофеев образцы зарина и зомана прошли всестороннюю оценку, были детально изучены их токсикологические свойства. Совместно с институтами Академии Наук СССР и промышленности была разработана технология их изготовления, а также были созданы артиллерийские и авиационные боеприпасы для их применения. В попытках найти более токсичные аналоги зарина и зомана были синтезированы сотни химических соединений, некоторые из которых вполне могли составить конкуренцию исходным веществам. Достижением института является создание средств индикации фосфорорганических соединений нервно-паралитического действия на основе фермента холинэстеразы.

В 1957 году в институт поступила информация об обнаружении высокого уровня токсичности у фосфорилнохолинов. Никаких сведений о конкретных веществах этой группы соединений, которые бы отличались высоким уровнем токсичности, в институт не поступало. Отдел синтеза отравляющих веществ совместно со специалистами Государственного союзного научно-исследовательского института органической химии и технологии, одной из кафедр Военной академии химической защиты и при консультациях ученых из институтов Академии Наук СССР в течение лета 1957 года осуществили синтез большого числа фосфорилнохолинов, в том числе и вещества VX. Институт в короткие сроки обосновал способы эффективного применения вещества VX, рекомендовал к разработке различные типы боеприпасов и дал прогноз их боевой эффективности. В полной мере были исследованы различные методы защиты от вещества VX (кроме медицинских), а наиболее эффективные из них были рекомендованы для внедрения в войсках.

После окончания войны, в рамках осуществлявшейся в те годы реорганизации войск, в состав института вошли на правах отделов бывшее конструкторское бюро военно-химического управления и полевой отдел в Кузьминках, ставший миниполигоном института. Институт сменил название, он стал Центральным научно-исследовательским военно-техническим институтом (ЦНИВТИ).

На полигоне в Кузьминках проводились работы по дегазации макетов объектов военной техники, заражавшихся реальными

Page 22.

Supporting the field operations of IKhO and protection of its facilities was mission of a special chemical battalion, which was also stationed in Kuzminki.

At the end of the 40's a large group of chemical officers of institute together with its chief was assigned mission of setting up a new institute of the ministry of defense, which was assigned mission of studying the damaging factors of nuclear weapons and methods of protection from them.

The samples of sarin and soman coming to the institute as trophies underwent comprehensive estimation, were in detail studied their toxicological properties. The technology of their manufacture was developed together with the institutes of the Academy of Sciences of the USSR and industry, and artillery and aircraft ammunition for their use were also created. In attempts to find more toxic analogs of sarin and soman were synthesized hundreds of chemical compounds, some of which easily could compete with parent substances. The creation of means of indication of organophosphorus compounds of neuromuscular effect on the basis of enzyme of cholinesterase is an achievement of institute.

In 1957 institute obtained information about detection of high level of toxicity in phosphorylthiocholines. No information about specific substances of this group of the compounds, which would be characterized by high level of toxicity into institute did not enter. The section of synthesis of toxic substances together with specialists of the State union scientific research institute of organic chemistry and technology, one of the departments of the Military Academy of Chemical Defense and with consultations of scientists from the institutes of the Academy of Sciences of the USSR in the summer of 1957 carried out synthesis of a large number of phosphorylthiocholines, including substance VX. Institute in short period substantiated methods of effective use of substance VX, it recommended for development different types of ammunition and gave the prognosis of their combat effectiveness. Different methods of protection from substance VX (besides medical) were fully investigated, and most effective of them were recommended for the introduction in the troops.

After the end of war, within the framework of reorganization of troops realized in those years, integrated into institute as departments the former design office of military chemical directorate and field section in Kuzminki, which became the institute's miniature test range. Institute changed name, it became the Central Military Technical Research Institute (TsNIVTI).

On the range in Kuzminki was conducted work on decontamination of the models of military hardware which were contaminated by real toxic substances.

отравляющими веществами. Здесь же отработывались методы дезактивации различных материалов, зараженных модельными короткоживущими радионуклидами. На специально оборудованной площадке проводились испытания опиеметов и огнесмесей. Большой объем работ приходился на испытания по показателям коррозионной стойкости и износостойкости различных деталей и агрегатов специальных машин химических войск.

К концу 50-х годов лабораторная и испытательная база ЦНИВТИ стала не удовлетворять потребностям существенно расширившегося фронта работ. Возросла опасность экспериментов, проводимых в институте, как для персонала, так и для населения расположенных рядом с ним жилых кварталов. Во избежание выброса в атмосферу высокотоксичных отравляющих веществ, равно как и веществ с дурным запахом, с которыми приходилось работать, вытяжные системы наиболее «грязных» лабораторий стали снабжаться угольными фильтрами больших размеров, которые конструировались и изготовлялись силами рабочих и специалистов института.

Назревала необходимость перевода ЦНИВТИ из Москвы, который ускорился в обстановке реформ Хрущева. Было решено передислоцировать институт в поселок Шиханы Вольского района Саратовской области, слить его с функционировавшим там Центральным военно-химическим полигоном (ЦВХП).

Значительная доля научных сотрудников и специалистов ЦНИВТИ из числа офицеров предпочла увольнение в запас и отставку и в Шиханы не переехала. Научные сотрудники и лаборанты из числа гражданских лиц в полном составе остались в Москве и были устроены на работу в родственные по научному профилю научные учреждения.

Авиапассажиры, совершающие полет из Средней Азии в Москву, после пересечения Волги в районе водохранилища Балаковской ГЭС, по левому борту у самого горизонта могут наблюдать очертания небольшого города и группу высоких постоянно дымящих труб. Это дымят цементные заводы города Вольска. Несколько правее опытный глаз может отыскать в дымке погожего дня светлое пятнышко поселка явно не сельского типа. Так выглядит военный городок Шиханы с высоты полета авиалайнера.

Шиханы имеют давнюю историю. Основал их герой войны России с Наполеоном граф Василий Васильевич Орлов-Денисов, сын донского казака. Последний владелец Шихан правнук их основателя Василий Петрович Орлов-Денисов был лишен своего имени в 1917 году с приходом к власти правительства В.И. Ленина. После окончания гражданской войны графский дом был

Page 23.

Here were mastered methods of the deactivation of different materials, infected by model short-lived radioisotopes. On specially equipped area were conducted tests of flamethrowers and burning mixtures. Large effort went into testing with respect to indices of corrosion resistance and wear resistance of different parts and aggregates of the special machines of chemical troops.

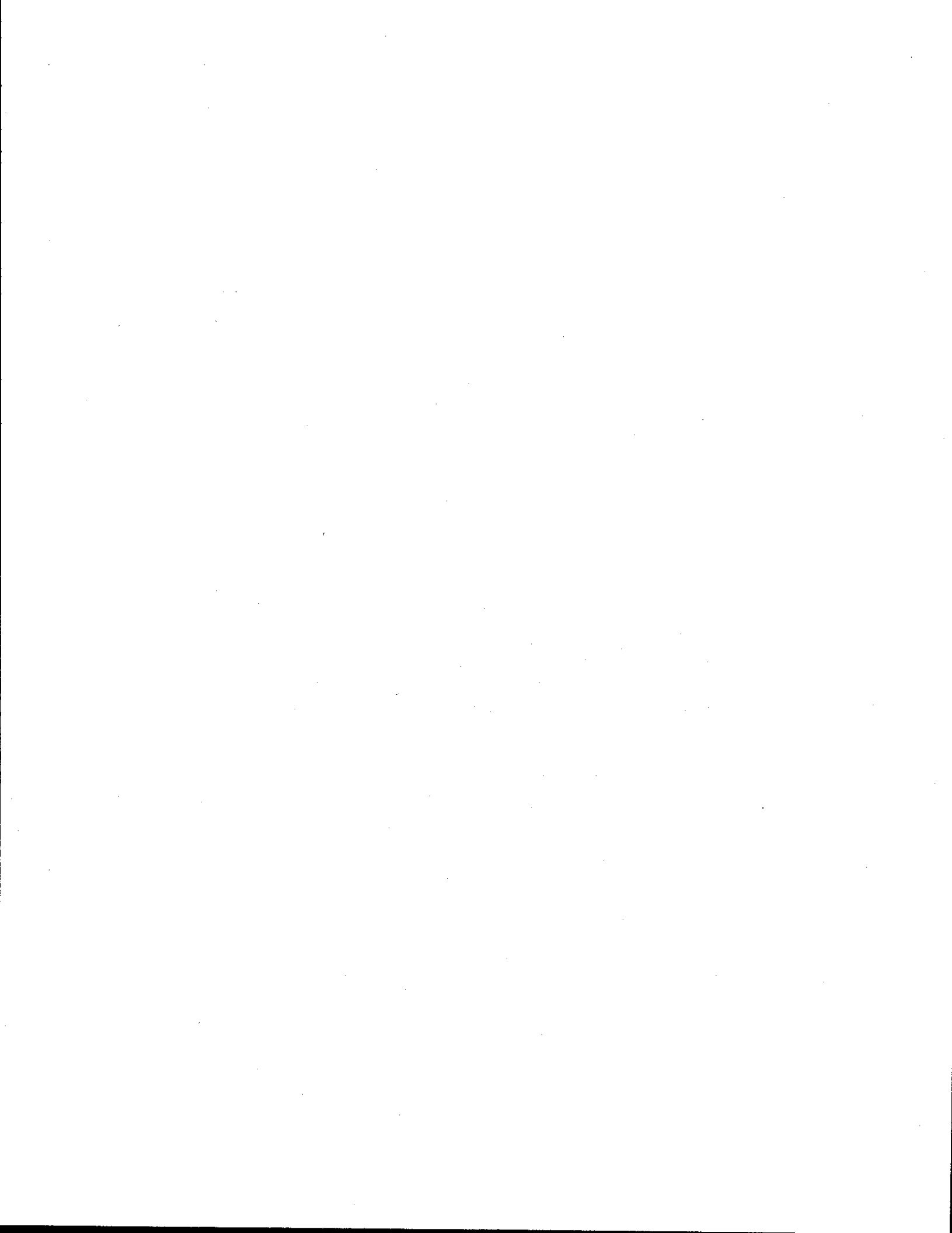
Toward the end of the 50's laboratory and test base of TsNIVTI began not to satisfy the demands of the substantially expanded scope of operations. Had increased the danger of the experiments, conducted in the institute both for the personnel and for population of residential sections next to it. To avoid emission into atmosphere of highly toxic substances, as well as of substances with bad odor, with which it was necessary to work, exhaust systems of the most "contaminated" laboratories began to be supplied with carbon large-size filters, which were designed and fabricated by workers and specialists of institute.

Became acute the need to move TsNIVTI out of Moscow, which was accelerated in the circumstances of Khrushchev's reforms. It was decided to relocate institute to settlement Shikhany, Vol'skiy Rayon, Saratov Oblast and merge it with the functioning there Central Chemical Warfare Range (TsVKhP).

A significant fraction of scientific workers and specialists of TsNIVTI from among officers preferred transfer to the reserves and retirement and to Shikhany did not move. Civilian scientific workers and laboratory assistants remained in Moscow and provided work in allied scientific institutions related in scientific specialty.

Air passengers flying from Central Asia to Moscow, after crossing Volga in the region of the reservoir of Balakovskaya GES [hydroelectric power plant], on the left on the horizon can see outline of a small city and a group of high constantly smoking tubes. This is smoke of cement works of city of Vol'sk. Somewhat more to the right practiced eye can find in the mist on a good day a bright spot indicating a clearly not rural type settlement. So appears military post Shikhany from airliner.

Shikhany has old history. It was founded by a hero of the war of Russia with Napoleon Count Vasiliy Vasilyevich Orlov-Denisov, son of Don cossack. Last owner of Shikhany, great-grandson of their founder Vasiliy Petrovich Orlov-Denisov, was deprived of his estate in 1917 with the accession to power of V. I. Lenin's government.



занят под санаторий для больных туберкулезом, а на графских землях была создана первая в Вольском уезде коммуна.

...Согласно Версальскому мирному договору Германия не имела права разрабатывать и производить наступательные виды вооружений — самолеты, танки и химическое оружие. Победившая Германия и оказавшаяся в изоляции большевистская Россия во время Генуэзской конференции 15 апреля 1922 года подписали Рапальский (в Рапалло, Италия) договор о сотрудничестве, в том числе и в военной области. В рамках этого договора были созданы совместные с Германией авиационная школа в Липецке и танковая школа в Казани. В 1926 году был также организован совместно с Германией военно-химический испытательный объект «Томка». Создание этих школ и фактически военно-химического полигона проходило в условиях конспирации. Советско-германский договор о совместной деятельности в рамках проекта «Томка» был подписан от имени подставных, вероятно фиктивных акционерных обществ. От России договор заключало Акционерное общество «по борьбе с вредителями и применению искусственных удобрений», а от Германии — Акционерное общество «по использованию сырья». В тексте договора гаубицы назывались метательными приборами, снаряды — мячами и т.п. Немецкий персонал не имел права заводить знакомства с населением, советским военным персоналом и иностранными подданными. Без согласия со стороны советского административного руководителя проекта «Томка» немцы не могли покидать район Шихан, им запрещалось выезжать в город Вольск, расположенный всего в 25 км от места их расквартирования в Шиханах.

Начиная с 1928 года, в Шиханах по проекту «Томка» проводились интенсивные испытания различных способов применения отравляющих веществ, средств противохимической защиты и методов дегазации местности. Испытания проводились только в летние периоды года и занимали, как правило, 4 недели, не считая длительного периода подготовки испытательных работ.

В ходе совместных с немцами работ по проекту «Томка» были испытаны:

- носимые приборы для заражения местности ипритом;
- загущенные рецептуры иприта;
- цистерна для заражения местности жидким отравляющим веществом, которую называли также боевой химической машиной (БХМ);
- выливной авиационный прибор;
- образцы дистанционных химических бомб;
- установка для снаряжения боеприпасов ипритом;
- химические фугасы, разрывающиеся в воздухе;

Page 24.

After the end of civil war count's house was occupied for sanatorium for the patients with tuberculosis, and the first in the Vol'sk district commune was created on the count's land.

According to Versailles peace treaty Germany did not have right to develop and to produce offensive forms of armaments - aircraft, tanks and chemical weaponry. Conquered Germany and isolated Bolshevik Russia during Genoa conference on 15 April, 1922 signed the Rapallo (in Rapallo, Italy) agreement on collaboration, including in the military affairs. Within the framework of this agreement were created jointly with Germany aviation school in Lipetsk and tank school in Kazan. In 1926 was also organized together with Germany chemical warfare testing facility "Tomka". The creation of these schools and actually chemical warfare range took place as conspiracy. The Soviet-German agreement on joint activity within the framework of project "Tomka" was signed on behalf of false, probably fictitious joint-stock companies. For Russia agreement concluded Joint-stock company "For battle with the pests and the application of the synthetic fertilizers", for Germany, Joint stock company "For utilization of raw material". In the text of agreement howitzer were called projectile instruments, projectiles balls, etc. German personnel did not have right to develop acquaintances with the population, the Soviet military personnel and foreign citizens. Without agreement on the part of the Soviet administrative leader of project "Tomka" the Germans could not leave region of Shikhany. They were forbidden to go into the city of Vol'sk only 25 km from the place of their quartering at Shikhany.

Beginning in 1928, in Shikhany on the project "Tomka" were conducted the intensive tests of the different methods of employing toxic substances, means of antigas defense and methods of decontamination locality. Tests were conducted only in the summer periods of year and they lasted, as a rule, 4 weeks, not counting the prolonged period of the preparation of test work.

In the course of work on the project "Tomka" jointly with the Germans were tested:

- portable instruments for area contamination with yperite;
- thickened formulas of yperite;
- tank for area contamination with liquid toxic substance, which was called also the combat chemical vehicle (BKHM);
- airborne dispenser;
- remote- controlled chemical bombs;
- system for charging ammunition with yperite;
- chemical mines, which exploded in air.

- приборы для дегазации;
- жидкое дегазирующее вещество;
- противогазы и защитные комплекты;
- прибор для электролитического определения (индикации) иприта;

— средства профилактики и лечения ипритных поражений.

Заключенный осенью 1923 года с командованием рейхсвера договор о строительстве на территории России совместного с Германией ипритного завода был в 1926 — 1927 годах расторгнут из-за того, что немецкая фирма-поставщик не обеспечила строительство завода технологическим оборудованием.

Совместные предприятия не оставались без внимания со стороны военных чинов Красной Армии и рейхсвера. Начальник управления сухопутных войск рейхсвера генерал Гаммерштейн-Эквор К. фон посещал Шиханы в сопровождении начальника военно-химического управления Красной Армии Я.М.Фишмана, а в сентябре 1929 года он был принят наркомом обороны СССР Климентом Ворошиловым. Ворошилов в беседе с Гаммерштейном в частности говорил: «Вопрос о темпе вооружения и испытаний, в особенности химических средств, имеет первостепенную важность».

В 1932 году состоялось решение о создании Центрального военно-химического полигона (ЦВХП) Красной Армии. Советское военное руководство выразило намерение в дальнейшем проводить испытания химического оружия и средств защиты от него своими силами. В свою очередь, пришедший в начале 1933 года к власти в Германии Адольф Гитлер порвал с Версальским договором и перенес химические испытания на свою территорию.

Ликвидация объекта «Томка» началась 26 июля 1933 года и полностью завершилась 15 августа того же года. Немцы в распоряжении военных химиков Красной Армии оставили:

- все строения;
- ангар для самолетов;
- механическую мастерскую со станками и набором инструмента;
- электростанцию;
- химические лаборатории;
- пункт дегазации и др.

За 5000 рублей немцы продали Красной Армии БХМ крупного образца.

В Шиханах до сих пор сохраняется одностажное здание химической лаборатории, построенное немцами во времена работ по проекту «Томка».

Page 25.

- instruments for decontamination;
- liquid decontaminating agent;
- gas masks and protective gear;
- instrument for the electrolytic determination (indication) of yperite;
- means of prophylaxis and treatment of mustard gas injuries.

The concluded in the fall of 1923 with the command of the Reichswehr agreement to build in Russia mustard gas plant jointly with Germany was in 1926-1927 canceled because the German supplying firm did not support plant project with process equipment.

Joint enterprises did not remain without the attention on the part of officials of the Red Army and Reichswehr. The chief of the administration of ground forces of the Reichswehr General K. von Hammerstein-Equord visited Shikhany together with chief of the chemical warfare administration of the Red Army Ya. M. Fishman, and during September 1929 he was received by the Peoples Commissar of the defense of the USSR Klement Voroshilov. Voroshilov in the conversation with Hammerstein in particular said: "The question about the rate of armament and tests, in particular of chemical weapons, is of top-level importance".

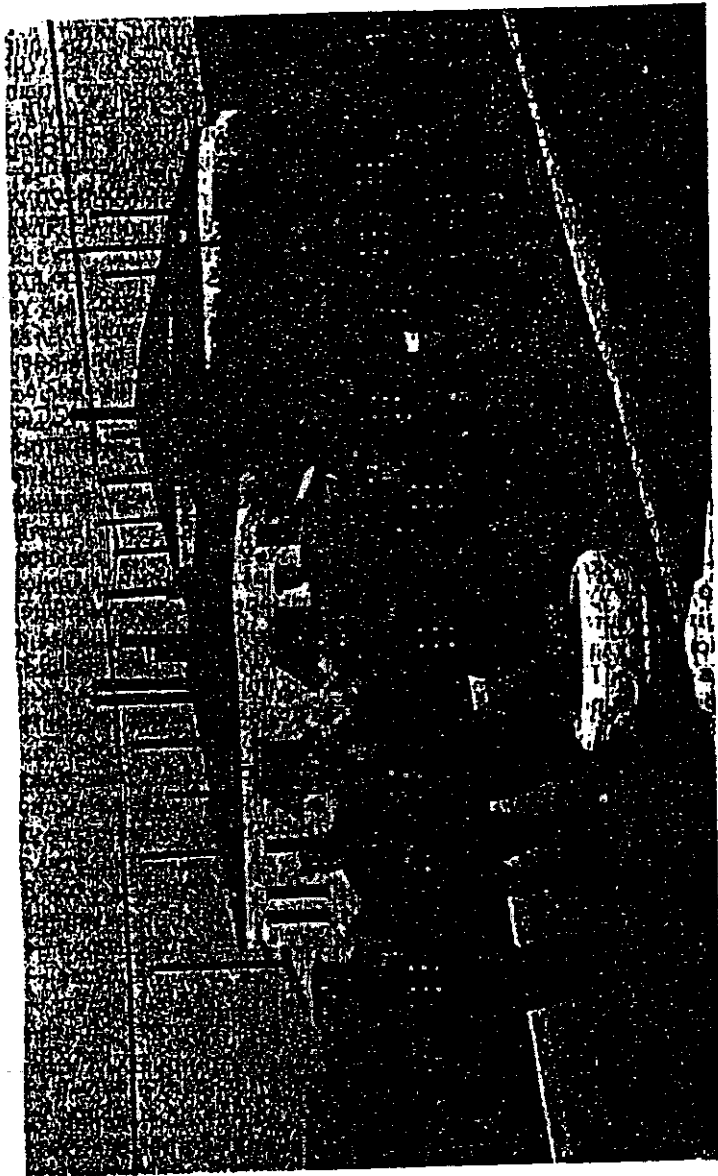
In 1932 took place decision to create the central chemical warfare range (TsVKhP) of the Red Army. Soviet military management expressed the intention subsequently to conduct the tests of chemical weaponry and means of protection from it by its forces. Then Adolf Hitler coming in the beginning of 1933 to power in Germany Adolf Hitler scrapped the Versailles agreement and he transferred chemical tests to own territory.

The liquidation of "Tomka" facility was begun on 26 July, 1933, and completely was completed on 15 August of the same year. Germans at the disposal of the military chemists of the Red Army left:

- all structures;
- hangar for the aircraft;
- machine shop with the machine tools and tools;
- power station;
- chemical laboratories;
- decontamination facility, etc.

For 5000 rubles Germans sold to the Red Army Krupp-made BKHM.

In Shikhany until now remains the single-story building of chemical laboratory built by Germans during time of work on project "Tomka".



Высшее руководство Министерства Обороны СССР закончит с военно-химическим объектом Шиханы осенью 1969 года. На втором плане видно здание химической лаборатории, построенное в рамках работ по проекту «Томск»

Page 26.

*(See Original).

Senior leadership of the ministry of defense of the USSR becomes acquainted with the chemical warfare facility at Shikhany in the fall of 1969. In the background is the chemical laboratory constructed within the framework of work on the project "Tomka".

Начавшаяся в 1941 году война Германии против СССР резко изменила характер деятельности химического полигона в Шиханах. В своем большинстве мужчины были мобилизованы в армию. На полигоне было начато массовое снаряжение бутылок зажигательной смесью, применявшихся, за неимением лучших средств, для борьбы с немецкими танками. А летом 1942 года оставшийся персонал полигона был отправлен на окопные работы на Сталинградское направление, куда после прорыва Юго-Западного фронта в то время устремилась крупная группировка немецкой армии. Затем была эвакуация персонала полигона в Оренбургскую область (Южный Урал), где испытательные работы не проводились. Задача состояла в том, чтобы сохранить набравший опыт работы с отравляющими веществами персонал полигона. Из эвакуации полигон возвратился только к началу 1944 года.

В октябре 1960 года в Шиханы прибыл первый эшелон ЦНИВТИ в составе большой группы офицеров, специализирующихся в области способов и систем применения отравляющих веществ, дымовых и зажигательных средств. Железнодорожными эшелонами из Москвы в Шиханы прибывали институтское имущество, научные приборы, реактивы. К чести организаторов передислокации ЦНИВТИ свертывание исследований в Москве и устройство научных отделов в Шиханах не приостанавливало научные исследования и испытания. Именно в 1960—1961 годах в Шиханах были проведены основополагающие исследования отравляющих веществ типа VX. В эти годы в Шиханах были разработаны дегазационный комплект ДК-4, в основе конструкции которого положена идея использования энергии и тепла выхлопных газов двигателей боевых и транспортных машин, а также тепловая машина специальная ТМС-65, основным рабочим органом которой является турборсабтивный двигатель ВК-1, применявшийся на первых образцах советских реактивных истребителей и бомбардировщиков.

В феврале 1961 года в Шиханах произошло организационное слияние ЦНИВТИ и ЦВХП и создание на их основе объединенного в единое целое, под единым командованием научно-исследовательского и испытательного центра, который примерно в той же структуре существует по настоящий день.

В 80-е годы в Советском Союзе был организован второй военно-химический полигон в районе г. Нукус (Узбекистан), предназначенный для испытаний химического оружия и средств защиты от него в условиях, аналогичных климатическим условиям Дагуэйского полигона армии США, расположенного в зоне пустыни и полупустыни штата Юта. Теперь Нукусский полигон стал собственностью Узбекистана.

Page 27.

The war of Germany against the USSR begun in 1941 sharply changed the nature of the activity of chemical range at Shikhanyy. In their majority the men were mobilized into the army. On the range was initiated mass filling of bottles with incendiary mixture that were being used owing to lack of better means against German tanks. But in the summer of 1942 the remaining personnel of range were sent for entrenching duty on Stalingrad axis, where large grouping of German army was advancing after the breach of Southwestern Front at that time. Then there was the evacuation of personnel of range to Orenburg Oblast (South Urals), where test work were not conducted. Task consisted of preserving range personnel with experience of work with toxic substances. From the evacuation the range returned only at the beginning of 1944.

During October 1960 in Shikhany arrived the first echelon of TsNIVTI consisting of a large group of officers specializing in methods and systems of the application of toxic substances, smoke and incendiary means. By trains from Moscow to Shikhany arrived institute property, scientific instruments, reagents. To the honor of the organizers of relocation of TsNIVTI the shutdown of investigations in Moscow and setup of scientific sections in Shikhany did not stop scientific studies and testing. For example, in 1960-1961 in Shikhany the basic investigations of the toxic substances of the type VX were carried out. In these years in Shikhany were developed the decontaminating set DK-4, at the basis of design of which was the idea of the utilization of energy and waste heat of the engines of combat and cargo vehicles and the heat engine, special TMS-65, basic operating unit of which is turbojet engine VK-1, which was used in the first Soviet jet fighters and bombers.

During February 1961 in Shikhany occurred organizational merging of TsNIVTI and TsvKhP and creation on their basis of single unit under the single command of the scientific research and test center, which approximately in the same structure exists to the present day.

In the 80's in the Soviet Union was organized a second chemical warfare range near Nukus (Uzbekistan), intended for tests of chemical weapons and means of protection from them under conditions similar to climatic conditions of the Dugway range of the army of the USA, located in the zone of desert and semi-desert of the state of Utah. Now Nukus range is the property of Uzbekistan.

К Шиханам в октябре 1987 года было приковано внимание информационных агентств многих стран мира. В соответствии с беспрецедентным решением советского руководства в рамках переговорного процесса о полном запрещении химического оружия в Шиханах были приглашены дипломаты и корреспонденты ряда газет и журналов, теле- и радиокompаний. Приглашенные получили возможность ознакомиться с объектами химического полигона. Для показа на специально оборудованной площадке были выставлены советские образцы химических боеприпасов, включая снаряженные различными отравляющими веществами боевые части ракет, авнабомбы, реактивные снаряды и снаряды ствольной артиллерии. Каждый выставленный для показа химический боеприпас был снабжен табличкой, на которой содержалась информация об его основных технических характеристиках. Кроме того, приглашенным была представлена мобильная установка для уничтожения отравляющих веществ.

ОСНОВНЫЕ ВЕХИ В РАЗВИТИИ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

По окончании I-ой мировой войны исследования и разработки в области химического оружия не только не приостановились, а, наоборот, развернулись с большим размахом. С наибольшей интенсивностью эти исследования проводились в США, Великобритании и Франции. Германии по Версальскому договору было запрещено иметь химическое оружие и это задержало на несколько лет развертывание ею исследований по совершенствованию этого оружия. Советский Союз после окончания гражданской войны в течение нескольких лет не мог приступить к работам по химическому оружию из-за тягот разрухи, наступившей в результате революции и войны.

На начальном этапе послевоенных исследований и разработок основное внимание было уделено и п р и т у как показавшему наибольшую эффективность по сравнению с другими применявшимися в ходе войны отравляющими веществами. В ходе этих исследований и разработок проводился поиск более совершенных технологий промышленного получения иприта, а также синтез структурных аналогов его с целью получения более токсичных отравляющих веществ. В эти годы были разработаны технологии получения иприта путем хлорирования тиодигликоля (метод Мейера), реакцией присоединения этилена к моно- и дихлористой сере (Левинштейновский процесс), а также фотохимической реакцией присоединения сероводорода к винилхлориду. Наиболее доступная технология по Левинштейну приводила к

Page 28.

On Shikhany during October 1987 was riveted the attention of the information agencies of many countries of world. In accordance with the unprecedented decision of Soviet leadership within the framework of negotiating process on complete prohibition of chemical weaponry to Shikhany were invited diplomats and the correspondents of a number of newspapers and magazines and television and radio companies. Those invited obtained the possibility to become acquainted with facilities at the chemical range. The Soviet samples of chemical ammunition were put out for the demonstration on the specially equipped area, including equipped with different toxic substances warheads of rockets, aircraft bombs, rocket projectiles and projectiles of tube artillery. Each piece of chemical ammunition on display was equipped with the table, on which was contained the information about its fundamental technical characteristics. Guests were also shown mobile installation for the destruction of the toxic substances.

BASIC MILESTONES IN DEVELOPMENT OF CHEMICAL Weapons.

At end of World War I research and development on chemical weapons not only did not stop, but, on the contrary, expanded with large scope. With the greatest intensity these investigations were conducted in the USA, Great Britain and France. Germany according to the Versailles agreement was forbidden have chemical weapons and this delayed for several years development by it of research for the improvement of this weapon. The Soviet Union after the end of civil war for several years could not begin work on chemical weapons due to destruction as a result of revolution and wars.

In the initial stage of postwar research and developments primary attention was given to yperite as having shown greatest effectiveness in comparison with other toxic substances used during the war. In the course of this research and development was conducted the search for improved processes for industrial production of yperite and synthesis of its structural analogs for the purpose of obtaining more toxic toxic substances. In these years were developed the technology of obtaining yperite by the chlorination of thiodiglycol (Meyer's method), by the reaction of addition of ethylene to mono- and [dichloride?] of sulfur (Levinstein process), and also by the photochemical reaction of addition of hydrogen sulfide to the vinyl chloride.

получению продукта с высоким содержанием нежелательных примесей, ухудшающих его хранимость. В связи с этим была внедрена в производство дистилляция левишштейновского иприта для получения перегнанного иприта, которому в США был присвоен шифр HD. Получение иприта через триодигликоль было освоено фирмой Monsanto Chemical Company (США), той самой, которая в 80-е годы принимала участие в разработке бициклоид химической авиационной бомбы «Бигай».

В целях поиска более токсичных аналогов иприта были синтезированы сотни структурно-родственных соединений, однако не было найдено ни одного нового вещества, которое по совокупности свойств обладало бы преимуществом перед ипритом. Последующее развитие химии отравляющих веществ не единожды засвидетельствует, что родоначальная структура и многих других высокотоксичных веществ оказывается непревзойденной ни по уровню токсичности, ни по физико-химическим свойствам.

Опыт применения иприта в войне показал, что он опасен не только в каплебно-жидком состоянии при воздействии через кожу. Всесторонний анализ структуры потерь от иприта, а также экспериментальных данных по поражению кожных покровов парами иприта привели исследователей к выводу, что в состоянии пара он в наибольшей мере подходит для применения в наступательных целях. На основе реализации этой идеи были разработаны боеприпасы, обеспечивающие перевод иприта в состояние пара и аэрозоля. В одном из вариантов ипритных боеприпасов возгонка отравляющего вещества осуществлялась с помощью пироэстабов или термических генераторов. В другом варианте возгонка иприта достигалась за счет теплоты сгорания пирогенного вещества, добавляемого к иприту в количестве нескольких процентов. Поражение людей парами и аэрозолем иприта особенно опасно в условиях жаркого и влажного климата из-за того, что вспотевшая кожа становится более чувствительной к воздействию иприта, а защита ее затруднена из-за проблем создания защитной одежды с удовлетворительными физиолого-гигиеническими показателями. К тому же при высоких температурах окружающей атмосферы увеличивается летучесть иприта и создаются более высокие концентрации его в воздухе.

Два аналога с большим молекулярным весом привлекли внимание специалистов. Молекула одного из них, полученного шифр Q, образована как бы из полутора молекул самого иприта. Он рассматривался в качестве потенциального отравляющего вещества под названием «сескви-иприт» или «полуторный иприт». Сескви-иприт токсичнее иприта в несколько раз, однако является твердым веществом с температурой плавления 56,5°C и мог применяться лишь в смеси с ипритом. Второй аналог, имеющий

Page 29.

The most accessible Levinstein technology led to production of product with high content of impurities, which degrade its keeping qualities. In connection with this was introduced in the production the distillation of Levinstein yperite for production of distilled yperite, which in the USA was designated HD. Production of yperite with thiodiglycol was mastered by firm Monsanto Chemical Company (USA), the same company which in the 80's participated in the development of binary chemical aircraft bomb "Big Eye".

For purposes of search for more toxic analogs of yperite were synthesized hundreds of structurally related compounds, but was not found one new substance which on the basis of properties would have advantage over yperite. Subsequent development of the chemistry of toxic substances repeatedly demonstrates that the original structure also of many other highly toxic substances proves to be unsurpassed with respect to both toxicity and physicochemical properties.

The experience of the application of yperite in the war showed that it was dangerous not only in the drop-forming state with action through the skin. Comprehensive analysis of the structure of losses from yperite, and also experimental data on injury of skin by yperite vapor led researchers to the conclusion that in the state of vapor it is most suitable for offensive purposes. Ammunition which ensure conversion of yperite into the state of vapor and aerosol, were developed on the basis of the realization of this idea. In one of the versions of mustard gas ammunition, sublimation of toxic substance was achieved with the aid of explosive compounds or thermal generators. In other version the sublimation of yperite was achieved with the heat of combustion of pyrogenic substance added to yperite in the quantity of several percentages. The destruction of personnel by vapor and aerosol of yperite is especially dangerous under the conditions of hot and moist climate because the sweated skin becomes more sensitive to action of yperite, and its protection is hindered due to the problems of the creation of protective clothing with satisfactory physiologicohygienic indices. And at high temperatures of ambient atmosphere the volatility of yperite is increased, and its higher concentrations in air are created.

Two analogs with large molecular weight drew the attention of specialists. Molecule of one of them, designated Q, is formed as from one-and-a-half molecules of yperite itself. It was regarded as potential toxic substance under the name "sesqui-yperite" or "one-and-a-half yperite". Sesqui-yperite is several times more toxic than yperite, but it is a solid with melting point of 56.5°C and could be used only in mixture with yperite.

шифр Т («кислородный иприт»), плавится при температуре ниже минус 10°С. Он также предназначался для применения в различных смесях. Ввиду меньшей летучести вещества Q и Т создают стойкое заражение вооружения и местности, что важно для условий жаркого климата, так как в этом случае даже при высоких температурах воздуха опасность поражения людей при контакте с зараженными объектами сохраняется в течение нескольких суток.

В Советском Союзе изготовлялся «иприт Зайкова», получаемый при производстве путем замены этилена на пропилен. Температура плавления этого иприта лежит ниже 0°С. С целью получения низкотемпературных рецептур, кроме иприта Зайкова, изучались смеси иприта с люизитом, одна из которых была принята на вооружение и ею снаряжались артиллерийские и авиационные боеприпасы. Иприт и его смесь с люизитом использовались в виде загущенных рецептур для того, чтобы при разрыве боеприпасов или при диспергировании их с помощью выливных авиационных приборов получать капли отравляющих веществ более крупных размеров. Загущение производилось растворением в иприте или в смеси его с люизитом 4-8% полиметилметакрилата с молекулярным весом примерно 50 тыс. дальтонов.

Азотистые аналоги иприта были известны еще в 30-х годах. Их называли «азотистыми ипритами» ввиду структурного сходства и подобия токсического действия с сернистым ипритом. В годы 2-й мировой войны эта группа отравляющих веществ была детально исследована. Среди синтезированных более чем 200 соединений этой группы наиболее токсичными оказались три-(β-хлорэтил) амин (HN3), метил-бис-(β-хлорэтил) амин (HN2), этил-бис-(β-хлорэтил) амин (HN1) и изопропил-бис-(β-хлорэтил) амин. В отличие от сернистого иприта, эти вещества плохо реагируют с дегазирующими веществами из класса хлораминов. Они плохо разлагаются хлорной известью и гипохлоритами. Импрегированное хлорамином защитное обмундирование, хорошо защищающее тело от паров сернистого иприта, не эффективно при защите от паров азотистых ипритов. Предпринимались попытки найти более токсичный структурный аналог люизита, но безуспешно. Исходное соединение было токсичнее всех его производных. Люизит отличается от иприта быстродействием и более низкой температурой замерзания (минус 10-15°С). Применяемые в смеси, иприт и люизит усиливают токсический эффект друг друга.

В годы 2-ой мировой войны в качестве потенциальных отравляющих веществ исследовались нитрозокарбаматы, получаемые реакцией карбаматов (уретанов) с оксидами азота или азотной кислотой. Они оказались менее токсичными, чем ип-

Page 30.

A second analog, designated T ("oxygen yperite"), melts at a temperature below minus 10°C. It also was intended for use in different mixtures. In view of the lower volatility substances Q and T create persistent contamination of armament and locality, which is important for the conditions of hot climate, since in this case even at high temperatures of air the danger of destruction of people with contact with contaminated objects lasts for several days.

In the Soviet Union was prepared "yperite of Zaykov", obtained industrially by replacing ethylene with propylene. The melting point of this yperite is below 0°C. For the purpose of obtaining low-freezing formulas, besides yperite of Zaykova, were studied mixtures of yperite with lewisite, one of which was added to inventory and artillery and aircraft ammunition were equipped with it. Yperite and its mixture with lewisite were used in the form of thickened formulas in order with break of ammunition or with dispersion with the aid of airborne spray equipment to obtain the drops of toxic substances of larger sizes. Thickening was achieved by dissolving in yperite or in mixture of it with lewisite of 4-8% polymethyl methacrylate with molecular weight of approximately 50 thousand daltons.

Nitride analogs of yperite were known as early as the thirties. They were called "nitride yperite" in view of the structural similarity and the similarity of the toxic effect to sulfurous yperite. This group of the toxic substances was in detail investigated during 2nd world war. Among the more than 200 compounds of this group synthesized the most toxic were tri-(β -chloroethyl) amine (HN3), methyl-bis-(β -chloroethyl) amine (HN2), ethyl-bis-(β -chloroethyl) amine (HN1) and isopropyl-bis-(β -chloroethyl) amine. In contrast to sulfurous yperite, these substances badly react with decontaminating agents from the class of chloramines. They are badly decomposed by chlorinated lime and hypochlorites. The impregnated with chloramine protective uniforms, which well protect body from the vapors of sulfurous yperite, are not effective for protection from the vapors of nitride yperite. Attempts to find more toxic structural analog of lewisite were undertaken but were unsuccessful. Initial compound was more toxic than all its derivatives. Lewisite differs from yperite in terms of speed of action and lower freezing point (minus 10-15°C). Those used in mixture, the yperite and the lewisite strengthen the toxic effect of each other.

During 2nd world war as potential toxic substances were investigated the nitrosocarbamates, obtained by the reaction of carbamates (urethanes) with nitrogen oxides or nitric acid.

рит, и к тому же нестабильными. Для их применения предполагалось использовать боеприпасы, конструкция которых позволяла проведение химической реакции их образования непосредственно в корпусе боеприпаса во время применения. Боеприпасы для применения нитрозокарбаматов были прообразами современного биарного химического оружия.

Сохранялась на вооружении и синильная кислота. Ввиду быстрого действия и крайне высокой летучести предполагалось использование ее для уничтожения живой силы противника на направлении наступления своих войск. Считалось, что при благоприятных условиях на площади поражаемой цели можно за короткое время создать облако отравленной атмосферы с высокой концентрацией синильной кислоты, так что за время, необходимое для надевания противогаза (30—60 сек), живая сила вдохнет летальную дозу отравляющего вещества.

Х л о р ц и а н, обладающий таким же, как синильная кислота, характером токсического действия и уровнем летальной дозы, очень плохо сорбируется угольной шихтой противогаза. Считалось, что при подходящих метеоусловиях можно создавать такие концентрации хлорциана на площади цели, при которых наступает пробой противогаза. Хлорциан рассматривался отравляющим веществом, предназначенным прежде всего для нанесения поражений живой силе, заблаговременно надевшей противогазы.

Ф о с г е н длительное время оставался на вооружении как довольно токсичное вещество, доступное из-за его широкого применения в коммерческом секторе химической промышленности. В конце 2-ой мировой войны США намеревались применить фосген против кораблей военно-морского флота Японии и с этими целями проводили натурные испытания, только вместо японцев на палубах кораблей размещались подопытные животные. Фосген рассматривался также в качестве отравляющего вещества, способного в определенных условиях преодолевать противогаз. Оказалось, что защитные свойства угольной шихты по фосгену резко снижаются при увлажнении шихты. Увлажнение шихты противогазов у противника предполагалось достигать путем вынуждения живой силы (например, применением ядовитых дымов) находиться в противогазах при высокой влажности воздуха. Такие условия наиболее характерны для Арктики. Различные варианты применения фосгена в арктических условиях проверялись в ходе натурных испытаний.

С целью получения отравляющего вещества, эффективно преодолевающего противогаз, испытывался **д е к а ф т о р а н с у л ь ф и д**, который одинаков с фосгеном по уровню токсичности, но кипит при более низкой температуре (минус 53°C).

Page 31.

They proved less toxic than yperite and also unstable. For their use it was proposed to use ammunition whose design allowed conducting the chemical reaction of their formation directly in the body of ammunition during employment. Ammunition for employing the nitrosocarbamates were prototypes of contemporary binary chemical weapons.

Was retained in inventory also hydrocyanic acid. Its utilization for the destruction of live enemy target in the direction of attack of friendly troops was proposed in view of the speed of action and the extremely high volatility. It was believed that under favorable conditions over the target it would be possible in short time to create cloud of toxic atmosphere with high concentration of hydrocyanic acid, so that in the time necessary for putting on gas mask (30-60 s), troop would inhale a lethal dose of the toxic substance.

Cyanogen chloride, which has same nature of toxic effect as hydrocyanic acid and same lethal dose, is very badly sorbed by carbon charge of gas mask. It was believed that under suitable meteorological conditions it would be possible to create such concentrations of cyanogen chloride over the target area, under which begins breakdown of gas mask. Cyanogen chloride was regarded as toxic substance intended first of all, for inflicting injuries on personnel who had been able to don gas masks.

Phosgene long time remained in arsenal as fairly toxic substance, accessible due to its wide application in the commercial sector of chemical industry. At the end of the 2nd world war USA intended to use phosgene against the ships of the navy of Japan and full-scale tests were conducted for these purposes, only experimental animals were placed instead of Japanese on the decks of ships. Phosgene was regarded also as toxic substance capable of under certain conditions overcoming gas mask. It turned out that the protective properties of carbon charge with respect to phosgene sharply are reduced with moistening of charge. Moistening of charge of gas masks of enemy it was proposed to achieve by forcing personnel (for example, by the use of toxic smoke) to don gas masks with high humidity of air. Such conditions are most characteristic of Arctic. Different variants of use of phosgene under Arctic conditions were tested in the course of full-scale tests.

For purpose of producing toxic substance which effectively overcomes gas mask was tested decafluorodisulfide, which was identical to phosgene in level of toxicity, but it boils at a lower temperature (minus 53°C).

Эксперименты не подтвердили надежд. Оказалось, что американский противогаз MIO A1, равно как и противогазы других армий, защищают и от паров этого весьма летучего вещества.

Начиная с 1943 года, в ряде стран проводились исследования арилкарбаматов (эфиров карбаминной кислоты и фенолов). Родоначальной химической структурой арилкарбаматов является алкалоид физостигмин, обладающий антихолинэстеразным действием. Арилкарбаматы являются твердыми веществами, обладают высокой токсичностью и быстродействием. Они стабильны и могут без потерь свойств длительно храниться. К настоящему времени карбаматы детально изучены. В Registry of Toxic Effects of Chemical Substances (Washington, 1988) содержатся сведения о токсичности более чем 1.300 арилкарбаматов.

В 1952 году во Франции в процессе поиска ингибиторов холинэстеразы была обнаружена высокая токсичность у бисчетвертичных арилкарбаматов. Летальные дозы у отдельных представителей этого ряда высокотоксичных веществ оказались равными и даже меньшими, чем у фосфорорганических отравляющих веществ. Бисчетвертичные арилкарбаматы были детально исследованы в военно-химических и токсикологических лабораториях ряда стран. Однако, ни в одной из армий, несмотря на высокую токсичность и доступность, бисчетвертичные арилкарбаматы не были приняты на вооружение. Основным недостатком карбаматов состоит в том, что они являются твердыми веществами, в силу чего они по эффективности воздействия на живую силу существенно уступают жидким отравляющим веществам нервно-паралитического действия.

В 1942 году была обнаружена высокая токсичность у фторуксусной кислоты, ее эфиров и солей. Эти фторсодержащие вещества обладают быстродействием, при летальных дозах гибель животных наступает через 0,5-1,0 час. В годы 2-ой мировой войны фторуксусная кислота, ее производные и структурные аналоги исследовались в США и Великобритании. Было испытано не менее 160 различных соединений. В результате проведенных исследований было установлено, что они поражают сердечно-сосудистую и центральную нервную системы. Отличительной особенностью веществ этой группы является весьма широкий разброс величин летальных доз для различных животных. Например, летальная доза метилового эфира фторуксусной кислоты для мыши в 50 раз выше летальной дозы для кролика. Летальные дозы этих веществ для человека не установлены, а прогнозные величины доз не надежны из-за отмеченной вариабельности доз при переходе от одного вида животного к другому. Считалось, что по уровню токсичности они уступают многим отравляющим веществам и интерес к ним был утрачен.

Page 32.

Experiments did not confirm hopes. It turned out that American gas mask MIO AI, just as the gas masks of other armies, protects also from vapors of this very volatile substance.

Beginning in 1943 in a number of countries were conducted tests of aryl-carbamates (ethers [esters? - Ed.] of carbamic acid and phenols). The original chemical structure of aryl-carbamates is the alkaloid physostigmine, which possesses anticholinesterase effect. Aryl-carbamates are solids, possess high toxicity and quick action. They are stable and can without loss of properties be stored for long periods. At present time carbamates are in detail being studied. In Registry of Toxic Effects of Chemical Substances (Washington, 1988) is contained the information about the toxicity of more than 1300 aryl-carbamates.

In 1952 in France in the process of the search for the inhibitors of cholinesterase was discovered high toxicity in bisquaternary aryl-carbamates. Lethal doses of individual representatives of this series of highly toxic substances were found to be equal to and even smaller than those of organophosphorus toxic substances. Bisquaternary aryl-carbamates have been in detail investigated in the chemical warfare and toxicological laboratories of a number of countries. However, in not one army, in spite of high toxicity and accessibility, have bisquaternary aryl-carbamates been added to inventory. Main disadvantage of carbamates lies in the fact that they are solids, by virtue of which in effectiveness of action on personnel they are substantially inferior to liquid convulsant nerve gases.

In 1942 was discovered high toxicity of fluoroacetic acid, its ethers [esters? - Ed.] and salts. These fluorine-containing substances possess quick action, in lethal doses the death of animals begins after 0.5-1.0 hour. During 2nd world war fluoroacetic acid, its derivatives and structural analogs were investigated in the USA and Great Britain. Not less than 160 different compounds were tested. As a result of the conducted research it was established that they affect the cardiovascular and central nervous system. The very wide scatter of the values of lethal doses for different animals is the distinctive special characteristic of the substances of this group. For example, lethal dose of methyl ether [ester? - Ed.] of fluoroacetic acid for mouse is 50 times higher than lethal dose for the rabbit. Lethal doses of these substances for humans have not been established, and predicted doses are not reliable due to noted variability of doses with transfer from one species of animal to another. It was considered that in toxicity they are inferior to many other toxic substances and interest in them was lost.

Наибольшие успехи в развитии отравляющих веществ связаны с исследованиями в области эфиров фосфорной и алкилфосфоновой кислот. Начало этим исследованиям положили синтезы диалкиловых эфиров фторфосфорной кислоты, которые были описаны в литературе еще в 1932 году.

В 1938 году в лаборатории инсектицидов «И.Г.Фарбен» Герхард Шрадер получил диизопропиловый эфир фторфосфорной кислоты, оказавшийся весьма токсичным веществом. Независимо от Г.Шрадера, этот дизфир был синтезирован Б.Сондерсом (Великобритания), о чем он сообщил на конференции в Лондоне в декабре 1941 года. Указанный дизфир представляет собой прозрачную подвижную жидкость, не замерзающую при минус 82°С. Летальная доза паров диизопропилового эфира фторфосфорной кислоты примерно равна летальной дозе фосгена, но, в отличие от него, дизфир не имеет скрытого периода токсического действия. Дизфир вполне отвечал требованиям, предъявляемым к отравляющим веществам того времени. Он изготовлялся в больших количествах под шифром DF-3 и DFP. Диалкиловые эфиры фторфосфорной кислоты утратили значение как потенциальные отравляющие вещества после открытия более высокой токсичности у эфиров метилфторфосфоновой кислоты, к числу которых относятся зарин (GB) и зоман (GD).

Синтезом зарина и зомана предшествовало получение Г.Шрадером в 1936 году табуна (шифр GA), являющегося цианамидом этилового эфира фосфорной кислоты. Летальная доза табуна при ингаляции в 8 раз меньше, чем у фосгена. Смерть пораженного табуном наступает не позднее чем через 10 минут. Табун сразу привлек к себе внимание как мощное по тому времени отравляющее вещество. В 1940 году было начато строительство завода по изготовлению табуна в Дихернфурше-на-Одере близ Бреслау, который в мае 1943 года был введен в действие. К апрелю 1945 года в Германии было накоплено 8770 тонн этого отравляющего вещества.

Развивая успех, Г.Шрадер в 1939 году синтезировал зарин — изопропиловый эфир метилфторфосфоновой кислоты. Зарин примерно в 5 раз превосходит табун по ингаляционной токсичности. С июня 1944 года зарин начал изготовляться на опытной технологической установке. К концу войны запасы зарина в Германии составили 1260 тонн.

В конце 1944 года в Германии был получен структурный аналог зарина, названный зоманом. Зоман примерно в 3 раза токсичнее зарина. Зоман до самого конца войны находился на стадии лабораторных и технологических исследований и разработок. Всего было изготовлено около 20 тонн зомана.

Page 33.

The greatest success in the development of toxic substances are connected with research on ethers [esters? - Ed.] of phosphoric and alkyl phosphonic acids. The beginning to this research marked the syntheses of dialkyl ethers [esters? - Ed.] of fluorophosphoric acid, which were described in literature as early as 1932.

In 1938 in the laboratory of insecticides of "I. G. Farben" Gerhard Shrader produced diisopropyl ether [ester? - Ed.] of fluorophosphoric acid, which proved to be very toxic substance. Independently of G. Schroeder, this diester [diether? - Ed.] was synthesized by B. Sondors (Great Britain), about which he reported at a conference in London in December 1941. This diester is a transparent labile liquid, which does not freeze at minus 82°C. The lethal dose of vapors of diisopropyl ether [ester? - Ed.] of fluorophosphoric acid is approximately equal to the lethal dose of phosgene, but in contrast to it, diester does not have latent period of toxic effect. Diester completely satisfied requirements for toxic substances of that time. It was prepared in large quantities under designation DF-3 and DFP. Dialkyl ethers [esters? - Ed.] of fluorophosphoric acid lost importance as potential toxic substances after the discovery of higher toxicity in ethers [esters? - Ed.] of methylfluorophosphonic acid, which include sarin (GB) and soman (GD).

The syntheses of sarin and soman was preceded by production by G. Shrader in 1936 of tabun (code GA), which is cyanamide of ethyl ether [ester? - Ed.] of phosphoric acid. The lethal dose of tabun with inhalation is 8 times less than that of phosgene. Death of person affected by tabun begins not later than after 10 minutes. Tabun immediately drew to itself attention as powerful for those times toxic substance. In 1940 was begun the building of plant for the manufacture of tabun in Dikhernfurshe [transliterated - Ed.] -on-Oder near Breslau, which in May 1943 was put into operation. By April 1945 in Germany were stockpiled 8770 tons of this toxic substance.

Developing his success, G. Shrader in 1939 synthesized sarin, isopropyl ether [ester? - Ed.] of methylfluorophosphoric acid. Sarin by approximately 5 times exceeds tabun in inhalation toxicity. In June 1944 sarin began to be made in experimental production facility. By the end of the war the reserves of sarin in Germany were 1260 tons.

At the end of 1944 in Germany was obtained structural analog of sarin, named soman. Soman is approximately 3 times more toxic than sarin. Soman until the very end of the war remained at the stage of laboratory and technological research and development. In all were made about 20 tons of soman.

Зарин и зоман по совокупности токсических и физико-химических свойств существенно превосходят ранее известные отравляющие вещества. Они пригодны для применения без ограничений по погодным условиям. Их можно диспергировать взрывом до состояния пара или тонкодисперсного аэрозоля. Зоман в загущенном состоянии может применяться как в артиллерийских снарядах и авиационных бомбах, так и с помощью выливных авиационных приборов. При поражениях тяжелой степени скрытый период действия у этих отравляющих веществ практически отсутствует. Смерть пораженных наступает от паралича дыхательного центра и сердечной мышцы.

Создав новое поколение химического оружия и организовав промышленное изготовление зарина и табуна втайне от союзников по антигитлеровской коалиции, Германия получила явное преимущество перед ними в области химических вооружений. В случае развязывания химической войны с применением табуна, зарина и в какой-то доле зомана перед союзниками встали бы вряд ли разрешимые в ходе последних лет войны проблемы защиты войск от этих отравляющих веществ. Ответное применение иприта, фосгена и других отравляющих веществ, составлявших основу их химического арсенала, не обеспечивало получение адекватного эффекта. Союзные армии не имели необходимых средств защиты от табуна и зарина. Отсутствовали противогазы, газосигнализаторы и дегасирующие растворы. Импрегнированное обмундирование, состоявшее на снабжении союзных армий, было пригодно для защиты тела от паров иприта и люизита, но не обладало защитными свойствами от фосфорорганических отравляющих веществ. К счастью для союзных армий, применение против них табуна и зарина не состоялось. До сих пор не раскрыты причины, по которым Германия, обреченная на поражение в войне обычными средствами, не попыталась переломить ход войны в свою пользу с помощью новейшего химического оружия.

ПОСЛЕВОЕННЫЙ БУМ

США и Советский Союз, захватив в качестве трофеев запасы табуна и зарина, снаряженные ими боеприпасы, а также технологическое оборудование заводов по их изготовлению, не теряя времени, предприняли всевозможные меры по организации собственных производств этих отравляющих веществ. Завод по изготовлению табуна и технологическая установка по синтезу зарина были демонтированы и перевезены в Сталинград (ныне Волгоград), где и было затем организовано изготовление совет-

Page 34.

Sarin and soman with respect to toxic and physicochemical properties substantially exceed previously known toxic substances. They are suitable for use without regard to weather conditions. It is possible to disperse them by explosion to state of vapor or finely dispersed aerosol. Soman in the thickened state can be used both in artillery shells and aerial bombs and with aid of airborne spray equipment. With injuries of severe degree a latent period of effect in these toxic substances virtually is absent. Death of those affected begins with paralysis of respiratory center and cardiac muscle.

After creating new generation of chemical weapons and organizing industrial manufacture of sarin and tabun undetected by the allies in the anti-Hitlerite coalition, Germany obtained clear advantage over them in chemical weapons. If a chemical war had been unleashed with the use of tabun, sarin and to some extent soman, the allies would have faced problems associated with protection of their troops from these toxic substance which they would hardly have been able to solve at that stage of the war. The retaliatory use of yperite, phosgene and other toxic substances, which composed the basis of their chemical arsenal, would not have produced the desired effect. Allied armies did not have necessary means of protection from tabun and sarin. There were no antidotes, gas warning devices and decontamination solutions. Impregnated clothing used by allied armies was useful for the protection of body from the vapors of yperite and lewisite, but it did not possess protective properties when it came to organophosphorus toxic substances. Fortunately for the allied armies, the use against them of tabun and sarin did not take place. To this day we still do not know why Germany, doomed to defeat in war by conventional means, did not attempt to turn the course of war in its favor with the aid of the newest chemical weapons.

POSTWAR SENSATION.

USA and Soviet Union, after taking as trophies the reserves of tabun and sarin, the equipped with them ammunition, and also technological equipment of plants for their manufacture, without losing time, undertook all possible measures for the organization of their own production of these toxic substances. Plant for the manufacture of tabun and technological installation for synthesis of sarin were dismantled and transported to Stalingrad (now Volgograd), where was then organized the manufacture of Soviet chemical weapons using German technology.

ского химического оружия по немецкой технологии. США на положении военнопленных отправили в Эджвудский арсенал немецких специалистов во главе с Г.Шрадером. При участии немцев, США к 1952 году закончили подготовительные разработки и приготовления и пустили на полную мощность вновь построенный завод по изготовлению зарина в составе армейского Рокки-Маунтинского арсенала (г.Денвер, штат Колорадо).

Успех немецких химиков, открывших табу, зарин и зоман, породил резкое расширение масштабов работ по поиску новых отравляющих веществ, проводимых в США, Советском Союзе и в других странах. Результат не заставил себя долго ждать. Уже в 1952 году сотрудником лаборатории химических средств защиты растений английского концерна «Империал кемикл индустриз» доктором Ранаджи Гошем было синтезировано еще более токсичное вещество из класса фосфорилтиохолинов. Примерно в это же время аналогичные синтезы осуществили доктор Г.Шрадер и доктор Ларс-Эрик Таммелин из шведского института оборонных исследований.

Англичане, в соответствии с трехсторонним соглашением между США, Великобританией и Канадой по проблеме химического оружия и защиты от него, информацию об открытии нового высокотоксичного вещества передали в Эджвудский арсенал армии США для испытаний и оценок.

В оборонных химических лабораториях США и Великобритании за короткое время были синтезированы и в токсикологическом отношении изучены сотни структурных аналогов полученного Р.Гошем фосфорилтиохолина. В США был сделан выбор в пользу O — этилового S — 2 — (N,N — диизопропиламино) этилового эфира метилфосфоновой кислоты, получившего шифр VX. В апреле 1961 года в США начал работать на полную мощность завод в Нью-Порте (штат Индиана) по производству вещества VX и снаряженных им боеприпасов. Годовая производительность завода в год его пуска равнялась 5000 тонн вещества. Согласно сообщениям печати, в 1969 году США достигли запланированного уровня запасов вещества VX и завод был законсервирован, но продолжает сохраняться в готовности к возобновлению производства химического оружия, несмотря на принятые правительством США решения о переходе к производству бинарных боеприпасов с VX на других заводах.

В начале 60-х годов производство вещества VX и соответствующих химических боеприпасов было создано и в Советском Союзе, вначале только на химическом комбинате в г.Волгограде, а затем и на новом заводе в г.Чебоксары на Средней Волге.

Page 35.

USA in status as prisoners of war sent to Edgewood arsenal German specialists headed by G. Shrader. With the participation of the Germans, USA by 1952 had finished preparatory developments and preparations and launched operations at full capacity at the newly constructed plant for the manufacture of sarin at the army's Rocky Mountain Arsenal (Denver, Colorado).

The success of German chemists, who discovered tabun, sarin and soman, gave rise to sharp expansion of scale of works on new toxic substances, conducted in USA, Soviet Union and other countries. Result were not long in coming. As early as 1952 by worker of the laboratory of the chemical means of protection of plants of English concern "Imperial Chemical Industries" Dr. Ranadzhi Hosh [Gosh? (transliterated)] was synthesized even more toxic substance from the class of phosphorylthiocholines. Approximately at this time analogous syntheses carried out Dr. G. Shrader and Dr. Lars-Erik Tammelin from the Swedish institute of defense research.

Englishmen, in accordance with trilateral agreement between USA, Great Britain and Canada on chemical weapons and protection from them, provided information about the discovery of new highly toxic substance to Edgewood Arsenal of the army of the USA for tests and analysis.

In the defense chemical laboratories of the USA and Great Britain in short time were synthesized and in toxicological sense were studied hundreds of structural analogs of the phosphorylthiocholine obtained by R. Hoche. In the USA was made the selection in favor O - ethyl S - 2 - (N, N - diisopropylamine) ethyl ether [ester? - Ed.] of methylphosphonic acid, which was designated VX. In April 1961 in USA began to work at full power the plant in Newport (state of Indiana) on the production of VX and equipped with it ammunition. The annual productivity of plant in year of its startup was 5000 tons. According to press reports, in 1969 USA achieved planned level of the reserves of substance VX and plant was shut down, but it continues to be retained in readiness for renewal of the production of chemical weapons, in spite of the U.S. government decision to transition to production of binary ammunition with VX at other plants.

At the beginning of the 60's the production of VX and associated chemical ammunition was created, also, in the Soviet Union, initially only at the chemical combine in Volgograd, but then also at a new plant in Cheboksari on the middle Volga.

Вещество VX токсичнее зарина примерно в 10 раз при внутривенном введении и при ингаляции. Но главное отличие вещества VX от зарина и зомана состоит в его особо высоком уровне токсичности при кожной аппликации. Если летальные дозы зарина и зомана при воздействии на кожу в капельно-жидком состоянии равны 24 и 1,4 мг/кг соответственно, то аналогичная доза вещества VX не превышает 0,1 мг/кг.

Зарин, зоман и вещество VX способны вызвать смертельный исход и в случае воздействия на кожу в парообразном состоянии. Летальная доза паров вещества VX при этом в 12 раз ниже, чем у зарина, и в 7,5 — 10 раз ниже, чем у зомана. Отмеченные различия токсикологических характеристик зарина, зомана и вещества VX обуславливают различные подходы к их боевому применению.

Зарин легко переводится в парообразное состояние или аэрозоль и в таком виде пригоден для нанесения ингаляционных поражений, так как обладает довольно незначительной по величине летальной дозой (75 мг.мин/м³). Дозы такого уровня не составляет труда создавать на площади цели с помощью артиллерийских и авиационных боеприпасов, причем всего за 30 — 60 сек. затрачиваемых личным составом подразделений на надевание противогазов после получения сигнала химической тревоги. При таком способе применения зарин не создает стойкого заражения местности и вооружения, в силу чего он может быть применен против войск противника, находящихся в непосредственном соприкосновении со своими войсками, так как к моменту захвата позиций противника зарин улетучится и опасность поражения своих войск исчезнет. Наоборот, применение зарина в капельно-жидком состоянии не эффективно из-за его летучести и относительно низкой токсичности при воздействии на кожу.

Вещество VX является высококипящей жидкостью. Его можно применять в виде тонкодисперсного аэрозоля для нанесения поражений, подобно зарину, ингаляционным путем, но такое применение вещества VX невыгодно, о чем речь пойдет ниже. Его выгоднее применять в виде грубодисперсного аэрозоля с целью нанесения поражений, воздействуя на незащищенные участки кожных покровов. Высокая температура кипения и низкая летучесть обуславливают сохраняемость капель вещества VX при дрейфе в атмосфере на десятки километров от места выброса их в атмосферу. Благодаря этому удается создавать площади поражения в 10 и более раз превышающие площади поражения тем же веществом, переведенным в парообразное состояние или в тонкодисперсный аэрозоль.

В самом деле, за время надевания противогаза человек может вдохнуть десятки литров зараженного воздуха. После над-

Page 36.

VX is roughly 10 times more toxic than sarin with intravenous introduction and with inhalation. But the main difference between VX and sarin and soman consists in its especially high level of toxicity with cutaneous application. If lethal doses of sarin and soman with action on the skin in the drop-forming state are 24 and 1.4 mg/kg respectively, the analogous dose of VX does not exceed 0.1 mg/kg.

Sarin, soman and VX can cause fatal outcome also in the case of action on the skin in the vapor state. The lethal dose of vapors of VX in this case is 12 times lower than for sarin, and 7.5-10 times lower than for soman. The noted differences in the toxicological characteristics of sarin, soman and VX cause different approaches to their combat employment.

Sarin easily is converted into the vaporous state or the aerosol and in this form is suitable for causing inhalation injuries, since it possesses lethal dose (75 mg.min/m³) fairly low in value. Doses of this level can be easily applied over a target area with the aid of artillery and airborne ammunition, and in only the 30-60 s spent by personnel donning gas masks after gas alarm signal. With this method of application sarin does not create persistent contamination of area or armament, by virtue of which it can be applied against the hostile troops, which are found in the direct contact with own troops, since sarin will evaporate by the time of the seizing of positions of enemy and the danger of injury to own troops disappears. On the other hand, the use of sarin in the drop-forming state is not effective due to its volatility and the relatively low toxicity on the skin.

VX is high-boiling liquid. It can be used in the form of finely dispersed aerosol for causing injuries, similar to sarin, by inhalation, but this application of VX is disadvantageous, about which more below. It is more advantageous to use it in the form of coarsely dispersed aerosol for the purpose of causing injuries on unprotected skin. High boiling point and low volatility give stability to drops of VX during drift in atmosphere to tens of kilometers from the place of their release into atmosphere. Therefore it is possible to create area of contamination 10 or more times exceeding areas of contamination for the same substance in the vaporous state or in finely dispersed aerosol.

In fact, in the time of the putting on of the gas mask men can inhale tens of liters of contaminated air.

евания противогаза воздействию паров и аэрозольных частиц отравляющего вещества на живую силу практически прекращается. Защита от грубодисперсного аэрозоля или капель вещества VX значительно сложнее. В таком случае наряду с защитой органов дыхания (первоочередной защитой) необходима защита всего тела от оседающих капель отравляющего вещества. Использование защитных свойств только противогаза и защитного костюма повседневного ношения не обеспечивает защиты, ибо и противогаз, и защитные куртки и брюки сами по себе не закрывают кисти рук, а также части лица и шеи. Постоянное ношение защитных перчаток и подшлемников исключается по физиологическим — гигиеническим показателям. К тому же далеко не все операции персонал может выполнять, пользуясь защитными перчатками. Время, затрачиваемое на надевание дополнительных предметов защитной одежды (защитные плащи, перчатки, чулки и подшлемник) исчисляется 3 — 5 минутами. За время надевания противогаза, а затем и предметов защитной одежды, на тело человека, на его защищенные и незащищенные кожные покровы происходит оседание аэрозольных частиц и капель вещества VX. При площади незащищенных участков кожи рук, лица и шеи, равной $0,05 \text{ м}^2$, скорости ветра 5 м/сек и времени надевания дополнительных предметов защитной одежды равном 3 — 5 минутам на поверхность незащищенной кожи произойдет выседание капель отравляющего вещества, содержащихся в воздухе объемом $V = 0,05 \cdot (3 - 5) \cdot 60 \cdot 5 = 45 + 75 \text{ м}^3$. И несмотря на то, что летальная доза вещества VX при накожной аппликации примерно в 100 раз выше, чем при ингаляции, значительно большие объемы аэрозольного облака, воздействующие на кожные покровы, по сравнению с вдыхаемыми объемами, с избытком компенсируют это различие в величинах летальных доз. В этом заключается подоплека принципиально важного вывода о том, что отравляющие вещества типа VX выгоднее применять в расчете на нанесение кожно-резорбтивных, а не ингаляционных поражений. По этим же мотивам твердые отравляющие вещества, неспособные наносить поражений при воздействии их на кожу, уступают по эффективности применения жидким отравляющим веществам типа VX при равной или даже несколько более высокой токсичности при парентеральном их введении.

Конечно, в приведенном выше расчете следует вводить ряд поправок. Во-первых, при надевании дополнительных предметов защитной одежды персонал не обязательно все 3 — 5 минут будет находиться под воздействием аэрозольного облака. Время пребывания в аэрозольном облаке персонала, расположенного с наветренной стороны участка поражения, будет заведомо меньше, чем персонала, расположенного в подветренной части очага

Page 37.

The action of vapors and aerosol particles of toxic substance on human targets virtually ceases after the putting on of gas mask. Protection from the coarsely dispersed aerosol or the drops of VX is considerably more complex. In this case together with the protection of the organs of respiration (primary protection) the protection of entire body from drops of the toxic substance is necessary. Use of protective properties only of gas mask and protective clothing of daily use does not provide protection, since gas mask and protective jackets and trousers by themselves do not cover the hand, or part of face and neck. The constant wearing of protective gloves and caps is excluded for reasons of physiology and hygiene. Moreover personnel can perform far from all operations with protective gloves. Time spent on the putting on additional items of protective clothing (protective raincoats, gloves, stockings and cap) is calculated at 3-5 minutes. In the time of the putting on of gas mask, and then the items of protective clothing, on human body, protected and unprotected skin, occurs precipitation of aerosol particles and drops of VX. With area of unprotected skin of hands, face and neck, equal to 0.05 m^2 , speeds of wind of 5 m/s and time of the putting on of the additional items of protective clothing equal to 3-5 minutes, on surface of unprotected skin will occur precipitation of drops of toxic substance contained in air with a volume of * (See Original). And despite the fact that the lethal dose of VX with cutaneous application is approximately 100 times higher than with inhalation, the considerably larger volumes of the aerosol cloud, which affect skins in comparison with inhaled volume easily compensate this difference in the values of lethal doses. In this consists the underlying basis of the in principle important conclusion that toxic substances like VX are more advantageously used with the aim of causing skin-resorbative, rather than inhalation injuries. For the same reasons solid toxic substances, incapable of causing injuries with action on the skin, are inferior in effectiveness of use to liquid toxic substances of the VX type with equal or even somewhat higher toxicity with their parenteral introduction.

Certainly, in given above calculation should be introduced a number of corrections. First, with the putting on of additional protective clothing personnel will not necessarily spend all 3-5 minutes under the effect of aerosol cloud. Time in the aerosol cloud spent by personnel on the windward side of area of contamination will necessarily be less than personnel in the leeward part of the affected area.

поражения. Часть персонала может воспользоваться различными укрытиями. С другой стороны, следует учитывать дополнительное слагаемое токсической дозы, образующееся за счет проникания какой-то доли отравляющего вещества через ткани, идущие на изготовление защитной и обычной одежды. Так как площадь кожных покровов, защищенных обмундированием, не менее чем в 10 раз превышает площадь открытых участков кожи, это дополнительное слагаемое токсозффекта в ряде случаев оказывается сопоставимым по величине с токсозффектом воздействия аэрозоля отравляющего вещества через открытые участки кожи.

Отравляющие вещества зоман и VX, примененные в капельном или аэрозольно-капельном состоянии, вызывают опасное и на длительный срок заражение обмундирования или защитных костюмов, личного оружия, боевых и транспортных машин, инженерных сооружений и местности, что обуславливает сложность проблемы защиты от них. Особенно опасны в этом отношении умеренно стойкие отравляющие вещества, способные вызывать заражение воздуха до опасных пределов и отличающиеся повышенным уровнем токсичности в интервале минимально эффективных доз.

При поиске новых отравляющих веществ были выполнены обширные программы по изучению природных источников токсичных веществ, т о к с и н о в бактериального, животного и растительного происхождения. В одних случаях токсины, например р и ц и н, сам по себе рассматривался как отравляющее вещество с особыми свойствами. В других случаях при исследовании токсинов пытались установить наличие в их структуре таких элементов (токсофоров), которые были бы ответственны за уровень токсичности и характер токсического действия самого токсина, с тем, чтобы на основе выделенного токсифора сконструировать молекулу потенциального отравляющего вещества, достаточно простую по составу и строению и доступную для синтеза ее в промышленном масштабе. В процессе исследования механизмов токсического действия новых токсинов не исключалась вероятность обнаружения ранее неизвестных жизненно важных биосистем, являющихся рецепторами природных ядов, что можно было бы использовать при поиске синтетических ингибиторов этих биосистем и, следовательно, потенциальных отравляющих веществ.

Из токсинов растительного происхождения в наибольшей мере был исследован р и ц и н. Р и ц и н содержится в бобах клещевины. С давних лет известно, что употребление всего двух бобов клещевины фатально опасно для человека. Авторы исследований р и ц и н в годы 2-ой мировой войны рассматривали этот

Page 38.

Some personnel can use different shelters. On the other hand, should be considered additional component of toxic dose generated by penetration of a certain amount of toxic substance through clothing used in manufacture of protective and regular clothing. Since area of skin, protected by clothing, not less than 10 times exceeds area of the open sections of skin, this additional component of toxic effect in a number of cases proves to be comparable in value of toxic effect of the action of the aerosol of the toxic substance through the open sections of skin.

The toxic substances soman and VX used in either drop or aerosol-drop state cause dangerous and prolonged contamination of clothing or protective gear, small arms, combat and cargo vehicles, engineering structures and locality, which causes complexity of the problem of protection from them. Are especially dangerous in this respect the moderately persistent gases capable of causing the contamination of air to dangerous limits and characterized by increased level of toxicity in the range of minimally effective doses.

In the search for new toxic substances were carried out extensive programs of study of natural sources of toxic substances, toxins of bacterial, animal and plant origin. In some cases the toxin, for example ricin, by itself was considered toxic substance with singular properties. In other cases during the investigation of toxins it was tried to establish the presence in their structure of such elements (toxophores) which would be critical for the level of toxicity and the nature of the toxic effect of toxin itself in order on the basis of the isolated toxophore to design the molecule of potential toxic substance, sufficiently simple in composition and structure and accessible for synthesis on an industrial scale. In the process of the investigation of mechanisms of toxic effect of new toxins was not excluded the probability of detection of previously unknown vitally important biosystems which are receptors of natural poisons, which could be used during the search for the synthetic inhibitors of these biosystems and, therefore, potential toxic substances.

Of toxins of plant origin to the greatest extent has been investigated ricin. Ricin is contained in the beans of castor-oil plant. It has been known for years that the use only of two beans of castor-oil plant is fatally dangerous for humans.

токсин как уникальное «нестойкое» отравляющее вещество, поскольку аэрозоль рицина не вызывает опасного заражения ни людей, ни вооружения, ни местности и, следовательно, не может оказывать сковывающего действия.

Рицин не проникает через кожу и не опасен при попадании его на кожу как в чистом виде, так и в виде растворов или суспензий. Рицин обладает скрытым периодом токсического действия подобно бактериальным токсинам, что является недостатком его как поражающего агента.

Учитывая всю совокупность свойств рицина, следует полагать, что он служил модельным веществом, на котором отработывались методы диспергирования других нестабильных по своей природе биологических агентов.

В послевоенные годы по обширным программам проходили обследование все потенциальные источники высокотоксичных природных ядов: земные и морские змеи, ядовитые пауки и другие насекомые, различные зелья, используемые туземным населением при охоте на зверей. Среди найденных или дополнительно обследованных токсинов следует отметить сакситоксин, выделяемый из сине-зеленых водорослей, тетродотоксин, содержащийся в тканях рыбы фугу, и батрахотоксин, источником получения которого является южноафриканская лягушка. Перечисленные токсины имеют оригинальное химическое строение и токсичность на уровне фосфорорганических отравляющих веществ нервно-паралитического действия.

В рамках этих программ был обнаружен, а затем и исследован п а л и т о к с и н, представляющий особый интерес в силу того, что он является наиболее токсичным среди всех известных веществ небактериального происхождения. Палитоксин был выделен из морских водорослей учеными Гавайского университета (США), а затем передан для изучения и оценок в Эджвудский арсенал в качестве прообраза потенциального отравляющего вещества с особо высоким уровнем токсичности (палитоксин примерно в 50 раз токсичнее вещества VX). Была установлена химическая формула палитоксина и получены данные по токсичности его для широкого круга животных. Но прошло немного лет, и результаты исследований палитоксина были опубликованы, так как американские специалисты не усмотрели в нем источника для наращивания поражающих свойств отравляющих веществ.

Из всех результатов исследований токсинов на сегодня остается важным (в контексте нашего рассмотрения проблемы химического оружия) вывод о том, что наиболее токсичные природные соединения не содержат в составе своих молекул каких-либо подструктур и образований, которые выполняли бы функ-

Page 39.

The authors of studies of ricin during the years of the 2nd world war considered this toxin as unique "nonpersistent" toxic substance, since aerosol of ricin does not cause dangerous contamination of people or armaments or localities and, therefore, cannot exert constraining effect.

Ricin does not penetrate skin and it is not dangerous upon contact with skin either in pure form or in the form of solutions or suspensions. Ricin possesses latent period of toxic effect similar to bacterial toxins, which is drawback to it as contaminating agent.

Taking into account totality of properties of ricin, one should assume that it served as model substance on which were mastered methods of dispersion of other unstable by their nature biological agents.

In the postwar years in extensive programs were studied all potential sources of the highly toxic natural poisons: terrestrial and marine snakes, toxic spiders and other insects, different potions, utilized by native population for hunting the beasts. Among obtained or additionally studied toxins should be noted saxitoxin isolated from blue-green algae; tetrodotoxin, which is contained in the tissues of fish fugu [transliterated (puffer fish?) - Ed.], and batrachotoxin, the source of obtaining of which is South African frog. These toxins have unique chemical structure and toxicity at the level of the organophosphorus convulsant nerve gases.

Within the framework of these programs it was discovered, and then was investigated palitoxin, which is of special interest on the strength of the fact that it is most toxic among all known substances of nonbacterial origin. Palitoxin was isolated from the seaweeds by the scientists of University of Hawaii (USA), and then it was transmitted for the study and analysis to Edgewood Arsenal as prototype of potential toxic substance with an especially high level of toxicity (palitoxin is approximately 50 times more toxic than VX). Was established the chemical formula of palitoxin and were acquired data on its toxicity for the wide circle of animals. But passed a few years, and the results of the investigations of palitoxin were published, since American specialists did not perceive in it source for increasing the destructive properties of the toxic substances.

Of all results of the investigations of toxins until today remains important (in the context of our examination of the problem of chemical weaponry) the conclusion that the most toxic natural compounds do not contain in the composition of their molecules of any substructures and formations, which would fulfill the function of toxophores.

цию токсифоров. В результате исследований токсинов не было получено никакого материала, который можно было бы непосредственно обратить на конструирование молекул новых высокотоксичных отравляющих веществ.

БЕСКРОВНАЯ ВОЙНА

В 50-е годы среди сторонников наращивания химических вооружений имело место увлечение идеей «бескровной войны». Газета «Уолл-стрит джорнал» в те годы писала: «Химико-биологическая война, которую длительное время считали слишком варварской, возможно, в будущем будет приемлемой. Экзотические химические аэрозоли и порошки, которые разрабатываются в глубокой тайне, содержат в себе предпосылки бескровных сражений. Они предназначены для того, чтобы временно вывести из строя значительную часть войск и населения противника. Некоторые из этих веществ способны выводить людей из строя, отправляя их в мир грез, полной депрессии или бессмысленной эйфории». Речь, следовательно, шла о применении веществ, вызывающих расстройства психики, нарушающих нормальное восприятие пораженными окружающего мира и даже лишаящих людей рассудка.

Описанным эффектом обладает природное вещество LSD, но оно не доступно для получения в значимых количествах. После организованного поиска веществ аналогичного действия на психику, в США был сделан выбор в пользу вещества под шифром BZ, являющегося эфиром, образуемым взаимодействием бензойной кислоты и хинуклидилового спирта, широко используемых при изготовлении фармакологических препаратов. Вещество BZ состояло на вооружении американской армии и якобы в экспериментальном варианте применялось во Вьетнаме. При нормальных условиях вещество BZ является твердым и достаточно стабильным. Оно предназначалось для применения в виде дыма, образуемого горением пиротехнической смеси, содержащей BZ.

В последующем было синтезировано немало веществ, аналогичных по токсическому действию веществу BZ, однако не было получено ни одного вещества, которое превосходило бы его по эффективности. Достижением в этой области следует считать получение жидких аналогов вещества BZ, на основе которых были предложены для использования смеси их с жидким веществом раздражающего действия.

В одной из армий Восточной Европы проводились натурные испытания действия LSD на офицеров штаба воинской части с целью определить влияние этого вещества на способность участ-

Page 40.

As a result of investigations of toxins has not been obtained any material, which it would be possible to directly convert to construction of the molecules of the new highly toxic substances.

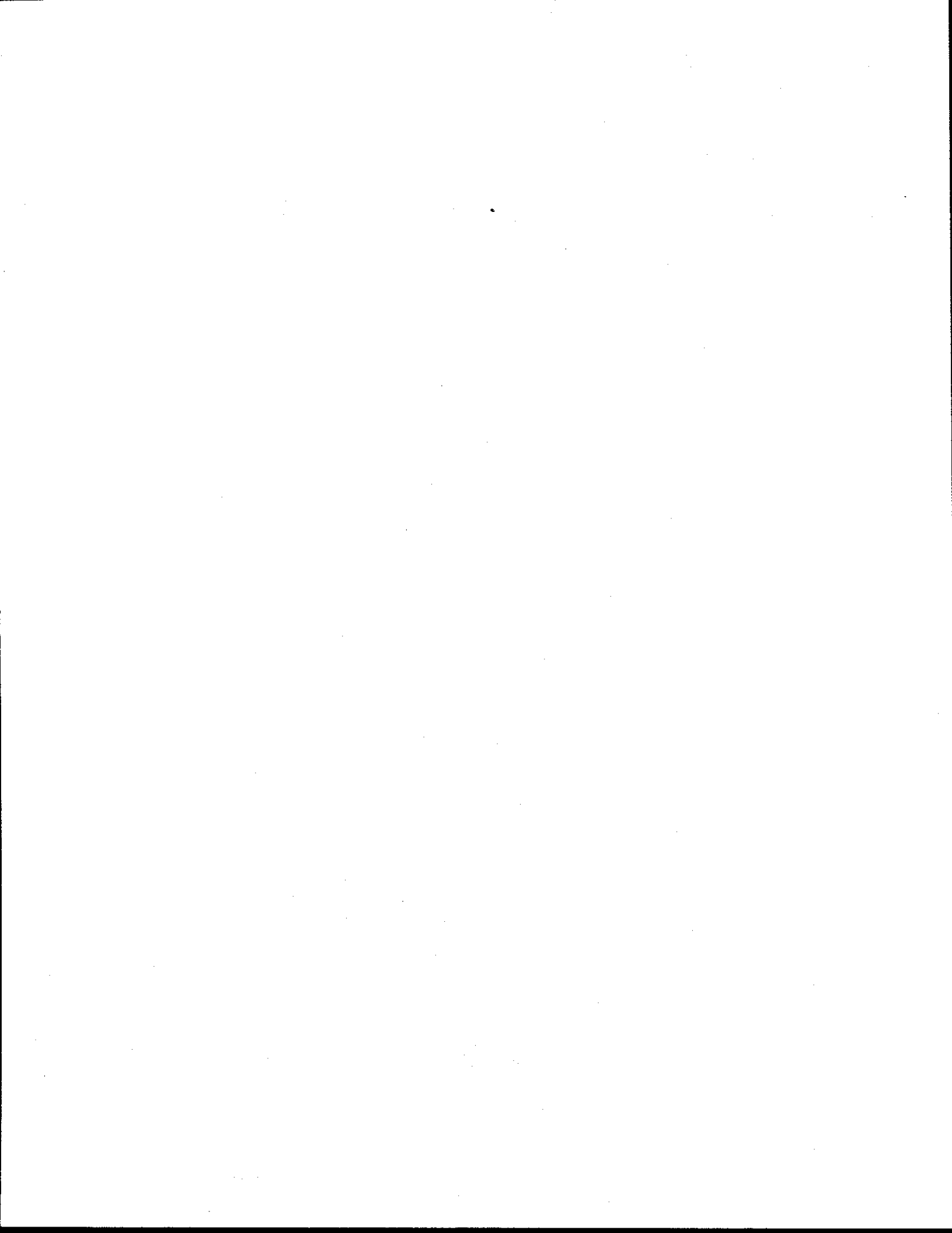
BLOODLESS WAR.

In the 50's among supporters of buildup of chemical armaments occurred enthusiasm for the idea of "bloodless war". The newspaper "Wall Street Journal" in those years wrote: "The chemical-biological war, which for a long time was considered too barbarous, possibly in the future will be acceptable. The exotic chemical aerosols and the powders which are being developed in deep secrecy contain the prerequisites of bloodless battles. They are intended to temporarily render inoperable significant part of troops and enemy population. Some of these substances are capable of incapacitating people, sending them into world of dreams, complete depression or senseless euphoria". The discussion, therefore, dealt with the application of substances, which cause the disorders of psyche, which disturb normal perception of those affected of the surrounding world and even deprive people of reason.

The described effect possesses the natural substance LSD, but it is not accessible for obtaining in significant quantities. After the organized search for substances of analogous effect on the psyche in the USA was made the selection in favor of the substance designated BZ, which is ether [ester? - Ed.] formed by the reaction of benzoic acid and [? quinuclidil ?] alcohol, widely used in production of pharmacological preparations. BZ was in inventory of American army and allegedly in experimental version it was used in Vietnam. Under normal conditions BZ is solid and fairly stable. It was intended for use in the form of smoke formed by burning pyrotechnic mixture containing BZ.

Subsequently were synthesized numerous substances, analogous in toxic effect to BZ; however, but was not obtained one substances which would exceed it in effectiveness. Advance in this area should be considered obtaining liquid analogs of BZ, on basis of which were proposed for use mixtures of them with liquid substance of the irritating effect.

In one of the armies of East Europe were conducted full-scale tests of effect of LSD on staff officers of a military unit to determine the effect of this substance on the capacity of officers participating in the experiment to command in combat subordinate units.



вующих в эксперименте офицеров управлять в бою подчиненными подразделениями. Эффект LSD в эксперименте весьма напоминал эффекты алкогольного опьянения. До сих пор сохраняются сомнения, насколько предсказуемо поведение противника после воздействия вещества психохимического действия, и не будет ли противник драться более смело и агрессивно. Во всяком случае, вещество BZ было снято с вооружения армии США, а в других армиях до его принятия на вооружение дело не дошло.

К началу 50-х годов в британском центре химических исследований в Портон-Дауне была разработана технология получения нового ирританта, получившего шифр CS. С 1961 года оно состоит на вооружении американской армии. Позднее оно поступило на вооружение армии и полиции ряда других стран. Вещество CS было в большом количестве применено во время вьетнамской войны. По раздражающему действию вещество CS значительно превосходит ирританты времен 1-ой мировой войны — адямсит и хлорацетофенон.

В 1962 году в Швейцарии было получено раздражающее вещество CR, в 10 раз более эффективное по сравнению с CS. В 1973 году оно было принято на вооружение армии и полиции Великобритании, а затем и США. При повышенных концентрациях его дым вызывает непереносимые раздражения органов дыхания и глаз, а также кожи всего тела.

60-е годы ознаменовались массированным применением в ходе боевых действий гербицидов и дефолиантов. С их помощью уничтожались посевы злаковых и технических культур, горные и мангровые леса. Удельный расход этих химикатов для достижения целей уничтожения растительности во Вьетнаме составлял 10 — 30 кг/га и более. Последствия применения гербицидов и дефолиантов носили катастрофический характер. За годы, прошедшие после Вьетнама, достигнут значительный прогресс в разработке более эффективных гербицидов. Например, препарат сульфометуронметил, выпускаемый фирмой Du Pont, поражает травянистую и древесно-кустарниковую растительность при расходе его всего 4 — 480 и 140 — 1000 г/га соответственно. Примерно такая же активность у имазапира фирмы American Cyanamid и у флуазифопбутила концерна Imperial Chemical Industry (Великобритания).

Ирританты и химические средства уничтожения (а не защиты) растений не вошли в состав химического оружия по его определению, данному в тексте химической конвенции 1993 года. В конвенции содержится лишь призыв к ее участникам не применять эти химикаты в ходе боевых действий. Учитывая тенденции в развитии ирритантов и гербицидов, представляется непра-

Page 41.

Effect of LSD in the experiment closely resembled effects of alcohol intoxication. There are still doubts about how predictable will be the behavior of enemy after the action of the substances of psychochemical effect, about whether the enemy might not fight more boldly and aggressively. In any case, BZ was removed from the inventory of the army of the USA, but in other armies it never reached the point of being added to inventory.

At the beginning of the 50's in the British center of chemical research in Porton-Down was developed technology of obtaining new irritant designated CS. Since 1961 it is in inventory of American army. Later it was added to inventory of army and police of a number of other countries. Substance CS was in large quantities employed during Vietnam war. In stimulating effect CS considerably exceeds irritants of period of World War I, - adamsite and chloracetophenone.

In 1962 in Switzerland was obtained irritant CR, 10 times more effective in comparison with CS. In 1973 it was added to the inventory of army and police of Great Britain, and then of USA. With increased concentrations its fume causes unbearable irritation of organs of respiration and eyes, and also of skin of entire body.

The 60's were marked by concentrated use in the course of the combat operations of herbicides and defoliants. With their help were destroyed cereal and industrial crops, mountain and mangrove forests. The specific expenditure of these chemicals for achievement of the purposes of the destruction of vegetation in Vietnam was 10-30 kg/ha and more. The consequences of the application of herbicides and defoliants carried catastrophic nature. In the years, which passed after Vietnam, has been made significant progress in the development of more effective herbicides. For example, [? sulfometuronmethyl ?] produced by Du Pont destroys grass and tree-shrub vegetation with the expenditure of only 4-480 and 140-1000 g/ha respectively. Approximately the same activity is observed in [? imazopir ?] of American Cyanimid and in [? fluazifobutyl ?] of concern Imperial Chemical Industry (Great Britain).

Irritants and chemical means of the destruction (but not protection) of plants were not categorized as chemical weapons according to their definition in the text of the chemical convention of 1993. In the convention is contained only the call to its participants not to use these chemicals in the course of combat operations.

вомерным оставлять их за пределами объектов запрещения. В самом деле, с помощью новейших ирритантов и других веществ временно выводящего действия, не подпадающих под запрет, может достигаться в недалеком будущем преодоление противогаза, когда проскок агента через противогаз и вызванное им раздражение дыхательных путей сделает невозможным дальнейшее нахождение в противогазе из-за нарушения режима дыхания, в силу чего пострадавший будет вынужден сорвать с лица противогаз и подставить себя под губительное воздействие в сотни тысяч раз более высоких концентраций ирританта в окружающей атмосфере. Применение новейших химикатов для уничтожения растительности может вызвать стерилизацию (омертвление) почвы на многие годы. Получение временных выгод от применения современных гербицидов может обернуться непредсказуемыми последствиями для окружающей среды. Рано или поздно участникам химической конвенции придется вернуться к вопросу о запрещении и ирритантов, и гербицидов.

ДОСТИГНУТЫЙ УРОВЕНЬ

Химическое оружие, если отсчет времени вести от первой газобаллонной атаки хлором в апреле 1915 года, существует восемь десятилетий. За эти годы токсичность отравляющих веществ по сравнению с примененным в то время хлором возросла примерно в 1900 раз. Супертоксичные отравляющие вещества были получены среди представителей различных классов химических соединений. Многообразие состоящих на вооружении и потенциальных отравляющих веществ, отличающихся друг от друга физико-химическими свойствами и агрегатным состоянием, характером токсического действия и уровнями токсичности, существенно осложняет создание средств противохимической защиты, особенно антидотных препаратов, систем индикации и оповещения. Трудно разрешимые проблемы противохимической защиты сохраняются прежде всего из-за угрозы применения высокотоксичных жидких отравляющих веществ, поскольку они способны наносить поражения не только через органы дыхания, но и при попадании на кожу. Противогазы и комплекты средств защиты кожи, даже новейшие из них, оказывают неблагоприятное воздействие на людей, лишая их нормальной подвижности из-за отягощающего действия и противогаза, и средств защиты кожи, вызывая непереносимые тепловые нагрузки, ограничивая видимость и другие восприятия, необходимые для управления боевыми средствами и общения друг с другом. Из-за необходимости проведения дегазации зараженной техники и персонала в

Page 42.

Taking into account the trends in the development of irritants and herbicides, it is incorrect to leave them unprohibited. In fact, with the aid of newest irritants and other substances of [? temporary incapacitating ?] effect which do not fall under ban can be achieved in the near future the overcoming of the gas mask, when penetration of the agent through the gas mask and the irritation of the respiratory tract caused by it makes further wearing of the gas mask due to the disturbance of the conditions of breathing impossible, by virtue of which the victim will be forced to tear away from face gas mask and to expose himself to disastrous effect in hundreds of thousands of times higher concentrations of irritant in the ambient atmosphere. The application of the newest chemicals for the destruction of vegetation can cause the sterilization (deadening) of soil for many years. Obtaining temporary advantages from the application of contemporary herbicides can cause unpredictable consequences for the environment. Sooner or later for participants in the chemical convention it will be necessary to return to the problem of banning both irritants and herbicides.

LEVEL REACHED.

Chemical weapons, counting from the first chemical cloud attack by chlorine in April 1915, have been in existence eight decades. In these years the toxicity of the toxic substances in comparison with chlorine applied at that time has increased approximately 1900 times. Super-toxic substances have been produced from representatives of different classes of chemical compounds. The diversity of potential toxic substances also in the inventory, substances differing from each other in terms of physicochemical properties and aggregate state, nature of toxic effect and in terms of levels of toxicity, substantially complicates the creation of the agents of antigas defense, especially antidote preparations, display systems and warning. The difficult to solve problems of antigas defense remain first of all due to threat of the use of highly toxic liquid toxic substances, since they are capable of inflicting injuries not only through the respiratory organs, but also upon contact with skin. Gas masks and means of protection of skin, even newest of them, exert unfavorable influence on people, depriving them of normal mobility due to the burdening effect of gas mask and the means of protection of skin, causing unbearable thermal loads, limiting visibility and other perceptions, necessary for control of military equipment and contact with each other.

ряде случаев требуется вывод подразделений войск из боя. Бесспорно, что современное химическое оружие представляет собой грозное оружие и, особенно, при его применении против войск, не имеющих надлежащих средств противохимической защиты, может быть достигнут значительный боевой эффект.

Но в годы «холодной войны», преследуя определенные политические цели, имела место откровенная гиперболизация поражающих свойств отравляющих веществ. Утверждалось, что химическое оружие чуть ли не грозит гибелью всего человечества. Не умаляя действительной опасности для людей, которую создает химическое оружие в случае его массированного применения, следует, однако, внести ясность в степень этой опасности.

В самом деле, одного вдоха воздуха (15 л), содержащего 2 мг зарина или 0,15 мг вещества VX, достаточно, чтобы получить смертельное поражение. Летальный эффект будет неотвратимым, если на незащищенную кожу попадет несколько капель вещества VX общим весом до 100 мг. Исходя из приведенных объективных данных, производились неверные подсчеты. Дескать, если в такой-то стране накоплено столько-то тысяч тонн отравляющих веществ, то этим количеством их можно якобы загубить такое число людей, которое подсчитывается путем деления всей массы запасенного отравляющего вещества на величину его одной летальной дозы для одного человека. В случае вещества VX при таком «подсчете» получается, что одна тысяча тонн его угрожает смертью для 10 млрд. человек. Такой подсчет числа ожидаемых жертв химического оружия имел своей целью нагнетание паники в обществе путем устрашения, в угоду осуществлявшимся политическим и идеологическим диверсиям.

На самом деле, при реальном применении отравляющих веществ далеко не каждая летальная доза примененного вещества находит свою жертву. В этом отношении химическое оружие не составляет исключения. К счастью для людей, далеко не каждая пуля, выпущенная в бою, и не каждый осколок в ходе прошедших войн достигал мишени, в противном случае человечество погибло бы даже от стрелкового оружия.

Величину «коэффициента использования» отравляющих веществ при их боевом применении можно оценить, исходя из рассмотрения следующего сценария. Допустим, химическая атака имеет своей целью уничтожить артиллерийскую батарею противника. В этом случае обстрел химическими снарядами ведется по всей ее огневой позиции, площадь которой по опыту прошлых войн принято считать равной 6 га. Средний списочный состав батареи равен примерно 60 человек. Следовательно, в среднем для поражения одного человека обстреливается площадь в 1000 м². При разрывах химических снарядов и авиабомб проис-

Page 43.

The withdrawal of units of troops from combat is required due to the need of conducting decontamination of contaminated technology and personnel in a number of cases. It is unquestionable that the contemporary chemical weaponry is terrible weapon and, especially, as used against troops which do not have the proper agents of antigas defense significant combat effect can be achieved.

But during the years of the "Cold War", pursuing the specific political purposes, occurred frank hyperbolization of the destructive properties of the toxic substances. It was asserted that the chemical weaponry almost threatens with death entire humanity. Without diminishing real danger for people created by chemical weaponry in the case of its concentrated application, should be, however, introduced clarity into the level of this hazard.

In fact, one inhalation of air (15 l), which contains 2 mg of sarin or 0.15 mg of VX is sufficient in order to obtain lethal injury. Lethal effect will be inevitable, if on the unprotected skin fall several drops of VX with total weight of up to 100 mg. On the basis of given objective data, were produced incorrect calculations. Allegedly, if in certain country is accumulated so many thousand tons of toxic substances, then with this quantity it is possible allegedly to kill so many people, which is computed by dividing the entire mass of the stored up toxic substance by the value of the lethal dose for one person. In the case of VX with this "calculation" it is obtained, that one thousand tons of it threaten with death 10 billion people. This calculation of the number of expected victims of chemical weaponry had as its goal the development of psychosis in society by frightening to accomplish political and ideological diversionary purposes.

In reality, with actual use of toxic substances far from each lethal dose of the applied substance finds its victim. In this respect chemical weapons are not an exception. Luckily for people, far from each bullet, released in combat, and not each fragment in the course of the past wars reached target, otherwise humanity would perish even from small arms fire.

The value of the "coefficient of use" of the toxic substances with their combat employment can be evaluated, on the basis of the examination of the following scenario. Let us assume gas attack has as its goal to destroy the artillery battery of enemy. In this case the bombardment by chemical shells is conducted over its entire firing position, whose area according to the experience of past wars it is customary to assume equal to 6 ha. The average listed strength of battery is equal to approximately 60 people. Consequently, on the average to eliminate one person an area of 1000 m² covered with fire.

ходит заражение воздуха в слое высотой не менее 5 м. Следовательно, для того, чтобы вызвать летальное поражение одного солдата или офицера из состава артиллерийской батареи требуется создать летальные дозы вещества в любой точке воздушного пространства объемом 5 тыс. м³. За время надевания противогаза натренированным персоналом (30 — 60 сек.) человек может вдохнуть 15 — 25 л зараженного воздуха. Таким образом, из 5 тыс. м³ зараженного воздуха только десятки литров его попадает в дыхательные пути пораженных или десятитысячные доли процента примененного отравляющего вещества. Даже при полной экспозиции, то есть при химическом нападении на незащищенную живую силу, величина «коэффициента использования» примененного отравляющего вещества не превышает тысячных долей процента.

Любопытно, что примерно такое же значение «коэффициента использования» токсичного вещества (метилизоцианата) зафиксировано в событиях, вызванных аварией на химическом производстве в г. Бхопал (Индия). В результате взрыва цистерны для хранения метилизоцианата в атмосферу города было выброшено 30 т этого вещества. Из 800 тыс. жителей города под воздействием облака ядовитого вещества оказалось 200 тыс. человек, из них 3800 человек погибли. В 30 т содержится 400 — 500 млн. летальных доз метилизоцианата или по 100 — 130 тыс. доз на каждого умершего. Другими словами, и в случае аварии в г. Бхопал «коэффициент использования» метилизоцианата составил менее одной тысячной доли процента.

При первой газобаллонной атаке хлором в апреле 1915 года было израсходовано 180 т или 60 млрд. летальных ингаляционных доз хлора. Число смертельно пораженных в результате этой атаки составило 5000 человек. И в этом случае «коэффициент использования» хлора составил примерно одну десятитысячную процента.

Совпадение численных значений «коэффициентов использования» токсичных веществ в столь различающихся ситуациях свидетельствует о существовании на этот счет некоей закономерности, с которой нельзя не считаться. Но и при столь низких «коэффициентах», накопленных запасов в мире отравляющих веществ на самом деле вполне достаточно для того, чтобы угрожать смертью десяткам миллионов людей.

Какими бы не были соотношения между количеством примененного отравляющего вещества и числом ожидаемых жертв, в общем случае эффективность химического оружия тем выше, чем выше токсичность отравляющих веществ. Эта очевидная, хотя на самом деле довольно сложная зависимость, всегда учиты-

Page 44.

With the breaking of chemical shells and aircraft bombs the contamination of air in layer with a height not of less than 5 m occurs. Consequently, in order to cause the lethal effect on one soldier or officer of the artillery battery it is necessary to create lethal dose of substance at any point of airspace with a volume of 5 thousand m³. In the time of the putting on of gas mask by trained personnel (30-60 s.) man can inhale 15-25 l of contaminated air. Thus, of 5 thousand m³ of contaminated air only tens of liters fall into the respiratory tract of those affected or ten thousandths of a percent of the applied toxic substance. Even at the complete exposure, i.e., with the chemical attack on the unprotected human targets, the value of the "coefficient of use" of the applied toxic substance does not exceed thousandths of percent.

It is interesting that approximately the same value of the "coefficient of use" of toxic substance (methylisocyanate) is recorded in the events caused by the accident in the chemical plant in Bhopal (India). As a result of the explosion of tank for storing methylisocyanate into the atmosphere of city was released 30 t of this substance. Of 800 thousand inhabitants of city under the action of the cloud of toxic substance were 200 thousand people, 3800 perished. In 30 t are contained 400-500 million lethal doses of methylisocyanate or 100-130 thousand doses for each dead person. In other words, even in the case of accident in of Bhopal the "coefficient of use" of methylisocyanate was less than one thousandth of percent.

With the first chemical cloud attack with chlorine in April 1915 were spent 180 t or 60 billion lethal inhalation doses of chlorine. The number of those of mortally affected as a result of this attack was 5000 people. And in this case, too, the "coefficient of use" of chlorine was approximately one ten-thousandth of percent.

The coincidence of the numerical values of the "coefficients of use" of toxic substances in such different situations points to the existence on this score of certain patterns which one cannot fail to consider. But even with such low "coefficients", the accumulated stockpiles in the world of toxic substances in reality are completely sufficient to threaten with death tens of millions of people.

Whatever the relationships between the amount of applied toxic substance and the number of expected victims, in the general case the effectiveness of chemical weaponry is the higher, the higher the toxicity of the toxic substances.

валясь или подразумевалась при подготовке программы развития химического оружия.

История развития отравляющих веществ, прослеженная в настоящем разделе монографии, есть прежде всего история исследований и разработок, нацеленных на поиск новых потенциальных отравляющих веществ с повышенным уровнем токсичности, хотя учитывались и другие требования, предъявляемые к отравляющим веществам.

На рис. 1 показана динамика наращивания токсичности (снижения величин летальных доз) отравляющих веществ, начиная с газообразного хлора и заканчивая веществом VX. На приведенном графике отчетливо прослеживаются два периода развития отравляющих веществ с точки зрения темпов прироста их токсичности. Первый период приходится на годы 1-ой мировой войны, в течение которого ингаляционная токсичность отравляющих веществ по сравнению с токсичностью изначально примененного хлора возросла в 14,6 раза (за счет люизита). Второй период развития совпадает по времени с годами 2-ой мировой войны, включая годы подготовки к ней и первые послевоенные годы. Токсичность новых отравляющих веществ по сравнению с люизитом возросла в 130 раз (вещество VX). Однако, начиная с 1952 года — года открытия Р.Гошем фосфорилтиохолинов, прирост токсичности отравляющих веществ приостановился. Новые отравляющие вещества, которые по уровню токсичности превосходили бы вещество VX, на вооружение ни в одной из армий мира приняты не были.

Прирост токсичности отравляющих веществ имел место только в первые 37 лет современной истории химического оружия, в то время как в последующие 42 года прироста токсичности не произошло. Наблюдаемый феномен нуждается в детальном рассмотрении, ибо важно знать, является ли наблюдаемый застой в развитии отравляющих веществ временным, или, будучи обусловленным самой природой развития отравляющих веществ, этот застой окажется непреодолимым. Философия развития любого вида оружия такова, что если оно безнадежно останавливается в своем совершенствовании, оно рано или поздно начинает подвергаться забвению.

Сохраняющееся более 40 лет состояние застоя в развитии химического оружия совпало по времени с годами «холодной» войны, когда государства противостоящих воюющих — политических группировок не скупались на финансирование разработок и производство вооружений, в том числе и химических. Именно в эти годы в США, Советском Союзе, Франции, Китае были использованы миллиардные ассигнования на развитие химического оружия. США положили начало разработке бинарных видов воо-

Page 45.

This obvious, although fairly complex relationship was always considered in reality or understood in preparation of a program of the development of chemical weaponry.

The history of the development of the toxic substances, traced in the present section of monograph, is, first of all, the history of research and developments, aimed at the search for the new potential toxic substances with the increased level of toxicity, although were considered and requirements, on toxic substances.

Fig. 1 shows the dynamics of growing the toxicity (reduction in the values of lethal doses) of the toxic substances, beginning from gaseous chlorine and finishing with VX. Two development periods of toxic substances from the point of view of the rates of growth in their toxicity distinctly are seen on the graph. The first period comprises the years world war I, during which the inhalation toxicity of the toxic substances in comparison with the toxicity of originally applied chlorine increased 14.6 times (due to the lewisite). The second development period synchronizes with the years of the 2nd world war, including the years of preparation for it and the first postwar years. The toxicity of the new toxic substances in comparison with the lewisite increased 130 times (VX). However, beginning in 1952, the year of discovery by R. Hoche of phosphorylthiocholines, growth in the toxicity of the toxic substances stopped. New toxic substances, which in toxicity would exceed VX, to inventory of not one army in the world were added.

Growth in the toxicity of the toxic substances occurred only in the first 37 years of the contemporary history of chemical weaponry, while in the subsequent 42 years of growth in the toxicity it did not occur. The observed phenomenon needs detailed examination, since it is important to know, whether the observed stagnation in the development of toxic substances is temporary, or being caused by very nature of the development of toxic substances, whether it will prove to be insurmountable. The philosophy of the development of any type of weapon is such, that if it is hopelessly stopped in its improvement, it sooner or later begins to be forgotten.

The more than 40 years state of stagnation in the development of chemical weaponry coincided in the time with the years of the "cold" war, when the states of the opposing military - political groupings were not stingy in financing developments and production of armaments, including chemical. Specifically, in these years in the USA, the Soviet Union, France, China were used billions in funding for the development of chemical weaponry.

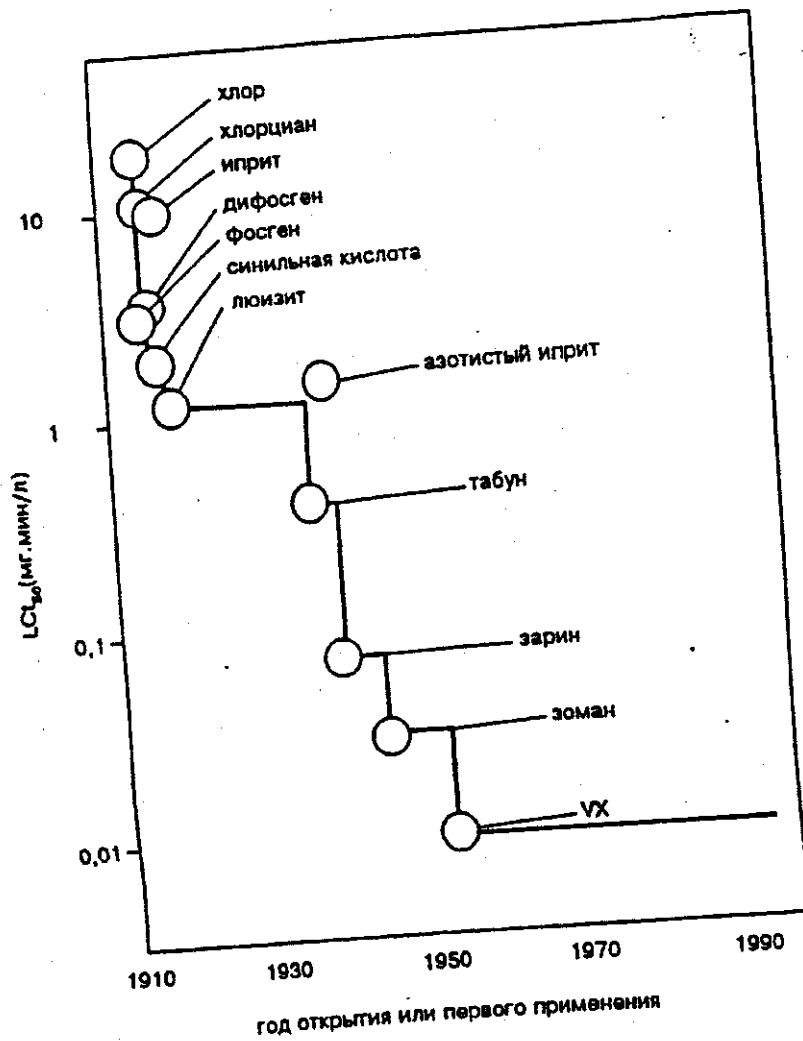


Рис.1 Нарастание токсичности отравляющих веществ во времени

ружений, а вслед за ними разработкой бинарных боеприпасов занялись и другие государства. В эти же годы в США осуществлялась многолетняя программа IVA (Intermedial Volatility Agent).

Page 46.

*(See Original).

Fig. 1. Growing toxicity of toxic substances in time.
Key: (1). chlorine. (2). cyanogen chloride. (3). yperite. (4).
diphosgene. (5). phosgene. (6). hydrocyanic acid. (7). lewisite.
(8). nitride yperite. (9). tabun (10). mg. min/l. (11). sarin.
(12). soman. (13). year of discovery or first application.

USA initiated development of binary forms of armaments, and following them the development of binary ammunition studied other states.

конечной целью которой было получение нового отравляющего вещества с улучшенными характеристиками и, следовательно, с повышенной боевой эффективностью.

В распоряжении исследователей была новейшая техника для проведения экспериментов. Многие ранее трудоемкие операции по выделению и очистке веществ и проведению анализов для расшифровки их состава и строения, благодаря новейшей лабораторной технике, не стали отнимать много труда и времени, лабораторный синтез потенциальных отравляющих веществ стал более результативным и производительным. Организация регистрации всех синтезированных и изученных физиологически активных веществ позволила создать компьютеризированные базы данных для последующего использования их в процессе выявления зависимостей «структура-свойство», и тем самым сделать лабораторный синтез более целенаправленным. Были освоены компьютерные методы конструирования молекул веществ с прогнозируемыми свойствами. Углубленные исследования жизненно важных биосистем теплокровных заложили научную базу для выбора направлений поиска новых высокотоксичных веществ. Были синтезированы и испытаны тысячи новых высокотоксичных веществ, которые, однако, как потенциальные отравляющие вещества не составили конкуренции ни заригу, ни зоману, ни веществу VX. Незначительное увеличение токсичности вновь синтезированных веществ, как и некоторое улучшение физико-химических характеристик не давало оснований для принятия каких-либо из вновь синтезированных веществ на вооружение и организации их промышленного изготовления. Очевидных путей выхода из сложившегося тупика в развитии химического оружия не просматривается. В связи с этим представляется важным проследить: — исчерпаны или не исчерпаны возможности известных рядов органических соединений, среди которых были выявлены современные отравляющие вещества; — имеются ли шансы открыть новые классы физиологически активных веществ, которым присущ экстремально высокий уровень токсичности и которые по другим характеристикам удовлетворяли бы требованиям, предъявляемым к перспективным отравляющим веществам; — имеются ли предпосылки к тому, что дальнейший прогресс в области химии и токсикологии высокотоксичных природных соединений может создать научную базу для поиска новых отравляющих веществ, отличающихся повышенной поражающей способностью; — каковым прогнозируется состояние химического оружия на рубеже двух столетий.

Page 47.

In the same years in the USA was implemented multiyear program IVA (Intermedial Volatility Agent), final goal of which was obtaining the new toxic substance with the improved characteristics and, therefore, with the increased combat effectiveness.

At the disposal of researchers was the newest technology for conducting the experiments. Many previously work-consuming operations to isolate and purify substances and conducting of analyses for decoding of their composition and structure, because of the newest laboratory technology, did not begin to consume much labor and time, the laboratory synthesis of the potential toxic substances became more successful and more productive. The organization of the record of all synthesized and studied physiologically active materials made it possible to set up the computerized data bases for their subsequent utilization in the process of the determination of relationships "structure-property", and thus to make laboratory synthesis more target-oriented. Computer methods of engineering the molecules of substances with forecast properties were mastered. Intensified investigations of vital biosystems of warm-blooded animals laid scientific basis for selection of directions of the search for new highly toxic substances. Were synthesized and tested thousands of new highly toxic substances, which, however, as potential toxic substances offered no challenge to sarin or soman or VX. Neither insignificant increase in toxicity of newly synthesized substances or a certain improvement in physicochemical characteristics gave grounds for adding any of the newly synthesized substances to the inventory or organizing for their industrial manufacture. Obvious ways out of blind alley in the development of chemical weaponry is not visible. In connection with this it is important to trace: - whether or not are exhausted or the possibilities of known organic compounds, among which were found contemporary toxic substances; - the chances of discovering new classes of physiologically active materials, in which is inherent extremely high level of toxicity and which according to other characteristics would satisfy requirements for promising toxic substances; - the possibility that further progress in the field of chemistry and toxicology of highly toxic natural compounds can lay scientific basis for the search for new toxic substances, which are characterized by increased lethal effect; - the forecast for the state of chemical weaponry at the turn of the century.

II. ОТРАВЛЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Эфиры кислот пятивалентного фосфора образуют обширное множество высокотоксичных соединений нервно-паралитического действия. Зарин, зоман и вещество VX, относящиеся к этой группе соединений, составляют основу современного химического оружия. Ирак производил и использовал для снаряжения химических боеприпасов аналог зарина — циклогексильный эфир фтораирида метилфосфоновой кислоты, по свойствам очень близкий к зоману. Это вещество ранее исследовалось в США и получило шифр GF. Эти отравляющие вещества обладают весьма высокими уровнями токсичности (см. табл. 1 и 2). Следует заметить, что данные по токсичности одних и тех же веществ, полученные в различных токсикологических лабораториях, могут существенно отличаться друг от друга. Известно, что большое число факторов влияет на величины определяемых доз, такие как температура воздуха и тела животного, возраст и пол животного, время наблюдения и др. Особо следует выделить факт влияния используемого в эксперименте растворителя. Дело в том, что дозировки мелким лабораторным животным отравляющих веществ в чистом виде крайне малы. Например, летальный исход у мыши (вес 21 — 27 г) имеет место при введении ей всего нескольких тысячных долей миллиграмма зарина. Поэтому экспериментальные дозы принято вводить животным в виде растворов исследуемых веществ в различных органических растворителях. При этом фиксируемые в эксперименте величины эффективных доз оказываются зависящими от природы используемого растворителя.

Таблица 1.

Летальные дозы LD₅₀ (мг/кг) отравляющих веществ

Вид животного	зарин	зоман	VX
Мышь	0,07-0,010	0,035	0,014
Крыса	0,045	0,045	0,008
Морская свинка	0,03	—	0,008

Page 48.

II. TOXIC SUBSTANCES.

GENERAL DESCRIPTION

Ethers [esters? - Ed.] of acids of pentavalent phosphorus form the extensive group of the highly toxic compounds of the neuroparalytic effect. Sarin, soman and VX, which belong to this group of compounds, compose the basis of contemporary chemical weaponry. Iraq produced and used for the equipment of chemical ammunition an analog of sarin - cyclohexyl ether [ester? - Ed.] of acid fluoride of methylphosphonic acid, in properties very close to soman. This substance previously was investigated in the USA and designated GF. These toxic substances possess the very high levels of the toxicity (see Table 1 and 2). It must be noted that data on the toxicity of one and the same substances, obtained in different toxicological laboratories, can substantially differ from each other. It is known that large number of factors influence the values of specific doses, such as the temperature of air and body of animal, age and sex of animal, the time of observation, etc. Especially should be emphasized the fact of the effect of the solvent used in the experiment. The fact is that the dosages for small laboratory animals of toxic substances in pure form are extremely small. For example, lethal outcome in mouse (weight 21-27 g) takes place with the introduction to it of only several thousandths of a milligram of sarin. Therefore experimental doses it is accepted to introduce into animal in the form of the solutions of the studied substances in different organic solvents. In this case the values of effective doses recorded in the experiment prove to be dependent on nature of the utilized solvent.

Table 1. Lethal doses LD₅₀ (mg/kg) of toxic substances.

*(See Original).

Key: (a). animal. (b). sarin. (c). soman. (1). mouse. (2).
Rat. (3). Guinea pig.

Вид животного	зарии	зоман	VX
Кошка	0,015-0,018	—	0,002
Кролик	0,015	—	0,008
Собака	0,010	0,012	0,006
Обезьяна	0,020	—	0,008
Козел	0,015	—	0,005
Человек (оценка)	0,014	—	0,008

Таблица 2.

Детальные дозы отравляющих веществ

Биообъект и его состояние	зарии	зоман	VX		
			пары	аэрозоль	капли
Ингаляция, LC150, мг.мин/м ³					
Человек, средние нагрузки	70-75	30	10-30	20-50	—
Человек в покое	100	—	35-36	—	—
Обезьяна	74	—	—	50	—
Собака	60	—	—	15	—
Кролик	120	—	—	25	—
Морская свинка	180-190	—	—	8-30	—
Крыса	220	—	—	17	—
Мышь	240-310	—	—	7-40	—
Кошка	105	—	—	—	—
Пары, кожно-резорбтивно, LC150, мг.мин/м ³					
Человек в одежде	15000	7500-10000	60-600	75-300	—
Человек, обнаженная кожа	12000	7500-10000	6-360	—	—
Собака стриженная	—	—	4-89	3-31	—
Кролик стриженный	2000	—	3-28	124-180	—
Кролик стриженный и одетый	—	—	539	—	—

Page 49.

Continuation of Table 1.

*(See Original).

Key: (a). animal. (b). sarin. (c). soman. (1). Cat. (2).
Rabbit. (3). Dog. (4). Monkey. (5). Goat. (6). Man
(estimation).

Table 2. Lethal doses of the toxic substances.

*(See Original).

Key: (a). Biological subject and state. (b). sarin. (c). soman.
(d). vapor (e). aerosol. (f). drop. (1). Inhalation ...
mg.min/m³. (2). Men, medium loads. (3). Men at rest. (4).
Monkey. (5). Dog. (6). Rabbit. (7). Guinea pig. (8). Rat.
(9). Mouse. (10). Cat. (11). vapors, skin-resorbative ...
mg.min/m³. (12). Men in clothing. (13). Men, uncovered skin.
(14). Dog, clipped. (15). Rabbit clipped. (16). Rabbit clipped
and clothed

Биообъект и его состояние	зариин	зомаи	VX		
			пары	аэрозоль	капли
Капли, кожпо-резорбтивно, LD50, мг/кг					
Человек (оценка)	24	1,4	—	—	0,04-0,10
Обезьяна	—	—	—	—	0,065
Морская свинка стриженная	116	—	—	—	< 0,40
Собака стриженная	10,8	—	—	—	0,054
Кошка стриженная	6,2	—	—	—	0,012
Кролик стриженный	4,4	—	—	—	0,025-0,205
Крыса стриженная	2,5	—	—	—	0,10
Мышь стриженная	1,0-9,2	—	—	—	0,046

Например, LD₅₀ диоксида при оральном введении морским свинкам, применяя 0,75% раствор в метилцеллозольве, равна 0,019 мг/кг, в то время как использование в качестве растворителя смеси ацетона с кукурузным маслом (1:9) приводит к получению величины дозы равной всего 0,0006 мг/кг. LD₅₀ вещества VX при нанесении его на кожу мыши в виде 1% раствора в гексане оказывается в 40 раз ниже, чем в случае использования этиленгликоля. Кожно-резорбтивные дозы зомаи для мыши различаются между собой в 20 раз, если используются бензол и этиленгликоль соответственно.

При определении величины летальной дозы сказывается влияние времени наблюдения за животными. До сих пор считалось достаточным наблюдать за остающимися в живых животными 1—2 суток после затравки. Оказалось, что летальные дозы ряда веществ, являющихся потенциальными отравляющими веществами, характеризуются более низкими значениями, если при их определении наблюдение за животными вести в течение 2-х недель.

К сожалению, общепризнанного стандарта по методам определения эффективных доз высокотоксичных веществ или не существует, или его не придерживаются.

Для фосфорорганических отравляющих веществ характерно удачное сочетание высокой токсичности с физико-химическими свойствами, близкими к идеальными (см. табл.3). Они представляют собой подвижные жидкости, не затвердевающие при низких температурах, и могут без ограничений применяться в лю-

Page 50.

Continuation of table 2.

*(See Original).

Key: (a). Biological subject and state. (b). sarin. (c). soman. (d). vapor (e). aerosol. (f). drop. (1). Drops, skin-resorbitive ... mg/kg. (2). Man (estimation). (3). Monkey. (4). Guinea pig clipped. (5). Dog, clipped. (6). Cat, clipped. (7). Rabbit clipped. (8). Rat, clipped. (9). Mouse clipped.

For example, LD₅₀ of dioxin with oral introduction to guinea pigs, using 0.75% solution in methyl Cellosolve is equal to 0.019 mg/kg, while the use as solvent of a mixture of acetone with corn oil (1:9) leads to obtaining of dose value equal to only 0.0006 mg/kg. LD50 VX with application to skin of mouse as 1% solution in the hexane is 40 times lower than in the case of the use of ethylene glycol. Skin-resorbitive doses of soman for the mouse differ by 20 times, if are used benzene and ethylene glycol respectively.

In determination of the value of lethal dose is manifest effect of the time of observation of animals. Until now it was considered sufficient to observe remaining living animals 1-2 days after poisoning. It turned out that lethal doses of a number of substances which are potential toxic substances, are characterized by lower values, if during their determination animals were observed for 2 weeks.

Unfortunately, universally recognized standard for methods of determining the effective doses of highly toxic substances either does not exist or is not adhered to.

For organophosphorus toxic substances characteristic is successful combination of high toxicity with physicochemical properties close to ideal (see Table 3). They are labile liquids, which do not harden at low temperatures, and can without limitations be used under any weather conditions.

бых погодных условиях. Зарин, зоман и вещество VX характеризуются высокой стабильностью, могут длительно храниться в специальных емкостях и в корпусах средств доставки, допускают диспергирование с помощью взрывчатых веществ, путем термической возгонки и распылением из различных устройств.

Таблица 3.

Физико-химические свойства отравляющих веществ

Свойства	Зарин	Зоман	VX
Молекулярная формула	$C_4H_{16}FO_2P$	$C_7H_{16}FO_2P$	$C_{11}H_{26}NO_2PS$
Молекулярный вес	140,10	182,18	267,37
Плотность паров по воздуху	4,86	6,33	9,2
Плотность при 25 °С, г/см ³	1,0887	1,0131	1,0083
Точка замерзания, °С	- 56	- 80 (переохлаждение)	- 39
Точка кипения, °С	151,5	около 190	298-300
Давление пара при 20 °С, мм Нг	2,9 (при 25 °С)	0,3	0,00066
Максимальная концентрация пара при 25 °С, г/м ³	16	3	0,0105
Вязкость при 25 °С, сантипуазы	1,28	—	9,96

Хорошо растворяются в воде и органических растворителях и длительное время сохраняются в образовавшихся растворах, что делает их пригодными для заражения водоемов и запасов продовольствия. Они хорошо впитываются в лакокрасочные покрытия, резину и другие материалы, используемые при изготовлении вооружения и снаряжения, что создает проблемы при проведении дегазации последних.

В то же время зарин, зоман и вещество VX имеют различия в уровнях токсичности и летучести, которые оказывают влияние на способы их применения и на характер решаемых задач.

Благодаря различиям в свойствах вещество VX и зарин удачно дополняют друг друга — нападающая сторона имеет возможность выбора типа отравляющего вещества при нанесении химических ударов в зависимости от складывающейся боевой обстановки.

Зарин предпочтительнее применять в случаях, когда требуется получить немедленный эффект по уничтожению или выводу

Page 51.

Sarin, soman and VX are characterized by high stability, can for long periods be stored in the special containers and in the bodies of means of delivery, they allow dispersion with the aid of the explosives, by thermal sublimation and by atomization from different devices.

Table 3. Physicochemical properties of the toxic substances.

*(See Original).

Key: (a). Properties. (b). Sarin. (c). Soman. (1). Molecular formula. (2). Molecular weight. (3). Vapor density, air. (4). Density at 25°C, g/cm³. (5). Freezing point, °C. (6). supercooling. (7). Boiling point, °C. (8). near. (9). Vapor pressure at 20°C, mm Hg. (10). at (11). Maximum concentration of vapor at 25°C, g/m³. (12). viscosity at 25°C, cp.

They dissolve well in the water and organic solvents and can be preserved for a long time in the formed solutions, which makes them suitable for the contamination of water sources and food supplies. They are absorbed well into the paint and varnish coats, rubber and other materials used in the manufacture of weapons and equipment, which creates problems while conducting of decontamination of the latter.

At the same time sarin, soman and VX have differences in the levels of toxicity and volatility, which have an effect on the methods of their employment and on the nature of the applications.

Because of the differences in properties VX and sarin successfully complement each other - attacker can select type of toxic substance during chemical attacks depending on the developing combat situation.

из строя живой силы противника и избежать сковывающего действия отравляющего вещества в ходе последующих боевых действий своих войск. Вещество VX целесообразнее применять по крупноразмерным целям в глубине расположения войск противника, достигая при этом нанесения ему значительно больших потерь в живой силе по сравнению с потерями, которые были бы в случае применения зарина. Более продолжительное после химического нападения время наступления токсозффектов и сковывающее действие отравляющего вещества для своих войск в таких случаях могут не иметь определяющего значения.

Зоман по уровню токсичности и летучести занимает промежуточное положение между заринном и веществом VX. До появления вещества VX зоман рассматривался как универсальное отравляющее вещество, пригодное как для заражения атмосферы парами или аэрозолем с целью нанесения ингаляционных поражений, так и для нанесения поражений путем воздействия каплями по открытым участкам кожи и даже через обмундирование. С появлением вещества VX интерес к зоману угас, так как площади поражения зоманом при прочих равных условиях значительно меньше площадей поражения веществом VX.

Зоман, обладая высокой токсичностью и умеренной летучестью, создает серьезные проблемы защиты войск от него. Пары зомана, образующиеся при взрыве боеприпаса или в результате испарения капель его, попавших на объекты вооружения и местности, способны вызывать опасное заражение людей, их обмундирования и снаряжения, личного оружия, внутренних поверхностей кабин и боевых отделений, оказавшихся в очаге поражения даже спустя несколько часов после химического нападения. Эффективных методов дегазации объектов, зараженных парами зомана, не существует. Поэтому и после преодоления очага поражения зоманом личный состав вынужден длительное время пребывать в надежных противогазах. Неблагоприятные воздействия, оказываемые на личный состав средствами противохимической защиты, приводят к потере боеспособности подразделений и их сковыванию.

В связи с качественными изменениями в системе средств противохимической защиты, включая коллективную защиту, уничтожение живой силы противника с помощью химических боеприпасов может не достигаться. В этой связи вещества типа зоман стали представлять интерес как потенциальное средство для сковывания хорошо защищенного противника.

ТОКСИКОЛОГИЯ

Фосфорорганические отравляющие вещества способны проникать в организм различными путями. Пары и аэрозоль отравля-

Page 52.

Sarin is more preferably used when it is necessary to achieve immediate destruction or incapacitation of live enemy target and to avoid restricting effect of toxic substance in the course of the subsequent combat operations of friendly troops. The VX is better used on large targets in the depth of the troop dispositions of enemy, inflicting in this case considerably larger losses in comparison with the losses, which would be in the case of applying the sarin. The more prolonged after chemical attack time of the onset of toxic effects and restricting effect of the toxic substance for friendly troops in such cases may not have decisive importance.

Soman in toxicity and volatility occupies the intermediate position between the sarin and VX. Before the appearance of VX soman was considered universal toxic substance suitable for contamination of atmosphere by vapor or by aerosol for the purpose of causing inhalation injuries, or injuries by the action by drops on the open sections of skin and even through the clothing. With the advent of VX interest in soman declined since the areas of the injury by soman, other conditions being equal, are considerably less than the areas of the injury by VX.

Soman, possessing high toxicity and moderate volatility, creates the serious problems of the protection of troops from it. Vapor of soman generated during the explosion of ammunition or as a result of vaporization of drops of it falling on weapons and locality, are capable of causing the dangerous contamination of people, their clothing and equipment, side arms, internal surfaces of cabs and fighting compartments in the stricken area even several hours after chemical attack. Effective methods of decontamination of objects, contaminated with vapor of soman do not exist. Therefore even after crossing area contaminated by soman personnel are forced for a long time to keep gas masks on. Unfavorable effects on personnel of means of antigas defense lead to the loss of combat efficiency of units and restriction on their activity.

In connection with the qualitative changes in the system of means of antigas defense, including collective protection, the destruction of live enemy target with the aid of the chemical ammunition may not be achieved. In this connection substances such as soman began to be of interest as potential agent for restricting activity of well protected enemy.

TOXICOLOGY.

The organophosphorus toxic substances are capable of penetrating the organism variously.

ющих веществ попадают в дыхательные пути и легкие вместе с вдыхаемым воздухом, вызывая ингаляционные поражения. Пары, аэрозоль и крупные капли отравляющих веществ поглощаются кожей и затем проникают в кровяное русло, вызывая кожно-резорбтивные (перкутанные) поражения. Употребление воды и пищи, зараженных отравляющими веществами, приводит к пероральным поражениям. При контакте с парами и каплями отравляющих веществ наступает миоз глаз.

Независимо от путей поступления, фосфорорганические вещества проявляют свое токсическое действие путем ингибирования (подавления) холинэстеразы — фермента, обеспечивающего разложение ацетилхолина — медиатора или передатчика нервных импульсов. Ингибирование холинэстеразы приводит к избыточному накоплению ацетилхолина в синапсах (пространствах между двумя нервными клетками-нейронами) центральной и периферической нервной систем, приводящему к их перевозбуждению, сменяющемуся торможением. Перевозбуждение М-реактивных систем вызывает мускариноподобное действие, которое клинически проявляется как перевозбуждение парасимпатической нервной системы и связанное с ним поражение гладких мышц и желез. Перевозбуждение Н-реактивных систем вызывает никотиноподобный эффект, который проявляется как перевозбуждение симпатических ганглиев и миелинервальных синапсов поперечнополосатой мускулатуры. На фоне этих эффектов проявляется центральное действие фосфорорганических отравляющих веществ (см. табл. 4).

Таблица 4
Патофизиологические эффекты действия фосфорорганических отравляющих веществ

Мускариноподобное действие	Никотиноподобное действие	Центральное действие
Глаза — миоз, спазм accommodation, ухудшение зрения в темноте и вдаль. Легкие — бронхоспазм, одышка, удушье, бронхорез. Сердце — брадикардия. Органы пищеварения — слюнотечение, тошнота, гиперсекреция, спазмы, диарея. Другие органы — повышенная потливость, сокращение мочевого пузыря и матки.	Мускулатура — общая слабость, фибриляция мышц, скованность, слабость дыхательной мускулатуры. Симпатические ганглии — тахикардия, повышенное артериальное давление, бледность кожных покровов.	Головная боль, головокружение, страх, напряжение, эмоциональность, бессонница. Тремор, атаксия. Потеря сознания, тоникоклинические судороги. Кома, угнетение дыхательного и сосудодвигательного центров.

Page 53.

Vapor and aerosol of the toxic substances fall into the respiratory tract and the lungs together with inhaled air, causing inhalation injuries. Vapor, aerosol and large drops of the toxic substances are absorbed by skin and then they penetrate the bloodstream, causing skin-resorbitive (percutaneous) injuries. The use of water and food, contaminated with the toxic substances, leads to the oral injuries. The miosis of eyes sets in with the contact with vapor and drops of the toxic substances.

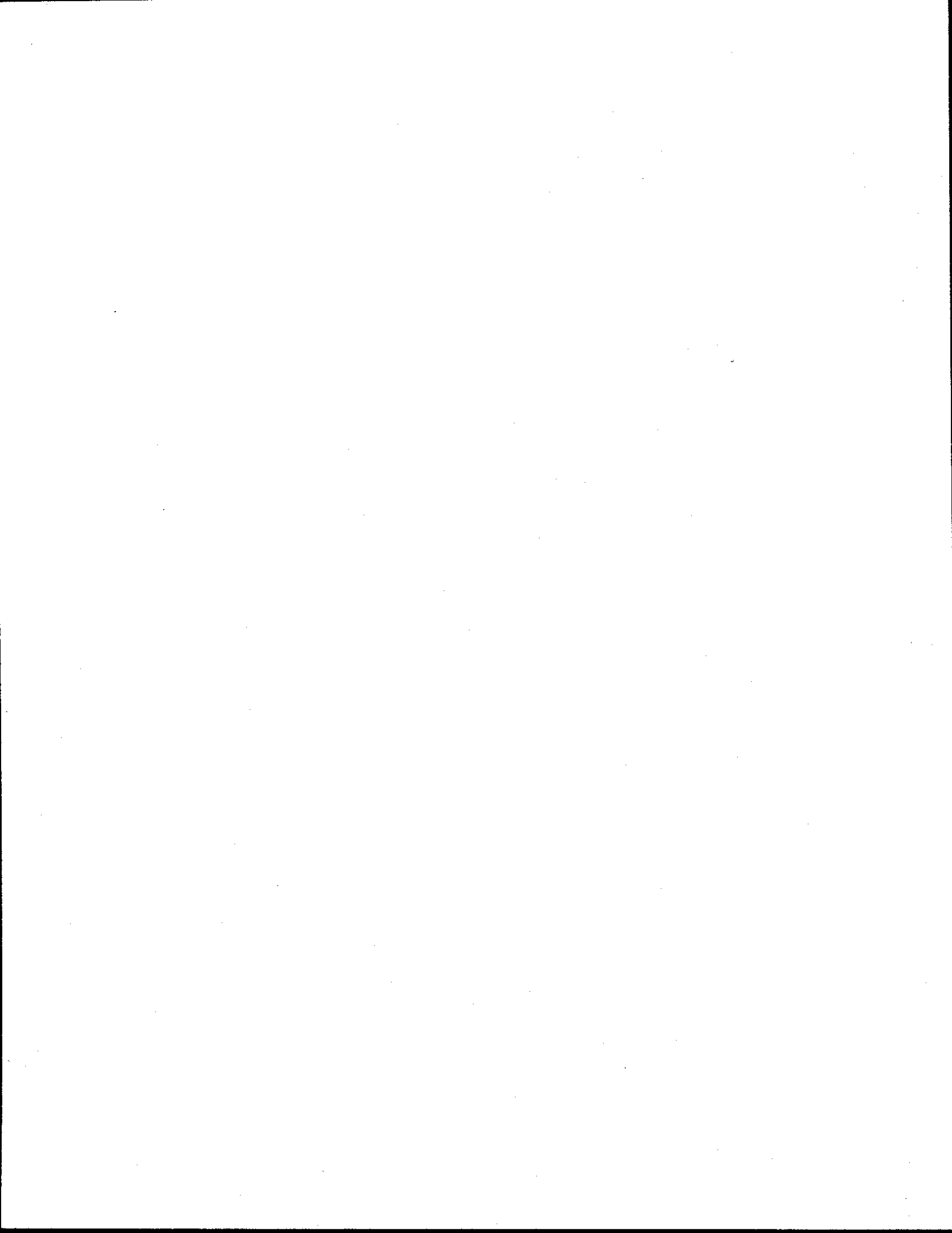
Independent of the ways of entry, organophosphorus substances develop their toxic effect by the inhibition (suppression) of cholinesterase, an enzyme, which ensures the decomposition of acetylcholine, mediator or transmitter of nerve impulses. The inhibition of cholinesterase leads to the excess accumulation of acetylcholine in the synapses (spaces between two nerve cell-neurons) of central and peripheral nervous systems, which leads to their overexcitation followed by inhibition. The overexcitation of M-reactive systems causes the muscarine-like effect, which clinically is manifested as the overexcitation of parasympathetic nervous system and the connected with it injury of smooth muscles and glands. The overexcitation of H-reactive systems produces the nicotine-like effect, which is manifested as the overexcitation of sympathetic ganglia and myoneural synapses of the transversostriated musculature. Against the background of these effects the central effect of organophosphorus toxic substances (see Table 4) is manifested.

Table 4. Pathophysiological effects of organophosphorus toxic substances.

*(See Original).

Key: (a). Muscarine-like effect (b). Nicotine-like effect (c). Central effect (1). Eyes - miosis, spasm of accommodation, deterioration in vision in darkness and distance (2). Musculature - general weakness, fibrillation of muscles, constraint, weakness of respiratory musculature. (3). Headache, vertigo, fear, stress, emotionalism, insomnia. (4). Lungs - bronchospasm, shortness of breath, suffocation, bronchorrhea. (5). Tremor, ataxia. (6). Loss of consciousness, [tonoclonic?] spasms. (7). Heart - bradycardia. (8). Sympathetic ganglia - tachycardia, increased arterial pressure, pallor of skin. (9). Organs of digestion - salivation, nausea, hypersecretion, spasm, diarrhea. (10). Coma, suppression of respiratory and vascular motor centers. (11). Other organs - increased sweating, contraction of bladder and uterus.

End Section.



Клиника острого поражения у всех отравляющих веществ нервно-паралитического действия одинакова. Различия в симптомах поражения и последовательность их развития зависят от дозы и пути поступления веществ в организм.

Ингаляционные поражения

При ингаляционном воздействии появление симптомов поражения наблюдается в первые минуты, а при высоких концентрациях отравляющего вещества — моментально.

При низких концентрациях отравляющих веществ (0,000 001 мг/л и выше) наступает легкая степень поражения (миотическая форма). При этой форме отравления проявляется в основном местное действие яда. Симптомами поражения являются миоз глаз, чувство стеснения и сдавливания в груди (загрудинный эффект). При сильном миозе (сужение зрачка до 1-2 мм в диаметре) утрачивается способность различать предметы в сумерках и в темноте, читать и считывать показания приборов при слабом искусственном освещении, характерном для кабин и боевых отделений. Из-за спазма аккомодации пострадавшие не различают предметы на удалении, не могут вести наблюдение и прицельную стрельбу, ориентироваться на местности. Миоз сопровождается неприятными ощущениями в глазах, гиперемией склер, небольшим слезотечением, болью в области глаз и лба (вследствие спазма аккомодации).

При появлении загрудинного эффекта объем легочной вентиляции существенно ограничен, а из-за недостатка воздуха пострадавшие не могут выполнять тяжелые физические нагрузки, совершать в темпе перебежки и т.п. Дыхание в противогазе крайне затрудняется из-за ощущения удушья.

При легкой степени отравления наблюдаются насморк, головная боль, слабость, кашель, иногда тошнота. Пострадавшие находятся в состоянии возбуждения, их движения порывисты, они испытывают чувство страха, иногда переходящее в состояние стресса.

При легкой степени отравления серьезных нарушений функций организма не происходит, пострадавшие в госпитализации не нуждаются и могут ограничиться лишь амбулаторным лечением. Однако работоспособность пострадавших заметно снижается, они нуждаются в освобождении от дежурств и выполнения оперативных заданий, переводятся в команды выздоравливающих под наблюдением медицинского персонала. Для полного выздоровления требуется 2-3 суток.

При поражениях средней тяжести (бронхоспастическая или астматическая форма) боеспособность пострадавших утрачивает-

Page 54.

The clinical picture of acute injury for all convulsant nerve gases is identical. Differences in the symptoms of injury and sequence of their development depend on dose and way of the entry of substances into the organism.

Inhalation injuries.

With inhalation effect the appearance of symptoms of injury is observed in the first minutes, and with the high concentrations of the poisonous substance immediately.

With low concentrations of the poisonous substances (0.000001 mg/l and above) begins the light degree of injury (myotic form). With this form of poisoning the effect of poison is primarily local. The symptoms of injury are the miosis of eyes, a feeling of constraint and compression in the breast (substernal oppression). With the strong miosis (narrowing the pupil to 1-2 mm in the diameter) is lost the capacity to distinguish objects in twilight and in the darkness, to read and to read readings of instruments with the weak artificial illumination, characteristic for the cabs and the fighting compartments. Due to the spasm of accommodation victims do not distinguish the objects at distance, they cannot conduct observation and aimed fire, be oriented in the locality. Miosis is accompanied by discomfort in the eyes, hyperemia of scleras, some lacrimation, pain in the region of eyes and forehead (as a result of the spasm of accommodation).

Upon the appearance of substernal oppression the volume of pulmonary ventilation is substantially limited, and due to the air deficiency victims cannot perform heavy physical tasks, run dashes at speed, etc. Breathing in the gas mask becomes extremely difficult due to the sensation of suffocation.

With the light degree of poisoning are observed head cold, headache, weakness, cough, sometimes nausea. Victims are in the state of excitation, their motion are irregular, they experience the feeling of fear, which sometimes converts to the state of stress.

With the light degree of poisoning the serious disturbances of the functions of organism do not occur, victims hospitalization do not require and can be restricted only to ambulatory treatment. However, the fitness for work of victims noticeably is reduced, they need release from the duties and performance of operational duties, they are transferred to commands of convalescents under observation of medical personnel. 2-3 Days are required for the complete recovery.

With injuries of average seriousness (bronchospastic or asthmatic form) the combat efficiency of victims is lost almost completely.

ся почти полностью. К симптоматике легких поражений присоединяются бронхоспазм, проявляющийся болью за грудной, в затруднении дыхания, особенно на выдохе, в появлении одышки, приступов удушья, характерных для астмы. Пострадавший не может нормально стоять и с целью облегчения принимает вынужденное полусидячее положение. Лицо пострадавшего синест. Отмечается кашель с отделением вязкой мокроты из-за усиления деятельности бронхиальных желез. Эта мокрота может накапливаться в воздухоносных путях, усиливая степень удушья. Со стороны легких проявляются признаки острой эмфиземы. Поражение сопровождается расстройством желудочно-кишечного тракта, проявляющегося в появлении тошноты, рвоты, тупых болей в кишечнике и диарей. У пострадавших наблюдаются распространенные миофибрилляции, мышечные спазмы и слабость отдельных мышечных групп, боли в области сердца по типу стенокардических. Пульс и артериальное давление становятся неустойчивыми, координация движений нарушается, возможно нарушение ориентации.

При поражениях средней тяжести отмечаются эмоциональные нарушения, спутанность мышления, чувство страха. Возможно возникновение стрессового состояния. Поведение пострадавших может стать неадекватным, агрессивным или характерным для глубокой депрессии. Возможно сопротивление медперсоналу со стороны пострадавших.

Описанные расстройства не позволяют пострадавшим управлять боевыми машинами, пользоваться оружием, адекватно выполнять команды, ориентироваться на местности, определять место своего расположения в строю своих подразделений и относительно противника.

Пораженные средней тяжести нуждаются в госпитализации на срок до 2-3-х недель. В этот период у пораженных могут сохраняться головные боли, неприятные ощущения в области сердца, неустойчивость пульса и артериального давления, кошмарные сновидения. Может отмечаться снижение интеллекта.

Поражение тяжелой степени (генерализованная или судорожно-паралитическая форма) развивается через несколько секунд после воздействия больших доз отравляющего вещества или даже после одного вдоха. Период скрытого действия при этом отсутствует. Поражение может начаться с развития состояния оглушения, полной дезориентации в пространстве и времени или с приступов удушья, вслед за которыми наступают судороги. Для этой степени поражения характерно появление судорог на фоне всей гаммы симптомов. Оказание своевременной терапевтической (антидотной) помощи и самопомощи в состоянии тяжелого поражения представляется проблематичным.

Page 55.

To the symptomatology of light injuries are added bronchospasm, manifested by pain behind the breast bone, in the difficulty of breathing, especially during the expiration, in the appearance of shortness of breath, attacks of shortness of breath characteristic for asthma. Victim cannot normally stand and for relief assumes forced half-sitting position. Face of victim turns blue. Cough with the production of viscous mucus due to increase of the activity of bronchial glands is noted. This mucus can be accumulated in air passages, increasing the degree of suffocation. The signs of acute emphysema are manifested from the direction of the lungs. Injury is accompanied by the disorder of the gastrointestinal tract, which is manifested in the appearance of nausea, vomitings, tenesmus of the intestine and diarrhea. In victims are observed distributed myofibrillations, muscular spasms and weakness of separate muscular groups, pain in the region of heart (stenocardia). Pulse and arterial pressure become unstable, motor coordination is disturbed, disruption of orientation is possible.

With injuries of average seriousness are noted emotional disturbances, tangled nature of thinking, feeling of fear. The onset of stress state is possible. The behavior of victims can become inadequate, aggressive or characteristic of deep depression. Resistance to medical staff on the part of victims is possible.

The described disorders do not make it possible for victims to drive combat vehicles, to put to use weapon, to adequately execute a command, to be oriented in the locality, to determine their location in the formation of their units and relative to enemy.

Those with injuries of average seriousness need hospitalization for up to 2-3 weeks. During this period those affected may have headaches, discomfort into the region of heart, the instability of pulse and arterial pressure, the nightmarish dreams. Reduction in the intellect can be noted.

The injury of severe degree (generalized or convulsive-paralytic form) is manifest several seconds after the action of the large doses of the poisonous substance or even after one inhalation. Latent period in this case is absent. Injury can begin with development of the state of stupefaction, complete disorientation in the space and the time or with the attacks of asthma, following which begin the spasms. The appearance of spasms against the background of the entire range of symptoms is characteristic for this degree of injury. Rendering of timely therapeutical (antidote) help and self-help in the state of severe injury is problematic.

При благополучном исходе пораженный нуждается в госпитализации на срок 1—2 месяца и более. В период госпитализации у пострадавшего возможно появление признаков нервно-психических расстройств, включая депрессию, бредовые идеи, состояние тревоги и истерии, эмоциональную неустойчивость. Депрессивное состояние может сохраняться на протяжении шести месяцев.

Кожно-резорбтивные поражения

Кожно-резорбтивные поражения отличаются от ингаляционных наличием скрытого (латентного) периода действия продолжительностью от нескольких десятков минут при воздействии летальных доз до 10 часов и более — при меньших дозах. Поражения наступают при прямом попадании капель отравляющего вещества на открытые (незащищенные) участки кожи головы и лица, рук и других частей тела. Обычная одежда ослабляет токсический эффект, но не защищает от воздействия капель отравляющего вещества. При больших плотностях заражения может наступить поражение персонала, одетого в защитные комплекты повседневного пошения, изготовляемого из тканей, пропитанных поглощающими составами, будь то угольная пыль или химический реагент. Защита от крупных капель и аэрозолей отравляющих веществ надежно обеспечивается лишь комплектами средств защиты кожи, изготовляемыми из особых прорезиненных тканей или пленочных материалов.

При попадании капель отравляющего вещества на обмундирование они впитываются в ткань, однако при этом жидкая фаза вещества кожного покрова не достигает, а поражение происходит за счет воздействия паров, образующихся при испарении капель и накапливающихся в подкостюльном пространстве. Кожно-резорбтивные поражения наступают и при воздействии только паров отравляющего вещества при высоких концентрациях.

Фосфорорганические вещества при резорбции в кожу не вызывают раздражающего эффекта. При попадании капель отравляющего вещества на незащищенные участки тела появляется лишь «гусиная кожа», а также происходит выпотевание жидкости, сопровождаемое фибриллярными мышечными подергиваниями в местах воздействия отравляющего вещества. Поэтому пострадавший сам может не заметить момента попадания на его тело отравляющего вещества, для него появление в таких случаях признаков поражения может оказаться совершенно неожиданным.

Page 56.

With satisfactory outcome victim needs hospitalization for the period of 1-2 months and more. In the period of hospitalization in victim is possible the appearance of signs of neuropsychic disorders, including depression, delusions, the anxiety state and hysteria, emotional instability. Depressive state can persist for a period of six months.

Skin-resorbitive injuries.

Skin-resorbitive injuries differ from inhalation by the presence of a latent period of effect with duration from several tens of minutes with lethal doses to 10 hours and more in the case of smaller doses. Injuries begin upon the direct entry of the drops of the poisonous substance in the open (unprotected) sections of skin of head and face, hands, arms and other parts of the body. Everyday clothing weakens toxic effect but it does not protect from the action of the drops of the poisonous substance. At high contamination levels can begin contamination of personnel dressed in the everyday protective gear made of cloth impregnated with absorbing material be it the coal dust or chemical reagent. Protection from large drops and the aerosols of the poisonous substances is reliably provided only by means of protection of skin, prepared from the special rubberized fabrics or the film materials.

Upon contact of the drops of the poisonous substance with uniform they are absorbed into the cloth; however, in this case the liquid phase of the substance the skin does not reach, but injury occurs due to the action of the vapors, which are generated by the vaporization of drops and which are accumulated in the space beneath the suit. Skin-resorbitive injuries begin also under the effect only of vapors of the poisonous substance with the high concentrations.

Organophosphorus substances with resorption into the skin do not produce irritating effect. Upon the entry of drops of the poisoning substances in the unprotected sections of body appears only "goose skin", and also occurs the sweating of fluid accompanied by fibrillar muscular twitchings in the places of the action of the poisonous substance. Therefore victim himself cannot know the moment of contact with his body of the poisonous substance, for him the appearance in such cases of the signs of injury can prove to be completely unexpected.

Сублетальные дозы в первую очередь вызывают расстройства желудочно-кишечного тракта (тошнота, рвота, диарея), слабость мышц, возможны генерализованные подергивания мышц и судороги. При больших дозах пострадавшие могут внезапно потерять сознание, впасть в состояние коллапса.

Лечение кожно-резорбтивных поражений затруднено из-за того, что отравляющее вещество быстро впитывается в кожу, накапливается в подкожно-жировой клетчатке, после чего оно постепенно проникает в кровяное русло и попадает в различные органы, наращая тяжесть поражения.

При пероральном поступлении отравляющего вещества в организм с продуктами питания или питьевой водой первые симптомы поражения появляются через 5-30 минут, включая слюноотечение, тошноту, рвоту, боли в области живота и диарею.

После всасывания отравляющего вещества в кровь при трансдермальном и пероральном поступлении в зависимости от дозы состояние пострадавшего и симптомы поражений подобны таковым при ингаляционном поражении.

Зарин, зоман и вещество VX обладают кумулятивным действием — по мере увеличения продолжительности воздействия или увеличения числа интоксикаций в течение суток токсические эффекты усиливаются, степень поражения при этом оказывается примерно таковой как и при однократном воздействии суммарно полученной дозы.

Возможности антидотной терапии отравлений веществами нервно-паралитического действия ограничены — их применение может спасти жизнь пострадавшему, но не поможет восстановить его боеспособность. При тяжелых формах отравления из-за патоморфологических дегеративных изменений в нервной системе, сердце, периферических органах может серьезно пострадать здоровье пострадавшего.

ЭФФЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Различия в токсичности и в физико-химических свойствах зарина и вещества VX находят отражение в способах их боевого применения. З а р и н применяется в осколочно-химических снарядах, минах, кассетных элементах, снабженных взрывателем ударного действия. С помощью заряда взрывчатого вещества корпус боеприпаса разрывается на осколки, а зарин дробится, образуя облако паров и аэрозоля. Следовательно, в непосредственной близости от места разрыва боеприпаса персонал, вооружение и другие объекты подразделений, оказавшиеся в очаге

Page 57.

Sublethal doses first of all produce the disorders of gastrointestinal tract (nausea, vomiting, diarrhea), the weakness of the muscles, are possible the generalized twitchings of the muscles and spasm. In the large doses the victims can suddenly lose consciousness, fall into the state of collapse.

The treatment of skin-resorbitive injuries is hampered because the poisonous substance rapidly is absorbed into the skin, is accumulated in subcutaneous fat cellular tissue, after which it gradually penetrates the bloodstream and different organs, increasing the seriousness of injury .

Upon the oral entry of the poisonous substance into the organism with food products or drinking water the first symptoms of injury appear after 5-30 minutes, including salivation, nausea, vomiting, pain in region of the stomach and diarrhea.

After absorption of the poisonous substance into the blood upon the trans-dermal and oral entry depending on dose the state of victim and the symptoms of injuries are similar to the those accompanying inhalation injury .

Zarin, soman and VX possess cumulative effect - with an increase in the duration of action or increase in the number of intoxication in the course of twenty-four hours toxic effects increase, the degree of injury in this case proves to be approximately such as under the single effect of total obtained dose.

The possibilities of the antidote therapy of poisonings by the substances of the neuroparalytic effect are limited - their application can save life of victim, but will not help restore his combat effectiveness. With severe forms of poisoning due to pathomorphological degenerative changes in the nervous system, the heart, the parenchymatous organs can seriously suffer the health of victim.

EFFECTS OF EMPLOYMENT

Differences in the toxicity and in the physicochemical properties of sarin and VX are reflected in the methods of their combat employment. Sarin is used in the fragmentation-chemical projectiles, the mines, the cassette [multiple-component? - Ed.] elements equipped with impact fuze. With the aid of the explosive charge the body of ammunition is torn to the fragments, and sarin is crushed, forming the cloud of vapor and aerosol. Consequently, in immediate proximity of the place of the break of ammunition personnel, armament and other objects of units in the stricken area, undergo the effect of both vapor and aerosol particles.

поражения, подвергаются воздействию и паров, и аэрозольных частиц. В теплые дни частицы аэрозоля зарина быстро испаряются, так что на основном пути движения облака зараженной атмосферы поражение людей и заражение различных объектов происходит только за счет паров зарина. В холодное время, особенно при отрицательных температурах окружающего воздуха, пары зарина, образующиеся в момент взрыва боеприпаса, конденсируются, образуя вторичный аэрозоль высокой дисперсности. Образование вторичного аэрозоля особенно характерно для зомана, если он применяется в аналогичных боеприпасах ударного действия или методом термической возгонки. Аэрозольное облако зарина и, особенно, зомана в таких условиях может сохраняться на всем пути его перемещения в очаге поражения и вызывать более опасное воздействие на персонал, а также приводить к более сильному заражению оружия, снаряжения, боевой техники.

При разрыве боеприпаса ударного действия в грунте образуется небольшая воронка, стенки которой и выброшенный при ее образовании грунт насыщаются отравляющим веществом и в последующем служат вторичным источником заражения воздуха в очаге поражения, сохраняющимся один-два часа в летнее время и несколько часов зимой в случае применения зарина или зомана.

Образовавшееся облако паров и аэрозоля зарина или зомана в последующем перемещается по ветру и размывается в соответствии с законами распространения в приземном слое атмосферы любых невесомых примесей, причем как либо повлиять на характер его движения реально невозможно.

Вещество VX ввиду его особо высокой кожно-резорбтивной токсичности применяется в боеприпасах дистанционного действия, с помощью которых образуется поток грубодисперсного аэрозоля. Размер частиц аэрозоля оказывает влияние на токсический эффект при одинаковых плотностях заражения кожи. От размера частиц зависит скорость оседания их из воздушного потока, от которой, в свою очередь, зависит распределение вещества на поражаемой площади. Найдено, что для артиллерийских снарядов средний диаметр частиц аэрозоля вещества VX должен быть равен 120-150 мкм. При этом высота разрыва снаряда над грунтом должна быть равной 10-20 м. Средства доставки вещества VX более крупных размеров (боевые части тактических и оперативно-тактических ракет контейнерного снаряжения, авиабомбы, выливные авиационные приборы) с целью достижения оптимального распределения вещества на площади цели приводятся в действие на высотах, достигающих, в зависимости от калибра боеприпаса и силы ветра в момент применения,

Page 58.

On warm days the particles of the aerosol of sarin vaporize rapidly, so that on the basic path of motion of the cloud of the contaminated atmosphere the contamination of people and different objects occurs only due to the vapor of sarin. In cold weather, especially at minus temperatures of ambient air, the vapor of sarin generated at the moment of the explosion of ammunition, are condensed, forming the secondary aerosol of high dispersion. The formation of secondary aerosol is especially characteristic for soman, if it is used in the analogous ammunition of percussion or by the method of thermal sublimation. The aerosol cloud of sarin and, especially, soman under such conditions may be preserved over entire path of its movement in the contaminated area and cause more dangerous effect on the personnel, and also lead to the stronger contamination of weaponry, equipment, combat materiel.

With the break of ammunition of percussion in the ground is formed the small crater, whose walls and ground thrown out with its formation are saturated by the poisonous substance and subsequently serve as the secondary source of the contamination of air in the stricken area, which persists one-two hours in the summer time and several hours in winter in the case of sarin or several days with the use of soman.

The formed cloud of vapor and aerosol of sarin or soman subsequently moves downwind and dissipates in accordance with the laws of propagation in the atmospheric boundary layer of any weightless admixtures, [? it being actually impossible to effect the nature of its motion ?].

VX in view of its especially high skin-resorbitive toxicity is used in the ammunition of remote effect, with the aid of which is formed flow of coarsely dispersed aerosol. The size of the particles of the aerosol has an effect on toxic effect at identical contamination levels of skin. On particle size depends their settling rate from air flow, on which, in turn, depends the distribution of substance over area of coverage. It is established that for the artillery shells the average particle diameter of VX aerosol must be 120-150 μm . In this case the burst altitude of the projectile above the ground must be 10-20 m. The means of delivery of VX of larger dimensions (warheads of tactical and operational-tactical rockets of container [cannister? - Ed.] loading, aircraft bomb, spray equipment) for the purpose of achievement of optimal distribution of substance over the target area are set in action at altitudes, depending on the caliber of ammunition and wind force at the moment of application, of 800-1200 m and more.

800-1200 м и более. В этом случае дробление вещества VX производится на капли более крупных размеров с тем, чтобы они смогли достичь грунта в заданном районе, а не рассеивались далеко за пределами цели. Считается, что для этих средств доставки характерно дробление отравляющего вещества на капли со средним размером 400—600 мкм в диаметре. В отличие от паров, частицы аэрозоля обладают инерцией и при встрече потока с преградой не следуют линиям потока воздуха, обтекающей преграду, за счет инерционных сил отклоняются от них, приходят во взаимодействие с поверхностью преграды и осаждаются на ней. Степень осаждения аэрозольных частиц на поверхности преграды зависит от дисперсности аэрозоля, скорости ветра и линейных размеров преграды. Частицы аэрозоля, образующегося при взрыве артиллерийских боеприпасов, предпочтительно осаждаются на изломах поверхности объектов, на выступающих малоразмерных элементах конструкции. Осаждение на грунт капель отравляющего вещества имеет место лишь в непосредственной близости от места разрыва снаряда, а на пути дальнейшего перемещения облака аэрозоля осаждение частиц аэрозоля происходит главным образом на стеблях травянистой растительности, на выступающих из грунта камнях, на кромках следов, оставленных на глубоком снегу и т.п. Человек, оказавшийся в таком аэрозольном облаке, оказывается интенсивно зараженным. Характерно при этом осаждение частиц аэрозоля на кисти рук, шею и подбородок, на элементы конструкции надетой лицевой части противогаза, на личное оружие, предметы одежды и снаряжения. Ровная заснеженная поверхность земли заражается во много раз меньше, чем находящийся на ней человек, особенно в положении стоя.

Аэрозоль, образующийся при взрыве артиллерийского снаряда, способен проникать вместе с зараженным воздухом в помещения, кабины машин, под перекрытия окопов, в палатки и т.п. и заражать их внутренние поверхности, так что на несколько дней и более эти объекты не могут использоваться персоналом без защиты противогазом.

Крупные капли отравляющего вещества, образующиеся при использовании крупноразмерных средств доставки, имеют большую инерцию, на искривление воздушного потока у преграды практически не реагируют и совершают движение по неизменяемой прямолинейной траектории. Их осаждение на внешних поверхностях объектов различных размеров и конфигураций напоминает выпадение капель дождя. Равно как и дождевые капли, частицы отравляющего вещества размером 400—600 мкм в диаметре не заражают экранированные внутренние поверхности ка-

Page 59.

In this case VX is broken up into drops of larger dimensions so they can reach the ground in the assigned region and not be scattered far beyond the limits of target. It is considered that breaking up the poisonous substance to drops with average diameter of 400-600 μm is characteristic for these means of delivery. In contrast to the vapor, the particles of aerosol possess inertia and upon the encounter of flow with obstacle do not follow the lines of the airflow around barrier, due to inertial forces they are deflected from them, they interact with surface of obstacle and are deposited on it. The degree of settling of aerosol particles on the surface of obstacle depends on the dispersion of aerosol, speed of wind and linear dimensions of obstacle. The particles of the aerosol, which is generated during the explosion of artillery ammunition, preferably are deposited on the fractures of the surface of objects, on the projecting small elements of structure. Settling to the ground of the drops of the poisonous substance occurs only in immediate proximity of the place of shell burst, and along the path of further movement of the cloud of aerosol the settling of the particles of the aerosol occurs mainly on the stems and stalks of grassy vegetation, on the stones projecting from the ground, on the edges of the tracks left in deep snow, etc. Person, in this aerosol cloud is highly contaminated. Is characteristic in this case the settling of the particles of the aerosol on hand, arm, the neck and the chin, to the elements of construction of front of the gas mask, side arms, objects of clothing and equipment. The even snow-covered earth's surface is contaminated many times less than the located on it person, especially in the standing position.

The aerosol, which is generated during the explosion of artillery shell, can penetrate together with contaminated air the rooms, the cabs of machines, under the roofs of entrenchments, into the tents and the like and to contaminate their internal surfaces, so that for several days and more these objects cannot be used by personnel without the protection by gas mask.

Large drops of toxic substance, which are generated with the use of large means of delivery have high inertia, to the bending of air flow around obstacle virtually they do not react and travel along invariable straight path. Their settling on the external surfaces of the objects of different sizes and configurations resembles precipitation of the drops of rain. Just as rain drops, the particles of the toxic substance with dimension of 400-600 μm in diameter do not contaminated protected internal surfaces of cabs, tents, roofs, etc., as they do not contaminate by drops the located in them personnel.

бин, палаток, перекрытий и т.п., как не заражают каплями и находящийся в них персонал.

При срабатывании дистанционных боеприпасов до 15% и более вещества VX испаряется, но поскольку это совершается на большой высоте, образующийся пар не оказывает заметного влияния на достигаемый поражающий эффект.

По мере дрейфа в атмосфере частиц грубодисперстного аэрозоля происходит сепарация частиц по размерам: на ближнем следе выпадают более крупные частицы, а на дальнем — мелкие. За время оседания частиц они совершают перемещение в горизонтальном направлении на большие расстояния. Частицы более крупных размеров, образующихся при применении крупногабаритных средств доставки, достигают грунта на расстоянии 1-10 км, а мелкие — на удалении до 20 км и более от места разрыва боеприпаса или выброса отравляющего вещества в атмосферу. Наконец, до 20% отравляющего вещества, раздробленного на еще более мелкие капли, уносятся ветром на многие десятки километров, не вызывая при этом плотностей заражения, при которых возможны тяжелые поражения людей. Инцидент в Скал-Велли (штат Юта, США) в 1968 году произошел из-за уноса вещества VX за пределы Дагуэйского полигона, когда гибель овец отмечалась на расстоянии 70 миль от места выброса отравляющего вещества в атмосферу из выливного авиационного прибора. Следует полагать, что поражение овец в этом инциденте произошло пероральным путем в результате поедания животными зараженной растительности, а не путем воздействия через кожные покровы.

Конфигурация границы зараженного района, образующегося при высотных выбросах отравляющего вещества в атмосферу, далека от оптимальной. Заражение происходит в полосе шириной 1—1,5 км и длиной 10 км и более, в силу чего эффективное наложение следа капель отравляющего вещества на расположение поражаемой цели далеко не всегда возможно. И только при использовании выливного авиационного прибора можно достичь более равномерного заражения площади цели путем выбора курса и высоты полета самолета с учетом направления ветра. Однако применение отравляющих веществ из выливных авиационных приборов имеет свои проблемы — на оптимальной высоте вылива самолет становится крайне уязвимым к воздействию средств противовоздушной обороны.

Зоман уступает веществу VX по кожно-резорбтивной токсичности, поэтому для достижения эффекта поражения он применяется с повышенными расходами, при которых плотности заражения грунта и расположенных в очаге поражения объектов

Page 60.

With the operation of remote ammunition up to 15% and more of VX vaporizes, but since this is accomplished at a high altitude, the resultant vapor does not have a noticeable effect on the attained damaging effect.

With drift in the atmosphere of the particles of the coarsely dispersed aerosol occurs the separation of particles according to dimensions: larger particles settle on the near track, and on the distant - small. During time of settlement of particles they travel in the horizontal direction large distances. The particles of the larger dimensions, which are generated during the application of large-size means of delivery reach ground at a distance of 1-10 km, the small at a distance to 20 km and more from the place of the break of ammunition or release of the toxic substance into the atmosphere. Finally, up to 20% of toxic substance, broken up into even smaller drops, is taken away by the wind many tens of kilometers, without producing in this case the contamination levels, at which are possible the severe injury of people. Incident in [Skull Valley? - Ed.] (state of Utah, the USA) in 1968 occurred due to the drift of VX beyond the limits of the Dugway Range when the death of sheep was noted at a distance of 70 miles from the place of the release of the toxic substance into the atmosphere from the spray equipment. One should assume that the contamination of sheep in this incident occurred orally as a result of eating by animals of the contaminated vegetation, not by the action through the skin.

The configuration of the boundary of the contaminated area, which is generated with the high-altitude release of the toxic substance into the atmosphere, is far from optimal. Contamination occurs in strip with a width of 1-1.5 km and with the length of 10 km and more, by virtue of which the effective application of track of drops of the toxic substance on location of the intended target is far from always possible. Only with the use of spray equipment is it possible to achieve more uniform contamination of target area with selection of course and flight altitude of aircraft taking into account wind direction. However, the application of the toxic substances with spray equipment has its problems - at the optimum altitude of release the aircraft becomes extremely vulnerable to the action of the means of air defense.

Soman is inferior to VX in skin-resorbative toxicity; therefore for achievement of the effect of injury it is used at increased expenditure rates, with which the contamination level of ground and objects in the target area is 5 g/m² and more.

составляет 5 г/м^2 и более. Соответственно сокращаются площади поражения.

Распределение плотностей заражения и токсических доз на площади поражения по ряду причин всегда неравномерно. При стрельбе химическими снарядами с оптимальными нормами расхода в очаге поражения могут сохраняться участки («окна»), которых минуют облака зараженной атмосферы и аэрозольные потоки. На следе каждого облака плотности заражения или токсодозы также не одинаковы. Даже при применении отравляющих веществ из выливных авиационных приборов при строгом сохранении постоянства расхода отравляющего вещества на единицу длины пути и скорости полета самолета плотность заражения местности не остается одинаковой из-за влияния местных ветров, рельефа местности, строений и лесной растительности. Следовательно, и персонал, и вооружение, как и другие объекты в очаге поражения оказываются в общем случае под воздействием неодинаковых плотностей заражения и токсических доз отравляющего вещества.

Эффект применения отравляющих веществ существенно зависит от степени защищенности личного состава подразделений, подвергшихся химическому нападению. Вполне вероятны следующие наиболее характерные ситуации:

а) личный состав подразделений укрыт в объектах коллективной защиты, одет в защитные комплекты повседневного назначения, имеет при себе противогазы, защитные чулки и перчатки, шприц-тюбики с антидотом, а также растворы для частичной дегазации. Газосигнализаторы и фильтро-вентиляционные установки включены (полная защита).

б) основная часть личного состава действует в пешем строю, а экипировка солдат остается той же, что и в случае полной защиты (умеренная защита).

в) военнослужащие или население одеты в обычную одежду и никаких специальных средств противохимической защиты не имеют (отсутствие защиты).

Полная защита

Применение зарина, зомана и вещества VX, равно как и других потенциальных веществ этого типа по войскам, находящимся в состоянии полной защиты (защищенности), не вызывает потерь в личном составе в момент нанесения химического удара. При включенной фильтро-вентиляции пары и аэрозоль отравляющих веществ не проникают внутрь объектов коллективной защиты. Укрытый в них персонал полностью изолируется от отравляющих веществ и может пребывать в таких объектах, не прибегая

Page 61.

The areas of contamination are decreased correspondingly.

The distribution of contamination levels and toxic doses over the area of coverage for a number of reasons is always uneven. Using chemical shells with the optimal norms of expenditure in the area of coverage may be sections ("windows") which the clouds of the contaminated atmosphere and aerosol flows pass. The contamination levels or toxic dose also are not identical on the track of each cloud. Even with employment of toxic substances from the spray equipment with strict maintaining of the constancy of expenditure of toxic substance per unit of path length and flight speed of aircraft the contamination level of locality does not remain identical due to the effect of the local winds, area relief, structures and forest vegetation. Consequently, both personnel and armament, as well as other objects in the center of contamination prove to be in the general case under the action of the dissimilar contamination levels and toxic doses of the toxic substance.

The effect of the use of toxic substances depends substantially on the degree of protection of personnel of units subjected to chemical attack. The following most characteristic situations are completely probable:

a) personnel of units are sheltered in facilities of collective protection, are dressed in the standard protective gear, has gas masks, protective stockings and gloves, tube syringes with the antidote, and also solutions for the partial decontamination. Gas warning devices and filtered ventilation installations are included (full protection).

b) in large part personnel operate in dismounted formation, and equipment of soldiers remains the same as in the case of full protection (moderate protection).

c) soldiers or population are dressed in the everyday clothing and have no special agents of antigas defense (no protection).

Full protection.

The use of sarin, soman and VX, as well as of other potential substances of this type on troops with full protection does not produce losses in the personnel at the moment of chemical strike. With switched on filtered ventilation the vapor and aerosol of the toxic substances do not penetrate inside the objects of collective protection.

к защите с помощью противогаза и других средств индивидуальной защиты. Примененное отравляющее вещество оказывает лишь скользящее действие.

В случае применения зарина происходит заражение парами и аэрозолем наружных поверхностей объектов коллективной защиты, местности и находившихся в районе применения технических средств и сооружений, которое сохраняется не более 1-2 часов. Если в течение этого периода подвергшееся химическому нападению подразделение выйдет из очага поражения на незараженную территорию, то личный состав, находясь внутри или снаружи танка, бронетранспортера, кузова-фургона автомобиля и др., может, не опасаясь получить поражение, действовать, надевая противогаз и не применяя другие средства защиты. В случае необходимости оставаться на прежней позиции, по которой был применен зарин, полное освобождение личного состава от средств противохимической защиты возможно только после исчезновения паров зарина в атмосфере, которое наступает примерно через 2-3 часа после заражения. При потребности в этот период времени в выходе из объекта коллективной защиты кого-либо из состава экипажа (расчета) на зараженной заринном территории должны соблюдаться общие правила входа/выхода при работающей фильтро-вентиляционной установке. Выходящий надевает противогаз. При обратном входе все находящиеся в объекте коллективной защиты люди должны надеть противогазы и в последующем снять их вместе с вошедшим, если с помощью средств индикации будет зафиксировано отсутствие внутри объекта паров зарина.

Заражение местности, расположенных на ней объектов, так же как и наружных поверхностей объектов коллективной защиты, при применении вещества VX может сохраняться в течение многих дней в летних условиях и нескольких недель зимой. До тех пор, пока сохраняется на опасном уровне заражение наружных поверхностей, во избежание проникания паров вещества внутрь объекта, фильтро-вентиляционная установка не может выключаться. При выходе из зараженного объекта коллективной защиты должна проводиться дегазация участков поверхности и элементов конструкции, с которыми выходящий не может не соприкасаться. При возможности выходящий должен применять дополнительные средства защиты кожи изолирующего типа с целью предохранения обмундирования от заражения веществом VX. Обратный вход в объект коллективной защиты, расположенный как на зараженной веществе VX, так и на незараженной территории, должен выполняться при условии соблюдения правил входа/выхода. Предметы изолирующей защитной одежды при этом оставляются снаружи. После выхода из зара-

Page 62.

Personnel sheltered in them completely are isolated from toxic substances and can stay in such objects, without resorting to protection with gas mask and other means of individual protection. The used toxic substance exerts only the restricting effect.

In the case of applying the sarin occurs the contamination by vapor and by the aerosol of the external surfaces of the objects of collective protection, locality and located in the region of use technical equipment and buildings, which persists not more than 1-2 hours. If during this time the subjected to chemical attack unit leaves the center of contamination to the uncontaminated territory, then personnel, being located within or outside the tank, armored carrier, vehicle, etc., can, without fearing to obtain injury, function without putting on gas mask and without using other means of protection. If necessary to remain in the previous position, on which was used the sarin, the complete release of personnel from the agents of antigas defense is possible only after the disappearance of vapor of sarin in the atmosphere, which begins approximately 2-3 hours after contamination. If it is necessary during this period of time for any crew member to leave the facility of collective protection and enter territory contaminated by sarin, must be observed the general rules for entrance/exit with working filtered ventilation installation. Person exiting puts on gas mask. Upon reentry all people located in the object of collective protection must put on gas masks and subsequently remove them together with the person entering if within the object no vapor of sarin is indicated with the aid of the means of indication.

Contamination of area and located in it objects as well as of the external surfaces of the objects of collective protection with the use of VX can persist many days in the summer conditions and several weeks in winter. As long as contamination of external surfaces remains at dangerous level, to avoid the penetration of vapor of substance inside the object, filtered ventilation installation cannot be turned off. With exit from contaminated object of collective protection must be conducted decontamination of sections of surface and elements of construction with which person exiting cannot but touch. When possible people emerging must use additional means of protection of skin of insulating type for the purpose of the protection of uniform from the contamination by VX. The reverse entrance into the object of collective protection located both on territory contaminated by the VX, and on the uncontaminated territory, must be accomplished with observation of the rules of entrance/exit. The objects of insulating protective clothing in this case remain outside.

женного района объекты коллективной защиты подлежат дегазации в возможно короткие сроки с тем, чтобы полностью освободить персонал от необходимости пользоваться средствами противохимической защиты, выключить фильтро-вентиляционную установку и сохранить энергоресурс для последующего ее включения при необходимости.

Так же как зарин и вещество VX, зоман не способен нанести поражения людям, укрытым в объектах коллективной защиты, при условии их заблаговременной герметизации и своевременного включения системы фильтро-вентиляции. Однако последующие мероприятия по защите персонала от отравляющего вещества, попавшего на объект коллективной защиты и окружающую местность, требуют более строгого соблюдения режима эксплуатации зараженных объектов, проведения более трудоемких мероприятий по ликвидации последствий заражения, занимающих много времени.

Вблизи от зараженных объектов за счет испарения капель отравляющего вещества весьма длительное время (более недели летом и на весь зимний период) поддерживаются высокие концентрации паров зомана (до 0,00001 мг/л и более), воздействие которых может вызвать поражение людей легкой и средней тяжести, а также опасное заражение их обмундирования, которое в свою очередь может стать источником заражения воздуха в помещениях. Выход из зараженных каплями зомана объектов коллективной защиты во избежание опасного заражения обмундирования должен проходить только при дополнительном надевании комплекта защитной одежды изолирующего типа. Вход в зараженный каплями зомана объект коллективной защиты, даже при строгом соблюдении правил, после частичной дегазации его и при условии снятия защитной одежды перед самым входом, нежелателен, так как сопряжен с опасностью заноса зомана внутрь объекта и заражения им его внутренних поверхностей. Зоман, десорбируясь с зараженных внутренних поверхностей, заражает воздух в помещении до недопустимо высоких концентраций. В таких случаях объект коллективной защиты теряет свое основное достоинство — в нем нельзя находиться без противогаса.

Дегазация вооружения и боевой техники, транспортных средств, как и любых других объектов, зараженных каплями зомана, с помощью войсковых средств никогда не бывает полной. После дегазации та часть зомана, которая впиталась в лакокрасочные покрытия, резину, дерево и другие материалы, использованные при изготовлении военной техники, сохраняется. В последующем сохранившийся зоман диффундирует к поверхности и десорбируется, заражая вблизи воздух до опасных концентра-

Page 63.

After exit from the contaminated area the objects of collective protection must be decontaminated in the shortest possible time in order to completely free personnel from the need to use means of antigas defense, switch off filtered ventilation installation and preserving power supply for subsequent switching on if necessary.

Just as sarin and VX, soman is not capable to inflict injuries on people, sheltered in the objects of collective protection if the latter are sealed and filtered ventilation system is switched on in time. However, the subsequent measures for the protection of personnel from the toxic substance, which fell on the object of collective protection and the surrounding locality, require a stricter observance of the regime of use of contaminated objects and more work-consuming measures to manage the consequences of contamination, which occupy much time.

Near contaminated objects, due to the vaporization of the drops of the toxic substance for very long time (more than a week in summer and for entire winter period) are maintained are the high concentrations of vapor of soman (to 0.00001 mg/l and more), whose action can cause injury to people of minor to moderate degree of seriousness and also dangerous contamination of uniforms, which in turn can become the source of the contamination of air in the rooms. Exit from shelters contaminated by drops of soman should be permitted, to avoid dangerous contamination of uniform, only with the additional putting on of insulating type protective clothing. Entrance into contaminated by drops of soman object of collective protection, even with strict observance of rules, after its partial decontamination and under the condition of removing protective clothing before entrance itself, is undesirable, since it entails the danger of the drift of soman inside object and contamination by it of its internal surfaces. Soman, being desorbed from the contaminated internal surfaces, infects air in the room to inadmissibly high concentrations. In such cases the object of collective protection loses its basic advantage - it cannot be occupied without gas mask.

Decontamination of armament and combat materiel, transportation means and any other objects, contaminated by the drops of soman, with the aid of field means never is complete. That part of soman, which was absorbed into the paint and varnish coats, rubber, wood and other materials, used in production of military equipment persists after decontamination. Persisting soman diffuses to the surface and is desorbed, infecting near air to dangerous concentrations.

ций. Ускорить процесс дегазации объектов от остаточных количеств зомана крайне трудно.

Известен случай, когда один из объектов бронетанковой техники проходил испытания на устойчивость его к воздействию отравляющих веществ. После заражения его внешних поверхностей каплями зомана он был продегазирован штатными средствами дегазации до уровней, допускающих его эксплуатацию персоналом на открытой местности, при этом не используя средства защиты, но при условии соблюдения определенных ограничений. После испытаний объект должен был быть отправлен на завод-изготовитель для полной разборки и экспертизы состояния двигателя и других элементов его конструкции после проведения всего цикла испытаний. Упомянутые ограничения в условиях цехов завода выполнить не представлялось возможным, а без дополнительной дегазации испытываемый объект мог стать источником заражения воздуха в цехах до концентраций, равных 0,00000 i мг/л и более, при которых у рабочих могли наступить миоз, загрудинный эффект и, возможно, другие признаки легких поражений. Поэтому была проведена дополнительная дегазация, в процессе которой объект подвергался многократной обработке нагретым до кипения раствором щелочи, часами обдувался с близкого расстояния струей выхлопных газов турбореактивного двигателя тепловой машины ТМС-65. Выгорело лакокрасочное покрытие, сгорели или механически разрушились изделия из брезента, но высокочувствительные методы индикации продолжали фиксировать наличие паров зомана около поверхностей объекта.

Известен другой случай. Стрелковое оружие было продегазировано раствором из противохимического пакета, проходившего полигонные испытания. Оружие, зараженное каплями зомана, тщательно (без разборки его) протиралось тампонами, смоченными дегазирующим раствором. Испытания проходили поздней осенью. Оружие без какой-либо дополнительной обработки было оставлено в неотапливаемом хранилище до наступления весны. В один из теплых дней была организована чистка этого оружия. Персонал, проводивший чистку, противогазами не пользовался. Процесс чистки оружия был прерван, так как у работающего персонала появился миоз глаз.

В общевойсковых подразделениях, равно как и в подразделениях и частях специальных войск, в качестве объектов коллективной защиты используются главным образом танки, бронетранспортеры, кузова-фургоны автомобилей и др., оборудованные соответствующим образом и оснащенные фильтро-вентиляционными установками. Ресурсы привода вентиляторов этих фильтро-вентиляционных установок не беспредельны. Поэтому

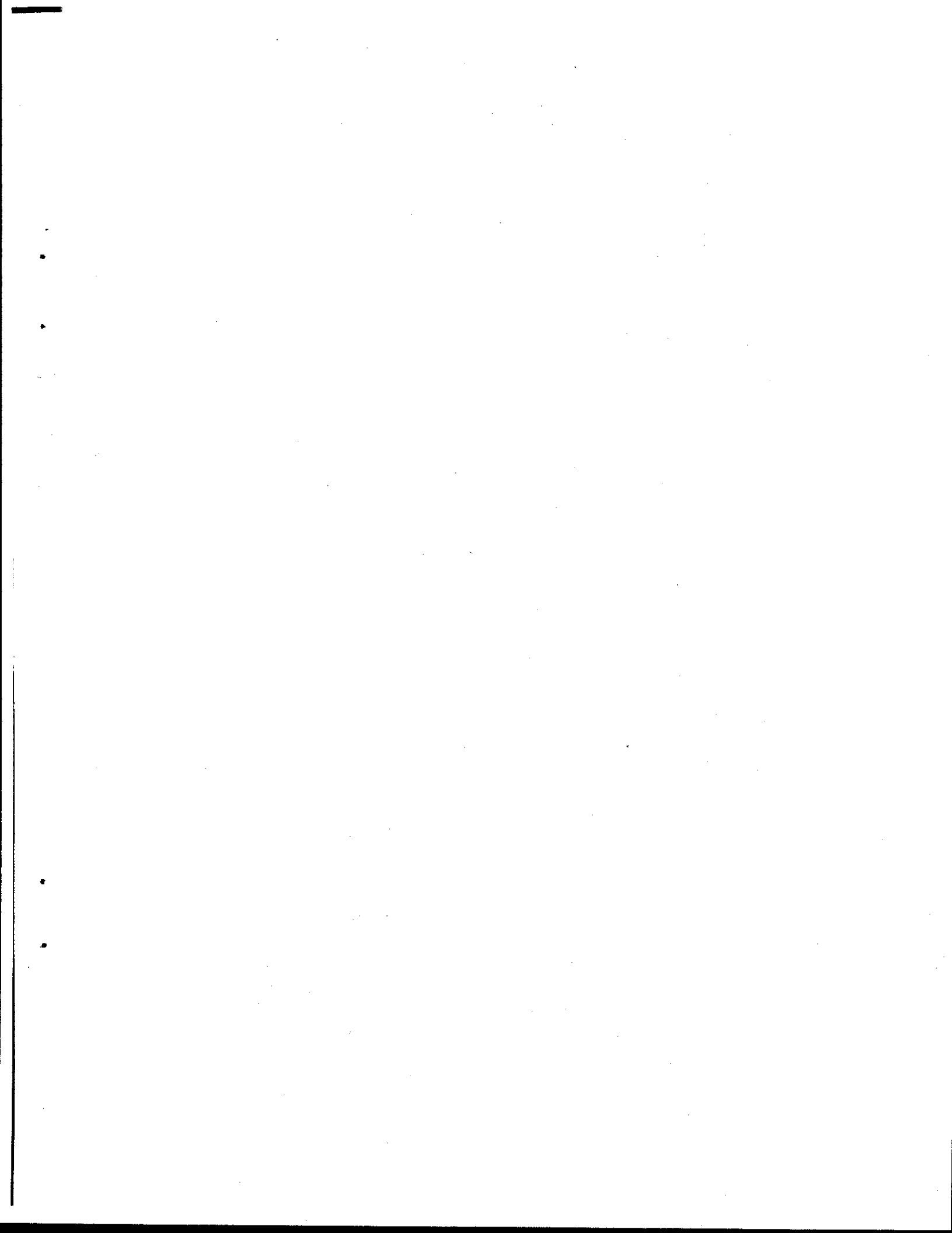
Page 64.

To accelerate the process of decontamination of objects from residual quantities of soman is extremely difficult.

Is known the case, when one piece of armored equipment underwent tests for its resistance to the action of the toxic substances. After the contamination of its external surfaces by the drops of soman it was decontaminated by regular decontamination equipment to the levels, which allow its exploitation by personnel in the open country, in this case without using means of protection, but under the condition of observing specific limitations. After tests the object had to be sent to manufacturer for the complete dismantling and appraisal of the state of engine and other elements of its construction after conducting of entire cycle of tests. To fulfill the mentioned limitations in the conditions of the shops of plant was impossible, but without the additional decontamination the tested object could become the source of the contamination of air in the shops to the concentrations, equal to 0.000001 mg/l and more, with which in workers could begin miosis, substernal oppression and, possibly, other signs of minor injuries. Therefore additional decontamination, in process of which the object underwent repeated treatment by the solution of alkali heated to boiling and for hours it was blown from the close range by the stream of exhaust gases of the turbojet engine of heat engine TMS-65. Burned paint and varnish coat, burned or mechanically were destroyed articles made of the tarpaulin, but the high-sensitivity methods of indication continued to record the presence of vapor of soman near the surfaces of object.

Is known another case. A small weapon was decontaminated by solution from the anti-chemical kit which underwent range tests. The weapon, contaminated by the drops of soman, thoroughly (without its dismantling) wipe with pads moistened by the decontamination solution. Tests were conducted late autumn. Weapon without any additional treatment was left in the unheated storage until spring. Cleaning this weapon was organized on one of the warm days. Personnel, which conducted cleaning, did not put to use gas masks. The process of cleaning weapon was interrupted, since in the working personnel the miosis of eyes appeared.

In combined-amrs units, just as in units of special troops, as the objects of collective protection are used mainly the tanks, the armored carriers, vehicles, etc., equipped correspondingly and equipped with filtered ventilation installations. The service lives of the fan drive of these filtered ventilation installations are not infinite.



фильтро-вентиляция в ряде ситуаций может включаться только по сигналу химической опасности. За время прохождения сигнала оповещения отравляющее вещество может проникнуть в тех или иных количествах внутрь объектов коллективной защиты, вызвать заражение внутренних поверхностей люков, дверей и тем самым создать для экипажей или расчетов опасность пребывания в этих объектах без противогаза. При этом нельзя исключить появления случаев легких поражений и возрастания степени сковывающего действия отравляющего вещества.

Отравляющие вещества нервно-паралитического действия, как и другие возможные отравляющие вещества, не могут нанести поражений живой силе противника, если она укрыта и находится в состоянии полной защиты. Следовательно, применением отравляющих веществ не достигается уничтожение живой силы,¹ находящейся в состоянии полной защиты. Жидкие отравляющие вещества, примененные в виде аэрозоля или крупных капель, оказывают сильное сковывающее действие, которое лишает подвергшиеся химическому нападению войска возможности свободно совершать маневр, в полной мере использовать боевые качества вооружения. Личный состав вынужден длительно пребывать в средствах защиты, оказывающих неблагоприятные воздействия на организм людей. Для полной ликвидации последствий химического нападения подразделения войск могут нуждаться в выводе их из боя или в освобождении от выполнения боевых задач. Сковывающее действие жидких отравляющих веществ зависит от их токсичности и летучести.

Умеренная защита

Непрерывное длительное пребывание и тем более выполнение тяжелой физической работы в средствах защиты изолирующего типа, способных обеспечить надежную защиту от паров, аэрозолей и капель отравляющих веществ, невозможно по физиолого-гигиеническим показателям. Поэтому в постоянном ношении могут находиться только облегченные средства защиты кожи - защитные костюмы (комплекты) фильтрующего типа, изготовляемые из тканей, содержащих в своем составе адсорбенты или химические реагенты. Такие костюмы защищают от паров и аэрозолей, но не обеспечивают надлежащей защиты от крупных капель отравляющих веществ, особенно зомана и ему подобных фторангидридов эфиров метилфосфоновой кислоты.

¹ Уничтожение живой силы — боевая задача, при выполнении которой не менее 50% персонала атакованных частей и подразделений противника получает поражения не менее заданной степени тяжести.

Page 65.

Therefore filtered ventilation in a number of situations can be switched on only on the signal of gas danger. During time of warning signal the toxic substance can penetrate in various quantities inside the objects of collective protection, cause the contamination of the internal surfaces of hatches, doors and thus create for crews the danger of staying in these objects without the gas mask. In this case it is not possible to exclude the appearance of the cases of slight injuries and increase of the degree of restricting effect of the toxic substance.

Convulsant nerve gases, like other possible toxic substances, cannot inflict injuries on live enemy target, if it is sheltered and is in the state of full protection. Consequently, by the use of the toxic substances is not achieved the destruction of fully protected [emphasis in original - Ed.] live targets.¹ Liquid toxic substances, used in the form of aerosol or major drops, exert the strong restricting effect, which deprives the subjected to chemical attack troops of the possibility to freely accomplish maneuver, to entirely use military characteristics of armament. Personnel is forced for long periods to remain in the means of protection, which exert unfavorable effects on the organism of people. For the complete overcoming of the consequences of chemical attack the units of troops can may need to be withdrawn from engagement or release from the execution of combat missions. The restricting effect of the liquid toxic substances depends on their toxicity and volatility.

Moderate protection.

The uninterrupted prolonged stay, not to mention hard physical work in the insulating-type protective gear capable of ensuring reliable protection from the vapor, the aerosols and the drops of the toxic substances, is impossible according to the physiologicohygienic indices. Therefore for long-term wear can be used only light-weight means of protection, skin-protective suits (sets) of the filtering type made from the cloth which contain in their composition adsorbents or chemical reagents. Such suits protect from the vapor and the aerosols, but they do not provide the proper protection from large drops of the toxic substances, especially soman and similar acid fluorides of ethers [esters? - Ed.] of methylphosphonic acid.

FOOTNOTE ¹. Destruction of human targets is combat mission in the execution of which not less than 50% personnel of the attacked units of enemy sustains injuries of not less than given degree of seriousness. ENDFOOTNOTE.

Представляется характерной ситуация, когда личный состав подразделений, действуя вне объектов коллективной защиты, будет одет в защитные костюмы фильтрующего типа, иметь при себе в готовности использовать противогазы, а также защитные перчатки, чулки и подшлемники. Особенность ситуации в том, что при неожиданном химическом нападении надевание противогазов и других предметов защиты производится в период нападения, в атмосфере паров и аэрозоля отравляющего вещества или в период высеивания на грунт крупных капель его. Надевание средств защиты занимает определенное время, в течение которого подвергшиеся нападению могут вдохнуть пары или аэрозоль отравляющего вещества, получить заражение открытых участков кожи (кисти рук, голова, лицо и шея) и защитного костюма. Нападающая сторона может применить такой расход отравляющего вещества по поражаемой цели, при котором определенная часть персонала подразделения противника может получить поражения соответствующей степени, например, не менее 50% личного состава получит поражение не ниже средней тяжести. Такая задача достижима при применении и зариана, и зомана, и вещества VX. В описанной ситуации химическое оружие может решать задачу по уничтожению живой силы противника при наличии соответствующей группировки ракетно-артиллерийских или авиационных подразделений и частей. Особенность защиты в рассматриваемом случае состоит в том, что при надевании противогаза в зараженной атмосфере в подмасочном пространстве могут оказаться значительные количества отравляющего вещества, осевшего как на коже лица, так и на внутренней поверхности лицевой части противогаза в момент надевания его. Эффективных способов дегазации отравляющих веществ в подмасочном пространстве надетого противогаза не найдено. Отмеченный фактор будет усугублять тяжесть поражений, а возможности антитоксической терапии окажутся недостаточными.

При применении аэрозолей или капель зомана и вещества VX поражение людей может быть достигнуто и в случае, если весь личный состав подразделения по команде надеет противогазы до начала химического нападения, за счет кожно-резорбтивного токсического эффекта, в обход противогаза. Кроме того, зоман может вызывать тяжелые поражения за счет воздействия паров (в достаточно высокой концентрации) на кожные покровы. Пары зомана интенсивно поглощаются лакокрасочными покрытиями, резиной, одеждой и даже кожными покровами людей в такой степени, что после выхода из отравленной атмосферы поглощенное вещество десорбируется, вызывая опасное заражение окружающего воздуха. Эффективных средств дегазации об-

Page 66.

Is characteristic the situation, when personnel of units operating outside objects of collective protection, are dressed in filtering type protective clothing, carrying in readiness to use gas masks, and also protective glove, stockings and caps. The special feature of situation consists in the fact that with unexpected chemical attack the donning of gas mask and other items of protection is accomplished in the period of attack, in an atmosphere of vapor and aerosol of the toxic substance or in the period of settling to the ground of large drops of it. The putting on of means of protection occupies a time, during which those subjected to attack can inhale vapor or aerosol of the toxic substance, suffer contamination of the open sections of skin (hand, head, face and neck) and protective clothing. Attacker can use enough toxic substance on the target such that a given part of the personnel of the unit of enemy can obtain the injuries of a corresponding degree, for example, not less than 50% personnel will suffer injury of not less than average seriousness. This can be accomplished with the use of sarin, soman and VX. In the described situation the chemical weaponry can accomplish the purpose of destruction of live enemy target when the corresponding grouping of rocket-artillery or aviation is present. The special feature of protection in the case in question consists of the fact that with the putting on of gas mask in the contaminated atmosphere in the space under the mask there can be significant quantities of toxic substance, deposited both on the skin of face, and on the internal surface of the front of the gas mask at the moment of its putting on. Effective methods of decontamination of toxic substances in the space between mask and face have not been found. This factor will aggravate the seriousness of injuries, and the possibilities of antidote therapy will prove to be insufficient.

With the use of aerosols or drops of soman and VX the contamination of people can be achieved also if entire personnel of unit upon command puts on gas masks prior to the beginning of chemical attack, due to the skin-resorbitive toxic effect, around gas mask. Furthermore, soman can cause severe injuries due to the action of vapor (in the sufficiently high concentration) on the skin. Vapor of soman are readily absorbed by paint and varnish coats, by rubber, by clothing and even skins of people to such degree, that the absorbed substance is desorbed after exit from the poisoned atmosphere, causing dangerous contamination of ambient air.

обмундирования непосредственно в подразделениях войск не существует. Помывка под горячим душем не устраняет опасную десорбцию зомана с зараженных кожных покровов людей. Во всех случаях пребывание людей в очаге поражения неизбежно приводит к заражению тела людей и одежды в такой степени, что появление их в закрытых помещениях, в том числе внутри объектов коллективной защиты, создает опасность сильного заражения воздуха в них и, следовательно, ингаляционных поражений находящегося в них персонала, если этот персонал не использует противогазы.

Защитные костюмы, изготовленные из тканей адсорбционного типа, могут не защищать от тонкодисперсного аэрозоля отравляющих веществ, так как адсорбенты по своей природе пригодны лишь для поглощения паров, а не аэрозолей. Фильтрующие свойства тканей в отношении аэрозолей могут оказаться недостаточными подобно тому, как недостаточны фильтрующие способности обычной одежды, не предотвращающей проникание дорожной пыли к кожным покровам.

Подразделения, попавшие под нападение боеприпасами, снаряженными зоманом или веществом VX, должны в возможно короткие сроки подвергнуться санитарной обработке с замной обмундирования (защитного костюма и белья). При применении зарина в виде пара, особенно в жаркие дни, в результате проветривания в течение 2-3 часов может наступить полное обеззараживание обычного обмундирования и замена его не потребуется. Этого определенно сказать нельзя относительно защитных костюмов, изготовленных из тканей адсорбционного типа, ибо они могут поглотить значительно большие количества зарина по сравнению с обычной летней одеждой.

Отсутствие защиты

При отсутствии каких-либо средств противохимической защиты эффект воздействия отравляющих веществ существенно возрастает из-за более пролонгированного и массивного воздействия отравляющего вещества и через дыхательные пути, и через кожные покровы. При соответствующих нормах расхода средств доставки незащищенное подразделение, оказавшееся объектом химического нападения отравляющими веществами нервно-паралитического действия, теряет боеспособность и нуждается в помощи со стороны специальных подразделений медицинской и химической служб.

Page 67.

Effective means of decontamination of uniform directly in the units of troops do not exist. Washing under the hot shower does not prevent dangerous desorption of soman from the contaminated skins of people. In all cases the presence of people in the center of contamination unavoidably leads to contamination of the body and clothing of people to such a degree, that their presence in closed rooms, including within the objects of collective protection, creates the danger of the strong contamination of air in them and, therefore, the inhalation injury of the located in them personnel, if these personnel do not use gas masks.

Protective clothing made from adsorptive type cloth may not protect from finely dispersed aerosol of toxic substances, since adsorbents by their nature are suitable only for absorbing the vapor, and not aerosols. The filtering properties of cloth with respect to aerosols can prove to be insufficient similar to the way that standard clothing cannot prevent penetration of road dust to the skin.

The units attacked with ammunition, equipped with soman or VX, must within the shortest possible periods undergo sanitary treatment with the replacement of uniform (protective clothing and underwear). With the use of sarin in the form of vapor, especially on hot days, as a result of ventilation for 2-3 hours can begin the complete decontamination of regular uniform and its replacement will not be required. This definitely cannot be said about protective clothing made adsorptive type cloth, since they can absorb considerably larger quantities of sarin in comparison with the usual summer clothing.

Absence of protection.

In the absence of any means of antichemical defense the effect of the action of the toxic substances substantially increases due to the more prolonged and concentrated action of the toxic substance both through the respiratory tract and through the skin. With appropriate norms of expenditure of the means of delivery an unprotected unit subjected to chemical attack by convulsant nerve gases, loses combat efficiency and needs help from special units of medical and chemical services.

ПСИХО-ЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ

Ведение боевых действий в условиях применения обычных огневых средств поражения людей и вооружения вызывает высокие психо-эмоциональные напряжения. Длительное участие в тяжелом бою, испытание на себе реальной угрозы для жизни порождает появление стрессовых и невротических состояний, прежде всего неврастении и психастении — невроза навязчивых состояний.

В состоянии стресса персонал полностью утрачивает свою боеспособность и нуждается в неотложной медицинской помощи. Потеря боеспособности у отдельных членов экипажа за счет наступления стрессового состояния может привести к потере боеспособности экипажа в целом.

Для неврастении характерны изменчивость настроения, взрывы эффектов при умеренных раздражителях, нервозность, несдержанность и нетерпимость, расстройство внимания и ослабление памяти. Под влиянием психо-эмоциональных травм возникают острые реактивные состояния — либо возбуждения крайней формы, либо тяжелейшие депрессии вплоть до ступора. При неврозе навязчивых состояний у людей возникает чувство общей неуверенности в себе, тревоги и страха, а также проявляются мысли и действия, от которых пострадавший не может освободиться.

В условиях применения химического оружия физиологические и психо-эмоциональные напряжения людей возрастают до угрожающих пределов, что проявляется увеличением частоты появления стрессовых состояний и невротических расстройств, причем в более тяжелых формах, в охвате ими относительно большей доли личного состава подразделений и, следовательно к более серьезной потере ими боеспособности.

Возрастание физиологических напряжений связано прежде всего с необходимостью вести боевые действия в средствах противохимической защиты и испытывать их изнуряющее и сковывающее воздействие, осуществлять трудоемкие и опасные работы по ликвидации последствий химических нападений, включая обращение с трупами погибших и с пораженными тяжелой степени, что в свою очередь ведет к усилению психо-эмоциональных напряжений.

Основным фактором, обуславливающим возрастание психо-эмоционального напряжения, является опасность получить поражение и ощутить на себе проявление устрашающих симптомов поражения. По этой причине каждый огневой налет противника или пролет самолета в условиях химической войны воспринимается за начало химического нападения и сопровождается дейст-

Page 68.

PSYCHOEMOTIONAL EFFECTS.

The conduct of combat operations under the conditions of the use of conventional fire weapons for destruction of people and armament causes high psychoemotional stress. Prolonged participation in heavy fighting, experience of real threat to life engender stress and neurotic states, primarily neurasthenia and psychasthenia, [? obsessive-compulsive neuroses ?].

In the state of stress personnel completely lose combat efficiency and need urgent medical aid. The loss of combat efficiency in individual crew members due to the onset of stress state can lead to the loss of the combat efficiency of crew as a whole.

For neurasthenia are characteristic the changeability of mood, explosions of effects with moderate stimuli, nervousness, impetuosity and intolerance, disorder of attention and weakening memory. Under the effect of psychoemotional traumata appear acute reactive states - either excitation of extreme form or deep depressions up to stupor. With [obsessive-compulsive neuroses? - Ed.] in people appears a feeling of general uncertainty, the anxieties also of fear, and thoughts and actions are manifested from which the victim cannot free himself.

Under the conditions of use of chemical weaponry the physiological and psychoemotional stresses in people grow to the threatening limits, which is manifested by an increase in the frequency of the appearance of stress states and neurotic disorders, moreover in more severe forms, encompassing relatively large fraction of personnel of units, [which leads, consequently,?] to more serious loss by them of combat efficiency.

The increase of physiological stresses is connected, first of all, with having to conduct combat operations in means of antichemical defense, experience their exhausting and restricting effect and accomplish laborious and dangerous missions to deal with consequences of chemical attacks, including handling corpses of victims and those injured to severe degree, which in turn leads to strengthening of psychoemotional stresses.

The basic factor intensifying psychoemotional stress is [? danger of injury and of experiencing personally ?] the manifestation of the frightening symptoms of injury.

виями, неадекватными реальной обстановке с отрицательными последствиями для выполнения боевой задачи (например, вместо пуска ракеты на поражение самолета противника испытывающий страх прячется в укрытии или надевает противогаз).

Страх порождается неожиданным появлением признаков поражения отравляющим веществом нервно-паралитического действия, когда в непосредственной близости не было разрывов каких-либо снарядов и авиабомб, а токсозффект появляется за счет воздействия вещества, которое было выброшено в атмосферу за 10—20 км от места нахождения пострадавшего.

Усугубить невротическое состояние военнослужащих может применение лечебного антидота без показаний, при перестраховке из-за боязни получить поражение. Антидоты сами по себе обладают негативным действием, особенно в условиях отсутствия воздействия отравляющего вещества. Негативные эффекты антидота могут быть приняты за действие отравляющего вещества.

При кожной аппликации симптомы поражения появляются и развиваются во времени в зависимости от дозы отравляющего вещества. Появление признаков поражения у кого-либо из подразделения настораживает остальных, и не без оснований, так как разрыв по времени появления признаков поражения у личного состава подразделения может достигать двух и более часов. Страх, порождаемый ожиданием проявлений действия отравляющего вещества, усиливает психо-эмоциональное напряжение до крайних пределов. Даже у лиц, избежавших попадания на них отравляющего вещества, могут реактивно наступить расстройства, характерные при реальных поражениях. Это, в частности, подтверждается событиями, имевшими место во время аварии, случившейся в химической лаборатории.

Лаборатория входила в состав отдела, занятого синтезом потенциальных отравляющих веществ. Синтез проводился под вытяжным шкафом. Случилась авария — реагент был выброшен из реакционной колбы. Произошло возгорание реагента с последующим взрывом паро-воздушной смеси. При взрыве был разрушен вытяжной шкаф, выбиты стекла в оконной раме. Возник пожар. Опытная лаборантка, проводившая синтез, как только увидела фонтанирование реакционной смеси из колбы, до взрыва покинула лабораторию и от него не пострадала. Подоспевший персонал других лабораторий вместе с хозяйкой лаборатории немедленно принялись выносить из горящего помещения документы, одежду, ценное оборудование. В суматохе пожара была разбита колба с раствором хлорного железа, капли которого попали на ногу лаборантки. Дежурившая на этаже фельдшер, прибывшая к месту пожара, в порядке профилактики (на всякий

Page 69.

For this reason each artillery attack of enemy or flight of aircraft under the conditions of chemical warfare is seen as beginning of chemical attack and is accompanied by actions inadequate to real circumstances with the negative consequences for executing the combat mission (for example, instead of the launch of rocket to destroy aircraft of enemy troops experiencing fear will hide in shelter or don gas mask).

Fear is engendered by the unexpected appearance of signs of injury by convulsant nerve gas, when in immediate proximity there were no explosions of projectiles or aircraft bombs, but toxic effect appears due to the action of substance released into atmosphere 10-20 km from location of victim.

Neurotic state of soldiers can be aggravated by the use of antidote without the indications, out of excessive caution due to fear of injury. Antidotes by themselves possess negative effect, especially under the conditions of the absence of the action of the toxic substance. The negative effects of antidote can be taken as the effect of the toxic substance.

With cutaneous application symptoms of injury appear and developed in time depending on the dose of the toxic substance. The appearance of signs of injury in one member of a unit puts everybody else on guard, and not without reason, since time interval of appearance of signs of injury in personnel of unit can reach two and more hours. The fear engendered by expectation of manifestations of the effect of toxic substance intensifies psychoemotional stress to extreme limits. Even in those who have avoided exposure to toxic substance can reactively begin disorders characteristic of real injuries. This, among other things, is confirmed by events which occurred during an accident occurring in a chemical laboratory.

Laboratory was part of a section occupied with synthesis of potential toxic substances. Synthesis was being conducted under exhaust hood. Accident happened - reagent escaped from reaction flask. The flaming-up of reagent with the subsequent explosion of air-steam mixture occurred. During the explosion the exhaust hood was destroyed, glass in the window frame was knocked out. Fire broke out. Experienced laboratory worker conducting synthesis as soon as she saw fountain effect of reaction mixture from the flask before explosion left laboratory and from it it did not suffer. She arrived in time personnel of other laboratories together with director of laboratory immediately started to carry from burning room documents, clothing, valuable equipment. In the chaos of fire was broken the flask with the solution of ferric chloride, whose drops fell on the leg of laboratory assistant.

случай) обработала ногу лаборантки раствором из индивидуального противохимического пакета. На этом все бы могло благополучно закончиться. Но администрация, имея в виду фосгеноподобное токсическое действие реагента, использованного в синтезе, способность его вызывать отек легких по истечении скрытого периода, исчезающего часами, распорядилась опять таки на всякий случай отправить лаборантку, более других находившуюся в горячей лаборатории, в медицинский пункт под наблюдение врачей. Ее сопровождала фельдшер.

По дороге до медицинского пункта у лаборантки и у фельдшера начались поначалу легкие, затем все усиливающиеся судороги, завершившиеся потерей памяти. Пострадавшие не реагировали на вопросы персонала медпункта, с ними был невозможен контакт. Врачи медпункта посчитали состояние «пострадавших» крайне серьезным и решили отправить их в военный госпиталь.

В лаборатории, где случилась авария, никаких ядов или отравляющих веществ не было. Опытные врачи-токсикологи, осмотрев «пострадавших», сделали заключение, что состояние их в целом не характерно для отравлений веществами нервно-паралитического действия. И на самом деле, «пострадавшие» на другой день возвратились из госпиталя без каких-либо последствий для здоровья.

По действующим в лаборатории правилам безопасности работ с отравляющими веществами лаборант и фельдшер, «пострадавшие» при аварии, обязаны были знать и знали симптоматику поражений различными отравляющими веществами. Испытав страх в связи с отправкой их в медпункт, они воспроизвели на себе симптомы поражения нервно-паралитическими ядами, причем появление симптоматики поражений у одной из них усиливало те же симптомы у другой.

В то же время имеются примеры иного характера. Солдаты в составе полigonных команд при обеспечении испытаний работают на реально зараженной отравляющими веществами местности, не проявляя при этом никакого страха, будучи уверенными в надежности средств противохимической защиты и в высокой квалификации руководителей работ из числа офицеров. Нельзя исключать вероятность определенной адаптации военнослужащих к событиям химических атак и появления уверенных и осмысленных действий в различных ситуациях. Следует полагать, что влияние факторов химической войны на появление и развитие стрессовых и невротических состояний остается крайне слабо изученным.

Page 70.

Feldsher on duty on the floor arriving at place of fire by way of prophylaxis (just in case) treated the leg of laboratory assistant by solution from personal antichemical kit. All could have ended well here. But administration, keeping in mind the phosgene-like toxic effect of the reagent used in the synthesis, the capacity of it to produce pulmonary edema after a latent period, measured in hours, ordered again after all just in case to send the laboratory assistant, [? more than ?] others in the burning laboratory, to the medical aid station for observation by doctors. She was accompanied by feldsher.

On the way to the medical aid station in laboratory assistant and in feldsher began at first minor, then intensifying spasms, which ultimately led to loss of memory. Victims did not react to questions of personnel of aid station, contact was impossible with them. The doctors of aid station considered the state of "victims" extremely serious and decided to send them to the military hospital.

In the laboratory, where emergency happened, there were no poisons or toxic substances. Experienced doctor-toxicologists, after examining "victims", drew the conclusion that their state as a whole was not characteristic for poisoning by the substances of the neuroparalytic effect. And in fact, "victims" next day returned from the hospital without any consequences for the health.

According to the safety regulations governing work with poisonous substances laboratory assistant and feldsher, the "victims" in the accident, were supposed to know, and knew, the symptomatology of injuries by different toxic substances. Feeling fear in connection with the visit to the aid station, they reproduced on themselves the symptoms of injury by neuroparalytic poisons, the appearance of symptomatology of injuries in one of them intensifying the same symptoms in the other.

At the same time there are examples of another kind. Soldiers in range crews supporting tests work in areas actually contaminated by toxic substances, developing in this case no fear, being confident in the reliability of means of antichemical defense and in the high qualification of supervisors among the officers. It is not possible to exclude the probability of a certain adaptation of soldiers to the events of gas attacks and the appearance of confident and intelligent actions in different situations. One should assume that the effect of the factors of chemical warfare on appearance and development of stress and neurotic states remains extremely little studied.

О СРЕДСТВАХ ПРИМЕНЕНИЯ

Для химических боеприпасов особых систем применения не создается. Они применяются теми же боевыми средствами, что и обычные боеприпасы. В то же время конструкция химических боеприпасов и других средств доставки имеет специфические особенности. Гаубичные и пушечные снаряды и боевые части реактивных снарядов для применения фосфорорганических отравляющих веществ по конструкции принципиально одинаковы. Внутренний объем корпуса снаряда заполняется отравляющим веществом. По оси корпуса снаряда почти на всю его длину вводится стальной стакан, герметизирующий внутреннюю полость корпуса. В стальном стакане размещается заряд взрывчатого вещества. В головной части корпуса снаряда крепится взрыватель ударного или дистанционного действия. Спаряжение снаряда жидким отравляющим веществом производится через специальное очко.

При разрыве снаряда ударного действия, предназначенного для заражения воздуха в очаге поражения, образуется облако паров и/или аэрозоля отравляющего вещества, симметричное относительно вертикальной оси. Это облако, перемещаясь по направлению ветра, подвергается рассеиванию (размыву) по законам турбулентной диффузии. При этом облако деформируется, верхние слои облака опережают нижележащие из-за возрастания скорости ветра с высотой. Столь сложный процесс перемещения и рассеивания облака отравляющего вещества невозможно описать простыми математическими уравнениями. Расчет концентраций вещества в облаке в любой момент времени, на любой высоте и в каждой точке очага поражения возможен лишь компьютерными методами при условии точного описания полей скоростей ветра в пространстве над поражаемой целью. В практике используют упрощенные (однако, далеко не простые) модели, описывающие распространение невесомой примеси в приземном слое атмосферы. Этими моделями учитывается количество введенного в атмосферу вещества, время, прошедшее с момента образования облака, скорость ветра на любой фиксированной высоте (обычно на высоте 1 м), интенсивность турбулентной диффузии, которая в свою очередь зависит от скорости ветра и вертикальной устойчивости атмосферы (инверсия, изотермия, конвекция). При этом принимается, что на начальном отрезке пути своего перемещения облако остается симметричным относительно вертикальной оси.

Площадь поражения одиночными боеприпасами с отравляющими веществами типа зарин находится в сложной зависимости от уровня токсичности примененного отравляющего вещества.

Page 71.

MEANS OF APPLICATION.

For chemical ammunition special systems of use has not been created. They are employed by the same military equipment, as usual ammunition. At the same time the design of chemical ammunition and other means of delivery has specific special features. Howitzer and gun projectiles and warheads of the rocket projectiles for employing organophosphorus toxic substances: with respect to design they are in principle identical. The internal volume of the body of missile is filled with the toxic substance. Along the axis of the body of missile almost to entire its length is introduced a steel casing, which seals the internal cavity of body. In the steel casing the explosive charge is placed. In the nose section of the body of missile the detonator of percussion or remote action is mounted. Projectile is filled with liquid toxic substance through a special aperture.

With breaking of the percussion shell intended for the contamination of air in the center of contamination, is formed cloud of vapor and/or aerosol of the toxic substance, symmetrical relative to vertical axis. This cloud, being moved in the wind direction, undergoes scattering (washout) according to the laws of turbulent diffusion. In this case the cloud is deformed, upper cloud layers advancing ahead of lower layers due to increase in wind speed with altitude. So complex a process of movement and scattering of cloud of the toxic substance is not possible to describe by simple mathematical equations. Calculation of substance concentrations in the cloud at any moment of time, at any altitude and at any point of center of contamination is feasible only by computer methods given accurate description of the fields of velocity of the wind in the space above the target area of coverage. In practice are used simplified (however, far from simple) models describing the propagation of weightless admixture in the atmospheric boundary layer. These models factor in the quantity of substance introduced into the atmosphere, the time which passed from the moment of the formation of cloud, wind speed at any fixed altitude (usually at the height of 1 m), intensity of turbulent diffusion, which in turn depends on speed of wind and vertical stability of atmosphere (inversion, isothermy, convection). In this case it is assumed that initially the cloud remains symmetrical relative to vertical axis.

Area of coverage by single shells with toxic substances like sarin depend in a complex way on the level of the toxicity of the used toxic substance.

Замена отравляющего вещества на более токсичное не приводит к увеличению площади очага поражения пропорционально степени увеличения токсичности. При коротких экспозициях и средних метеоусловиях отношения площадей S_1 и S_2 , образующихся при применении отравляющих веществ с различным уровнем токсичности (EC_1 , EC_2) может быть получено согласно приближенному уравнению

$$\frac{S_2}{S_1} = 1 + \frac{n^2}{2} \frac{EC_1}{EC_2}$$

где n -параметр ($n < 1$), характеризующий градиент изменения концентрации отравляющего вещества в облаке зараженной атмосферы в направлении ветра. Даже при $n=1$ увеличение токсичности отравляющего вещества в 10 раз дает рост площади поражения соответствующим боеприпасом только в 2,15 раза. Специалисты в области применения химических боеприпасов ожидаемый рост площадей очагов поражения оценивают величиной квадратного корня из отношения летальных доз сравниваемых отравляющих веществ.

Распределение концентраций или доз в облаке паров и/или аэрозоля отравляющего вещества, образующемся при разрыве химического боеприпаса, является весьма неравномерным. По оси следа облака концентрации и дозы являются избыточными, превышающими летальные в несколько раз. Существенно больший эффект при расходе одного и того же количества отравляющего вещества достигается при условии обеспечения более равномерного распределения концентраций и/или доз его в атмосфере над очагом поражения. С этими целями используются два подхода. Первый из них состоит в увеличении исходных размеров облака путем применения взрывчатых веществ фугасного (а не бризантного) действия, а также применением заряда взрывчатого вещества повышенных размеров. Однако, возможности этого подхода уже исчерпаны. Второй подход состоит в применении одного и того же количества отравляющего вещества большим числом боеприпасов меньшего калибра. При наложении эффектов от большого числа боеприпасов происходит выравнивание суммарных эффектов на поражаемой площади. Этот подход реализуется при использовании кассетных боеприпасов. Известны образцы кассетных авиабомб и боевых частей ракет ближнего и среднего радиуса действия. В США кассетная боевая часть разрабатывалась и для боеприпасов системы залпового огня MLRS. Для снаряжения кассетных элементов боеприпасов MLRS плани-

Page 72.

The replacement of one toxic substance by another more toxic does not increase the area of coverage proportional to the degree of the increase in toxicity. With short exposures under average meteorological conditions the relationship of areas S_1 and S_2 , formed with the use of toxic substances of different levels of toxicity *(See Original) can be obtained according to the approximate equation

*(See Original).

where n -parameter ($n < 1$), which characterizes the gradient of change in concentration of the toxic substance in the cloud of the contaminated atmosphere in the wind direction. Even when $n=1$ the increase in toxicity of the toxic substance 10 times increases the area of coverage with appropriate ammunition by only 2.15 times. By specialists in the field of application of chemical ammunition estimate the expected increase in the areas of coverage as the square root of the ratio of the lethal doses of the compared toxic substances.

The distribution of concentrations or doses in the cloud of vapors and/or aerosol of the toxic substance, which is generated with the break of chemical ammunition, is very irregular. Along the axis of track of cloud the concentrations and doses are excessive and exceed the lethal by several times. Substantially greater effect with the expenditure of one and the same quantity of toxic substance is achieved with more uniform distribution of concentrations and/or doses in the atmosphere above the center of contamination. Two approaches are used for these purposes. The first of them is of an increase in the initial dimensions of cloud by applying the explosives of blast (but not HE) effect, or with use of an explosive charge of the increased dimensions. However, the possibilities of this approach are already exhausted. The second approach consists of use of one and the same quantity of toxic substance with a large number of shells of smaller caliber. With addition of the effects of a large number of shells occurs equalization of summary effects over the area of contamination. This approach is realized with utilization of cluster ammunition. Cluster aircraft bombs and warheads of rockets of near and medius radius of effect are known. In the USA cluster warhead was developed also for the ammunition of system of salvo fire MLRS.

ровалось использование отравляющего вещества с промежуточной летучестью.

Химические кассетные боеприпасы не лишены недостатков. В отличие от химических авиабомб и боевых частей ракет бакового (контейнерного) снаряжения значительная доля полезного внутреннего объема кассетного боеприпаса занята материалами, идущими на изготовление корпусов кассетных элементов и взрывателей к ним. Между кассетными элементами неизбежно остаются пустоты, которые также отрицательно сказываются на уменьшении коэффициента полезного использования объема боеприпаса. В боеприпасах бакового снаряжения максимально используется весь полезный объем под отравляющее вещество. Но для достижения более равномерного рассеивания отравляющего вещества в этом случае возникает необходимость вскрывать боеприпас на больших высотах, что связано с потерей немалой части отравляющего вещества, которая не достигает поверхности земли и не оказывает влияния на эффект применения.

До последнего времени все химические боеприпасы снаряжались готовыми отравляющими веществами, изготовленными на специальных заводах. В 80-е годы в США были созданы бинарные химические боеприпасы: 155 мм гаубичный снаряд в снаряжении зарином (GB-2), 203,2 мм гаубичный снаряд и авиабомба «Бигай» в снаряжении VX-2, а также разрабатывалась химическая боевая часть к снаряду MLRS в бинарном снаряжении веществом с промежуточной летучестью IVA-2. Следует ожидать, что бинарные химические боеприпасы уже имеются или могут быть разработаны и в других государствах. Как хорошо теперь известно, корпус бинарного боеприпаса используется в качестве химического реактора, в котором осуществляется заключительная стадия синтеза отравляющего вещества из двух прекурсоров. Смешивание прекурсоров в артиллерийских снарядах происходит в момент выстрела. Из-за огромных ускорений в канале ствола (до 80000 м/сек²) каждый кг прекурсора давит на днище контейнера с усилием до одной тонны, в результате днища контейнеров разрушаются. Материал контейнеров подбирается таким образом, чтобы при их разрушении образовывались осколки небольших размеров. Исходное наполнение контейнеров прекурсорами не может быть полным, всегда часть объема оставляется свободной для компенсации температурного расширения прекурсоров и предупреждения разрыва контейнеров таким же образом, как это имеет место при разрыве сосудов при замерзании в них воды. Поэтому содержимое обоих контейнеров в начальный момент выстрела разделено свободным пространством высотой 1 см и более. После прорыва днища содержимое контейнера, расположенного в головной части снаряда, за счет ог-

Page 73.

For cluster elements of ammunition MLRS was planned the use of toxic substance with medium volatility.

Chemical cluster ammunition are not free of shortcomings. In contrast to chemical aircraft bombs and the warheads of rockets of [? container (cannister) ?] loading a significant fraction of the useful internal volume of cluster ammunition is occupied with materials required for bodies of cluster elements and detonators for them. Between the cluster elements unavoidably remain spaces, which also negatively affect the decrease of efficiency of use of volume of ammunition. Ammunition of [? container loading ?] makes maximum use of entire useful volume. But for achievement of more uniform scattering of the toxic substance in this case appears the need for opening of ammunition at high altitudes, which is entails the loss of the sizable part of the toxic substance, which does not reach the earth's surface and does not have an effect on the effect of application.

Until recently all chemical ammunition were equipped with ready-made toxic substances prepared at special plants. In the 80's in the USA was created binary chemical ammunition: 155 mm howitzer projectile for sarin (GB-2), 203.2 mm howitzer projectile and aircraft bomb "Bigay" [Bigeye? - Ed.] for VX-2, and was also developed chemical warhead for projectile MLRS for binary charge using substance with intermediate volatility, IVA-2. One should expect that binary chemical ammunition already exists or can be developed also in other states. As is now well known, the body of binary ammunition is used as chemical reactor in which is realized the final stage of the synthesis of toxic substance from two precursors. Mixing of precursors in the artillery shells occurs at the moment of firing. Due to high accelerations in the bore (up to 80000 m/s^2) each kg of precursor presses on the bottom of container with force of up to one ton, as a result the bottom of containers disintegrate. The material of containers is selected in such a way that upon their destruction fragments of small dimensions are formed. Initial filling of containers with precursors cannot be complete, always part of the volume remains free for compensation of temperature expansion of precursors and prevention of the breaking of containers in the same way as occurs with breaking of vessels with the freezing in them of water. Therefore contents of both containers at the initial moment of firing is divided by space of 1 cm and more.

ромных ускорений на пути длиной 1 см приобретает скорость до 40 м/сек и более.

В результате гидравлического удара разрушаются контейнеры и происходит интенсивное смешивание прекурсоров. Вращательное движение снаряда в канале ствола усиливает процесс смешивания прекурсоров. О наличии гидравлического удара при выстреле свидетельствуют установленные случаи срыва винтовой нарезки в днище 203,2 мм снаряда. Устранение этого дефекта было достигнуто дополнительным размещением между контейнером и днищем снаряда диска из древесины, выполняющего роль буферного устройства. В бинарных авиабомбах, боевых частях ракет и реактивных снарядах для смешивания прекурсоров применяются различные приспособления, а само смешивание осуществляется или заблаговременно после получения боевой задачи, или в момент пуска ракет или сбрасывания авиабомбы.

Переход к бинарным химическим боеприпасам обеспечивает получение очевидных выгод на стадии изготовления, при транспортировке, хранении и последующем уничтожении боеприпасов. Отпадает необходимость в использовании обязательной при изготовлении отравляющих веществ сложной системы обеспечения безопасности работ на специальных заводах. Прекурсоры могут изготавливаться на обычных химических производствах и в коммерческом секторе промышленности и в готовом виде поступать на армейские арсеналы. Корпус бинарного артиллерийского снаряда может быть универсальным и пригодным не только для применения отравляющих веществ, но и с другими целями (минирование местности в расположении противника, применение дымовых и зажигательных составов, агитационных материалов и др.).

Бинарные химические боеприпасы имеют преимущества над унитарными и в других отношениях. В бинарных боеприпасах не составляет особого труда переходить от основного отравляющего вещества к его аналогам и гомологам. Следовательно, бинарная технология позволяет без больших затрат сил, средств и времени внедрять новейшие разработки в области синтеза отравляющих веществ или рецептур на их основе путем простой замены в условиях армейских арсеналов контейнеров с одним составом прекурсоров на контейнеры с иным содержанием. В принципе эту операцию можно осуществлять даже на огневых позициях артиллерии с целью применения отравляющего вещества, в наибольшей мере соответствующего боевой задаче в сложившейся обстановке. Бинарные артиллерийские боеприпасы позволяют применять отравляющие вещества, непригодные для применения в боеприпасах унитарного снаряжения из-за их нестабильности

Page 74.

After the breach of bottom the contents of the container in the nose of the projectile due to high accelerations over path of 1 cm acquire speed of 40 m/s and more.

As a result of hydraulic impact disintegrate containers and the intensive mixing of precursors occurs. The rotational motion of projectile in the bore intensifies the process of the mixing of the precursors. Established cases of stripping of screw thread at bottom of 203.2 mm projectile testify to presence of hydraulic impact with firing. The elimination of this defect was achieved by insertion between container and bottom of the projectile of disk of wood which performs the role of buffer device. In binary aircraft bombs, warheads of rockets and rocket projectiles for mixing of precursors are used different devices and mixing itself is accomplished either in advance after obtaining of combat mission, or at the moment of launching of rockets or dropping of aircraft bomb.

Switch to binary chemical ammunition provides yields obvious advantages at the stage of manufacture, with the transport, storage and subsequent destruction of ammunition. It eliminates the need for use of elaborate system of special facilities for operational safety required to manufacture toxic substances. Precursors can be prepared in conventional chemical plants in the commercial sector of industry and in ready-made form enter military arsenals. The body of binary artillery shell can be multipurpose and suitable not only for use of toxic substances, but also for other purposes (mining area around position of enemy, smoke and incendiary compounds, propaganda materials, etc.).

Binary chemical ammunition have advantages over fixed ammunition also in other respects. In the case of binary ammunition it is not difficult to change from basic toxic substance to its analogs and homologs. So binary technology allows without great expenditure of effort, means and time to introduce the newest developments in the area of the synthesis of toxic substances or formulas based on them by simple replacement at army arsenals of containers with one composition of precursors to containers with other contents. In principle this operation can be accomplished even at the firing positions of artillery for purpose of employment of the toxic substance best suited to the combat mission in prevailing conditions. Binary artillery ammunition makes it possible to use toxic substances unsuitable for use in fixed ammunition due to their instability and poor keeping qualities.

и плохой хранимости. Наконец, конструкция бинарных химических снарядов позволяет применять смеси отравляющих веществ между собой или с токсинами путем наполнения контейнеров готовыми веществами или рецептурами на их основе. Все это вместе взятое позволяет заключить, что бинарные химические боеприпасы создают ряд дополнительных проблем защиты войск и населения от химического оружия.

Однако, по боевой эффективности применения бинарные боеприпасы не могут равняться и тем более превосходить аналогичные унитарные боеприпасы в снаряжении тем же отравляющим веществом. В бинарном снаряде с GB-2 и, возможно, с IVA-2 до 30% полезной загрузки идет на нетоксичное вещество (амин), единственным предназначением которого является химическая нейтрализация фтористого водорода, образующегося при реакции синтеза зарина или другого фторангидрида метилфосфоновой кислоты, так как фтористый водород способен разлагать отравляющее вещество. Химическая реакция синтеза отравляющего вещества сопровождается разогревом реакционной массы, что может приводить к разложению образующегося отравляющего вещества, особенно в районах с жарким климатом. При стрельбе по близко расположенным целям реакция синтеза может не успевать доходить до конца, а в иных случаях, характеризующихся большой продолжительностью времени от момента образования вещества до выброса его в атмосферу, может происходить процесс его разложения. Конструкция бинарного химического снаряда не позволяет применять центральное расположение разрывного заряда как наиболее выгодное. В бинарных боеприпасах нельзя применять отравляющие вещества, являющиеся твердыми при обычных условиях. По конструкции бинарный боеприпас сложнее унитарного, и в силу этого следует ожидать соответствующего возрастания вероятности отказов при их применении.

АНАЛОГИ ЗАРИНА И VX

Синтез аналогов зарина, а позднее и аналогов вещества VX проводился в оборонных лабораториях ряда стран мира. Он имел своей целью получение новых отравляющих веществ смертельного действия, отличающихся от родоначальных повышенным уровнем токсичности и оптимальными физико-химическими характеристиками, обеспечивающими прирост поражающей мощи химического оружия. Результаты этих работ в значительной мере опубликованы. Поэтому представляло интерес использование имеющейся базы данных об аналогах зарина и вещества VX для

Page 75.

Finally, the design of binary chemical shells makes it possible to use the mixtures of toxic substances themselves or with toxins by the filling of containers with finished substances or with formulas based on them. All this together makes it possible to conclude that binary chemical ammunition creates a number of additional problems of protection of troops and population from chemical weapons.

However, with respect to combat efficiency of employment binary ammunition cannot compare to, not to mention exceed, analogous fixed ammunition charged with the same toxic substance. In binary projectile with GB-2 and, possibly, with IVA-2 up to 30% of useful charge goes to nontoxic substance (amine), only purpose of which is chemical neutralization of the hydrogen fluoride generated by the reaction of synthesis of sarin or other acid fluoride of methylphosphonic acid, since hydrogen fluoride can break down the toxic substance. The chemical reaction of synthesis of toxic substance is accompanied by heating of reaction mass, which can lead to decomposition of the resultant toxic substance, especially in the regions with the hot climate. With firing at targets over short distances the synthesis reaction can not proceed to completion, while in other cases, which are characterized by long period of time from the moment of the formation of substance to its release into the atmosphere, can occur its decomposition. The design of binary chemical shell does not permit use of the central arrangement of explosive charge as most advantageous. In binary ammunition it is not possible to use toxic substances, which are solid under normal conditions. In design binary ammunition is more complex than fixed, and in view of this should be expected corresponding increase in the probability of failures with their employment.

ANALOGS OF SARIN AND VX.

The synthesis of analogs of sarin, and later of analogs of VX, was conducted in defense laboratories of a number of the countries of world. It had as its goal the production of new toxic substances of lethal effect differing from original in higher toxicity and optimal physicochemical characteristics permitting increase in the destructive power of chemical weapons. The results of these works have to a considerable extent been published.

анализа с целью попытаться ответить на поставленный выше вопрос: насколько исчерпаны потенциальные возможности исследуемых рядов соединений и не существует ли вероятность нахождения среди них в будущем новых отравляющих веществ с существенно повышенным уровнем токсичности?

Всякий поисковый синтез веществ с желаемыми свойствами в том или ином ряду соединений предполагает внесение изменений в отдельные элементы его химической структуры. Молекула зарина имеет довольно простое строение и поэтому возможности модификации ее состава и строения ограничены. Считается доказанным, что замена метильной группы, входящей в состав метилфосфоновой кислоты, на алкильную группу любого иного состава и строения приводит только к потере токсичности у соответствующих аналогов зарина. Радикал эфирной группы молекулы зарина допускает практически неограниченные изменения в его составе и строении. При этом характер токсического действия у аналогов остается антихолинэстеразным, как и у зарина.

Изменения в составе и строении эфирной части молекулы зарина отражаются на гидрофобно-гидрофильном балансе молекулы, на реакционной способности веществ, на степени сродства их с рецепторами и на способности преодолевать биологические барьеры, включая кожу. В своей совокупности эти структурные изменения молекулы зарина приводят к увеличению или уменьшению уровня токсичности аналогов, к изменениям их физико-химических характеристик, оказывающих влияние на стойкость веществ в окружающей среде и на выбор способов их диспергирования.

На рис. 2 в логарифмических координатах отображена довольно представительная выборка аналогов зарина. На графике положение каждого вещества выборки определяется величиной его молекулярного веса и значением летальной дозы, выраженной в моль/кг. Состав радикала эфирной группы в соединениях анализируемой выборки варьирует в широких пределах. У большей группы веществ в эфирной группе содержится углеводородный радикал или радикал с кратной связью. Группы вещества с радикалами более сложного строения представлены производными алициклических или ароматических углеводородов. В составе радикалов отдельных групп веществ содержатся соответственно атом(ы) кислорода, серы, кремния или галогена. Часть соединений выборки содержит циангруппу или является производными спиросоединений. Несмотря на большое разнообразие в составе и строении радикалов эфирной группы молекул, расположение отображений веществ выборки на плоскости графика является довольно равномерным и упорядоченным. Каждому значению молекулярного веса соответствует некоторое минимальное зна-

Page 76.

Therefore was of interest the utilization of available data base on analogs of sarin and VX for analysis for the purpose of attempting to answer the question posed above: to what extent have been exhausted the potential possibilities of series of compounds investigated and is there a probability of finding among them in the future new toxic substances with substantially greater toxicity?

Any experimental synthesis of substances with desired properties in one series or another of compounds assumes the introduction of changes in individual elements of its chemical structure. The molecule of sarin has fairly simple structure and therefore the capabilities of the modification of its composition and structure are limited. It is taken for granted that replacement of the methyl group, which forms part of methylphosphonic acid, by an alkyl group of any other composition and structure leads only to the loss of toxicity in the corresponding analogs of sarin. The radical of the ester [ether? - Ed.] group of the molecule of sarin allows virtually unlimited changes in its composition and structure. In this case the nature of the toxic effect in analogs remains anticholinesterase as in sarin.

Changes in composition and structure of the ether [ester? - Ed.] part of the molecule of sarin are reflected in the hydrophobic-hydrophilic balance of molecule, in reactivity of substances, in the degree of their affinity with the receptors and in the capacity to overcome biological barriers, including skin. In their totality these structural changes in the molecule of sarin lead to increase or decrease of the level of the toxicity of analogs, to changes in their physicochemical characteristics, which have an effect on the stability of substances in the ambient medium and on the selection of the methods of their dispersion.

In Fig. 2 in logarithmic coordinates is shown a fairly representative sample of analogs of sarin. On the graph the position of each substance of sample is determined by the amount of its molecular weight and by the value of the lethal dose, expressed in mole/kg. The composition of the radical of ester [ether? - Ed.] group in compounds of the analyzed sample varies over wide limits. A hydrocarbon radical or radical with a multiple bond is contained in a large group of substances in the ester [ether? - Ed.] group. Groups of substances with radicals of more complex structure are represented as derivatives of alicyclic or aromatic hydrocarbons. In the composition of the radicals of the individual groups of substances are contained respectively atom(s) of oxygen, sulfur, silicon or halogen. Some of the compounds of sample contain cyano-group or are derivatives of spiro compounds. In spite of great variety in composition and structure of the radicals of the ester [ether? - Ed.] group of molecules, the arrangement of the representations of the substances of sample on the plane of graph is fairly uniform and ordered. To each value of molecular weight corresponds a certain minimum value of lethal dose.

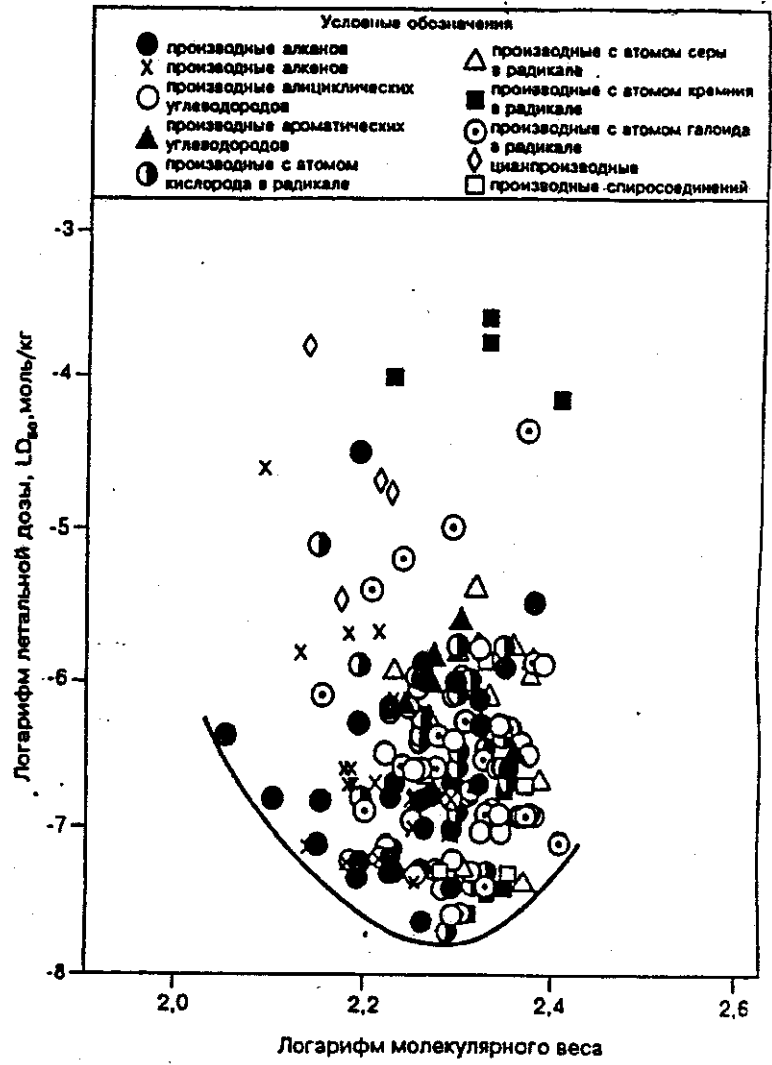


Рис. 2. Граница минимальных летальных доз фторфосфонатов

Page 77.

*(See Original).

Fig. 2. Limit of minimum lethal doses of fluorophosphonates.
Key: (1). Key. (2). derivatives of alkanes. (3). derivatives with sulfur atom in radical. (4). derivatives of alicyclic hydrocarbons. (5). derivatives with silicon atom in radical. (6). derivatives of aromatic hydrocarbons. (7). derivatives with atom of halogen in radical. (8). derivatives with oxygen atom in radical. (9). cyanoderivatives. (10). derivatives of spiro compounds. (11). Logarithm of lethal dose: LD50, mole/kg. (12). Logarithm of molecular weight.

чение летальной дозы. Прослеживается существование некоей границы минимальных летальных доз на всем интервале изменения молекулярного веса, причем эта граница имеет параболообразный вид. Примечательно также и то, что в формировании этой границы участвуют по крайней мере 6 групп веществ из 10, представленных в выборке.

Существование нижней границы летальных доз у веществ исследуемой выборки, образующей множество структурно-родственных соединений (в нашем случае множество эфиров фторангидрида метилфосфоновой кислоты), предсказывается структурной теорией органической химии. (Выборку веществ можно определить как множество, если входящие в нее соединения объединены общим признаком, причем так, что за пределами этой выборки не остается ни одного вещества, характеризующегося тем же признаком). Как и всякое множество (согласно теории множеств), множество структурно-родственных соединений имеет свои верхнюю и нижнюю границы. В самом деле, в каждой выборке веществ всегда найдется хотя бы по одному веществу, имеющему наибольшую и наименьшую величину молекулярного веса. Диапазон изменения молекулярного веса, охватываемый всей выборкой веществ, можно разбить на произвольные интервалы, при этом каждому интервалу изменения молекулярного веса будет соответствовать строго определенная группа веществ исследуемой выборки. Все вещества любой из этих групп могут быть (хотя бы мысленно) синтезированы и исследованы на токсичность. Очевидно, что наиболее токсичные вещества каждой из групп соединений будут определять границу минимальных летальных доз на соответствующих интервалах изменения молекулярного веса.

Доказано, что наиболее токсичные представители любой выборки высокотоксичных соединений, обладающих гидрофобными свойствами, имеют значение коэффициента распределения октанол/вода, исчисляемого сотнями и тысячами (неопубликованная работа). Поэтому у аналогов зарина по мере увеличения радикала имеет место рост коэффициента распределения от низких значений до оптимальных, сопровождаемый возрастанием токсичности. Но по мере дальнейшего увеличения молекулярной массы аналоги зарина становятся избыточно гидрофобными и менее токсичными.

Существование нижней границы значений летальных доз, зависящей от молекулярного веса, свойственно далеко не только аналогам зарина. Отмеченная закономерность имеет место и в других рядах соединений. Ниже будут приведены данные о существовании этой границы у аналогов вещества VX и карбаматов.



Page 78.

The existence of certain boundary of minimum lethal doses over entire range of variation in molecular weight is outlined, this boundary taking parabola-shaped form. It is remarkable also that that in shaping of this boundary participate at least 6 groups of substances of the 10 represented in the sample.

The existence of lower boundary of lethal doses in the substances of the sample being investigated, which forms a set of structurally related compounds (in our case the set of ethers [esters? - Ed.] of the acid fluoride of methylphosphonic acid), is predicted by the structural theory of organic chemistry. (Sample of substances can be defined as set, if the entering it compounds are [unified by a common attribute? - Ed.], moreover so that outside the limits of this sample remains not one substances, which is characterized by the same [attribute? - Ed.]). Like any set (according to set theory), set of structurally related compounds has its upper and lower boundaries. In fact, in each sample of substances there will always at least on one substance which has the greatest and smallest value of molecular weight. The range of a change in molecular weight encompassed by the entire sample of substances, can be broken into the arbitrary ranges, in this case to each range of variation in molecular weight will correspond a strictly defined group of substances of the sample being investigated. All substances of any of these groups can be (at least it is mental) synthesized and investigated for toxicity. It is obvious that the most toxic substances of each of the groups of compounds will define the boundaries of minimum lethal doses in the corresponding ranges of variation in molecular weight.

It has been shown that the most toxic representatives of any sample of highly toxic compounds possessing hydrophobic properties have value of coefficient of distribution octanol/water running to hundreds and thousands (unpublished work). Therefore in analogs of sarin with increase in the radical occurs increase in the distribution coefficient from low values to optimal accompanied by an increase in toxicity. But with further increase in molecular weight analogs of sarin become excessively hydrophobic and less toxic.

The existence of a lower boundary of values of lethal doses depending on molecular weight is certainly not characteristic only of analogs of sarin. The noted pattern also occurs in other series of compounds. Below are given data on the existence of this boundary in analogs of VX and carbamates.

Согласно рис. 2 экстремально низкое значение летальной дозы у всей совокупности аналогов зарина соответствует величине молекулярного веса, приблизительно равного 180-190 дальтонам, что соответствует зоману. Это дает основание сделать вывод, что среди аналогов зарина не прогнозируется получение веществ, которые по уровню токсичности существенно превосходили бы зоман.

Поиск более токсичных аналогов VX был в центре внимания разработчиков химического оружия в течение не менее двух десятилетий, а большие затраты сил и средств не дали желаемого результата. Было показано, что замена в молекуле вещества VX метильной группы на алкильную группу иного состава и строения, равно как и изменение в большую или меньшую сторону числа атомов углерода, соединяющих между собой атомы серы и азота, неизменно приводят к снижению токсичности соответствующих аналогов. В то же время внесение изменений в состав и строение радикала О-эфирной группы, так же как и радикалы тиохалиновой группы, позволяет получать сравнимые с веществом VX по токсичности разнообразные его аналоги, причем число возможных аналогов VX значительно превышает число аналогов зарина.

На рис. 3 в логарифмической шкале отображена выборка аналогов VX. Зависимость уровня токсичности аналогов VX от величины их молекулярного веса является аналогичной зависимости у аналогов зарина. В случае аналогов VX также прослеживается существование границы минимальных летальных доз на каждом интервале изменения молекулярного веса, причем экстремально низкое значение летальной дозы отмечается при молекулярном весе равном 280 дальтонов. Вещество VX имеет примерно такое же значение молекулярного веса (267,37). Монотонный характер кривой линии, обозначающей положение границы минимальных летальных доз, свидетельствует в пользу вывода о том, что скачкообразное изменение летальной дозы в сторону еще меньших значений не прогнозируется. Следовательно, получение в ряду аналогов VX существенно более токсичного соединения исключается.

Замена у аналогов VX метильной группы на метоксильную в особых случаях позволяет получать вещества с токсичностью, сравнимой с токсичностью VX. Обнаружение у эфиров фосфорной кислоты уровней токсичности, сравнимых с уровнями токсичности эфиров метилфосфоновой кислоты, представляет прежде всего лишь научный, а не практический интерес.

Достижение предельного уровня токсичности в рядах аналогов зарина и вещества VX не исключает возможности получения среди них веществ с улучшенными физико-химическими характеристиками, равно как и с улучшенными отдельными показате-

Page 79.

According to Fig. 2 extremely low value of lethal dose in all analogs of sarin corresponds to a molecular weight approximately equal to 180-190 daltons, which corresponds to soman. This gives grounds to draw the conclusion that among analogs of sarin it cannot be predicted that substances could be produced which would substantially exceed soman in toxicity.

The search for more toxic analogs of VX was in the center of the attention of the developers of chemical weapons for not less than two decades, but high expenditures of effort and resources did not give desired result. It has been shown that replacement in the VX molecule of methyl group by an alkyl group of another composition and structure, just as change [to higher or lower number? - Ed.] of carbon atoms, which unite between themselves the atoms of sulfur and nitrogen, invariably lead to reduction in the toxicity of the corresponding analogs. At the same time the introduction of changes in composition and structure of the radical of O-ether [ester? - Ed.] group, just as radicals of thiocholine group, makes it possible to obtain various analogs of it comparable with VX in toxicity, the number of possible analogs of VX considerably exceeding the number of analogs of sarin.

In Fig. 3 in the logarithmic scale is shown sample of analogs VX. The dependence of the level of toxicity of analogs of VX on their molecular weight is analogous to dependence in the case of analogs of sarin. In the case of analogs of VX is also observed the existence of a boundary of minimum lethal doses in each range of variation in molecular weight, moreover the extreme low value of lethal dose is noted with molecular weight equal to 280 daltons. VX has approximately the same value of molecular weight (267.37). The monotonic nature of the curved line, which designates the position of the boundary of minimum lethal doses, argues for the conclusion that abrupt change of lethal dose in the direction of even smaller values is not forecast. Consequently, obtaining in the series of analogs of VX of substantially more toxic compound is excluded.

Replacement in analogs of VX of methyl group by methoxyl in some cases makes it possible to obtain substances with toxicity comparable with toxicity of VX. Observation in ethers [esters? - Ed.] of phosphoric acid of levels of toxicity comparable with levels of toxicity of ethers [esters? - Ed.] of methylphosphonic acid, is, first of all, of only scientific, not practical interest.

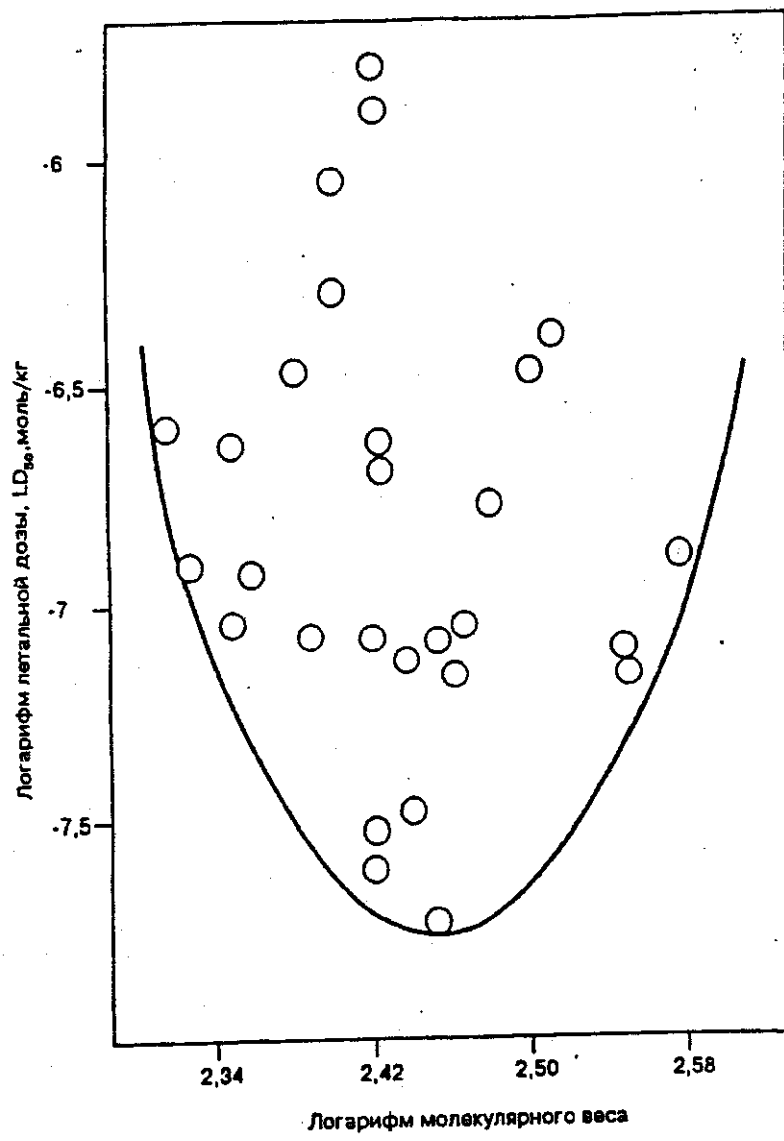


Рис. 3. Граница минимальных летальных доз фосфорилтихолинов (аналогов VX)

Page 80.

*(See Original).

Fig. 3. Boundary of minimum lethal doses of phosphorylthiocholines (analogs of VX).
Key: (1). Logarithm of lethal dose, LD50 mole/kg. (2). Logarithm of molecular weight.

лями токсического действия, например, с повышенным уровнем кожно-резорбтивной токсичности при сохранении неизменными или даже несколько ухудшенными показателями эффектов при парентеральном введении вещества.

Из аналогов зарина представляют определенный интерес два вещества. Одно из них является циклогексильным аналогом зарина. В США ему присвоен шифр GF и он до появления V-газов детально исследовался как отравляющее вещество. Подобными свойствами обладает другой аналог зарина — вещество EA 1356, отличающийся от GF наличием метильной группы в циклогексильном радикале. По уровню токсичности эти вещества занимают промежуточное положение между заринном и веществом VX, существенно превосходя зарин по кожно-резорбтивной токсичности, что и привлекало к ним особое внимание. Вещество GF состояло на вооружении иракской армии и предназначалось для применения в смесях с заринном.

В США в течение длительного времени велись работы по получению отравляющего вещества с промежуточной летучестью (в рамках программы VYA). Согласно этой программе имелось в виду получение вещества не столько с улучшенными токсикологическими характеристиками, сколько с измененными в желаемом направлении физическими свойствами. Ставилась задача получения аналога зарина или вещества VX, который имел бы летучесть больше чем у вещества VX, но меньше чем у зарина.

В докладе министерства обороны конгрессу США за 1988—89 финансовый год говорилось: «...будет образовываться полустойкое отравляющее вещество, которое после диспергирования будет немедленно вызывать поражения личного состава противника и заставлять его надевать противогазы и защитную одежду... Это отравляющее вещество сохраняет эффективность в очаге поражения в течение нескольких часов.» Постановка такой задачи вполне корректна, она достижима и оправдана. Вещества с оптимальной летучестью при одном и том же уровне токсичности наравне с другими аналогами обладают большим эффектом при применении, и вот почему. Вещества с промежуточной летучестью, возможно в большей степени чем зоман, обладают сильным скользящим действием, ибо они достаточно долго сохраняются на зараженных объектах и за счет десорбции заражают атмосферу в такой степени, что контакт с зараженными объектами и их боевое использование возможно только при условии действия персонала в надетых противогазах.

Любая одежда в той или иной мере представляет собой защитный барьер, ослабляя действие паров и аэрозоля отравляющего вещества через кожные покровы. Например, LC150 паров вещества VX при действии на человека в одежде составляет 60-

Page 81.

The achievement of maximum level of toxicity in series of analogs of sarin and VX does not exclude the possibility of obtaining among them substances with improved physicochemical characteristics along with improved indices of toxic effect, for example, with increased level of skin-resorbitive toxicity with preservation of constant or even somewhat worsened indices of effects with parenteral introduction of substance.

Of analogs of sarin are of definite interest two substances. One of them is the cyclohexyle analog of sarin. In the USA it is designated GF and before the appearance of V gases it was investigated in detail as toxic substance. Similar properties possesses another analog of sarin, EA 1356, which differs from GF in the presence of methyl group in the cyclohexyl radical. In level of toxicity these substances occupy intermediate position between sarin and VX, substantially exceeding sarin in skin-resorbitive toxicity, which made them the focus of special attention. GF was in inventory of Iraqi army and was intended for use in mixtures with sarin.

In USA for a long time were conducted works on obtaining toxic substance with intermediate volatility (within the framework of program VYA). According to this program was intended obtaining substance not so much with improved toxicological characteristics as with physical properties changed in the desired direction. Was posed the task of obtaining analog of sarin or VX, which would have volatility greater than VX, but less than sarin.

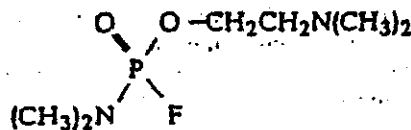
In the report of the secretary of defense to the congress of the USA for 1988-89 fiscal year it was said: "... will be developed a moderately persistent toxic substance, which after dispersion will immediately cause injuries of personnel of enemy and force him to put on gas masks and protective clothing This toxic substance retains effectiveness in the center of contamination for several hours". The formulation of this problem is completely correct, it is feasible and justified. Substances with optimal volatility with one and the same level of toxicity equal to other analogs possess greater effect in employment, this is why. Substances with intermediate volatility, possibly greater than soman, have powerful restricting effect, since they for fairly long are retained on contaminated objects and due to the desorption contaminate atmosphere to such degree that contact with contaminated objects and their combat utilization is possible only if personal operate with gas masks on.

Any clothing to one extent or another is protective barrier, attenuating the effect of vapors and aerosol of the toxic substance through the skins.

600 мг.мин/м³, в то время как при воздействии на обнаженную кожу летальная доза уменьшается до величины 6-360 мг.мин/м³. Иными словами, через каждую единицу поверхности тела, прикрытого одеждой, поступает в организм меньшее количество отравляющего вещества, чем при действии через обнаженную кожу, но общая площадь поверхности тела, прикрытого одеждой, во много раз превышает поверхность открытых участков тела. Суммарный токсический эффект является результатом сложения двух потоков отравляющего вещества в организм: через открытые участки тела и через большие по площади прикрытые одеждой поверхности. Очевидно, что увеличение составляющей действия через одежду при сохранении на том же уровне действия через обнаженную кожу приводит к нанесению пострадавшему поражения большей тяжести.

Жидкая фаза аэрозоля отравляющего вещества, попавшего на одежду, не достигает (не входит в соприкосновение) кожи. На кожу действуют пары вещества, образующиеся при испарении капель его и проникающие в подкостюмное пространство. Как и в случае действия чистого пара отравляющего вещества, токсический эффект в рассматриваемом случае также определяется интегральной величиной Ct , где C — концентрация пара, а t — продолжительность его воздействия. При высокой летучести вещества, например, зарина, капли быстро испаряются, и время действия пара является недостаточно продолжительным, из-за чего произведение Ct имеет небольшую величину. Наоборот, для малолетучих веществ (в пределе — для твердых) малая концентрация пара C , а время пребывания в зараженной одежде имеет реальные пределы, так что произведение Ct также не может быть большим. Максимальное значение произведения Ct , определяющее уровень токсозффекта, отмечается при некоторой оптимальной летучести вещества, когда C и t достаточно велики одновременно.

Сообщалось, что в качестве отравляющего вещества с промежуточной летучестью в США оценивался зоман, но по совокупности свойств он не соответствовал требованиям согласно программе VVA. На замену зомана было выбрано вещество EA 5365, исследования которого были доведены до стадии испытания его в бинарном боеприпасе. О химической формуле EA 5365 не сообщалось. По оценкам, оно может быть 2-диметиламиноэтил-(диметиламида)-фторфосфатом (шифр GV)



Page 82.

For example, $L C t_{50}$ of vapors of VX for man in clothing is 60-600 $\text{mg}\cdot\text{min}/\text{m}^3$, while with action on uncovered skin lethal dose decreases to 6-360 $\text{mg}\cdot\text{min}/\text{m}^3$. In other words, through each unit of body surface, covered by clothing, enters organism a smaller quantity of toxic substance, than with effect through uncovered skin, but the total surface area of the body covered by clothing many times exceeds the surface of the open sections of body. Total toxic effect is the result of adding two flows of toxic substance into the organism: through exposed sections of body and through the covered by clothing surfaces larger in the area. It is obvious that an increase in the component of the effect through the clothing while maintaining the same level of effect through the uncovered skin leads to the injury to the victim of greater seriousness.

The liquid phase of aerosol of toxic substance, which fell on clothing, does not reach (it does not enter into contact with) skin. On the skin act the vapors of substance, which are generated during the vaporization of its drops and penetrating into the space beneath the suit. As in the case of the effect of the pure vapor of the toxic substance, toxic effect in the case in question is also determined by the integral value Ct , where C - concentration of vapor, and t - duration of its action. In the case of the high volatility of a substance like sarin, for example, drops rapidly vaporize and the time of action of vapor is not long enough, due to which product Ct has small value. On the contrary, for low-volatility substance ([such as solids, for example? - Ed.]) is small the concentration of vapor C , and retention time in the contaminated clothing has real limits, so that product Ct also cannot be large. The maximum value of product Ct , which determines the level of toxic effect, is observed with a certain optimal volatility of the substance, when C and t are fairly high values simultaneously.

It has been reported that as the toxic substance with the intermediate volatility in the USA was assessed soman, but on the basis of properties it did not correspond to requirements according to program VYA. In place of soman was selected substance EA 5365, whose investigations reached the stage of testing in binary ammunition. There have been no reports on chemical formula EA 5365. According to analyses, it can be 2-dimethylaminoethyl-(dimethylamido)-fluorophosphate (designation GV)

*(See Original).

Структура этих соединений в известной мере может рассматриваться гибридной: как фторангидриды они примыкают к зарину, а как азотсодержащие вещества — к VX. Токсические свойства группы веществ этого ряда были исследованы токсикологами Чехословакии, а результаты исследования опубликованы в 1992 году. Вещество GV оказалось токсичнее других метильных и этильных производных. При внутривенном введении мыши и крысе LD₅₀ были найдены равными 0,0276 и 0,011 мг/кг соответственно. Следовательно, и эта группа соединений имеет токсичность на уровне аналогов зарина и вещества VX.

Эфиры Таммелла, имеющие молекулы также гибридного строения, сочетая свойства фторангидридов и фосфорил(тио)холинов, по уровню токсичности не выходят за пределы, соответствующие уровням токсичности зарина и вещества VX. К тому же они недостаточно стойки. Правда, при создании под них бинарных боеприпасов, этот недостаток не имеет значения.

Как отметили в своей публикации чехословацкие токсикологи, вещества гибридного строения оказались вне перечня веществ, подлежащих особым мерам контроля в соответствии с химической конвенцией.

РЕЦЕПТУРИРОВАНИЕ

Не каждое высокотоксичное вещество может быть отнесено к разряду отравляющих веществ, составляющих основу химического оружия. К последним, наряду с требованием быть максимально токсичными, предъявляется ряд других требований.

Во-первых, новое отравляющее вещество по совокупности свойств должно существенно превосходить все известные вещества, в противном случае принятие на вооружение и организация его промышленного производства могут быть неоправданными. Бинарная технология получения отравляющих веществ может привести к ослаблению этого требования. Во-вторых, крайне необходимо, чтобы новое отравляющее вещество было жидкостью. Только жидкие вещества могут хорошо проникать через кожу и другие барьеры. Жидкие отравляющие вещества, в отличие от твердых, могут применяться в бинарных боеприпасах и переводиться в состояние пара или аэрозоля с помощью взрыва. Не случайно в программах армии США ставилась задача получения жидких инкапсулянтов, поскольку жидкие эффективнее твердых, а среди известных инкапсулянтов ранее были представлены только твердые. В-третьих, отравляющее вещество должно обладать оптимальной летучестью и, в общем случае, создавать новые проблемы защиты от него.



Page 83.

The structure of these compounds to a certain extent can be regarded as hybrid: as acid fluorides they [are akin to? - Ed.] sarin, as nitrogenous bodies to VX. The toxic properties of a group of substances of this series were investigated by toxicologists of Czechoslovakia, and the results of investigation were published in 1992. GV proved more toxic than other methyl and ethyl derivatives. With intravenous introduction to mouse and to rat LD₅₀ were found to be 0.0276 and 0.011 mg/kg respectively. Consequently, this group of compounds, too, has a toxicity at the level of analogs of sarin and VX.

Ethers [esters? - Ed.] of Tammelina, which have molecules also of hybrid structure, combining properties of acid fluorides and of phosphoryl(thio)cholines, in level of toxicity do not exceed limits corresponding to the levels of the toxicity of sarin and VX. They are insufficiently stable moreover. True, with the creation for them of binary ammunition, this deficiency is not important.

As the Czechoslovak toxicologists noted in their publication, the substances of hybrid structure were [not on the list? - Ed.] of substances subject to the special controls in accordance with the chemical convention.

Formulation

Not each highly toxic substance can be placed in category of toxic substances, forming basis of chemical weapons. The latter, together with the requirement to be maximally toxic, must meet a number of other requirements as well.

First, a new toxic substance on the basis of properties must substantially exceed all known substances, otherwise addition to inventory and the organization of its industrial production may not be justified. Binary technology of producing toxic substances can lead to weakening of this requirement. In the second place, it is extremely necessary that the new toxic substance be liquid. Only liquid substances can penetrate well through the skin and other barriers. The liquid toxic substances, in contrast to the solid, can be used in the binary ammunition and be converted into the state of vapor or aerosol with the aid of the explosion. It was no accident that in the programs of the army of the USA was posed the problem of obtaining liquid incapacitants, since liquids are more effective than solids, while among known incapacitants earlier were represented only solid. Thirdly, toxic substance must possess optimal volatility and, in the general case, create new problems of protection against it.

Далеко не все отравляющие вещества удовлетворяют всей гамме предъявляемых к ним требований. В ряде случаев удается скорректировать отдельные свойства отравляющих веществ путем создания на их основе соответствующих рецептурных форм, подобно тому как это делается в медицине при создании рецептурных форм лекарственных веществ. Примером может служить рецептура РК-7, состоявшая на вооружении Советской армии и представляющая собой смесь иприта с люизитом. Люизит превосходит иприт по быстродействию и затвердевает при более низкой температуре, чем иприт. В свою очередь иприт токсичнее люизита, но обладает продолжительным скрытым периодом действия и не может применяться при низких температурах из-за затвердевания. Рецептура РК-7 сохраняет уровень токсичности иприта, быстродействие люизита, а затвердевает при более низких температурах по сравнению с ипритом. Не исключено, что авторы различных смесей исходят из очевидного — защита от смесей отравляющих веществ в общем случае всегда является более сложной задачей, чем защита от индивидуального вещества.

В открытой литературе обсуждается возможность коррекции свойств малолетучих отравляющих веществ путем применения добавок к ним летучих токсичных веществ. В частности речь шла о применении добавок летучего зарина к малолетучему веществу VX. Полагают, что в момент применения будет достигнуто быстрее действие за счет паров зарина, а VX сохранит поражающее действие на том же уровне, что и при применении его одного. Но авторы такого подхода к коррекции свойств отравляющего вещества оставляют вне внимания тот факт, что в случае применения смеси VX с заринном в боеприпасах дистанционного действия, разрыв которых производится на высотах 10-20 метров над землей, образующиеся пары зарина рассеиваются на этих высотах, не достигая поверхности земли. Наоборот, при применении этой смеси в боеприпасах ударного действия создаются условия для проявления поражающего действия паров зарина, но в таком варианте не реализуются в полной мере поражающие свойства аэрозоля VX. Выше было показано, что удачное сочетание быстродействия и опасного заражения на длительный срок различных объектов достигается при применении веществ с промежуточной летучестью.

Отравляющие вещества зарин, зоман и их аналоги обладают высоким уровнем ингаляционной токсичности, но они недостаточно токсичны при попадании на кожные покровы. В связи с этим предпринимались попытки скорректировать этот показатель путем введения в зоман добавок. Надежды на успех исходили из достоверно установленного факта влияния полярных

Page 84.

Far from all toxic substances satisfy the entire range of requirements. In a number of cases it is possible to modify certain properties of the toxic substances by creation on their basis of the corresponding prescription [compound? - Ed.] forms, as in the case in medicine with the creation of prescription forms of medicinal substances. As example can serve formula RK-7, which was in inventory of Soviet army, and which was a mixture of yperite and lewisite. Lewisite exceeds yperite in speed of action and hardens at a lower temperature than yperite. In turn yperite is more toxic than lewisite, but it has prolonged latent period of effect and it cannot be used at low temperatures due to solidification. Formula RK-7 retains the level of toxicity of yperite, the speed of action of lewisite, and it hardens at lower temperatures in comparison with yperite. It is possible that developers of different mixtures proceed from the obvious - protection from the mixtures of the toxic substances in the general case is always more complex problem than protection from the individual substance.

In the open literature is discussed the possibility of modification of the properties of the slightly volatile toxic substances by adding more volatile toxic substances to them. In particular the discussion dealt with the application of additions of volatile sarin to the slightly volatile VX. It is assumed that at the moment of application speed of action due to the vapors of sarin will be achieved, and VX will preserve damaging effect at the same level as with use of it alone. But the proponents of this approach to modification of the properties of the toxic substance leave out of account the fact that with the use of a mixture of VX and sarin in ammunition of remote effect, whose explosion is produced at heights of 10-20 meters above the ground, the resultant vapors of sarin are scattered at these heights, without reaching the earth's surface. On the other hand, with the use of this mixture in ammunition of percussion action are created conditions for the manifestation of the damaging effect of vapors of sarin, but in this version the destructive properties of aerosol VX are not fully realized. Above it was shown that successful combination of speed of action and dangerous contamination for the prolonged period of different objects is achieved with the use of substances with the intermediate volatility.

The toxic substances sarin, soman and their analogs possess high level of inhalation toxicity, but they are insufficiently toxic on skin. In connection with this attempts to correct this index were undertaken by introduction into soman of additives.

растворителей на кожную проницаемость различных веществ, включая зоман. Однако, этот эффект наблюдается при большом разведении отравляющего вещества растворителем. Наблюдаемый прирост токсичности в этом случае достигается за счет необходимости доставки к цели инертного растворителя вместо замещаемой им доли полезной загрузки средства доставки отравляющим веществом.

Проблема повышения проникающей способности веществ через кожу представляет интерес в парфюмерии и медицине и связана с внесением в кожу питательных веществ и трансдермальным переносом лекарств. Одно из последних достижений в этой области — получение вещества азон, представляющего собой амид карбоновой кислоты с довольно большим молекулярным весом. Об эффективности применения добавок азона к отравляющим веществам не сообщалось. Однако, как и в случае с полярными растворителями, больших надежд на азон, как и на упомянутые растворители, питать не приходится.

Наиболее распространенным приемом коррекции вязкости отравляющих веществ и рецептур на их основе является загущение. В литературе роль загустителей сводится к уменьшению летучести веществ. На самом деле загущение обеспечивает дробление отравляющего вещества на более крупные капли. Естественно, что капли более крупных размеров при прочих равных условиях испаряются более продолжительное время.

Рецептура ВР-55 или загущенный зоман, до получения вещества VX, рассматривалась основным средством нанесения поражений живой силе противника, воздействуя на кожные покровы в обход противогаза. Для этого требовалось получение капель зомана более крупных по размеру.

Загущение вещества VX потребовалось при снаряжении им химических боевых частей ракет среднего радиуса действия. Без загущения вещество VX при вскрытии боевой части ракеты на большой высоте (многие сотни метров) дробится на столь мелкие капли, что они испаряются и рассеиваются, не достигая поверхности земли.

Для загущения применяются различные полимерные высокомолекулярные углеводороды. Высказывается идея совмещения в одном продукте как загущающего вещества, так и вещества, увеличивающего проницаемость кожи. При этом предполагается, что в качестве такого продукта могут использоваться амиды карбоновых кислот (по аналогии с азоном) с соответствующим числом углеродных атомов.

Известна рецептура на основе инкапситуантов EA 5302, представляющая собой раствор психотомиметика ВZ в жидком ирританте СН (см. «Инкапситуанты»). Хотя идея конструирования

Page 85.

Hopes for success proceeded from the reliably established fact of the effect of polar solvents on the cutaneous permeability of different substances, including soman. However, this effect is observed with heavy dilution of toxic substance with solvent. The observed growth in toxicity in this case is achieved due to the need for delivery to target of inert solvent [? in place of the fraction of the useful charge of the means of delivery with toxic substance replaced by it. ?]

The problem of increasing the penetrating power of substances through the skin is of interest in perfumery and medicine and is connected with the introduction into the skin of nutrients and the trans-dermal transfer of medicines. One of the latest achievements in this region is the obtaining of the substance azon, which is amide of carboxylic acid with fairly high molecular weight. On the effectiveness of using additives of azon to toxic substances has not been reported. However, as in the case of polar solvents, large hopes for azo, as for the mentioned solvents, should not be nourished.

The most common method of the correction of the viscosity of toxic substances and formulas on their basis is thickening. In the literature the role of thickeners is reduced to the decrease of volatility of substances. In reality thickening provides the crushing of toxic substance to large drops. It is natural that drops of larger dimensions, other conditions being equal, vaporize over longer period.

Formula VR-55 or thickened soman, before obtaining of VX, was regarded as the basic means of inflicting injuries on live enemy target by acting on skin around gas mask. Obtaining larger drops of soman was required for this.

Thickening of VX was required with the charging with them of chemical warheads of the rockets of medium radius of action. Without thickening, VX with the opening of the warhead of the rocket at high altitude (many hundreds of meters) is crushed to such small drops that they vaporize and scatter without reaching the earth's surface.

For thickening are used different polymeric high-molecular hydrocarbons. The idea of combining in one product both the thickening substance and the substance which increases the permeability of skin is being suggested. In this case it is assumed that as this product can be used amides of carboxylic acids (by analogy with azon) with the appropriate number of carbon atoms.

Is known a formula based on incapacitants EA 5302, which is a solution of psychotomimetic BZ in liquid irritant CH (see "Incapacitants").

ния этой рецептуры не обнародована, можно допустить, что ирритант в рецептуре одновременно выполняет роль растворителя основного отравляющего вещества и является средством, маскирующим его присутствие в атмосфере. Применение раствора вещества ВЗ может осуществляться с помощью боеприпасов взрывного действия, в то время как само вещество ВЗ, будучи твердым, обычно применяется в составе пиромесей.

Использование растворов особо активных ирритантов в отравляющих веществах смертельного действия, возможно, основывается на идее достижения в таком варианте эффекта «discipline breakers», когда попавший в подмасочное пространство противогаза ирритант не дает возможности пользоваться противогазом.

Известно, что одной из причин более высокой активности отравляющих веществ при их кожной аппликации по сравнению с парентеральным введением является наличие в коже ферментов, способных вызывать деструкцию значительной доли попавшего на кожу вещества. Считается, что кожно-резорбтивная токсичность отравляющих веществ может возрасти, если использовать добавки к ним ингибиторов указанных ферментов.

С целью пролонгирования действия вещества CS армия США во Вьетнаме применяла его в виде рецептур CS-1 и CS-2, причем в качестве носителя основного вещества использовался сорбент силикагель. С тем же успехом может применяться микроинкапсулирование отравляющих веществ с целью достижения длительных сроков заражения территории и, следовательно, воспрепятствования использования ее противником.

Page 86.

Although the idea of the construction of this formula has not been published, it is possible to assume that irritant in the formula simultaneously performs the role of the solvent of the basic toxic substance and is an agent which masks its presence in the atmosphere. Use of a solution of BZ can be realized with the aid of the ammunition of blast effect while BZ itself, being solid, commonly is used in the composition of pyro-mixtures.

The utilization of solutions of especially active irritants in toxic substances of lethal effect, possibly, is based on the idea of achievement in this version of the effect "discipline breakers", when irritant in the space under the mask does not allow use of the gas mask.

It is known that one reason for lower activity of toxic substances with cutaneous application as compared with parenteral introduction is the presence in the skin of enzymes capable of causing the destruction of a significant portion of the substance fallen on skin. It is believed that skin-resorbative toxicity of toxic substances can increase if are used additions to them of inhibitors of the enzymes indicated.

For the purpose of the prolongation of the effect of CS the army of the USA in Vietnam used it in the form of formulas CS-1 and CS-2, and as the carrier of base material was used sorbent silica gel. Equally well can be used the microincapsulation of toxic substances to achieve prolonged periods of contamination of territory and, therefore, of preventing its utilization by the enemy.

III. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ОТРАВЛЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Согласно структурной теории возможно существование необозримо большого множества органических соединений. Простой расчет показывает, что невозможно иметь все вещества хотя бы по одной молекуле каждого, так как на это не хватило бы материала не только на Земле, но и в Солнечной системе. Несмотря на это, среди всей массы органических соединений высокотоксичных веществ не так уж и много. Сообщения об открытии новых классов органических веществ, среди которых имеются вещества с токсичностью отравляющих веществ, появляются крайне редко и являются событием для разработчиков химического оружия и средств защиты от него. Возможность получения высокотоксичных веществ в рядах известных химических соединений исчерпывающе раскрывается спустя всего несколько лет после их открытия. Так было с фторфосфонатами, так было с фосфорилтиохолинами, так ранее было с полифункциональными соединениями типа иприт или люизит.

Автор не ставил перед собой задачу описать свойства всех отравляющих веществ, как и веществ, ранее исследовавшихся в качестве веществ того же назначения. Представленные в этом разделе высокотоксичные вещества летального действия, с одной стороны, составляют некоторый резерв для использования в качестве оружия в нештатных ситуациях, а с другой — позволяют проследить тенденции развития химии высокотоксичных веществ, в том числе и используемых в качестве отравляющих.

КАРБАМАТЫ

Карбаматы по характеру токсического действия и уровню токсичности ближе других высокотоксичных веществ стоят к фторфосфонатам и фосфорилтиохолинам. Химия и токсикология этих соединений детально изучены. Об этом свидетельствует простое перечисление исследованных производных, к числу которых относятся:

— производные бензола с одной, двумя и тремя карбаматными группами, в том числе при наличии дополнительных замещающих групп;

Page 87.

III. POTENTIAL TOXIC SUBSTANCES.

According to structural theory is possible the existence of a boundlessly large number of organic compounds. Simple calculation shows that it is not possible have all substances, [even if? - Ed.] one molecule each, since for this material would not be sufficient not only on Earth, but also in solar system. In spite of this, among the entire mass of organic compounds of highly toxic substances there are not all that many. Reports on the discovery of new classes of organic matter, among which there are substances with the toxicity of the toxic substances, appear extremely rarely and they are event for the developers of chemical weapons and means of protection from them. The possibility of obtaining the highly toxic substances in series of known chemical compounds [is exhaustively researched within? - Ed.] several years after their discovery. So it was with fluorophosphonates, so it was with phosphorylthiocholines, so earlier it was with the polyfunctional compounds of the type yperite or lewisite.

The author did not pose himself the problem of describing the properties of all toxic substances and substances earlier investigated as substances of the same designation. Highly toxic substances of lethal effect covered in this section, on one hand, compose a certain reserve for use as the weapon in the contingency situations, and on the other - they make it possible to trace the trends of development of the chemistry of highly toxic substances, including those used as toxic.

CARBAMATES.

Carbamates in the nature of the toxic effect and the level of toxicity are nearer than other highly toxic substances to fluorophosphonates and phosphorylthiocholines. Chemistry and toxicology of these compounds is in detail studied. About this testifies the simple enumeration of the investigated derivatives, which include:

- derivatives of benzene with one, two and three carbamate groups, including in the presence of the additional substituent groups.

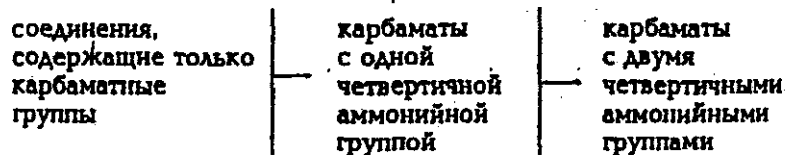
— производные бензола с одной карбаматной группой и одной четвертичной аммонийной группой, расположенной в орто-, мета- и параположениях соответственно;

— производные бензола с одной карбаматной группой и двумя четвертичными аммонийными группами;

— карбаматы, являющиеся производными нафталина, хинолина и других ароматических соединений;

— карбаматы, являющиеся производными алифатических спиртов и др.

Установлено, что токсичность карбаматов возрастает в ряду:



Наиболее токсичными являются карбаматы с четвертичной аммонийной группой в параположении, а менее токсичными — в ортоположении. При замене метильных групп, входящих в состав четвертичной аммонийной группы, на алкильную группу иного состава токсичность соответствующих производных убывает. Из всех ароматических производных производные бензола являются предпочтительными соединениями. Введение в молекулу арилкарбамата полярных групп, таких как сульфогруппа, приводит к снижению токсичности. Влияние состава аниона при аммонийной группе на уровень токсичности арилкарбаматов отчетливо не прослеживается. Среди известных арилкарбаматов наиболее токсичными являются карбаматы, в составе молекулы которых содержится две симметрично расположенные арилкарбаматные группы, в каждой из которых присутствует четвертичная аммонийная группа, причем последние соединены между собой полиметиленовой цепочкой определенной длины. При внутривенном введении животным наиболее токсичные из карбаматов имеют значение $LD_{50} \leq 0,005$ мг/кг.

Уровень токсичности бисчетвертичных арилкарбаматов зависит как от длины полиметиленовой цепочки, так и от молекулярного веса катионной части молекулы. На рис. 4 в логарифмических координатах отображены наиболее токсичные из них, сведения о токсичности которых содержатся в *Registry of Toxic Effects of Chemical Substances* (Washington, 1988). При построении графика вместо молекулярного веса молекулы брался молекулярный вес только катионной части молекулы, а величина летальной дозы, полученная в эксперименте, уменьшалась путем ум-

Page 88.

- derivatives of benzene with one carbamate group and one quaternary ammonium group in the ortho-, meta- and para- positions respectively;

- derivatives of benzene with one carbamate group and two quaternary ammonium groups;

- carbamates, which are the derivatives of naphthalene, quinoline and other aromatic compounds;

- carbamates, which are the derivatives of aliphatic alcohols, etc.

It is established that the toxicity of carbamates increases in the series:

*(See Original).

Key: (1). the compounds, which contain only carbamate groups. (2). carbamates with one quaternary ammonium group. (3). carbamates with two quaternary ammonium groups.

Most toxic are carbamates with the quaternary ammonium group in the paraposition, and less toxic - in the ortho- position. With replacement of the methyl groups, which form part of quaternary ammonium group, by alkyl group of another composition the toxicity of the corresponding derivatives decreases. Of all aromatic derivatives the derivatives of benzene are preferential compounds. Introduction into molecule of aryl-carbamate of polar groups, such as sulfogroup, leads to reduction in the toxicity. The effect of the composition of anion with the ammonium group on the level of the toxicity of aryl-carbamates distinctly is not seen. Among the known aryl-carbamates most toxic are carbamates, in the composition of molecule of which two symmetrically arranged aryl-carbamate groups are contained, in each of which quaternary ammonium group is present; moreover the latter are connected by the polymethylene chain of the specific length. With intravenous introduction to animals most toxic of carbamates have a value of $LD_{50} \leq 0.005$ of mg/kg.

The level of the toxicity of [bisquaternary arylcarbamates? - Ed.] depends both on the length of polymethylene chain and on molecular weight of the cation part of the molecule. In Fig. 4 in the logarithmic coordinates are represented the most toxic of them, information about toxicity of which is contained in Registry of Toxic Effects of Chemical Substances (Washington, 1988).

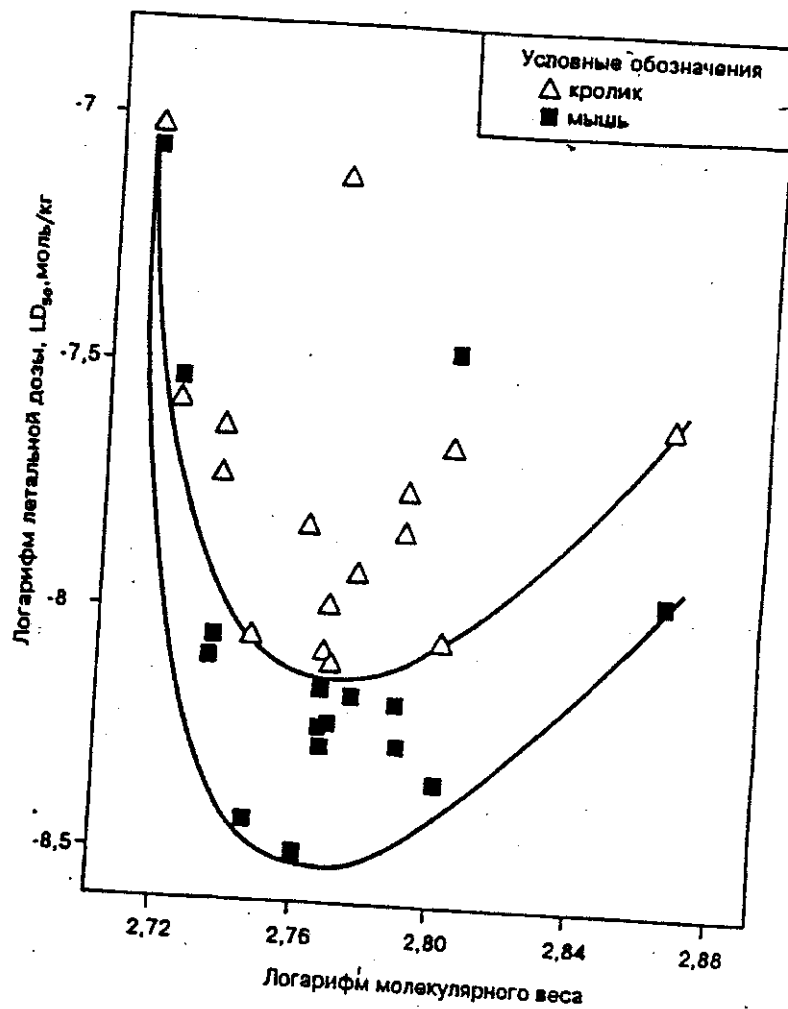


Рис. 4. Границы минимальных летальных доз бисчетвертичных арилкарбаматов

ножения на отношение молекулярных весов катионной части и молекулы в целом, включая молекулярный вес аниона. Как следует из графиков, для бисчетвертичных арилкарбаматов, так же как и для производных метилфосфоновой кислоты, ха-

Page 89.

*(See Original).

Fig. 4. Boundaries of minimum lethal doses of bisquaternary aryl-carbamates.
Key: (1). key. (2). rabbit. (3). mouse. (4). Logarithm of lethal dose LD50, mole/kg. (5). Logarithm of molecular weight.

In constructing graph instead of the molecular weight of the molecule the molecular weight only of the cation part of the molecule was taken, and the value of lethal dose obtained in the experiment decreased by multiplication by the ratio of molecular weights of cation part and molecule as a whole, including molecular weight of anion. As follows from the graphs, for bisquaternary aryl-carbamates, just as for the derivatives of methylphosphonic acid, is characteristic the existence of a boundary of minimum lethal doses, whose coordinates depend on molecular weight.

рактрно существование границы минимальных летальных доз, координаты которой являются зависящими от молекулярного веса. Уровни токсичности карбаматов для различных животных не одинаковы, поэтому границы минимальных летальных доз бисчетвертичных арилкарбаматов для мыши и кролика не совпадают.

Согласно рис. 4 экстремально низкие значения летальных доз бисчетвертичных арилкарбаматов для мыши и кролика приходится на молекулярные веса катионной части молекулы, укладываемые в интервале 580-590 дальтонов. Помимо влияния других факторов, отмеченный характер прохождения границы минимальных летальных доз связан с изменениями в гидрофобно-гидрофильном балансе молекул арилкарбаматов фиксированного химического строения. Показано (неопубликованная работа), что у наиболее токсичных гидрофильных веществ любого строения, к каким относятся бисчетвертичные арилкарбаматы, коэффициент распределения в системе октанол/вода равняется 0,001-0,01. При изменении молекулярного веса молекулы путем введения или исключения из ее состава замещающих групп углеводородного состава происходит изменение коэффициента распределения, а вместе с ним и изменение уровня токсичности. Влияние длины полиметиленовой цепочки на уровень токсичности соответствующих бисчетвертичных арилкарбаматов может быть двояким. От длины этой цепочки зависит структурное соответствие карбаматов активным центрам рецепторов, с чем непосредственно связана их активность. С другой стороны, длина полиметиленовой цепочки влияет на величину коэффициента распределения в системе октанол/вода соответствующих карбаматов, а вместе с ним и на уровень токсичности.

Существование экстремально низкого уровня летальных доз у бисчетвертичных арилкарбаматов означает, что получение новых алкил- и арилкарбаматов, по токсичности существенно превосходящих ныне известные, не прогнозируется.

Все арилкарбаматы, имеющие в своем составе четвертичную аммонийную группу, являются твердыми веществами. Они растворимы в воде и гидролитически стойки. Как и другие твердые вещества, они вряд ли найдут применение для нанесения поражений живой силе противника путем заражения атмосферы, так как они в этом отношении уступают жидким фосфорорганическим отравляющим веществам. Но они могут применяться с диверсионными целями в ходе войны, в частности для заражения источников водоснабжения войск и населения. В этом случае они в большей мере соответствуют этой задаче, так как в отличие от веществ типа зарин они не испаряются с поверхности во-

Page 90.

The levels of the toxicity of carbamates for different animals are not identical; therefore the boundaries of the minimum lethal doses of bisquaternary aryl-carbamates for the mouse and the rabbit do not coincide.

According to Fig. 4 extreme low values of the lethal doses of bisquaternary aryl-carbamates for the mouse and the rabbit are due to molecular weights of the cation part of the molecule in the range of 580-590 daltons. Besides the effect of other factors, the noted nature of the boundary of minimum lethal doses is connected with changes in the hydrophobic-hydrophilic balance of molecules of aryl-carbamates of recorded chemical structure. It is shown (unpublished work), that in the most toxic hydrophiles of any structure, which includes bisquaternary aryl-carbamates, distribution coefficient in system octanol/water is 0.001-0.01. With a change in molecular weight of molecule by introduction or elimination from its composition of the substituent groups of hydrocarbon composition occurs change in the distribution coefficient, and together with it a change in the level of toxicity. The effect of the length of polymethylene chain on the level of toxicity of the corresponding bisquaternary aryl-carbamates can be dual. On the length of this chain depends the structural correspondence of carbamates to the active centers of receptors, with which is directly connected their activity. On the other hand, the length of polymethylene chain affects the value of distribution coefficient in the system octanol/water of corresponding carbamates, and together with it the level of toxicity.

The existence of the extreme low level of lethal doses in bisquaternary aryl-carbamates means that obtaining new alkyl- and aryl-carbamates, in toxicity substantially exceeding those now known, is not forecast.

All aryl-carbamates, which contain quaternary ammonium group, are solids. They are water-soluble and hydrolytically stable. Like other solids, they will hardly find use in causing injuries to live enemy target by the infection of atmosphere, since they in this respect are inferior to the liquid organophosphorus toxic substances. But they can be used for diversionary purposes in the course of war, in particular for contamination of water supplies of troops and population.

донсточника, не гидролизуются и к тому же плохо сорбируются углем, применяемым в войсковых станциях водоочистки. Карбаматы устойчивы и к реагентной обработке воды, проводимой до ее фильтрации через угольные фильтры.

КАРКАСНЫЕ ПОЛИЦИКЛАНЫ

Среди каркасных полицикланов, обладающих высоким уровнем токсичности, в качестве потенциальных отравляющих веществ могут рассматриваться бициклофосфаты, бициклоортокарбоксилаты и норборнаны.

Бициклофосфаты и бициклоортокарбоксилаты

В 1973 году Е. Беллет и Дж. Касида сообщили, что синтезированные ими бициклофосфаты обладают высокой токсичностью, сравнимой с токсичностью фосфорсодержащих отравляющих веществ. Для специалистов было очевидно, что в отличие от фторфосфонатов и фосфорилтиохолинов токсическое действие бициклофосфатов связано не с ингибированием фермента ацетилхолинэстеразы, а с воздействием на другие жизненно важные системы организма, в силу чего антидотные препараты, эффективные при терапии отравлений фосфорсодержащими отравляющими веществами, окажутся непригодными при лечении отравлений бициклофосфатами.

Бициклофосфаты, как потенциальные отравляющие вещества, были всесторонне исследованы в США, Англии, ФРГ, СССР, Японии и Израиле. Их синтез может быть осуществлен в одну стадию. Исходные полупродукты синтеза бициклофосфатов выпускаются коммерческим сектором химической промышленности ряда стран.

Бициклофосфаты представляют собой кристаллические вещества с температурой плавления 45—309°C. Они хорошо растворимы в петролейном эфире, хлороформе, диметилсульфоксиде и ограниченно в воде. По сравнению с ациклическими фосфатами бициклофосфаты более устойчивы в условиях основного сольволиза. Период полураспада бициклофосфатов в децинормальном растворе щелочи составляет 13—14 минут, а в чистой воде или концентрированном растворе хлористого водорода — около одного месяца. Они не метаболизируются микросомальными эстеразами и оксигеназами и выводятся из организма в течение 1—2 суток.

Page 91.

In this case they in greater measure correspond to this problem, since in contrast to the substances of the type sarin they do not vaporize from the surface of water source, they will not be hydrolyzed and moreover are poorly sorbed by the carbon used in field stations of water purification. Carbamates are resistant also to the [? reagenoy (misspelling of "reagentnoy" (reagent)? - Ed.) ?] water treatment, conducted before its filtration through carbon filters.

SKELETON POLY-CYCLANES.

Among skeleton [karkasnyye - Ed.] poly-cyclanes possessing high level of toxicity as potential toxic substances can be regarded bicyclophosphates, bicycloorthocarboxylates and norboricanes.

Bicyclophosphates and bicycloorthocarboxylates.

In 1973 Ye. Bellet and J. Kasid [names transliterated - Ed.] reported that bicyclophosphates synthesized by them possess high toxicity, comparable with toxicity of phosphorus-containing toxic substances. It was obvious to specialists that in contrast to fluorophosphonates and phosphorylthiocholines the toxic effect of bicyclophosphates is connected not with the inhibition of the enzyme of acetylcholinesterase, but with the effect on other vitally important systems of organism, by virtue of which the antidote preparations, effective in treating intoxication by phosphorus-containing toxic substances prove to be unsuitable for the treatment of poisonings by bicyclophosphates.

Bicyclophosphates, as the potential toxic substances, have been thoroughly investigated in the USA, England, FRG, USSR, Japan and Israel. Their synthesis can be realized in one stage. The initial semifinished products of the synthesis of bicyclophosphates are produced by the commercial sector of chemical industry of a number of the countries.

Bicyclophosphates are crystalline substances with the melting point of 45-309°C. They are readily soluble in the petroleum ether [ester? - Ed.], chloroform, dimethyl sulfoxide and to a limited extent in water. In comparison with acyclic phosphates the bicyclophosphates are more stable under the conditions of basic solvolysis. The period of the half-life of bicyclophosphates in the decinormal solution of alkali is 13-14 minutes, and in the pure water or the concentrated solution of hydrogen chloride about one month. They are not metabolized by microsomal esterases and oxygenases and are [eliminated? - Ed.] from the organism in 1-2 days.



Бициклофосфаты обладают судорожным действием. При попадании в организм они вызывают удушье, тремор, симптомы Штраубе, тонические спазмы, которые быстро сменяются судорогами. Смерть животных наступает через 2—20 минут. Уровень токсичности бициклофосфатов для всех видов животных примерно одинаков, что дает основание относить к человеку летальные дозы, полученные в экспериментах на животных. Доказано, что бициклофосфаты в организме теплокровных взаимодействуют с ГАМК-рецепторноканальным комплексом.

Зависимость между строением и токсичностью бициклофосфатов была установлена к 1976 году. Были получены наиболее токсичные их представители: изобутил-, втор.бутил- и третбутил производные. В табл.5 приведены данные о токсичности некоторых бициклофосфатов. На уровень токсичности бициклофосфатов оказывает влияние состав и строение замещающей группы R, причем первостепенную роль играют ее стерические и гидрофобные факторы. Наивысший уровень токсичности соответствует соединениям, имеющим разветвленную R группу.

Установлено, что какие-либо изменения в составе и строении основной циклической структуры бициклофосфатов, в том числе сужение или расширение циклов, неизменно влекут за собой снижение токсичности соответствующих соединений. Токсичность бициклофосфатов снижается при замене одного или более атомов кислорода на атомы азота или серы, равно как и при замене атома фосфора на атомы мышьяка или кремния. Тиофосфаты менее токсичны, чем фосфаты.

Введение замещающих групп к атомам углерода, входящим в циклы, также приводит к снижению токсичности. Например, введение метильной группы в состав одного из циклов изопропильного производного бициклофосфата приводит к увеличению летальной дозы для мыши до 0,66 мг/кг по сравнению с 0,18 мг/кг у исходного соединения.

Бициклофосфиты, имеющие в своем составе трехвалентный атом фосфора, уступают по уровню токсичности бициклофосфатам. Так, изопропильные производные бициклофосфата и бициклофосфита имеют летальные дозы для мыши равные 0,18 и 0,22 мг/кг соответственно. Различие в уровнях летальных доз в еще большей мере имеет место у третбутильных производных. При внутрибрюшинном введении мышам летальные дозы этих производных бициклофосфата и бициклофосфита соответственно равны 0,053 и 0,21 мг/кг.

Page 92.

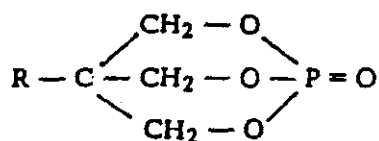
Bicyclophosphates have convulsive effect. Upon the entry into the organism they produce suffocation, tremor, symptoms of Straube, tonic spasms, which are rapidly followed by convulsions. Death of animals begins in 2-20 minutes. The level of the toxicity of bicyclophosphates for all species of animals is approximately identical, which gives grounds to say lethal doses obtained in experiments on animals are valid for humans as well. It is proved that bicyclophosphates in the organism of warm-blooded animals interact with the GAMK [GABA receptor-channel? - Ed.] complex.

The relationship between structure and toxicity of bicyclophosphates was established by 1976. Were obtained their most toxic representatives: isobutyl-, secondary butyl- and tertbutyl derivatives. Table 5 gives the data about the toxicity of some bicyclophosphates. The level of the toxicity of bicyclophosphates is affected by the composition and the structure of substituent group R, moreover primary role play its steric and hydrophobic factors. The highest level of toxicity corresponds to the compounds, which have [branched R? - Ed.] group.

It has been established that any change in composition and structure of the basic cyclic structure of bicyclophosphates, including narrowing or the expansion of cycles, invariably entails reduction in the toxicity of the corresponding compounds. The toxicity of bicyclophosphates is reduced with replacement of one or more atoms of oxygen by atoms of nitrogen or sulfur, or by replacement of phosphorus atom by atoms of arsenic or silicon. Thiophosphates are less toxic than phosphates.

The introduction of substituent groups to carbon atoms, in the cycles, also leads to reduction in the toxicity. For example, the introduction of methyl group into composition of one of the cycles of isopropyl derivative of bicyclophosphate leads to an increase in the lethal dose for the mouse to 0.66 mg/kg in comparison with 0.18 mg/kg for initial compound.

The bicyclophosphites, which contain the trivalent atom of phosphorus, are inferior in toxicity to bicyclophosphates. Thus, the isopropyl derivatives of bicyclophosphate and bicyclophosphite have lethal doses for the mouse equal to 0.18 and 0.22 mg/kg respectively. Difference in the levels of lethal doses in an even greater measure occurs in tertbutyl derivatives. With intraperitoneal introduction to mice the lethal doses of these derivatives of bicyclophosphate and bicyclophosphite are respectively 0.053 and 0.21 mg/kg.

Летальные дозы LD₅₀ для некоторых бициклофосфатов

R	Вид животного	Аппликация	LD ₅₀ , мг/кг
CH ₃	мышь	внутрибрюшинно	32
C ₂ H ₅	"	"	1,0
n-C ₃ H ₇	"	"	0,38
изо-C ₃ H ₇	"	"	0,18
n-C ₄ H ₉	"	"	1,5
изо-C ₄ H ₉	"	"	0,24
втор-C ₄ H ₉	"	"	0,21
трет-C ₄ H ₉	"	"	0,053
трет-C ₄ H ₉	крыса	"	0,036
трет-C ₄ H ₉	мышь	орально	0,045
трет-C ₄ H ₉	"	внутривенно	0,12
n-C ₅ H ₁₁	"	внутрибрюшинно	3,7
C ₆ H ₅	"	"	1,5
цикло-C ₆ H ₁₁	"	внутривенно	0,52
цикло-C ₅ H ₉	"	"	0,42
цикло-C ₄ H ₇	"	"	0,35
цикло-C ₃ H ₅	"	"	0,82
N(CH ₃) ₂	"	внутрибрюшинно	3,0
NO ₂	"	"	9,5

В отличие от бициклофосфатов некоторые бициклофосфиты при обычных условиях являются жидкостями, однако сведений об их токсичности опубликовано не было. Следует полагать, что и жидкие бициклофосфиты являются менее токсичными по сравнению с соответствующими бициклофосфатами, являющимися твердыми веществами.

Page 93.

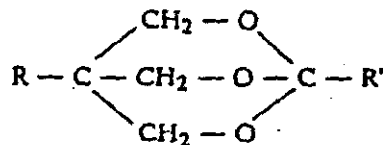
Table 5. Lethal doses LD₅₀ for some bicyclophosphates.

*(See Original).

Key: (a). species of animal. (b). Application. (c). mg/kg. (1).
mouse. (2). intraperitoneal. (3). rat. (4). oral. (5).
intravenous.

In contrast to the bicyclophosphates some bicyclophosphites under the normal conditions are fluids; however, the information about their toxicity has not been published. One should also assume that the liquid bicyclophosphites are less toxic in comparison with corresponding bicyclophosphates, which are solids.

В 1985 году была обнаружена высокая токсичность у некоторых бициклоортокарбоксилатов, являющихся ближайшими структурными аналогами бициклофосфатов



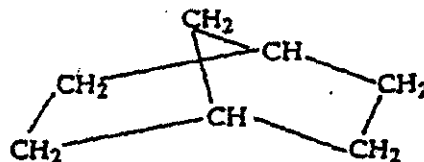
где R —алкил;
R' —алкил, фенил или замещенный фенил.

С тех пор было синтезировано более 120 химических соединений этого класса. Оказалось, что свойства бициклоортокарбоксилатов аналогичны свойствам бициклофосфатов. Они являются твердыми телами с температурой плавления 73-239°C. Как и бициклофосфаты, они обладают судорожным действием, являются агонистами ГАМК. Среди бициклоортокарбоксилатов наиболее токсичным оказалось соединение, в котором алкильная группа R представлена третбутильным радикалом, а радикалом R' является парацнанфенильная группа. Летальная доза этого вещества для мыши при внутрибрюшном введении равна 0,06 мг/кг.

Исследование зависимости токсичности бициклофосфатов, бициклофосфитов и бициклоортокарбоксилатов от состава и строения замещающих групп, проведенное на большом числе их гомологов и аналогов, позволяет сделать вывод о том, что нахождение среди них более токсичных веществ не предвидится. Учитывая агрегатное состояние (твердые вещества) и сравнительно более низкий уровень токсичности, бициклофосфаты, бициклоортокарбоксилаты и тем более бициклофосфиты не могут быть конкурентами фторфосфонатов и фосфорилтиохолинов.

Норборнаны

Норборнаны также имеют бициклическую каркасную структуру.



Page 94.

In 1985 was discovered high toxicity in some bicycloorthocarboxylates, which are the nearest structural analogs of the bicyclophosphates

*(See Original).

where R - alkyl;

R' - alkyl, phenyl or substituted phenyl.

Since then have been synthesized more than 120 chemical compounds of this class. It turns out that the properties of bicycloorthocarboxylates are analogous to the properties of bicyclophosphates. They are solid bodies with the melting point of 73-239°C. Like bicyclophosphates, they possess the convulsive effect, are the agonists of GABA [GAMK? - Ed.]. Among bicycloorthocarboxylates most toxic proved to be the compound in which the alkyl group R was [represented by? - Ed.] tertbutyl radical, and radical R' is paracyanophenyl group. The lethal dose of this substance for the mouse with intraperitoneal introduction is 0.06 mg/kg.

The investigation of the dependence of the toxicity of bicyclophosphates, bicyclophosphites and bicycloorthocarboxylates on the composition and the structure of substituent groups, carried out on the large number of their homologs and analogs, makes it possible to make the conclusion that finding among them more toxic substances will not be foreseen. Taking into account the state of aggregation (solids) and comparatively lower level of toxicity, bicyclophosphates, bicycloorthocarboxylates and certainly the bicyclophosphites cannot be competitors of fluorophosphonates and phosphorylthiocholines.

Norbornanes

Norbornanes [norboricanes? - Ed.] also have bicyclic skeleton structure.

*(See Original).

В молекуле норборнана имеется 12 атомов водорода, которые могут быть замещены атомами галогенов, различными функциональными группами, алкильными и арильными радикалами и т.п., что открывает широкие возможности для получения веществ с различными свойствами. Среди производных норборнана получены родентициды, инсектициды, гербициды, фунгициды, регуляторы роста растений, лекарственные средства. В числе последних имеются антидепрессанты, антиконвульсанты, бронхоспазмолитики, анестетики, а также гипотензивные, противотромбозные и болеутоляющие препараты. В ряду производных норборнана найдены соединения с высоким уровнем токсичности.

Синтез производных норборнана может осуществляться различными способами. У.Миддлетон из отдела исследований и разработок экспериментальной станции фирмы «Дюпон де Немур», используя реакцию Дильса-Адлера, осуществил присоединение фторсодержащего производного 1,1-дицианоэтилена к пентациклодиену и после хлорирования продукта присоединения получил экзо, цис-5,6-дихлор-2,2-дициано-3,3-бис(трифторметил)-норборнан, одно из наиболее токсичных веществ этого ряда. LD₅₀ этого вещества для крысы при оральном введении составляет 0,2 мг/кг. Как и другие соединения этого ряда, полученное токсичное производное норборнана является твердым веществом с температурой плавления 124-126°C.

Другие токсичные производные норборнановой структуры были получены при бромировании бициклогептадиена. Двое из сотрудников, принимавших участие в проведении реакции синтеза, получили тяжелые отравления. Количественных характеристик токсичности бромированных бициклогептадиенов опубликовано не было.

Механизм токсического действия соединений норборнановой структуры пока не доказан. Предполагается, что их следует относить, так же как и бициклофосфаты, к ГАМК-литикам.

К соединениям, являющимся производными норборнана, следует отнести 12-кетозандрин, являющийся продуктом метаболизма инсектицида эндрина. Летальная доза LD₅₀ этого метаболита для крысы при оральном введении равна 0,7-1,5 мг/кг.

Достаточно высоким уровнем токсичности обладают производные гетеронорборнанов, в структуре которых вместо атома углерода, образующего мостиковую связь в норборнанах, вводится кислород или другой неуглеродный атом. Среди представителей этой группы соединений заслуживают внимания эндотал и кантаридин, а также их производные, обладающие высокой токсичностью.

Производные эндоталов или 7-окса-бицикло (2.2.1) гептанов получают реакцией диенового синтеза. Летальные дозы LD₅₀

Page 95.

In the molecule of norbornane are 12 atoms of hydrogen, which can be substituted by the atoms of halogens [haloids? - Ed.], by different functional groups, alkyl and aryl radicals, etc., which opens great possibilities for obtaining the substances with different properties. Among the derivatives of norbornane are obtained the rodenticides, insecticides, herbicides, fungicides, regulators of an increase in the plants, medicinal agents. Among the latter are antidepressants, anti-convulsants, bronchospasmolytics, anesthetics, and also hypotensive, antithrombotic and analgesic preparations. Among derivatives of norborane compounds with the high level of toxicity are found.

The synthesis of derivatives of norborane can be realized by different methods. W. Middleton from the section of research and development of experimental station of firm "du Pont de Nemours", using Deal-Adler reaction, accomplished addition of the fluorine-bearing derivative 1,1-dicyanoethylene to pentacyclodiene and after the chlorination of addition product obtained exo, cis-5.6-dichloro-2.2-dicyano-3.3-bis(trifluormethyl)-norborane, one of the most toxic substances of this series. LD₅₀ of this substance for rat with oral introduction is 0.2 mg/kg. Like other compounds of this series, obtained toxic derivative of norborane is solid with the melting point of 124-126°C.

Other toxic derivatives of norborane structure were obtained by bromination of bicycloheptadiene. Two workers, who participated in conducting of synthesis reaction, were severely poisoned. Quantitative characteristics of the toxicity of the brominated bicycloheptadienes were not published.

The mechanism of the toxic effect of the compounds of norborane structure is not thus far demonstrated. It is assumed that they should be grouped, like bicyclic phosphates, with [GAMK-lytics? - Ed.].

With compounds which are derivatives of norborane should be included 12-ketoendrin, which is product of the metabolism of insecticide of endrin. The lethal dose LD₅₀ of this metabolite for the rat with oral introduction is 0.7-1.5 mg/kg.

Fairly high level of toxicity possess the derivatives of heteronorbornanes, in structure of which instead of carbon atom, which forms bridge bond in norbornanes, is introduced oxygen or another noncarbon atom. Among representatives of this group of compounds deserve attention endothal [endothall? - Ed.] and canthridin, and also their the derivatives, which are highly toxic.

Derivatives of endothal or 7-oxa-bicyclo (2.2.1) heptanes are obtained by reaction of diene synthesis.

при внутрибрюшинном введении мышам составляют 0,31-1,5 мг/кг. Токсичность соединений этой группы существенно зависит от пространственной конфигурации молекул. Производные эндотала экзо-конфигурации намного токсичнее чем эндо-производные. Различие в уровнях их токсичности колеблется в широких пределах и достигает 400 раз. Многие токсичные производные эндотала пока получены лишь в эндо-конфигурации, так что их аналоги, имеющие экзо-конфигурацию, могут оказаться более токсичными веществами.

Как норборнаны, так и гетеронорборнаны и их производные за редким исключением являются твердыми веществами и поэтому ожидать у них высокий уровень кожно-резорбтивной токсичности не приходится. Следует полагать, что именно из-за низких уровней токсичности этих веществ при накожной аппликации исследователи — авторы публикаций — не обнаружили интереса к получению количественных характеристик перкутанной токсичности.

Резервы для поиска высокотоксичных веществ среди производных норборнана пока не исчерпаны, однако имеющиеся экспериментальные данные по их токсичности не оставляют надежду на получение соединений, которые были бы конкурентами современным отравляющим веществам.

ДИОКСИН

Высокотоксичное вещество, известное как диоксин, относится к числу химических соединений, открытие которых не предусматривалось программами поиска потенциальных отравляющих веществ. Как было установлено впоследствии, диоксин образуется спонтанно в следовых количествах при сгорании органических материалов (нефтепродукты, каменный уголь, древесина) в присутствии хлоросодержащих веществ, включая поваренную соль. Диоксин найден в архивных образцах почвы и растений, относящихся к 1877—1927 годам, причем в количествах, соответствующих современным уровням заражения диоксином почв в сельских и пригородных районах. Диоксины никогда не производились в промышленных масштабах, но распространены повсеместно от Антрактиды до Арктики.

Диоксин всегда сопутствует в тех или иных количествах трихлорфенолу, используемому при изготовлении гербицида 2,4,5-Т, протравы семян хлопчатника (в виде трихлорфенолята меди) и веществ, используемых с другими целями. Гербицид 2,4,5-Т, созданный в США в годы 2-ой мировой войны, предназначался для уничтожения посевов или урожая продовольствен-

Page 96.

The lethal doses LD₅₀ with intraperitoneal introduction to mice are 0.31-1.5 mg/kg. The toxicity of the compounds of this group depends substantially on the three-dimensional configuration of molecules. Derivatives of endo-configuration are much more toxic than exo-derivatives. Difference in the levels of their toxicity varies over wide limits and reaches 400 times. Many toxic derivatives of endo-configuration are thus far obtained only in the endo-configuration, so that their analogs, which have exo-configuration, may prove to be more toxic substances.

Both norbornanes and heteronorbornanes and their derivatives with rare exceptions are solids and therefore high skin-resorptive toxicity in them should not be expected. One should assume that precisely due to the low levels of the toxicity of these substances with cutaneous application researchers (authors of publications) did not show interest in obtaining quantitative characteristics of percutaneous toxicity.

Reserves for the search for highly toxic substances among derivatives of norbornane are not thus far exhausted; however, the available experimental data on their toxicity do not leave hopes for obtaining compounds, which would be competitors of present-day toxic substances.

DIOXIN.

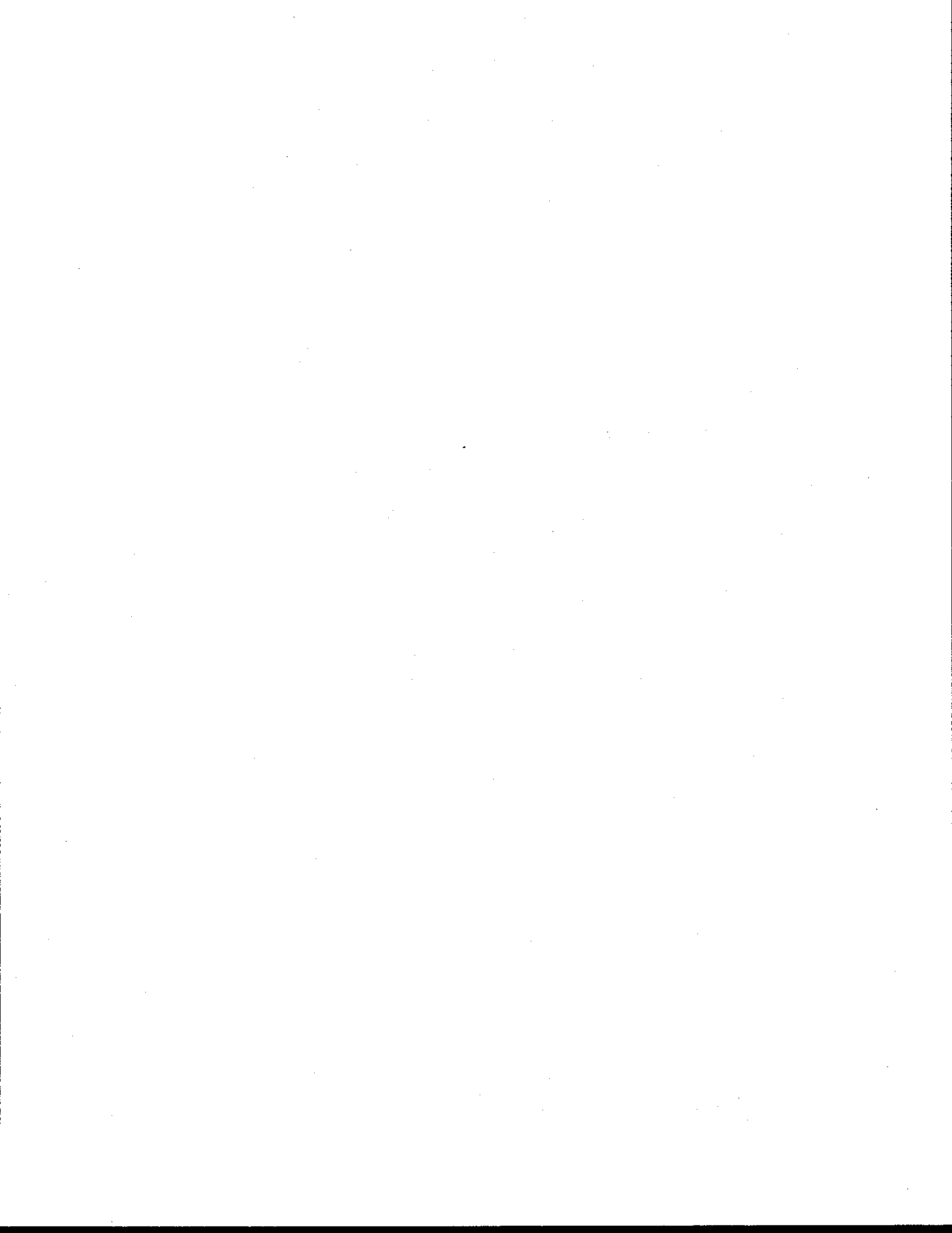
The highly toxic substance, known as dioxin, relates to a number of chemical compounds, whose discovery was anticipated by programs of search for potential toxic substances. As it was established subsequently, dioxin is formed spontaneously in trace quantities with the combustion of organic materials (petroleum products, coal, wood) in the presence of chlorocontaining substances, including common salt. Dioxin is found in archive samples of soil and plants for the period 1877-1927, moreover in quantities corresponding to contemporary levels of contamination by dioxin of soils in rural and suburban areas. Dioxins never were produced on industrial scale but were spread everywhere from Antarctic to Arctic.

Dioxin always accompanies in various quantities trichlorophenol, utilized in the manufacture of herbicide 2, 4, 5-T, [disinfectant? treating agent? - E.] of seeds of cotton plant (in the form of trichlorophenolate of copper) and substances, utilized for other purposes. Herbicide 2, 4, 5-T, created in the USA during the years of the 2nd world war, was intended for destruction of field and food and industrial crops in the war against Japan.

ных и технических культур в войне против Японии. Но война обошлась без применения химических средств уничтожения растительности, а в послевоенные годы гербициды на основе хлорированных фенолов получили широкое применение для прополки посевов, благодаря чему было достигнуто существенное повышение урожайности различных культур. В силу этого появилась потребность в развешивании производства гербицидов, в том числе и трихлорфенола, как полупродукта синтеза некоторых из них. Резко возросло производство трихлорфенола и гербицидов 2,4-Д и 2,4,5-Т в период вьетнамской войны 1961—1971 годов, в ходе которой применение гербицидов и дефолиантов приобрело массированный характер.

Производство хлорированных фенолов и гербицидов на их основе не обошлось без аварий, сопровождаемых выбросами в окружающую среду не только хлорированных фенолов и гербицидов, но также и диоксина, содержащего его в качестве примеси. В ряде ситуаций диоксин образовывался в процессе взрывной химической реакции. Так, еще в 1949 году на заводе в Нитро (штат Западная Вирджиния, США), занятом производством трихлорфенола, произошел взрыв, в результате которого 250 человек получили серьезные поражения кожи. В 1963 году на заводе фирмы «Филипс-Дюффар» в Амстердаме имел место взрыв с выбросом примерно 200 г диоксина. 20 рабочих, а также специалисты, изучавшие причины взрыва, получили поражение кожи. Отравление и поражение кожи позднее получили рабочие, занятые ликвидацией последствий взрыва. Через два года несколько человек, побывавших в зоне амстердамской аварии, умерли в результате отравления диоксином. Завод вынужденно был закрыт, а через 10 лет был полностью демонтирован, а грунт, элементы стропильной системы и оборудование были залиты в бетонные блоки и в таком виде сброшены в Атлантический океан у Азорских островов. 128 рабочих в 1964 году получали поражения на заводе по производству гербицида 2,4,5-Т в городе Уфе (Россия).

В 60-е годы в ходе войны на территорию Южного Вьетнама вместе с гербицидами было сброшено, по официальным данным военного ведомства США, 170 кг диоксина. В результате непосредственного воздействия на людей гербицидных аэрозолей, а также вовлечения диоксина в цепи питания среди населения резко возросло число онкологических заболеваний, врожденных уродств и других патологий. В мае 1971 года на ипподроме близ города Сейнт-Луис (США) в порядке борьбы с пылеобразованием была проведена обработка беговых дорожек отходами производства гексахлорофена, содержащего, как впоследствии было установлено, примесь диоксина. Это послужило причиной гибели



Page 97.

But war ended without the application of chemical means of the destruction of vegetation, and in the postwar years herbicides on the basis of the chlorinated phenols were widely applied for the weeding of seedings, thanks to which a considerable increase in the yield of different crops was achieved. By virtue of this appeared the demand for the development of the production of herbicides, including trichlorophenol as semifinished product of the synthesis of some of them. Sharply increased the production of trichlorophenol and herbicides 2, 4-D and 2, 4, 5-T in the period of the Vietnamese war of 1961-1971, in the course of which the application of herbicides and defoliants acquired the concentrated nature.

The production of chlorinated phenols and herbicides on their basis did not come off without accidents, accompanied by releases into the atmosphere not only of chlorinated phenols and herbicides, but also dioxin, [? containing it as impurity. ?] In a number of situations dioxin was formed in the process of explosion chemical reaction. Thus, as early as 1949 at a plant in Nitro (Western Virginia, USA) engaged in the production of trichlorophenol occurred an explosion, as a result of which 250 people suffered serious injuries of skin. In 1963 at plant of firm "Philips-Dhyuffar" [translated - Ed.] in Amsterdam took place explosion with release of approximately 200 g of dioxin. 20 workers and specialists studying causes of explosion received injuries of skin. Poisoning and injury of skin subsequently received workers engaged in dealing with the aftermath of the explosion. Two years later several persons, who visited the zone of Amsterdam emergency, died as a result of poisoning by dioxin. Plant was forced to close, and in 10 years was completely dismantled, and ground, the elements of structures and equipment were poured into concrete blocks and in this form they were discarded into Atlantic Ocean near the Azores Islands. 128 workers in 1964 obtained injuries at plant for the production of herbicide 2, 4, 5-T in Ufa (Russia).

In the 60's in the course of war on the territory of South Vietnam together with the herbicides were released, according to official data of the Depart of Defense of the USA, 170 kg. of dioxin. As a result of direct effect on people of herbicide aerosols, and also introduction of dioxin in the food chain among the population sharply increased the number of oncologic diseases, congenital malformations and other pathology. During May 1971 on racetrack near Saint-Louis (USA) in battle with the dust formation was carried out treating of running tracks with wastes from production of hexachlorophene, which contains, as it was subsequently established, admixture of dioxin.

сначала мелких животных, затем лошадей и даже людей. В 1976 году в городе Севезо близ Милана (Италия) произошла авария на заводе фирмы «Гофман-Ларош», производившем гербицид 2,4,5-Т. От взрыва пострадали не только рабочие, но и местное население. Согласно расчетам, в окружающую среду было выброшено 3-4 кг диоксида, которым была заражена территория площадью 20 км² с населением 38 тыс. человек. Диоксин был обнаружен в почве, в атмосферной пыли, в донных отложениях, в тканях животных и растительности, коровьем молоке и в организме людей. Из района заражения было выселено 700 человек. На зараженной территории на длительный срок было запрещено пользование земельными угодьями. 3 млн. м³ зараженного грунта было собрано и захоронено в специально построенном подземном хранилище, расположенном в наиболее зараженной зоне. В 1982 году диоксин был обнаружен в городе Тайм Бич, расположенном в долине реки Мерамек (США). Все жители покинули свой город. Агентство по охране окружающей среды (EPA) выкупило зараженную территорию и создало на ней полигон для проведения испытаний новых технологий очистки грунта от диоксида.

... Приведенные и многие другие описанные случаи поражения людей диоксином не остались без внимания со стороны специалистов военно-химических служб.

... Диоксин или 2,3,7,8-тетрахлордибензо-пара-диоксин (ТХДД) имеет оригинальное химическое строение. Молекулу диоксида можно рассматривать как продукт конденсации двух молекул трихлорфенола или трихлорфенолятов металлов. Рентгеноструктурные исследования и квантовохимические расчеты показывают, что молекула диоксида имеет плоское строение и отличается высокой симметрией. Максимум электронной плотности приходится на атомы хлора и кислорода, а минимум — на центры бензольных колец. Такое строение молекулы диоксида обуславливает сочетание у этого вещества целого комплекса экстремальных свойств. Диоксин представляет собой бесцветное кристаллическое вещество с высокой температурой плавления (305°C) и очень низкой летучестью. Он почти не растворим в воде (0,008-0,480 мкг/л), но лучше растворим в органических растворителях (10-1400 мг/л). Термически стабилен, его разложение начинается при температуре 700-750°C. Он выдерживает термическую возгонку с помощью пиротехнических средств. Химически крайне инертен, не разлагается ни кислотами, ни щелочами даже при нагревании. Замещение атомов хлора на другие атомы галогенов или функциональные группы происходит только в крайне жестких условиях. Диоксин в организме либо не включается в метаболические превращения, либо эти превращения протекают

Page 38.

This served as the reason for the death of first small animals, then horses and even people. In 1976 in Sevezo near Milan (Italy) occurred accident at plant of firm [? "Hoffman-Laroche" ?], which produced herbicide 2, 4, 5-T. From explosion suffered not only workers, but also local population. According to calculations, into atmosphere was released 3-4 kg of dioxin, by which was contaminated territory with an area of 20 km² with population of 38,000 people. Dioxin was discovered in the soil, in the airborne dust, in the bottom deposits, in tissue of animals and vegetation, cow's milk and in the organism of people. From the contaminated area were moved out 700 people. The use of the lands usable for agriculture was forbidden in the contaminated territory for prolonged period. 3 million m³ of contaminated soil was collected and buried in specially constructed subterranean storage, located in the most contaminated zone. In 1982 dioxin was discovered in the city of Time Beach in the valley of the river Meramec (USA). All inhabitants left their city. The Environmental Protection Agency (EPA) bought the contaminated territory and created on it range for conducting tests of new technology of removal of dioxin from ground.

These and many other described cases of the contamination of people by dioxin did not remain without attention on the part of specialists of chemical warfare services.

Dioxin or 2, 3, 7, 8-tetrachlorodibenzo-para-dioxin (TCDD) has unique chemical structure. The molecule of dioxin can be considered as product of condensation of two molecules of trichlorophenol or trichlorophenolates of metals. X-ray structural investigations and quantum-chemical calculations show that the molecule of dioxin has plane structure and is characterized by high degree of symmetry. The maximum of electron density is [associated with? - Ed.] atoms of chlorine and oxygen, minimum with centers of benzene rings. This structure of molecule of dioxin causes combination in this substance of entire range of [extreme? - Ed.] properties. Dioxin is colorless crystalline substance with high melting point (305°C) and very low volatility. It barely is water-soluble (0.008-0.480 µg/l), but more soluble in organic solvents (10-1400 mg/l). It is thermally stable, its decomposition begins at a temperature of 700-750°C. It [maintains? - Ed.] thermal sublimation with the aid of pyrotechnic means. It is chemically extremely inert, it is decomposed neither by acids nor by alkalis even with heating. The replacement of chlorine atoms by other atoms of haloids or functional groups occurs only under the extremely rigorous conditions. Dioxin in the organism either is not included in metabolic transformations or these transformations occur extremely slowly.

крайне медленно. Будучи веществом гидрофобным и способным к донорно-акцепторным взаимодействиям, диоксин образует комплексные соединения с веществами различного строения. Это дает основание считать, что в организме теплокровных диоксин существует в виде ассоциатов с эндогенными веществами и в составе этих ассоциатов способен преодолевать биологические барьеры, проникая в клетки органов и тканей, и даже переходить из протоплазмы в ядро.

Диоксин легко образует катион-радикал, отличающийся малой скоростью релаксации. С наличием катион-радикала в составе диоксина некоторые авторы прямо связывают высокий уровень токсичности диоксина. В свою очередь образование ассоциатов должно способствовать превращению большей доли диоксина в форму катиона-радикала. Если это так, то искусственное образование катион-радикала в диоксине за счет воздействия реакционной среды или иных условий может приводить к повышению токсичности диоксина, применяемого в некоторой рецептурной форме.

Строение молекулы диоксина обуславливает особенности поведения его в окружающей среде и в организме. Низкая растворимость в воде, высокий уровень гидрофобности и способность к образованию ассоциатов обуславливают высокое сродство диоксина с компонентами почвы. В природе почва является основным депо диоксина. Потенциал выщелачивания его из почвы незначителен, поэтому диоксин в почве мигрирует с весьма малыми скоростями. Однако, органические растворители, нефтепродукты и любые жидкие органические вещества, обычно содержащиеся в отходах производства совместно с диоксином, повышают мобильность диоксина в почве. Из-за низкой реакционной способности диоксин плохо реагирует с компонентами почвы и потому способен сохраняться в почве длительное время. Период разложения диоксина в почве на 50% составляет 10—12 лет. Биодegradация диоксина почвенными микроорганизмами протекает также крайне медленно. Диоксин способен накапливаться в тканях растений и животных и мигрировать по цепям питания.

Попадая в организм теплокровных, диоксин почти не включается в метаболические процессы, медленно разлагается и выводится из организма в неизменном виде крайне медленно. По этой причине проживание в зараженных диоксином районах связано с риском накопления его в организме и проявлением кумулятивных свойств.

Диоксин является одним из наиболее токсичных ядов. Он способен вызывать поражения живых организмов, резко отличающихся по уровню своей организации. При концентрации, рав-

Page 99.

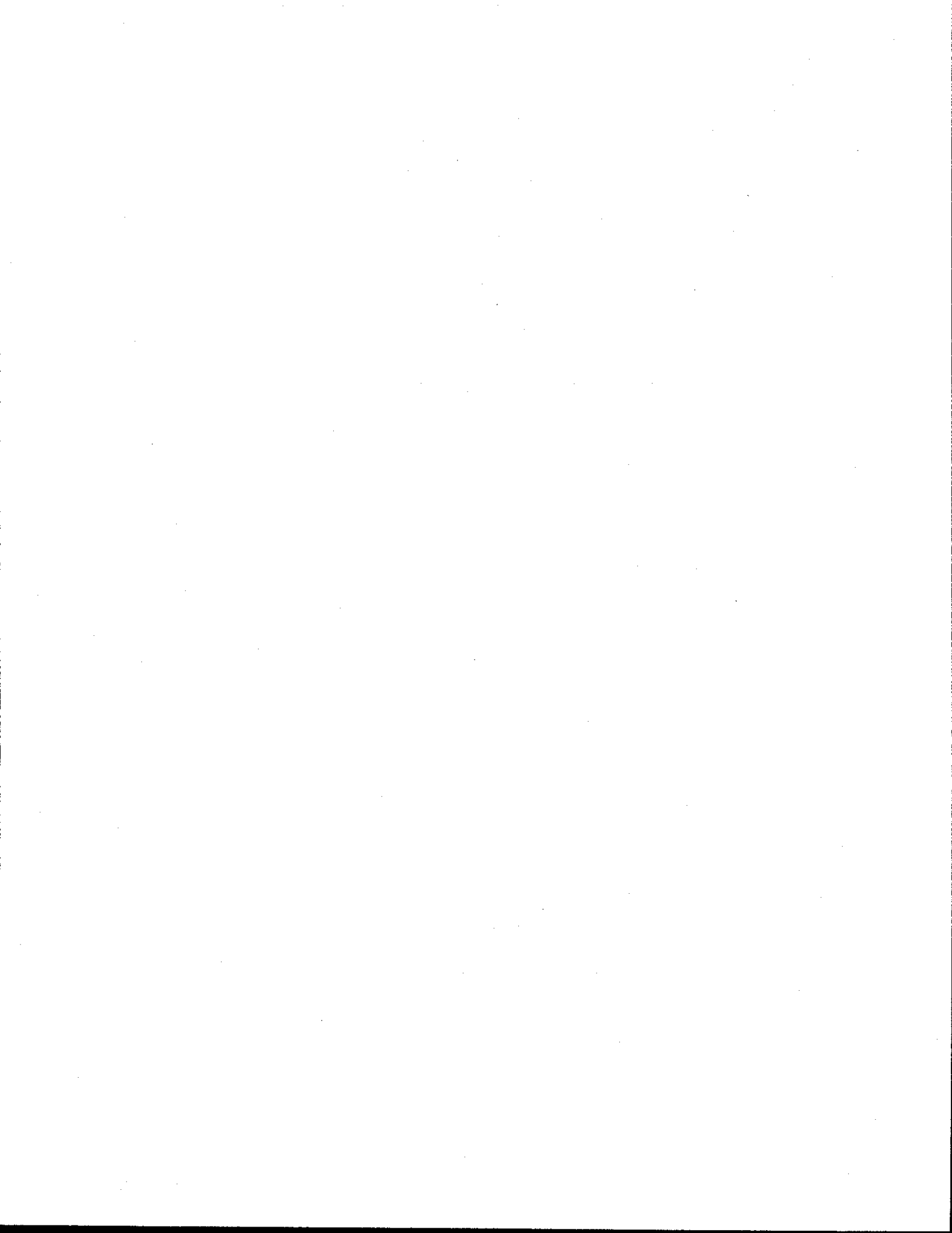
Being substance hydrophobic and capable of donor-acceptor reactions, dioxin forms complex compounds with substances of different structure. This gives grounds for believing that in the organism of warm-blooded dioxin exists in the form of associates with endogenic substances and in the composition of these associates it is able to overcome biological barriers, penetrating the cells of organs and tissues and even to go from protoplasm to nucleus.

Dioxin easily forms the cation-radical, which is characterized by the low speed of relaxation. With the presence of cation radical in the composition of dioxin some authors directly connect the high level of toxicity of dioxin. In turn the formation of associates must contribute to the transformation of the greater portion of dioxin into form of cation radical. If this is so, the artificial formation of cation-radical in the dioxine due to the action of the reaction medium or other conditions can lead to an increase in the toxicity of dioxin [as used in a certain formulation? - Ed.].

The structure of the molecule of dioxin causes the special features of its behavior in the atmosphere and in the organism. Low solubility in the water, high level of hydrophobicity and capability for the formation of associates cause the high affinity of dioxin with the components of soil. In nature the soil is the basic depot of dioxin. The potential of its leaching from the soil is insignificant; therefore dioxin in the soil migrates with the very low speeds. However, organic solvents, petroleum products and any liquid organic substances usually contained in the production wastes together with dioxin increase the mobility of dioxin in the soil. Due to low reactivity of dioxin badly it reacts with the components of soil and therefore it is capable to be retained in the soil long time. The period of decomposition of dioxin in the soil by 50% is 10-12 years. Biodegradation of dioxin by soil microorganisms occurs also extremely slowly. Dioxin is capable to be accumulated in the tissues of plants and animals and to migrate on food chains.

Falling into the organism of warm-blooded animals, dioxin barely is included in metabolic processes, slowly it is decomposed and eliminated from the organism unchanged extremely slowly. For this reason stay in contaminated by dioxin regions involves the risk of its accumulation in the organism and the manifestation of cumulative properties.

Dioxin is one of the most toxic poisons. It is capable to cause the injuries to living organisms, which sharply differ in the level of their organization.



ной несколькими мкг/кг, диоксин обладает бактерицидным действием. Рыбы погибают в воде, содержащей 0,1-3,0 мкг/кг диоксина. Гибель птиц наблюдается при дозах 0,5 мг/кг, а их эмбрионы прекращают развитие при дозе 0,00005 мг/кг.

Летальные дозы диоксина сильно варьируют при переходе от одного вида теплокровных к другому. Наибольшей чувствительностью к воздействию диоксина отличается морская свинка, летальная доза для которой при пероральном поступлении диоксина составляет $LD_{50} = 0,0006-0,002$ мг/кг. LD_{50} для мыши равна 0,114-0,284 мг/кг или в 140—190 раз больше, чем для морской свинки. Наиболее устойчив к воздействию диоксина хомяк, летальная доза для которого при оральном поступлении равна $LD_{50} = 5$ мг/кг. Столь широкая вариация летальных доз для животных не позволяет осуществить надежную экстраполяцию летальной дозы диоксина для человека. Считается, что безопасного уровня доз диоксина вообще не существует и что степень риска поражения находится в прямой зависимости от дозы.

Попытки представить диоксин как яд, избирательно взаимодействующий с определенной биомолекулой, оказались тщетными. Из-за многообразия проявлений токсических эффектов диоксина его следует относить к так называемым биофизическим ядам, для которых ковалентные взаимодействия с биомолекулами не характерны и которые склонны к образованию ассоциатов с различными веществами эндогенного происхождения. Показано, что диоксин является мощнейшим индуктором оксидазы смешанной функции, цитохрома Р-450 и других ферментных систем. Диоксин поражает генетический аппарат, обладает тератогенным, эмбриотоксическим, канцерогенным и мутагенным действием.

При остром отравлении диоксином у животных наблюдаются признаки общетоксического действия: потеря аппетита, общая слабость, усталость, депрессия и катастрофическая потеря веса. Летальный исход наступает через несколько дней и даже недель в зависимости от дозы. При воздействии диоксина в дозах, меньших летальной, наблюдаются специфические расстройства и повреждения организма. К ним прежде всего относится хлоракне — рецидивирующее воспаление сальных желез кожи. Это хроническое заболевание сопровождается дерматитами и образованием долго незаживающих язв. Нередко наблюдается порфирия — хроническое заболевание, характеризующееся образованием на коже пузырьков, повышенной фоточувствительностью и хрупкостью кожи, нарушением обмена порфирина и повышением содержания его в печени, моче и кале. При тяжелых отравлениях отмечаются признаки болезни Перна и сопутствующими ей сильными болями в области сердца и конечностях, тяжелыми по-

Page 100.

With concentration of several $\mu\text{g}/\text{kg}$, dioxin possesses the bactericidal effect. Fish perish in water containing 0.1-3.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ of dioxin. The death of birds is observed in the doses of 0.5 mg/kg, and their embryos cease development in the dose of 0.00005 mg/kg.

The lethal doses of dioxin strongly vary from one species of warm-blooded animal to another. The greatest sensitivity to the effect of dioxin is characteristic of guinea pig, lethal dose for which with oral introduction of dioxin is $\text{LD}_{50}=0.0006-0.002$ mg/kg. LD_{50} for the mouse is 0.114-0.284 mg/kg or 140-190 times more than for the guinea pig. Is most resistant to the action of dioxin is hamster, lethal dose for which with oral entry is $\text{LD}_{50}=5$ mg/kg. So wide a variation in the lethal doses for animals does not make possible reliable extrapolation of the lethal dose of dioxin for the man. It is believed that there is no safe level of the doses of dioxin and that the degree of the risk of injury is in direct dependence on the dose.

The attempts to present the dioxin as toxin which selectively interacts with specific biotargets failed. Due to the diversity of manifestations of the toxic effects of dioxin it should be classified as so-called biophysical poison, for which covalent reactions with biotargets are not characteristic and which are inclined to the formation of associates with different substances of endogenic origin. It has been shown that dioxin is powerful inductor of oxidase of composite function, cytochrome R-450 and other enzyme systems. Dioxin affects genetic apparatus, possesses teratogenic, embryotoxic, cancerogenic and mutagenic activity.

With acute poisoning by dioxin in animals are observed the signs of the systemic toxic effect: the loss of appetite, general weakness, fatigue, depression and catastrophic decrease in weight. Lethal outcome begins in several days and even weeks depending on dose. Under the effect of dioxin at the doses smaller than the lethal, specific disorders and damages of organism are observed. These include first of all [chloracne - recurrent inflammation of the sebaceous glands of skin. This chronic illness is accompanied by dermatitides and formation of persistent ulcers. Frequently is observed porphyria, a chronic disease, which is characterized by formation on the skin of small bubbles, increased photosensitivity and brittleness of skin, by disturbance of the exchange of porphyrin and by increase in its content in the liver, the urine and the feces. With severe poisonings are noted the signs of disease of [Pern (bolezň Perna)? - Ed.] and associated severe pains in the region of heart and the extremities, by the severe injuries of the liver, spleen, and immune and central nervous systems.

ражениями печени, селезенки, иммунной и центральной нервной систем.

По мере того как было установлено химическое строение диоксина проводились синтезы его изомеров и аналогов. Эти синтезы, надо полагать, преследовали общенаучные интересы, хотя нельзя исключать того, что синтез аналогов диоксина мог преследовать цель получения еще более токсичных соединений, которые представляли бы интерес как потенциальные отравляющие вещества или, в более общем случае, как вещества, несущие потенциальную угрозу (potential threat agents). Структура диоксина дает возможность широкого выбора для синтеза его изомеров и различных производных. Только продуктов хлорирования базовой структуры диоксина (дibenзо-пара-диоксина) насчитывается 75. Замена атомов водорода в dibenzo-пара-диоксине на другие атомы галогенов, алкильные и ацильные радикалы, сульфо-, нитро-, амино- и другие функциональные группы дает огромное число возможных производных диоксина.

Из всех хлорсодержащих производных наиболее токсичным является 2,3,7,8-тетрахлордibenзо-пара-диоксин, который в тексте монографии с целью сокращения записи его названия именуется как «диоксин». Все другие 74 производные являются менее токсичными соединениями. Для проявления высокой токсичности у производных должны быть обязательно замещены на хлор атомы водорода во 2, 3 и 7 положениях молекулы dibenzo-пара-диоксина. Замена атомов хлора в диоксине на атомы фтора, нитрогруппу, сульфогруппу, как и введение в молекулу ацильной группы, алкокси-, амино-, нитро- и цианогруппы в другие положения в молекуле приводит к получению веществ, уступающих по токсичности диоксину. Тот же результат имеет место при замене атомов кислорода на атомы серы, аминогруппу. Только у отдельных производных отмечается незначительное увеличение токсичности в случае замены атомов хлора на атомы брома или трифторметильную группу.

Из всех полихлорированных полициклических соединений наиболее близким к диоксину по свойствам, включая токсичность, оказался 2,3,7,8-тетрахлордibenзофуран. У этой группы вещества, так же как и у диоксина, наивысшая токсичность имеет место только в том случае, если они имеют симметричную структуру с атомами хлора в латеральных положениях.

Изложенное дает основание полагать, что из всех полихлорированных полициклических соединений наиболее токсичным является диоксин и что не существует надежд на получение среди этих соединений существенно более токсичных веществ при любых модификациях молекулы диоксина. Диоксин по ряду основных характеристик вполне отвечает современным требованиям.

Page 101.

As more became known of the chemical structure of dioxin were conducted the syntheses of its isomers and analogs. These syntheses, it must be assumed, pursued general scientific interests, although it is not possible to exclude that the synthesis of the analogs of dioxin could pursue the purpose of obtaining even more toxic compounds, which would be of interest as the potential toxic substances or, in the more general case as the substances, which posing potential threat (potential threat means). The structure of dioxin gives the possibility of wide selection for the synthesis of its isomers and different derivatives. Products of chlorination of the base structure of dioxin (dibenzo-para-dioxin) alone number 75. Replacement of hydrogen atoms in dibenzo-para-dioxine by other atoms of haloids, alkyl and acyl radicals, sulfo-, nitro-, amino- and other functional groups gives vast number of possible derivatives of dioxin.

Of all chlorocontaining derivatives most toxic is 2, 3, 7, 8-tetrachlorodibenzo-para-dioxin, which in the text of monograph for the purpose of brevity is referred to as "dioxin". All other 74 derivatives are less toxic compounds. For manifestation of high toxicity in derivatives must be replaced by chlorine the hydrogen atoms in 2, 3 and 7 positions of the molecule of dibenzo-para-dioxin. The replacement of chlorine atoms in dioxin by atoms of fluorine, the nitro group, the sulfogroup and introduction into the molecule of acyl group, alkoxy-, amino-, nitro- and cyano-groups to other positions in the molecule leads to obtaining of substances which are inferior in toxicity to dioxin. The same result occurs with replacement of oxygen atoms by atoms of sulfur and amino group. Only in some derivatives is observed an insignificant increase in toxicity with replacement of chlorine atoms by the atoms of bromine or a trifluorinemethyl group.

Of all polychlorinated polycyclic compounds closest to the dioxine in properties, including toxicity, proved to be 2, 3, 7, 8-tetrachlorodibenzofuran. In this group of substances, just as in dioxin, highest toxicity occurs only when they have symmetrical structure with chlorine atoms in the lateral positions.

This gives grounds to assume that of all polychlorinated polycyclic compounds most toxic is dioxin and that there does not exist hope for obtaining among these compounds substantially more toxic substances with any modification of the molecule of dioxin. Dioxin in a number of fundamental characteristics completely satisfies contemporary requirements for toxic substances.

ям, предъявляемым к отравляющим веществам. Он обладает высоким уровнем токсичности, его летальные дозы для животных примерно одинаковы с таковыми у отравляющих веществ нервно-паралитического действия при системном и оральном поступлении его в организм. Данные об ингаляционной токсичности диоксида отсутствуют, однако и для диоксида ее правомерно соотносить с токсичностью при внутривенном или внутримышечном введении. По стабильности диоксид превосходит все современные отравляющие вещества. Он вполне допускает применение его в аэрозолированном состоянии с использованием метода термической возгонки, например с помощью кассет и шашек с промышленным составом. Нет проблем с организацией его промышленного изготовления. Индикация и своевременное предупреждение населения или войск о начале его применения затруднены из-за его химической инертности и крайне низкой упругости насыщенного пара. Представляется проблематичным создание антидота против диоксида, поскольку он подобно иприту не имеет строго определенной биомиссии и неизбирательно поражает различные биосистемы и органы.

Несмотря на это диоксид как средство ведения боевых действий вряд ли когда либо будет принят на вооружение. Он, будучи при обычных условиях твердым телом, не способен вызывать серьезные поражения при нанесении на обнаженную кожу как в чистом виде, так и в виде раствора. Диоксид может быть применен только в виде дыма в расчете на нанесение поражений через органы дыхания. Но в таком случае применение диоксида не вызовет проблем защиты от него, поскольку надежная защита от любых аэрозолей, включая бактериальные, обеспечивается применением только противогаза фильтрующего типа. Летальный исход или появление симптомов тяжелых поражений, при которых персонал выходит из строя, при воздействии диоксида отложены на многие дни и даже недели, что исключает достижение эффекта от его применения в ходе армейской или фронтовой операции.

В то же время диоксид представляет серьезную угрозу как возможное средство ведения экологической войны. Способность диоксида на длительные сроки заражать территории при довольно малых расходах вещества с одновременным заражением урожая, кормов и домашних животных, а также водосточников с недопустимо высокими уровнями концентраций может быть использована агрессором для превращения больших регионов в необитаемые пространства. В самом деле, во время аварии в Севезо в окружающую среду было выброшено 3-4 кг диоксида и при этом произошло опасное заражение территории площадью 20 км². Используя дальний атмосферный перенос приме-

Page 102.

It possesses the high level of toxicity, its lethal doses for animals are roughly the same as for convulsant nerve gases with systemic and oral entry into the organism. Data about the inhalation toxicity of dioxin are absent; but for dioxin it is also legitimate to correlate with toxicity with intravenous or intramuscular introduction. In stability dioxin exceeds all contemporary toxic substances. It can be used in aerosolized state with the use of a method of thermal sublimation, for example with the aid of [cartridges and charges? - Ed.] with pyrotechnic composition. There are no problems with the organization of its industrial manufacture. Indication and timely warning of population or troops about the beginning of its application are hampered due to its chemical inertness and extremely low saturation vapor pressure. The creation of antidote against the the dioxin is problematic, since it similar to yperite does not have strictly defined biotarget and nonselectively affects different biosystems and organs.

In spite of this dioxin as means of the conduct of combat operations will not likely be added to the inventory. It, being under the normal conditions solid, cannot cause serious injuries with deposition on the uncovered skin both in the pure form and in the form of solution. Dioxin can be applied only in the form of fume with the aim of causing injuries through the respiratory organs. But in that case the application of dioxin will not cause problems of protection from it, since the reliable protection from any aerosols, including bacterial, is provided by the use of filtering type gas mask alone. Lethal outcome or appearance of symptoms of the severe injuries, when personnel are incapacitated, under the effect of dioxin are delayed many days and even weeks, which eliminates the achievement of effect from its application in the course of army or front operation.

At the same time dioxin presents a serious threat as the possible means of waging ecological war. The capacity of dioxin for the prolonged periods to contaminate territories with the sufficiently low expenditure of substance with simultaneous contamination of crops, feed and domestic animals, and also of water sources with inadmissibly high levels of concentrations can be used by aggressor for the transformation of large regions into the uninhabited spaces. In fact, during the emergency in Sevezo into the atmosphere was released 3-4 kg of dioxin and in this case occurred the dangerous contamination of territory with an area of 20 km².

сей, один транспортный самолет способен рассеять на необходимой высоте и в соответствующем месте 60-80 т диоксида и вызвать катастрофически опасное заражение целого региона площадью до 400000 км², равного по территории таким государствам как Италия, Испания, Великобритания, Ирак или Вьетнам. Этим же количеством распыленного в атмосфере диоксида можно создать 20 тыс. катастрофических ситуаций, сравнимых по масштабу ущерба и опасности с аварией в Севезо.

Все это не может не настораживать общественность. Диоксин, как потенциально опасное вещество, должен быть поставлен под полный запрет наряду с наиболее опасными отравляющими веществами.

БИОРЕГУЛЯТОРЫ

В последнее десятилетие появились публикации, касающиеся перспектив создания биохимического или гормонального оружия, в основе которого лежит использование эндогенных биорегуляторов или их структурных модификаций.

По оценкам специалистов в организме теплокровных функционирует до 10 тыс. биорегуляторов различной химической природы и функционального предназначения. В норме они содержатся в тканях организма в чрезвычайно низких концентрациях (пг/г ткани) и контролируют внутриклеточные процессы обмена веществ в интересах обеспечения жизнедеятельности биосистем, отдельных органов и организма в целом. Под контролем биорегуляторов находятся психическое состояние, настроение и эмоции, ощущение и восприятие, умственные способности, температура тела и кровяное давление, рост и регенерация тканей и др. При дисбалансе биорегуляторов наступают расстройства, приводящие к потере работоспособности и здоровья и даже смерти.

Повышенное внимание к биорегуляторам, отмечаемое за последние годы, связано с перспективами создания на их основе лекарственных веществ нового поколения с повышенной специфичностью и эффективностью действия и лишенных нежелательных побочных эффектов. Исследования биорегуляторов ныне представляют не только чисто научный интерес. Биорегуляторы оказались в поле зрения биотехнологических фармацевтических компаний. Намерения использовать биорегуляторы в качестве базы для разработки и внедрения на их основе новых лекарственных веществ стали реально осуществимыми в связи с достигнутым прогрессом в области молекулярной биологии и биотехнологии. Выступая на 3-м международном симпозиуме по защите от отравляющих веществ директор Центра химических

Page 103.

Using remote atmospheric transfer of impurities, one transport aircraft is capable to scatter at the necessary height and in the appropriate place 60-80 t of dioxin and to cause catastrophically dangerous contamination of whole region with an area of up to 400000 km², equal to the area of such states as Italy, Spain, Great Britain, Iraq or Vietnam. With this quantity of atomized in the atmosphere dioxin it is possible to create 20 thousand catastrophic situations comparable in the scale of damage and danger with the accident at Sevezo.

All this cannot but put the public on alert. Dioxin, as potentially dangerous substance, must be completely banned together with the most dangerous toxic substances.

BIOREGULATORS.

In the last decade appeared the publications, which concern the prospects for the creation of the biochemical or hormonal weapon, at basis of which lies the use of endogenic bioregulators or their structural modifications.

According to the estimations of specialists in the organism of warm-blooded animals function up to 10 thousand bioregulators of different chemical nature and functional purpose. Within the norm they are contained in the tissues of organism in the extremely low concentrations (pg/g of tissue) and control the intracellular processes of metabolism in the interests of life support of biosystems, individual organs and organism as a whole. By bioregulators are controlled mental condition, mood and emotion, sensation and perception, mental capacities, the temperature of body and blood pressure, growth and regeneration of tissue etc. With imbalance of bioregulators come disorders, which lead to the loss of fitness for work and health and even death.

The increased attention to the bioregulators, noted in recent years, is connected with the prospects for creation on their basis of medicinal substances of new generation with increased specificity and effectiveness of effect and devoid of undesirable side effects. Study of bioregulators is now of not only purely scientific interest. Bioregulators have found themselves in the field of view of biotechnological pharmaceutical companies. Intentions to use bioregulators as the base for the development and introduction on their basis of new medicinal substances have become reality with advances in molecular biology and biotechnology.

исследований (Портон-Даун, Великобритания) Г. Пирсон сказал: «Другим значительным успехом, достигнутым за последние 10 лет, было становление биотехнологии, существенно упростившей производство материалов, таких как биорегуляторы и токсины, которые до этого были доступны лишь в незначительных количествах, для получения которых использовались природные источники.» Было известно, что при введении экспериментальным животным биорегуляторы оказывают негативные эффекты на сердечно-сосудистую и респираторную системы. Это послужило основанием для первого начальника медицинского центра в Форт-Детрике (штат Мэриленд, США) полковника У. Титтерта в свое время высказать идею о возможности в будущем создания на основе биорегуляторов биохимического оружия. Однако эта идея не могла быть в то время реализована из-за недоступности этих экзотических веществ. Открывающаяся перспектива применения биорегуляторов в интересах здравоохранения и связанная с ней необходимость организации их промышленного изготовления создают реальные предпосылки для формирования научной и производственной базы биохимического оружия.

В монографии «Генное оружие», изданной в 1988 году, одним из авторов которой является руководитель департамента биохимии и биофизики Калифорнийского университета (Сан-Франциско) К. Ямамото, говорится, что министерство обороны США осуществляет по крайней мере 86 программ в области биотехнологии и что среди этих программ имеется программа под названием «биохимическое (гормональное) оружие». По прогнозу профессора К. Ямамото создание биохимического оружия можно ожидать еще в текущем столетии и что оно будет создано на основе использования биотехнологических инноваций. О наличии целевой программы военного ведомства США по биорегуляторам сообщается в докладе Управления медицинских исследований и разработок армии США, опубликованном в апреле 1989 года и посвященном оценке риска для людей и окружающей среды в процессе осуществления программ в области защиты от биологического оружия.

К. Улмер в своей публикации, касающейся белковой инженерии, в журнале Science отмечал: «Хотя это микробиологическое производство человеческих эндогенных «биорегуляторов» и созданных лекарств будет в широком масштабе использоваться в промышленности с разрешенными целями, в то же время оно может иметь военное значение, так как пептиды охватывают все живые системы». Биорегуляторы составляют большую группу физиологически активных веществ, включающую регуляторные пептиды, вазоактивные липиды, ферменты, непептидные гормоны и нейротрансмиттеры.

Page 104.

Speaking at the 3rd international symposium on the protection from the toxic substances the director of the center of chemical research (Porton-Down, Great Britain) G. Pearson said: "Another significant success, achieved in the last 10 years, was the formation of the biotechnology, which substantially simplified the production of the materials, such as bioregulators and the toxins, which thus far were accessible only in the insignificant quantities, for obtaining which were used natural sources". It was known that with introduction to experimental animals bioregulators exert negative effects on cardiovascular and respiratory systems. This served as basis for Colonel [W. Tiggert? (transliterated) - Ed.], the first chief of medical center in Fort Detrick (Maryland, USA) early on to express idea of the possibility in the future of creation on the basis of bioregulators of biochemical weapons. However, this idea could not be at that time realized due to the inaccessibility of these exotic substances. The new prospect of using bioregulators in the interests of public health and the connected with it need to organize their industrial manufacture create real preconditions for formation of scientific and production base of biochemical weapon.

In monograph "Genetic Weapon", published in 1988, one of authors of which is head of the department of biochemistry and biophysics of the University of California (San Francisco), K. Yamamoto, it is indicated that the Department of Defense of the USA is pursuing at least 86 programs in the field of biotechnology and that among these programs is a program by the name "biochemical (hormonal) weapon". According to professor K. Yamamoto's prognosis the creation of biochemical weapon it is possible to expect even in the present century and that it will be created on the basis of the use of biotechnological innovations. The existence of a [targeted? - Ed.] program of Department of Defense of the USA on the bioregulators is reported in the report of the administration of medical research and development of the army of the USA, published in April 1989 and dedicated to the analysis of risk for the people and the atmosphere in the process of the implementation of programs in the field of protection against biological weapons.

K. Ulmer in his article on protein engineering in the journal Science noted: "Although this microbiological production of human endogenic 'bioregulators' and of created medicines will be on a wide scale used in industry for authorized purposes, at the same time it can have military value, since peptides encompass all living systems". Bioregulators comprise a large group of physiologically active substances, which includes regulator peptides, vaso-active lipids, enzymes, nonpeptide hormones and neurotransmitters.

Открытый в 1988 году эндотелин, молекула которого содержит 21 аминокислотный остаток, является примером высокоактивных биорегуляторных пептидов. Он относится к наиболее сильным вазо- и бронхоконстрикторам. При дозе 0,002 мг/кг (внутрибрюшное введение) он вызывает у крыс повышение артериального давления и уменьшение частоты сердечных сокращений. В исследованиях, проведенных двумя группами из Японии и США, установлено поразительное структурное и функциональное сходство эндотелина с быстродействующими кардиотоксинами (сарафотоксинами), выделенными из яда пещерной гадюки *Atractaspis engaddensis*.

Группу высокоактивных биорегуляторов липидной природы составляют метаболиты арахидоновой кислоты (простагландины, тромбоксаны, простагланнины, лейкотриены, липоксины) и фактор активации тромбоцитов (ФАТ). Соединения этой группы оказывают негативное действие на сердечно-сосудистую и респираторную системы и являются медиаторами таких патологических состояний, как воспаление, аллергия, анафилактический шок, яшмеия и отравление.

Лейкотриены в организме образуются при метаболизме арахидоновой кислоты по липоксигеназному пути. Наиболее сильным сердечно-сосудистым действием среди лейкотриенов обладают пептидолейкотриены C_4 и D_4 . При системном введении они индуцируют изменение кровяного давления (прессорная фаза сменяется длительной гипотензией), спазм коронарных сосудов, уплотнение сократительной способности сердечной мышцы. Те же эффекты имеют место и при вдыхании аэрозоля лейкотриенов. Активность лейкотриенов проявляется в субмикrogramмных дозах. Лейкотриен C_4 в дозе $1 \cdot 10^{-7}$ мг/кг двукратно уменьшает коронарный ток крови. При внутривенном введении свиньям лейкотриена D_4 в дозе 0,005 мг/кг индуцируются пролонгированная гипотензия, брадикардия и шок. Лейкотриены обладают выраженным спазмогенным действием на респираторную систему человека и животных. Аэрозольированные лейкотриены C_4 и D_4 вызывают у человека бронхоспазмы при субнаномольных концентрациях. В эксперименте на добровольцах показано, что при аэрозольном введении лейкотриен C_4 вызывал бронхоконстрикцию средней тяжести в дозе 0,001-0,01 мг/чел.

К числу эндогенных биорегуляторов фосфолипидной структуры относится фактор активации тромбоцитов (1-гекса(окта)децил-2-ацетил-глицеро-3-фосфоэтаноллин). ФАТ вызывает острые нарушения сердечно-сосудистых и респираторных функций. Внутривенная летальная доза ФАТ составляет 0,015 мг/кг. При воздействии ФАТ отмечаются острая гипотензия, брадикардия, аритмия, бронхоспазм. При летальной дозе смерть наступает че-



Page 105.

Endotelin [transliterated - Ed.], discovered in 1988, whose molecule contains 21 amino-acid residue, is example of highly active bioregulator peptides. It is among the strongest vaso- and bronchorestrictors. In a dose of 0.002 mg/kg (intravenous introduction) it causes in rats an increase in the arterial pressure and the decrease of the frequency of the heart contractions. In the investigations, carried out by two groups from Japan and USA, is established the remarkable structural and functional similarity of endotelin to high speed cardiotoxins (sarafotoxins), isolated from the poison of the cave viper *Atractaspis engaddensis*.

Group of highly active bioregulators of lipid nature compose the metabolites of arachidonic acid (prostaglandins, thromboxanes, prostacyclins, leucotrienes, lipoxins) and the factor of the activation of thrombocytes (FAT). Compounds of this group exert negative effect on cardiovascular and respiratory systems and they are the mediators of such pathologic states as inflammation, allergy, anaphylaxis, shock, ischemia and poisoning.

Leucotrienes in the organism are formed with the metabolism of arachidonic acid [by the lipoxygenase mechanism? - Ed.]. The strongest cardiovascular effect among leucotrienes possess peptideleucotrienes S₁ and D₄. With systemic introduction they induce change in blood pressure (pressor phase is followed by prolonged hypotension), in spasms of coronary vessels, suppression of the contracting capacity of cardiac muscle. The same effects occur, also, with inhalation of the aerosol of leucotrienes. The activity of leucotrienes is manifested at submicrogram doses. Leucotriene S₁ in dose of $1 \cdot 10^{-7}$ mg/kg cuts coronary blood flow in half. With intravenous introduction to pigs of leucotriene D₄ in dose of 0.005 mg/kg are induced prolonged hypotension, bradycardia and shock. Leucotrienes possess the expressed spasmogenic effect on respiratory system of man and animals. Aerosolized leucotrienes S₁ and D₄ produce in man bronchospasms with the subnanomolar concentrations. In experiment on volunteers it was shown that with aerosol introduction leucotriene S₁ produced bronchoconstriction of average seriousness in dose of 0.001-0.01 mg/man.

Among endogenic bioregulators of phospholipid structure is factor of activation of thrombocytes 1-hexa (octa) decyl-2-acetyl-glycero-3-phosphorylcholine). FAT causes acute disturbances of cardiovascular and respiratory functions. Intravenous lethal dose of FAT is 0.015 mg/kg. Under the effect of FAT are noted acute hypotension, bradycardia, arrhythmia, bronchospasm.

рез 6-7 минут от остановки дыхания. ФАТ в дозе 0,0055 мг/животное вызывал у свиней системную гипотензию, циркулярный коллапс и смерть.

ФАТ относится к наиболее сильнодействующим бронхоконстрикторным веществам. Немедленная бронхоспастическая реакция у бабуинов отмечалась при введении ФАТ интрахеально в дозе $6 \cdot 10^{-5}$ мг/кг. В опытах на добровольцах было показано, что ФАТ в дозе $4 \cdot 10^{-5}$ - $1,2 \cdot 10^{-3}$ мг/кг при интрахеальном введении вызывает бронхоспазм и другие симптомы, характерные для астмы.

Среди регуляторных пептидов обнаружены вещества с выраженным эметическим действием. К их числу относится ряд нейропептидов: ангиотензин II, нейротензин, метнонин-энкефалин, лейцин-энкефалин, вазопрессин, окситоцин, вещество P, вазонингестинальный пептид, бомбензин, тиротропин-рилизинг гормон и гастрин, которые в дозах 0,03-0,35 мг/кг при внутривенном введении собакам вызывают эметическую реакцию. Длительность эффекта составляет 0,5-5 мин. Наивысшую эметическую активность проявляет эндогенный регуляторный пептид YY (PYV), исследованный канадскими учеными из университета Западного Онтарио совместно со специалистами управления оборонных исследований. Молекула этого пептида содержит 36 аминокислотных остатков. Молекулярный вес его 4309,8 дальтонов. Пороговая доза для собак очищенного PYY составляет $4,3 \cdot 10^{-4}$ мг/кг, а эффективная доза ED₅₀ = $1,4 \cdot 10^{-3}$ мг/кг. По величине пороговой дозы пептид PYY, вызывающий эметическую реакцию, превосходит хорошо изученный апоморфин примерно в 10 раз. Однократное введение PYY в эффективной дозе ED₅₀ через 2-3 мин. обычно вызывает один эметический эпизод продолжительностью 15 сек. Спустя 15 сек после окончания эметического эпизода животное возвращается к норме. Представляет интерес сравнение нейропептида PYY с эметиком бактериального происхождения — стафилококковым энтеротоксином B. У последнего наблюдается латентный период продолжительностью 40 мин., а продолжительность эмезиса составляет несколько часов.

Г. Пирсон на симпозиуме в Швеции в 1989 году говорил: «Становится очевидно, что многие пептидные биорегуляторы содержат небольшие структурные фрагменты, которые обладают активностью исходного пептида-биорегулятора. Такие фрагменты не встречаются в природе и могут быть использованы в качестве исходного материала для конструирования и производства аналогов. Число таких соединений быстро увеличивается, причем некоторые из них обладают токсичностью, сравнимой с токсичностью нервно-паралитических отравляющих веществ». Другими словами, допускается возможность химической модификации молекул биорегуляторов или их фрагментов с целью повы-

Page 106.

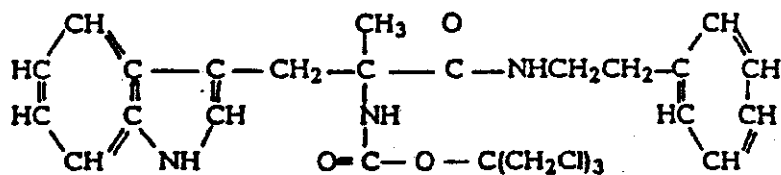
With lethal dose death begins after 6-7 minutes from the cessation of breathing. FAT in dose of 0.0055 mg/animal produced in pigs systemic hypotension, circular collapse and death.

FAT is classed among the strongest bronchorestrictor substances. Immediate bronchospastic reaction in baboons was noted with introduction of FAT intratracheally in dose $6 \cdot 10^{-3}$ mg/kg. In experiments on the volunteers it was shown that FAT in dose of $4 \cdot 10^{-3}$ - $1.2 \cdot 10^{-2}$ mg/kg with intratracheal introduction produces the bronchospasm and other symptoms, characteristic of asthma.

Among regulator peptides are discovered substances with expressed emetic effect. They include a number of neuropeptides: angiotensin II, neurotensin, methionine-enkephalin, leucine-enkephalin, vasopressin, oxytocin, substance P, vasointestinal peptide, bombesin [transliterated - Ed.], tirotropin-releasing hormone and gastrin, which in doses of 0.03-0.35 mg/kg with intravenous introduction to dogs cause emetic reaction. The duration of effect is 0.5-5 min. The highest emetic activity develops the endogenic regulator peptide YY (PYY), investigated by Canadian scientists from the university of Western Ontario together with the specialists for the administration for defense investigations. The molecule of this peptide contains 36 amino-acid radicals. Molecular weight of it is 4309.8 daltons. Threshold dose for dogs of purified PYY is $4.3 \cdot 10^{-4}$ mg/kg, the effective dose *(See Original) mg/kg. In threshold dose peptide PYY, which causes emetic reaction, exceeds well studied apomorphine by approximately 10 times. One-time introduction of PYY at the effective dose ED₅₀ after 2-3 min. usually produces one emetic occurrence with the duration of 15 s. 15 s after end of emetic occurrence animal returns to the norm. Is of interest comparison of neuropeptide PYY with emetic of bacterial origin - staphylococcal enterotoxin B. In the latter is observed a latent period of duration of 40 min., the duration of emesis is several hours.

G. Pearson at the symposium in Sweden in 1989 said: "It is obvious that many peptide bioregulators contain the small structural fragments, which possess the activity of initial peptide bioregulator. Such fragments are not encountered in nature and can be used as the initial material for the construction and the production of analogs. The number of such compounds rapidly is increasing, some of them possessing the toxicity, compared with the toxicity of the neuroparalytic toxins."

шения активности, стабильности и способности преодолевать межклеточные и внутриклеточные барьеры. Примером, иллюстрирующим плодотворность такого подхода, является синтез сконструированных активных короткоцепочных метаболически устойчивых аналогов регуляторного пептида холецистокинина (ССК), в нативном состоянии способного вызывать приступы паники. В природе распространены две формы этого пептида: ССК-33 и ССК-8, молекулы которых содержат 33 и 8 аминокислотных остатков соответственно. С. Monplighi из Канады установил, что более короткий фрагмент молекул этих пептидов ССК-4 (Trp-Met-Asp-Phe-NH₂) также проявляет высокую активность при инъекции животным и человеку. В дозе 20-100 мг он вызывает у здоровых добровольцев приступ паники продолжительностью 1-4 мин. Было найдено, что для связывания с рецептором в молекуле пептида ССК-4 используются только остатки триптофана (Trp) и фенилаланина (Phe). Используя этот факт и сведения о взаимосвязи структура-свойство в соединениях этого ряда, был сконструирован «пептоидный» аналог ССК-4 — трет.трихлорбутилкарбонил-D,L-метилтриптофанфенилэтиламид



Синтезированный «пептоидный» аналог пептида ССК-4 обладает повышенной аффинностью (средством к рецептору), метаболической устойчивостью и липофильностью, способностью преодолевать гематоэнцефалический барьер.

Серьезным недостатком эндогенных биорегуляторов с точки зрения перспектив использования их в качестве поражающих агентов является крайне низкая стабильность. В организме тепловых они подвергаются быстрой деструкции катаболизирующими ферментами. Для исключения воздействия этих ферментов на биорегуляторы представляется перспективным применение их в рецептурной форме, содержащей ингибиторы этих ферментов. С другой стороны, ингибиторы ферментов, вызывающие деструкцию эндогенных биорегуляторов, сами по себе могут оказаться сильнодействующими физиологически активными веществами, присутствие которых в организме может приводить к накоплению эндогенных биорегуляторов, приводящему к дисбалансу с патологическими последствиями.

Page 107.

In other words, is allowed the possibility of the chemical modification of the molecules of bioregulators or their fragments for the purpose of an increase in the activity, stability and capacity to overcome intercellular and intracellular barriers. An example, which illustrates fruitfulness of this approach, is the synthesis of designed active short-chain metabolically stable analogs of the regulator peptide cholecystokinin (SSK), in the native state capable of producing the attacks of panic. In nature are two forms of this peptide: SSK-33 and SSK-8, whose molecules contain 33 and 8 amino-acid radicals [radicals? - Ed.] respectively. C. Monmighu from Canada established that the shorter fragment of the molecules of these peptides SSK-4 (Trp-Met-Asp-Phe-NH₂) also develops high activity with the injection to animals and to man. In the dose of 20-100 mg it produces in healthy volunteers the attack of panic with the duration of 1-4 min. It was established that for the joining with the receptor in the molecule of peptide SSK-4 are used only radicals of tryptophan (Trp) and phenylalanine (Phe). Using this fact and information about the interrelation structure-property in compounds of this series was designed the "peptoid" analog SSK-4 - tert. trichlorobutylhydroxycarbonyl-D-L-methyltriptofanphenylethylamid

*(See Original).

The synthesized "peptoid" analog of peptide SSK-4 possesses the increased affinity (affinity for the receptor), metabolic stability and lipophily, capacity to overcome blood-brain barrier.

A serious drawback in the endogenic bioregulators from the point of view of prospects for their utilization as lethal agents is extremely low stability. In the organism of warm-blooded animals they undergo rapid destruction by the catabolizing enzymes. For the elimination of the effect of these enzymes on the bioregulators their use in form of formula containing inhibitors of these enzymes is promising. On the other hand, the inhibitors of enzymes, which cause the destruction of endogenic bioregulators, by themselves can prove to be the strong physiologically active materials, whose presence in the organism can lead to the accumulation of endogenic bioregulators, which leads to the imbalance with the pathologic consequences.

Интерес к биорегуляторам как основе для биохимического оружия может возрасти в связи с вступлением в действие химической конвенции 1993 года, поставившей под полный запрет традиционное химическое оружие. Биорегуляторы занимают промежуточное положение между токсинами и отравляющими веществами и по крайней мере пока не попадают под запрет как химической, так и биологической конвенций. Исследования, а также производство биорегуляторов и их аналогов в интересах здравоохранения могут быть использованы для прикрытия работ по созданию биохимического оружия в обход конвенций.

ТОКСИНЫ

Токсичное оружие занимает промежуточное положение между биологическим (бактериологическим) и химическим оружием. Токсины, составляющие основу токсичного оружия, являются продуктами жизнедеятельности (метаболизма) микроорганизмов. Они исследуются в лабораториях микробиологического профиля наряду с бактериями, вирусами и другими биологическими агентами. Это роднит токсичное оружие с биологическим. Но токсины, в отличие от живых болезнетворных микроорганизмов; являются веществами, имеют строго детерминированный химический состав и строение. Токсины, в принципе, могут быть получены синтетическим путем. Это роднит токсины с отравляющими веществами.

Рассмотрение достижений в области исследования токсинов бактериального и растительного происхождения в контексте оценки перспектив развития химического оружия связано с появлением за последние годы ряда публикаций и высказываний по проблемам развития химического оружия, согласно которым поражающая мощь отравляющих веществ в недалеком будущем существенно возрастет за счет получения супертоксичных токсиноподобных веществ благодаря успехам в области молекулярной биологии и достижениям биотехнологии, гениной инженерии в частности.

Рицин

Рицин привлекает внимание военных специалистов в области химического оружия, начиная с I-ой мировой войны, из-за высокой токсичности и доступности. Его получают из семян касторовых бобов, в жмыхе которых содержится 0,5-1,5% рицина. Мировая продукция касторовых бобов в 1968 году составляла 980000 тонн. Основными производителями касторовых бобов являются Китай, Индия, Бангладеш и США. Технология выделения рицина из жмыха довольно проста и поэтому рицин досту-

Page 108.

Interest in the bioregulators as basis for biochemical weapons may grow in connection with the entrance into effect of the chemical convention of 1993, which placed under the complete ban traditional chemical weapons. Bioregulators occupy intermediate position between the toxins and the poisonous substances and at least thus far they do not fall under the ban of either the chemical or the biological conventions. Investigations, and also production of bioregulators and their analogs in the interests of public health can be used for the cover of works on the creation of biochemical weapon in circumvention of the conventions.

TOXINS.

Toxin weapon occupies the intermediate position between the biological (bacteriological) and chemical weapons. The toxins, which compose the basis of toxin weapon, are the products of the vital activity (metabolism) of microorganisms. They are investigated in the laboratories of microbiological specialty together with the bacteria, the viruses and other biological agents. It brings together toxin weapon and biological. But toxins, in contrast to the living pathogenic microorganisms are substances, they have a strictly determined chemical composition and a structure. Toxins, in principle, can be obtained synthetically. This brings together toxins and poisonous substances.

Consideration of achievements in the field of research on toxins of bacterial and plant origin in the context of analysis of prospects for development of chemical weapons is connected with the appearance in recent years of a number of publications and statements on the problems of the development of the chemical weapons, according to which the damaging power of the poisonous substances in the near future substantially will increase due to obtaining of super-toxic toxin-like substances because of the successes in the field of molecular biology and the achievements of biotechnology, genetic engineering in particular.

Ricin.

Ricin has attracted attention of military specialists in the field of chemical weapons beginning with World War I due to its high toxicity and accessibility. It is obtained from the seeds of the castor oil beans, in mill cake of which it is contained by 0.5-1.5% of ricin. The world production of castoric beans in 1968 was 980000 tons. The basic producers of castoric beans are China, India, Bangladesh and USA.

пен для производства в странах с необязательно высоко развитой химической и микробиологической промышленностью.

В годы 2-ой мировой войны рицин интенсивно исследовался в США и Англии в качестве средства для уничтожения живой силы противника. В годы войны в США было изготовлено 1,7 тонны рицина. Рицину, как поражающему агенту, был присвоен шифр «W». С тех пор исследования рицина не прекращались. Разработаны эффективные технологии его выделения и очистки. Рицин был получен в кристаллическом виде. Установлено химическое строение рицина, получены физико-химические и токсикологические характеристики этого токсина.

Очищенный рицин представляет собой белый порошок без запаха, хорошо растворимый в воде. Молекулярный вес рицина равен 62057 дальтонам или в 440 раз больше, чем молекулярный вес зарина. Молекула рицина состоит из двух субъединиц (домен) А и В. Субъединицы А и В состоят из аминокислотных остатков и небольшой доли сахаров. Субъединицы соединены между собой дисульфидной связью. Субъединицы сами по себе не токсичны, токсическое действие проявляется только при условии кооперативного действия обеих субъединиц в составе молекулы рицина. Однако, будучи порознь введенными в организм, субъединицы самопроизвольно соединяются и молекула рицина реконструируется, проявляя весь спектр токсического действия нативного токсина. Показано, что каждая из субъединиц рицина, взятая в отдельности, может в условиях эксперимента образовывать химическую связь с субъединицами молекул других токсинов или даже с искусственно полученными полипептидами, образуя гибридные молекулы токсинов, не встречающиеся в природе. Некоторые авторы публикаций полагают, что путем создания гибридных или так называемых «химерных» молекул открывается возможность конструирования токсиноподобных веществ с неограниченно широким спектром токсического действия.

Токсическое действие рицина связано с ингибированием синтеза белков (протеннов) в рибосомах клеток-мишеней. Летальные дозы токсина зависят от способа введения в организм животных и от вида животных (см. табл. 6). При парентеральном введении летальные дозы рицина для различных животных изменяются в широком интервале (от сотых до десятитысячных долей мг/кг), что связано, с одной стороны, с использованием в экспериментах препаратов рицина различной степени очистки и, с другой, различной детоксицирующей способностью ферментных систем лабораторных животных. Летальные дозы рицина при оральном введении выше, чем при парентеральном.

По оценкам экспертов Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) летальная доза неочищенного рицина в аэрозольном

Page 109.

Technology of the separation of ricin from the mill cake is fairly simple and therefore ricin is accessible for the production in the countries with not necessarily highly developed chemical and microbiological industry.

In years of the 2nd world war ricin intensively was investigated in the USA and England as the agent for the destruction of live enemy target. During years of war in the USA were made 1.7 tons of ricin. Ricin, as lethal agent, was designated "W". The investigations of ricin did not cease since then. Effective technology of its separation and purification has been developed. Ricin was obtained in the crystalline form. The chemical structure of ricin and the physicochemical and toxicological characteristics of this toxin have been established.

Purified ricin is white powder without the odor, readily water-soluble. Molecular weight of ricin is 62057 daltons or 440 times more than molecular weight of sarin. The molecule of ricin consists of two subunits (Domain) A and B. Subunits A and B consist of amino-acid radicals and small fraction of sugars. Subunits are joined together by disulfide bond. Subunits by themselves are not toxic, the toxic effect appears only with cooperative action of both subunits in the composition of the molecule of ricin. However, being separately introduced into the organism, subunits spontaneously are united and the molecule of ricin is reconstructed, developing entire spectrum of the toxic effect of native toxin. It has been shown that each of the subunits of ricin taken individually under experimental conditions can form chemical bond with subunits of molecules of other toxins or even with artificially obtained polypeptides, forming hybrid molecules of toxins not found in nature. Some authors of publications assume that the creation of hybrid or so-called "chimeric" molecules opens up the possibility of engineering toxin-like substances with infinitely broad spectrum of toxic effect.

The toxic effect of ricin is connected with the inhibition of the synthesis of proteins in the ribosomes of target cells. The lethal doses of toxin depend on the method of introduction into the organism of animals and on the species of the animals (see Table 6). With parenteral introduction the lethal doses of ricin for different animals vary widely (from hundredths to the ten thousandths of a mg/kg), which is connected, on one hand, with the utilization in the experiments of the preparations of the ricin of different degree of purity and, on the other, with the different detoxifying capacities of the enzyme systems of laboratory animals. The lethal doses of ricin with oral introduction are higher than with parenteral.

состоянии находится на уровне ингаляционной дозы паров зарина, а очищенного — меньше чем летальная доза вещества VX. Сообщалось о возможности потенцирования токсического действия рицина инофорами, однако количественных данных по потенцированию не публиковалось. Токсическое действие рицина на человека хорошо изучено из-за частых случаев отравлений кастровыми бобами. Минимальная летальная доза рицина для человека равна 0,004 мг/кг. Первые симптомы поражения (геморрагия сетчатки глаз) наступают не ранее чем через 15 часов. Отравление сопровождается появлением тошноты и рвоты, сильной болью в области живота, кровавым поносом, возникновением судорог, прострации и коллапса. Как правило, смерть наступает через 6—8 дней. При летальной интоксикации характерны тяжелые поражения печени и селезенки, геморрагические явления в желудочно-кишечном тракте, лимфатических узлах брюшной полости и сильные изменения в ультраструктуре почек.

Таблица 6

Летальные дозы рицина для млекопитающих

Вид животного	Способ введения	LD, мг/кг
Морская свинка	внутрибрюшинно	0,00005
	внутримышечно	0,0008-0,003
	подкожно	0,2
Кошка	внутримышечно	0,0002
Кролик	внутримышечно	0,0005
Собака	внутримышечно	0,0006
Мышь	внутрижелудочно	0,0026
	внутрибрюшинно	0,006
	подкожно	0,0075
Крыса	подкожно	0,02
Корова	подкожно	0,013
Козел	подкожно	0,035

Рицину, как потенциальному поражающему агенту, присущи многие недостатки, из-за которых высокотоксичный токсин реально не состоял на вооружении ни одной из армий. Рицин может оказывать поражающее действие только в аэрозольном состоянии, так как для него не характерно кожно-резорбтивное

Page 110.

According to estimates of experts of the World Health Organization the lethal dose of unpurified ricin in aerosol state is on the level of the inhalation dose of vapors of sarin, while the lethal dose of purified ricin is less than the lethal dose of substance VX. There are reports of the possibility of the [potentsirovaniye (transliterated) potentiation? - Ed.] of the toxic effect of ricin by ionophores; however, quantitative data on [potentiation? - Ed.] have not yet been published. The toxic effect of ricin on the man is well studied due to the frequent cases of poisonings by castor beans. The minimum lethal dose of ricin for the man is equal to 0.004 mg/kg. The first symptoms of injury (hemorrhage of the retina of eyes) begin not earlier than after 15 hours. Poisoning is accompanied by the appearance of nausea and vomiting, by severe pain in the stomach, bloody diarrhea, onset of spasms, prostration and collapse. As a rule, death begins in 6-8 days. With the lethal intoxication are characteristic the severe injuries of the liver and spleen, hemorrhagic phenomena in the gastrointestinal tract, the lymph nodes of abdominal cavity and marked changes in the ultrastructure of the kidneys.

Table 6. Lethal doses of ricin for the mammals.

*(See Original).

Key: (a). species of animal. (b). Method of introduction. (c). LD, mg/kg. (1). Guinea pig. (2). intraperitoneal. (3). intramuscular. (4). subcutaneous. (5). Cat. (6). Rabbit. (7). Dog. (8). Mouse. (9). intravenous. (10). Rat. (11). Cow. (12). Goat.

Ricin as potential agent, suffers from many inherent deficiencies, due to which highly toxic toxin has not been used by any army. Ricin can exert damaging effect only in the aerosol state, since for it is not characteristic skin-resorbitive effect.

действии. Применение рицина в аэрозольном состоянии, равно как и в виде порошка или капель раствора, не создает проблем защиты от него (достаточно одного противогаза), какие имеют место при защите от жидких отравляющих веществ нервно-паралитического действия.

Рицин в чистом виде не может диспергироваться до аэрозольного состояния с помощью разрывных зарядов из-за потери активности. Дробление взрывом растворов или суспензий рицина встречает свои проблемы. Рицин, будучи гликопротеином, растворим только в водных системах, но сам разлагается водой. Водные растворы рицина замерзают, что создает дополнительные проблемы его боевого применения. Суспензии рицина в четыреххлористом углероде испытывались в качестве модельных систем при изыскании методов перевода в аэрозольное состояние других биологических агентов. Но любые суспензии сами по себе являются неустойчивыми, расслаиваются и меняют баллистические характеристики боеприпасов.

Считается, что рицин может быть применен в виде тонкодисперсного порошка, распыляемого тем или иным способом над поражаемой территорией. Эффективное воздействие рицина через органы дыхания возможно при условии, когда порошок имеет размер частиц менее 5-10 мкм. Получение и сохранение такого порошка сопряжено с другими проблемами, в частности с проблемой предотвращения его слеживаемости и комкования.

Рицин в виде порошка или раствора подвержен дезактивирующему действию ультрафиолетового излучения — получасовая экспозиция рицина в ультрафиолете приводит к снижению его активности в 1000 раз. По этой причине применение рицина в аэрозольном состоянии в условиях солнечной радиации может быть неэффективным.

Серьезным недостатком рицина является отсутствие у него быстрого действия. Токсоэффект наступает не ранее 15—72 часов после интоксикации.

Эффективное применение рицина в современных условиях крайне маловероятно. Для достижения одного и того же эффекта вес боеприпасов или других средств доставки рицина примерно в 3 раза превышает вес боеприпасов, снаряженных заринном.

Следовательно, создание супертоксичных рициноподобных веществ не обещает усиление поражающей мощи химического оружия в будущем.

Ботулинические токсины

Токсины бактерий *Clostridium botulinum* — ботулинические токсины — являются рекордно высокотоксичными веществами. Известно семь антигенных типов этих токсинов (A, B, C, D, E, F и

Page 111.

The use of ricin in the aerosol state, just as in the form of powder or drops of solution, does not create the problems of protection from it (gas mask alone is sufficient) which are encountered with protection from liquid convulsant nerve gases.

Ricin in pure form cannot be dispersed to the aerosol state with the aid of the explosive charges due to the loss of activity. Crushing with the explosion of solutions or suspensions of ricin runs into problems as well. Ricin, being glycoprotein, is soluble only in aqueous systems, but itself is dissolved by water. The aqueous solutions of ricin freeze, which creates the additional problems of its combat employment. The suspensions of ricin in carbon tetrachloride have been tested as model systems in the search for methods of conversion to aerosol state of other biological agents. But any suspensions by themselves are unstable, separate into layers and alter the ballistic characteristics of ammunition.

It is believed that ricin can be used in the form of finely dispersed powder, atomized by one method or another over target territory. The effective action of the ricin through the respiratory organs is possible when powder has a size of particles less than 5-10 μm . Obtaining and storing this powder involves other problems, in particular the problem of its tendency to cake and form lumps.

Ricin in form of powder or solution has been subjected to the decontaminating [deactivating? - Ed.] effect of ultraviolet radiation - half-hour exposure of ricin in the ultraviolet leads to reduction in its activity by 1000 times. For this reason the use of ricin in an aerosolized state in the conditions of solar radiation may be ineffective.

A serious drawback in ricin is the absence in it of speed of action. Toxic effect begins not earlier than 15-72 hours after intoxication.

The effective use of ricin under contemporary conditions is extremely highly improbable. For achievement of one and the same effect the weight of ammunition or other means of the delivery of ricin by roughly 3 times exceeds the weight of the ammunition, equipped with sarin.

Consequently, the creation of super-toxic ricin-like substances does not promise to increase the damaging power of chemical weapons in the future.

--

Botulin toxins.

The toxins of bacteria *Clostridium botulinum* - botulin toxins - are record highly toxic substances. Are known seven antigenic types of these toxins (A, B, C, D, E, F and G).

Г). Из них наиболее изученным является токсин типа А, состоящий на вооружении армии США под шифром «Х».

Ботулинические токсины производились в промышленном масштабе. Дальнейший прогресс в технологии получения токсинов связан с использованием более токсигенных штаммов бактерий-продуцентов токсина, полученных методами традиционной селекции или генной инженерии. В оптимальных условиях в 1 мл культуральной среды можно получить до 1,5 млн. летальных доз токсина типа А, 2,0 млн. — токсина типа В и до 142 млн. — токсина типа D.

Для каждого токсигенного типа известно несколько Молекулярных форм, причем в каждой из них содержится нейротоксин с молекулярным весом примерно 150000 дальтонов, ассоциированный с нетоксичными белками. Структура ассоциированных белков не изучена, а их роль, как полагают, состоит в стабилизации и защите нейротоксина.

Химическое строение (аминокислотная последовательность) нейротоксинов установлена в 80-х годах, хотя отдельные нейротоксины были получены в кристаллической форме еще в 1946 году.

Кристаллический нейротропный токсин типа А выделяется в виде бесцветных игол. Его молекула представляет собой двудоменную глобулу с молекулярной массой около 150000 дальтонов, в состав которой входит до 1500 аминокислотных остатков. Домены (субъединицы) А и В представляют собой линейные полипептиды с молекулярным весом примерно 51000 и 99000 дальтонов соответственно.

В сухом состоянии измельченный ботулинический токсин может длительное время сохраняться без потери активности и в таком виде применяться путем распыления. Водные растворы ботулинических токсинов неустойчивы. Нейротоксин типа А теряет 80% активности в течение 2-х суток. Это ограничивает возможность по применению ботулинических токсинов путем диспергирования их водных растворов. Для повышения устойчивости токсинов в водный раствор дополнительно вводятся протеины, аминокислоты и нуклеиновые кислоты.

Токсическое действие ботулинических токсинов связано с нарушением нейро-мышечной передачи вследствие блокады выделения ацетилхолина в синапсах. Вместе с тем в проявлении токсического действия этих токсинов играет роль наличие у них ферментативной активности и обусловленная ею способность вызывать гидролиз синаптобrevина — протеина, входящего в состав мембраны синапсов.

Начальными симптомами поражения ботулиническими токсинами являются тошнота, диарея, головная боль и головокружение, утомляемость, слабость, запоры. В последующих фазах проявления интоксикации расстраивается зрение, появляется сухо-

Page 112.

Of them most studied is the toxin of the type A, which was in service of the army of the USA under the designation "X".

Botulin toxins have been produced on an industrial scale. Further progress in the technology of obtaining toxins is connected with the utilization of more toxigenic strains of the bacterium-producers of toxin, obtained by the methods of traditional breeding or genetic engineering. Under the optimum conditions in 1 ml of cultural medium it is possible to obtain 1.5 million lethal doses of the toxin of the type A, 2.0 million of toxin of the type B and up to 142 million of toxin of the type D.

For each toxigenic type are known several molecular forms, each of them containing neurotoxin with molecular weight of approximately 150000 daltons, associated with the nontoxic proteins. The structure of the associated proteins is not studied, but their role is assumed to consist in stabilization and protection of neurotoxin.

The chemical structure (amino-acid sequence) of neurotoxins was established in the 1980s, although the separate neurotoxins were obtained in the crystalline form as early as 1946.

A crystalline neurotropic toxin of the type A is separated in the form of colorless needles. Its molecule is a [two-domain? - Ed.] globule with a molecular weight of about 150000 daltons, which includes up to 1500 amino-acid radicals. Domains (subunits) A and B are linear polypeptides with molecular weight of approximately 51000 and 99000 daltons respectively.

In the dry state the ground botulin toxin can be preserved for a long time without the loss of activity and in this form be used by atomization. The aqueous solutions of botulin toxins are unstable. A neurotoxin of type A loses 80% of activity in 2 days. This limits possibilities on the use of botulin toxins by the dispersion of their aqueous solutions. For increasing the stability of toxins in aqueous solution additionally are introduced the proteins, amino acids and nucleic acids.

The toxic effect of botulin toxins is connected with the disturbance of neuromuscular transfer as a result of the blocking of separation of acetylcholine in the synapses. At the same time in the manifestation of the toxic effect of these toxins plays role the presence in them of enzyme activity and the caused by it capacity to produce the hydrolysis of [synaptobrevine? - Ed.], a protein, which forms part of the membrane of synapses.

Initial symptoms of injury by botulin toxins include nausea, diarrhea, headache and vertigo, enervation, weakness, constipation. In the subsequent phases of the manifestation of intoxication the vision is disturbed, appears dryness in the cavity of mouth, are paralyzed the muscles in nose and larynx.

сть в полости рта, парализуются мышцы в носу и гортани. Речь становится затрудненной, иногда невозможной. Мышцы всего тела постепенно слабеют, дыхание нарушается. Тяжелые отравления заканчиваются летальным исходом в результате паралича дыхательной мускулатуры и сердечной мышцы.

Первые признаки поражения при оральном поступлении токсина наблюдаются не ранее чем через 12—72 часа. При ингаляционном воздействии продолжительность скрытого периода меньше и может быть дополнительно уменьшена путем увеличения дозы токсина.

Данные по сравнительной токсичности нейротропных ботулинических токсинов представлены в табл. 7. При внутрибрюшинном введении мышам наиболее высокий уровень токсичности отмечается у нейротоксина типа А. Из лабораторных животных наиболее чувствительной к действию ботулинических токсинов является морская свинка; для которой летальные дозы при внутрибрюшинном, ингаляционном и оральном введении равны $9,4 \cdot 10^{-7}$, $3,18 \cdot 10^{-5}$ и $1,87 \cdot 10^{-4}$ мг/кг соответственно.

Зафиксированная летальная доза ботулинического токсина для человека при оральном введении находится в пределах $1,43 \cdot 10^{-6}$ — $1,43 \cdot 10^{-5}$ мг/кг. Используя методы моделирования (перенос доз, полученных в экспериментах на лабораторных животных, на человека), получены следующие величины прогнозируемых летальных доз ботулинического токсина для человека:

- при парентеральном введении $3 \cdot 10^{-9}$ мг/кг;
- при ингаляционном введении $3 \cdot 10^{-8}$ мг/кг;
- при оральном введении $3 \cdot 10^{-6}$ мг/кг.

Таблица 7

Летальные дозы ботулинических токсинов для мыши при внутрибрюшинном введении

Тип токсина	Молекулярный вес		LD ₅₀ , мг/кг
	Домен А	Домен В	
А	51000	99000	$4,25 \cdot 10^{-7}$
В	53000	112000	$4,4 \cdot 10^{-7}$
С	53000	98000	$2,0 \cdot 10^{-6}$
Д	60000	110000	$6,0 \cdot 10^{-7}$
Е	50000	102000	$1,04 \cdot 10^{-5}$
Р	51000	108000	$1,25 \cdot 10^{-6}$
Г	—	—	$1,0 \cdot 10^{-6}$

Page 113.

Speech becomes difficult, sometimes impossible. The muscles of entire body gradually weaken, breathing is disturbed. Severe poisonings have lethal outcome as a result of paralysis of respiratory musculature and cardiac muscle.

The first signs of injury with oral entry of toxin are observed not earlier than after 12-72 hours. With inhalation, duration of latent period is less and can be additionally reduced by an increase in the dose of toxin.

Data on the comparative toxicity of neurotropic botulin toxins are presented in Table 7. With intraperitoneal introduction to mice the highest level of toxicity is noted in the neurotoxin of the type A. Of laboratory animals most sensitive to the effect of botulin toxins is the guinea pig, for which lethal doses with intraperitoneal, inhalation and oral introduction are $9.4 \cdot 10^{-7}$, $3.18 \cdot 10^{-8}$ and $1.87 \cdot 10^{-4}$ mg/kg respectively.

Established lethal dose of botulin toxin for the man with oral introduction is within the limits $1.43 \cdot 10^{-6}$ - $1.43 \cdot 10^{-5}$ mg/kg. Using methods of modeling (transfer of doses obtained in experiments on laboratory animals to humans) are obtained the following values of the forecasted lethal doses of botulin toxin for the man:

- with parenteral introduction $3 \cdot 10^{-9}$ mg/kg;
- with inhalation introduction $3 \cdot 10^{-8}$ mg/kg;
- with oral introduction $3 \cdot 10^{-6}$ mg/kg.

Table 7. Lethal doses of botulin toxins for the mouse with intraperitoneal introduction.

*(See Original).

Key: (a). Type of toxin. (b). Molecular weight. (c). Domain.
(d). LD_{50} , mg/kg.

Ингаляционная доза ботулинического токсина, выраженная величиной LC_{150} , оценивается величиной 0,02-0,1 мг.мин/м³. По этому показателю ботулинический токсин не менее чем в 750 раз токсичнее зарина и в 100 раз токсичнее вещества VX.

Несмотря на столь высокую токсичность при полевых испытаниях, проведенных в США, в ходе которых ботулинический токсин диспергировался над группой привязанных животных, по числу смертельных поражений ботулинический токсин не на много превосходил отравляющие вещества нервно-паралитического действия, примененные тем же способом в тех же условиях. Следует иметь в виду, что в этом эксперименте моделировалось нападение на незащищенную живую силу противника. При активном противодействии (применение противогазов и др.) результат был бы в пользу отравляющих веществ. В докладе консультантов ВОЗ «Здравоохраненческие аспекты химического и биологического оружия» приводится сравнение площадей поражения ботулиническим токсином и веществом VX, диспергированным до частиц размером 5 мкм, при условии расхода каждого из них по 4000 кг. Применительно к этому сценарию ботулиническим токсином поражалась площадь 12 км², в то время как вещество VX наносило поражение на площади до 40 км². Следует заметить, что в принятом сценарии применение вещества VX преследовало цель нанесения ингаляционных поражений. Но вещество VX дает значительно большие площади поражения при применении его в виде грубодисперсного аэрозоля для нанесения поражений через кожу. По другим данным для достижения поражений через кожные покровы расход вещества VX составляет не более 2-3-х кг/га. Следовательно, в рассмотренном сценарии, применив 4000 кг вещества VX, можно вызвать поражение живой силы на площади 13—20 км².

Несоответствие между уровнями токсичности и площадями поражений ботулиническим токсином и веществом VX, отмечаемое в результатах условного применения этих поражающих агентов, является следствием ряда причин. Во-первых, при переводе в аэрозольное состояние токсин разлагается в большей степени, чем вещество VX. Во-вторых, фракции аэрозоля токсина, наиболее эффективные при ингаляционном воздействии и имеющие размер 5-10 мкм и менее, рассеиваются в верхних слоях атмосферы, не достигая поверхности земли, а фракции крупных частиц токсина, достигая поверхности земли, не вызывают поражений ни при попадании их на кожные покровы, ни при ингаляции. В рассматриваемом сценарии имел место дальний перенос аэрозоля токсина атмосферными потоками, в ходе которого часть токсина подвергалась детоксикации за счет факторов окружающей среды.

Page 114.

The inhalation dose of botulin toxin expressed as value LCT_{50} is estimated as 0.02-0.1 mg.min/m³. According to this index the botulin toxin is not less than 750 times more toxic than sarin and 100 times more toxic than VX.

In spite of such high toxicity during field tests, carried out in the USA, in course of which botulin toxin was dispersed above a group of restrained animals, in terms of the number of lethal injuries botulin toxin not by much exceeded convulsant nerve gases used by the same method under the same conditions. It is necessary to keep in mind that in this experiment the attack on the unprotected live enemy target was modeled. With active counteraction (use of gas masks, etc.) result would be in favor of the poisonous substances. In the report of the consultants of WHO "Public Health Aspects of Chemical and Biological Weapons" is given the comparison of the areas of [effect? - Ed.] by botulin toxin and by substance VX, dispersed to particles of dimension of 5 μ m, under the condition of the use of 4000 kg of each of them. In connection with this scenario an area of 12 km² was covered by botulin toxin, while VX was applied over area up to 40 km². It must be noted that in the scenario the use of VX pursued the purpose of the infliction of inhalation injuries. But VX gives considerably larger areas of coverage with use in the form of coarsely dispersed aerosol for causing injuries through the skin. According to other data for achievement of the injuries through the skin the use of VX comprises not more than 2-3 kg/ha. Consequently, in the scenario examined, after applying 4000 kg of VX, it is possible to cause the injury to live targets over area of 13-20 km².

Noncorrespondence between the levels of toxicity and the areas of the injuries [area of effect? - Ed.] by botulin toxin and by VX noted in the results of the use of these damaging agents is due to a number of reasons. First, with conversion to the aerosol state toxin is [broken down? - Ed.] to a greater degree than the VX. In the second place, the fraction of the aerosol of toxin, most effective with inhalation and having dimension 5-10 μ m and less, is scattered in the upper layers of the atmosphere without reaching the earth's surface, but the fractions of the large particles of the toxin, reaching the earth's surface produce injuries neither upon contact with skin nor with the inhalation. In the scenario in question occurred long-range transfer of the aerosol of the toxin by atmospheric flows, in course of which part of the toxin underwent detoxication due to factors of the ambient medium.

Сакситоксин

Устричный яд сакситоксин в период интенсивного исследования его свойств (годы 2-ой мировой войны и послевоенные годы) оставался наиболее токсичным веществом, за исключением бактериальных токсинов. Он привлекал внимание специалистов в области химического оружия прежде всего потому, что имеет небольшой для токсинов молекулярный вес, что давало надежды на синтез токсина или его токсичных производных.

Поначалу сакситоксин для исследовательских целей добывался из ядовитых устриц, для чего приходилось перерабатывать их в огромных количествах. В 1966 году И. Шанц с сотрудниками военно-химических лабораторий из Форт-Детрика министерства армии США показал, что токсин устриц и токсин, выделенный из одноклеточных морских водорослей (*Динофлагеллат* *Gonyaulax catenella*), являются идентичными и что токсичность устриц обусловлена тем, что устрицы питаются этими одноклеточными водорослями. Это открытие дало возможность разработать технологию получения сакситоксина иным путем — путем культивирования в ферментерах тех самых водорослей. Совсем недавно был открыт новый источник получения сакситоксина. Японскими исследователями в 1988 году открыт вид морских бактерий, которые являются продуцентами сакситоксина. Тем самым были созданы предпосылки к разработке микробиологического метода получения сакситоксина, обещающего быть более эффективным по сравнению с методом, основанном на культивировании динофлагеллы.

Химическая природа сакситоксина была установлена в 1971 году, а его строение окончательно установлено в 1975 году. Сакситоксин является азотсодержащим основанием, которое с хлористым водородом образует хлоргидрат. Молекулярный вес сакситоксина в форме хлоргидрата равен 354 дальтоном, а в виде свободного основания 281 дальтону или только в 2 раза больший по сравнению с заринном. Дихлоргидрат сакситоксина представляет собой белый гигроскопичный порошок, хорошо растворимый в воде, ограниченно растворимый в спиртах и ледяной уксусной кислоте, нерастворимый в органических растворителях и жирах. В форме дихлоргидрата сакситоксин является устойчивым веществом, плавящимся при 200°C с разложением. Выдерживает нагревание в водных растворах в автоклавах при температуре до 120°C без потери активности. Допускает перевод в аэрозольное состояние диспергированием растворов и, видимо, методом термической возгонки.

Токсическое действие сакситоксина обусловлено его способностью вызывать блокаду пре- и постсинаптических ионных каналов. Характер воздействия сакситоксина на человека хоро-

Page 115.

Saxitoxin

The oyster poison saxitoxin in the period of the intensive investigation of its properties (years of the 2nd world war and postwar years) remained the most toxic substance, with exception of bacterial toxins. It attracted attention of specialists in the field of chemical weapons, first of all, because it has molecular weight low for toxins, which gave hopes for the synthesis of toxin or its toxic derivatives.

At first saxitoxin for investigation purposes was gotten from toxic oysters, for which it was necessary to process them in vast quantities. In 1966 I. Shants [transliterated] with coworkers of chemical warfare laboratories of Fort Detrick of the Department of the Army of the USA showed that the toxin of oysters and the toxin, isolated from unicellular seaweeds (dinoflagellate *Gonyaulax catenella*), are identical and that the toxicity of oysters, is caused by the fact that the oysters feed on these unicellular algae. This discovery made it possible to develop technology of obtaining saxitoxin by other means - by cultivation in the enzymes of these algae. Was very recently opened the new source of obtaining saxitoxin. Japanese researchers in 1988 discovered type of marine bacteria which are producers of saxitoxin. Thus were created prerequisites for the development of the microbiological method of obtaining saxitoxin, which promises to be more effective in comparison with the method, based on the cultivation of dinoflagellates.

Chemical nature of saxitoxin was established in 1971, and its structure was finally established in 1975. Saxitoxin is a nitrogen-bearing base, which with hydrogen chloride forms hydrochloride. Molecular weight of saxitoxin in the form of hydrochloride is 354 daltons, and in the form of free base 281 daltons or only 2 times greater in comparison with sarin. Dihydrochloride of saxitoxin is the white hygroscopic powder, readily water-soluble, soluble to a limited extent in alcohols and glacial acetic acid and not soluble in organic solvents and fats. In the form of dihydrochloride saxitoxin is stable substance which melts at 200°C with decomposition. It withstands heating in aqueous solutions in autoclaves at temperatures to 120°C without loss of activity. It allows conversion to aerosol state by dispersion of solutions and, apparently, by thermal sublimation.

The toxic effect of saxitoxin is caused by its capacity to cause blocking of [pre- and postsynaptic? - Ed.] ionic canals.

шо изучен в связи с имевшими место случаями «паралитических отравлений съедобными моллюсками». В армии США сакситоксину как токсину, имеющему военную значимость (military toxins), был присвоен шифр «TZ». Токсикология сакситоксина была детально изучена в Эджвудском арсенале.

Первыми признаками отравления сакситоксином являются онемение губ, языка и кончиков пальцев, которые появляются спустя несколько минут после попадания токсина в желудок. В последующем наступает общее расстройство мышечной координации, сопровождаемое нарастанием слабости, головокружением, головной болью и сонливостью. Пострадавшие обычно сохраняют память вплоть до наступления смерти, вызываемой параличом дыхательной мускулатуры. Смерть наступает в зависимости от дозы через 2—12 часов. Летальные дозы сакситоксина в зависимости от способа введения его в организм лабораторных животных составляют тысячные — десятые доли мг/кг (см. табл. 8). Человек при оральном введении сакситоксина является более чувствительным, чем животные. Летальная доза сакситоксина при оральном поступлении для человека равна $(4,0-7,0) \cdot 10^{-3}$ мг/кг.

В 1989 году специалистами медицинского исследовательского института инфекционных болезней армии США (Форт-Детрик, штат Мериленд) было обнаружено, что сакситоксин при ингаляционном введении мышам примерно в 10 раз токсичнее, чем при внутривенном и внутрибрюшинном введении. Этот феномен объясняется тем, что при ингаляции действие сакситоксина нацелено на орган (легкие), а не на организм в целом, что происходит при внутривенном введении. Гибель животного наступает из-за нарушения функционирования органа-мишени. Аналогичное действие наблюдается и у других токсинов, способных поражать легкие (например, Т-2 токсин). Наоборот, в случаях, когда органом-мишенью являются не легкие, а другие органы, летальные дозы токсинов при ингаляции могут быть более высокими, чем при внутривенном введении. Это наблюдается при ингаляции микроцистина, органом-мишенью которого является печень. С учетом этого наблюдения расчетное значение летальной дозы сакситоксина для человека при ингаляции равно 5 мг.мин/м³, или в 2 раза меньше, чем у вещества VX и в 15 раз меньше, чем у зарина.

Сакситоксин, как и некоторые другие низкомолекулярные токсины (тетродотоксин, бреветоксин, палитоксин, анатоксин-а и Т-2 токсин) способен вызывать поражения при кожной аппликации. Летальная доза сакситоксина при действии через кожу не установлена. В случае бреветоксина доза, в 20 раз превышающая летальную дозу при парентеральном введении, не вызывала смертельных исходов.

Page 116.

The nature of the effect of saxitoxin on the man is well studied in connection with the occurred cases of "paralytic poisonings by edible mollusks". In the army of the USA saxitoxin as the toxin, which has the military significance (military toxins), was designated "TZ". The toxicology of saxitoxin was in detail studied in the Edgewood Arsenal.

The first signs of poisoning by saxitoxin are numbness of jaws, tongue and tips of the fingers, which appear several minutes after the entry of the toxin into the stomach. Subsequently begins the general disorder of muscular coordination, accompanied by the increase of weakness, by vertigo, by headache and drowsiness. Victims usually retain memory up to the onset of death, caused by paralysis of respiratory musculature. Death begins depending on the dose in 2-12 hours. The lethal doses of saxitoxin depending on the method of its introduction into the organism of laboratory animals are thousandths - tenths mg/kg (see Table 8). Man with oral introduction of saxitoxin is more sensitive than animals. The lethal dose of saxitoxin with oral entry for the man is $(4.0-7.0) \cdot 10^{-3}$ mg/kg.

In 1989 the specialists of the medical investigation institute of the infectious diseases of the army of the USA (Fort Detrick, Maryland) discovered, that saxitoxin with inhalation introduction to mice is approximately 10 times more toxic than with intravenous and intraperitoneal introduction. This phenomenon is explained by the fact that with the inhalation the effect of saxitoxin is aimed at organ (the lungs), but not to the organism as a whole, which occurs with intravenous introduction. The death of animal begins due to the disturbance of the functioning of target organ. The analogous effect is observed also with other toxins capable of affecting the lungs (for example, T-2 toxin). On the other hand, in cases when not lungs, but other organs are target organ, the lethal doses of the toxins with the inhalation can be higher than with intravenous introduction. This is observed with the inhalation of micro-cystine, target organ of which is the liver. Taking into account this observation computed value of the lethal dose of saxitoxin for the man with inhalation is 5 mg.min/m³, or 2 times less than for VX and 15 times less than for sarin.

Saxitoxin like other low-molecular toxins (tetrodotoxin, [brevetoxin? - Ed.], palitoxin, anatoxin and T-2 toxin) can cause injuries with cutaneous use. The lethal dose of saxitoxin with effect through the skin is not established. In the case of brevetoxin a dose 20 times exceeding lethal dose with parenteral introduction did not produce fatal outcomes.

Летальные дозы сакситоксина

Вид животного	Способ введения	LD ₅₀ , мг/кг
Мышь	внутривенно	0,0034
Мышь	внутрибрюшинно	0,008
Мышь	перорально	0,28
Крыса	внутривенно	0,012
Крыса	внутрибрюшинно	0,0105
Крыса	перорально	0,19
Морская свинка	перорально	0,135
Кролик	внутривенно	0,003
Кошка	внутривенно	0,0027
Кошка	перорально	0,28
Обезьяна	перорально	0,364
Собака	перорально	0,18
Цыпленок	внутривенно	0,0034
Голубь	перорально	0,091

Применение полярных растворителей, ускоряющих трансдермальный перенос веществ, не приводило к заметному снижению величин летальных доз различных токсинов при кожной аппликации. В литературе применение сакситоксина в виде растворов для нанесения кожно-резорбтивных поражений не обсуждается.

Палитоксин

Палитоксин был открыт учеными Гавайского университета США и по заведенному в этой стране порядку первую информацию о палитоксине и образцы токсина ими были переданы в Эджвудский арсенал армии, где он был детально исследован как вещество под шифром EA 3940. В 1965 году сотрудник этого арсенала McStech сделал первую научную публикацию по токсикологии палитоксина, а в 1970 году группа токсикологов Эджвудского арсенала во главе с доктором Джеймсом Виком опубликовала большую статью по итогам исследования токсичности палитоксина. В начале 80-х годов была изучена химия палиток-

Page 117.

Table 8. Lethal doses of saxitoxin

*(See Original).

Key: (a). species of animal. (b). Method of introduction. (c).
LD., mg/kg. (1). Mouse. (2). intravenous. (3). intraperitoneal.
(4). oral. (5). Rat. (6). Guinea pig. (7). Rabbit. (8). Cat.
(9). Cat. (10). Monkey. (11). Dog. (12). Chicken. (13).
Pigeon.

The use of polar solvents, which accelerate the transdermal transfer of substances, did not lead to noticeable lowering of lethal doses of different toxins with cutaneous application. In the literature the use of saxitoxin in the form of solutions for causing skin-resorbative injuries is not discussed.

PALITOXIN.

Palitoksin was discovered by scientists at the University of Hawaii (USA), who, following what was established procedure in this country, passed early information and samples of the toxin to the Army's Edgewood Arsenal, where it was in detail investigated as substance designated EA 3940. In 1965 an employee of this arsenal McCrech published the first scientific report on the toxicology of palitoxin, while in 1970 a group of toxicologists at Edgewood Arsenal headed by Dr. James Vik [transliterated - Ed.] published a lengthy article on the results of the investigation of the toxicity of palitoxin. In the beginning of the 80's was studied the chemistry of palitoxin.

сина. Исследователями из США и Японии была расшифрована химическая формула токсина, получены сведения о его химических свойствах. Затем был осуществлен синтез палитоксина, который продемонстрировал экспериментальное мастерство химиков, но вряд ли послужит прогрессу в области промышленного получения этого вещества.

В начальной фазе исследований палитоксин выделялся из зоантра (зоантарий) — морских беспозвоночных из класса коралловых полипов. В конце 60-х годов биотехнологическая группа, выполнявшая исследования по контракту с армией США, установила, что одна из бактериальных культур, выделенных из *Palutoa loxia*, является продуцентом палитоксина. Интересно, что морфология выделенного микроорганизма позволяет отнести его к ряду *Vibrio*, морские виды которого являются продуцентами тетродоксина — другого высокотоксичного вещества непептидной природы. Эти исследования открыли путь к разработке микробиологической технологии получения палитоксина.

Палитоксин по сравнению с другими токсинами непептидного строения имеет довольно крупную молекулу. Молекулярный вес токсина равен 2680 дальтонам или в 19 раз больше, чем у зарина. Выделенный палитоксин после очистки представляет собой белый аморфный гигроскопичный порошок. В кристаллической форме токсин пока получен не был. Он растворим в воде, пиридине, диметилсульфоксиде, плохо растворим в спиртах, не растворим в хлороформе, эфире, ацетоне. При растворении в воде образует стойкую пену. В нейтральных водных растворах при небольшом охлаждении может сохраняться без потери активности в течение нескольких месяцев. Разлагается и кислотами, и щелочами. Палитоксин может переводиться в аэрозольное состояние из растворов с помощью распылителей или взрывом заряда взрывчатого вещества. О возможности получения аэрозолей этого токсина путем термической возгонки не сообщалось. Палитоксин вряд ли может эффективно применяться в виде заблаговременно приготовленного тонкодисперсного порошка из-за его гигроскопичности.

Палитоксин является сильнейшим геморрагическим ядом, поражающим почки, сердечно-сосудистую и респираторную системы, желудочно-кишечный тракт. Имеются свидетельства о его кардиотоксическом и гемолитическом действии. Причинами летального исхода у всех лабораторных животных являются:

- почечная недостаточность, уремия и шок;
- генерализованный геморрагический диатез с некротизирующим васкулитом и ишемией;
- конгестивная остановка сердца;
- массивная геморрагическая пневмония.

Page 118.

Researchers from the USA and Japan deciphered the chemical formula of toxin, was obtained the information about its chemical properties. Then was realized the synthesis of palitoxin, which demonstrated the experimental skill of chemists, but it will hardly serve the progress in the field of industrial obtaining of this substance.

In the initial phase of the investigations palitoxin was isolated from [Zoanthidea (Zoantharia)? - Ed.], a marine invertebrate from a class of coral polyps. At the end of 1960's a biotechnological group, conducting investigations on contract with army of the USA, established that one of the bacterial cultures, isolated from *Palytoa toxica* is producer of palitoxin. It is interesting that the morphology of the isolated microorganism makes it possible to relate it to *Vibrio*, whose marine forms are producers of tetrodotoxin, another highly toxic substance of nonpeptide nature. These investigations opened way to the development of microbiological technology of obtaining palitoxin.

Palitoxin in comparison with other toxins of nonpeptide structure has fairly large molecule. Molecular weight of toxin is 2680 daltons or 19 greater than sarin. Isolated palitoxin after purification is white amorphous hygroscopic powder. In crystalline form the toxin has to date not been produced. It is water-soluble, pyridine, dimethyl sulfoxide, it not readily soluble in alcohols, it is not soluble in chloroform, ether, acetone. With dissolution in the water stable foam is formed. In the neutral aqueous solutions with some cooling it can be stored without loss of activity for several months. It is decomposed by acids and alkalis. Palitoxin can be converted to aerosol state from solutions with the aid of the atomizers or by the explosion of explosive charge. No reports have been published concerning the possibility of obtaining the aerosols of this toxin by thermal sublimation. Palitoxin hardly can effectively be used in the form of in advance prepared finely dispersed powder due to its hygroscopicity.

Palitoxin is an extremely powerful hemorrhagic poison, which damages the kidney, cardiovascular and respiratory systems, gastrointestinal tract. There is evidence about its cardiotoxic and hemolytic effect. The reasons for lethal outcome in all laboratory animals are:

- kidney deficiency, uremia and shock;
- generalized hemorrhagic diathesis with necrotizing vasculitis and ischemia;
- congestive heart failure;
- massive hemorrhagic pneumonia.

Палитоксин обладает раздражающим действием на кожу и слизистые. При локальном воздействии вызывает эритему, отек и даже некроз кожи. При попадании в глаз вызывает лакримацию, раздражение и конъюнктивит. Через сутки происходит помутнение и изъясвление роговицы, пораженный глаз закрывается. Описан случай поражения человека палитоксином в естественных условиях. При случайном контакте обнаженной кожей колонии кораллов, содержащей продуцент токсина, пострадавший ощущал сильные мышечные боли и спазмы в брюшной полости.

Об уровне токсичности палитоксина сравнительно с токсичностью других ядов природного происхождения свидетельствуют данные табл. 9. При внутривенном введении палитоксин примерно в 20 раз токсичнее сакситоксина и более чем в 3000 раз токсичнее стрихнина. Токсические эффекты зависят от пути поступления палитоксина в организм (см. табл. 10). Экстремально низкие летальные дозы отмечаются в случае внутривенного введения токсина. При интратрахеальном введении летальная доза палитоксина лишь в 4 раза превышает таковую при внутривенном введении, что позволяет сделать вывод о высокой эффективности палитоксина в аэрозольном состоянии, высокой поражающей способности при воздействии ингаляционным путем. Дж. Вик опубликовал данные о видовой чувствительности лабораторных животных при внутривенном введении палитоксина (см. табл. 11).

Таблица 9

Летальные дозы токсинов при внутривенном введении

Токсин	Вид животного	LD ₅₀ , мг/кг
Палитоксин	мышь	0,00015
Батрахотоксин	мышь	0,002
Сакситоксин	мышь	0,0034
Тетродотоксин	мышь	0,008
Сигуатоксин	мышь	0,025
Гельветикозид	кошка	0,05
Аконитин	крыса	0,11
Буфотоксин	кошка	0,29
Стрихнин	мышь	0,5

Page 119.

Palitoksin has irritating effect on the skin and mucosas. Under the local influence are produced the erythema, edema and even necrosis of skin. Upon entry into eye are produced lacrimation, irritation and conjunctivitis. Opacification and ulceration of cornea occur in days, the affected eye is occluded. Is described the case of the injury of man by palitoxin under the natural conditions. With accidental contact of bare skin with colony of corals, which contains the producer of toxin, the victim experienced sharp muscular pains and spasms in the abdominal cavity.

About the level of the toxicity of palitoxin in comparison with the toxicity of other poisons of natural origin testify data of Table 9. With intravenous introduction palitoxin is approximately 20 times more toxic than saxitoxin and more than 3000 times more toxic than strychnine. Toxic effects depend on the way of the entry of palitoxin into the organism (see Table 10). Extremely low lethal doses are noted in the case of the intravenous introduction of toxin. With intratracheal introduction the lethal dose of palitoxin by only 4 times exceeds that for intravenous introduction, which makes it possible to make a conclusion about the high effectiveness of palitoxin in the aerosolized state, the high damaging capacity with inhalation. J. Vik [transliterated] published data about the species sensitivity of laboratory animals with intravenous introduction of palitoxin (see Table 11).

Table 9. Lethal doses of toxins with intravenous introduction.

*(See Original).

Key: (a). Toxin. (b). species of animal. (c). LD₅₀, mg/kg. (1). palitoxin. (2). mouse. (3). Batrachotoxin. (4). saxitoxin (5). Tetrodotoxin. (6). ciguatoxin (7). gelvetikozid [transliterated] (8). cat. (9). Aconitine. (10). rat. (11). Bufotoxin. (12). Strychnine.

Таблица 10

Летальные дозы палитоксина для крысы
при различных способах введения

Способ введения	LD ₅₀ , мг/кг
Внутривенно	0,000089
Внутримышечно	0,00024
Интра трахеально	0,00036
Подкожно	0,00040
Внутрибрюшинно	0,00063
Интра ректально	0,01
Внутрижелудочно	0,04

Таблица 11

Летальные дозы палитоксина для различных животных
при внутривенном введении

Вид животного	LD ₅₀ , мг/кг
Обезьяна	0,000078
Собака	0,000033
Кролик	0,000025
Крыса	0,000089
Мышь	0,00045
Морская свинка	0,00011

Эти экспериментальные данные позволяют сделать весьма достоверный прогноз уровня внутривенной токсичности для человека. Согласно прогнозу летальная доза палитоксина при внутривенном введении человеку лежит в пределах $(1,0-2,0) \cdot 10^{-5}$ мг/кг.

Недостаток палитоксина как потенциального поражающего агента в том, что он является твердым веществом, в связи с чем существуют проблемы перевода его в аэрозольное состояние. По той же причине уровень кожно-резорбтивной токсичности не может быть столь высок по сравнению с ингаляционной токсичностью. Практически при обычных условиях палитоксин не образует пар в концентрациях, при которых возможны пораже-

Page 120.

Table 10. Lethal doses of palitoxin for the rat with the different methods introduction.

*(See Original).

Key: (a). Method of introduction. (b). LD₅₀, mg/kg. (1). intravenous. (2). intramuscular. (3). intratracheal. (4). subcutaneous. (5). intraperitoneal. (6). intrarectal. (7). intragastric.

Table 11. Lethal doses of palitoxin for different animals with intravenous introduction.

*(See Original).

Key: (a). species of animal. (b). LD₅₀, mg/kg. (1). Monkey. (2). Dog. (3). Rabbit. (4). Rat. (5). Mouse. (6). Guinea pig.

These experimental data make it possible to make a very reliable prognosis of the level of intravenous toxicity for the man. According to prognosis the lethal dose of palitoxin with intravenous introduction to man lies within the limits of $(1.0-2.0) \cdot 10^{-5}$ mg/kg.

A deficiency in palitoxin as the potential injuring agent consists in the fact that it is solid, in connection with which there are problems of its conversion into the aerosol state. For the same reason the level of skin-resorbative toxicity cannot be very high in comparison with the inhalation toxicity.

ния, из-за чего скользящее действие палитоксина проявляется в значительно меньшей мере, чем у жидких отравляющих веществ. Палитоксин пока, по крайней мере, не может производиться в количествах, необходимых для того, чтобы стать оружием. Не исключено, что в будущем палитоксин получит производственную базу и будет представлять опасность при применении в смесях с жидкими отравляющими веществами.

Рассмотренные высокотоксичные вещества по праву отнесены к категории потенциальных отравляющих веществ. Военное использование их не исключается. Синтетические вещества этой группы по уровню токсичности не уступают, а токсины во много раз превосходят фосфорорганические отравляющие вещества. Все они достаточно стабильны, могут продолжительное время храниться и, в принципе, доступны для изготовления в промышленном масштабе. Современные армии не имеют антидотов против них, а создание антидотов против диоксина и палитоксина представляется проблематичным. Газосигнализаторы и другие средства индикации и идентификации отравляющих веществ, состоящие на снабжении современных армий, не приспособлены для обнаружения веществ этой группы в воздухе, на поверхностях, в воде и продуктах питания. И несмотря на отмеченные безусловные достоинства, ни одно из веществ этой группы на рубеже подписания конвенции 1993 года о полном запрещении химического оружия не состояло на вооружении ни одной армии. Причина этого заключается в том, что веществам этой группы присущи существенные недостатки:

- неспособность наносить эффективные поражения при воздействии через кожу;
- отсутствие или крайне низкое давление насыщенного пара;
- их твердое агрегатное состояние.

При крайне низкой кожно-резорбтивной токсичности по эффективности применения как в чистом виде, так и в виде растворов они явно уступают отравляющим веществам типа VX. Они могут эффективно применяться только для нанесения ингаляционных поражений. Контакт с предметами, зараженными веществами этой группы, не опасен и без применения средств защиты кожи. В очаге поражения этими веществами не происходит опасного заражения воздуха из-за крайне низкого давления насыщенного пара. Опасность появления ингаляционных поражений

Page 121.

Practically speaking, under the normal conditions palitoxin does not form vapor in the concentrations, with which the injuries are possible, due to which restricting effect of palitoxin is manifested in considerably smaller measure, than in the liquid poisonous substances. Palitoxin thus far, at least, cannot be produced in the quantities necessary in order to become weapon. It is possible that in the future palitoxin will obtain the production base and it will present danger with use in mixtures with the liquid poisonous substances.

*(See Original).

The highly toxic substances examined are placed in the category of the potential poisonous substances. Their military utilization is not excluded. The synthetic substances of this group in level of toxicity are not inferior, and toxins many times exceed organophosphorus poisonous substances. They all are fairly stable, they can prolonged time be stored and, in principle, they are accessible for manufacture on an industrial scale. Contemporary armies do not have antidotes against them, and creation of antidotes against the dioxin and palitoxin is problematic. Gas warning devices and other means of indication and identifications of poisons in inventory of modern armies are not adapted for detection of substances of this group in air, on surfaces, in water and food products. And in spite of the noted indisputable advantages, none of the substances of this group, as of the signing of the convention of 1993 completely banning chemical weapons, was in the inventory of a single army. The reason for this consists in the fact that important deficiencies are inherent in the substances of this group:

- incapacity to inflict effective injuries acting through the skin;
- absence or the extremely low saturated vapor pressure;
- their solid physical state.

With extremely low skin-resorbitive toxicity, in effectiveness of application both in pure form and in the form of solutions they are clearly inferior to poisonous substances of the VX type. They can be used effectively only to produce inhalation injuries. Contact with objects contaminated with substances of this group is not dangerous even without use of means of protection of skin. In center of area contaminated by these substances does not occur dangerous contamination of air due to the extremely low pressure of the saturated vapor.

может возникнуть лишь при сильном пылеобразовании. Санитарная обработка, по крайней мере экстренная, личного состава и дегазация вооружения и обмундирования после воздействия аэрозоля (дыма), порошков и капель растворов этих веществ не требуются. Следовательно, вещества этой группы не могут оказывать сильного сковывающего действия.

Взрыв заряда взрывчатого вещества для перевода твердых тел в аэрозольное состояние обычно не применяется — большая доля вещества разлагается и при этом значительная часть его дробится до частиц крупных размеров, не проникающих в легкие и потому существенно менее эффективных. При использовании пиросоставов до 50% по весу объем корпуса боеприпаса занимает горючее и окислитель, а из находящегося в пиросоставе токсичного вещества в аэрозольное состояние переводится не более половины. Ни взрыв, ни термическая возгонка не применимы для аэрозольирования рицина и биорегуляторов полипептидной природы. Не исключено, что твердые высокотоксичные вещества могут найти применение в виде растворов в жидких отравляющих веществах для усиления действия последних.

МИКОТОКСИНЫ

Микотоксины являются продуктами жизнедеятельности микроскопических грибов. Известно более 240 штаммов различных видов грибов, являющихся продуцентами около 100 токсичных веществ, способных вызывать микотоксикозы человека и животных.

Микроскопические грибы (плесени) наносят огромный ущерб сельскохозяйственному производству, поражая зерновые и масляные культуры, фрукты, корнеплоды, корма. Микотоксины, как правило, попадают в организм людей и животных алиментарным путем как при непосредственном употреблении зараженных микотоксинами продуктов питания и кормов, так и через систему пищевых цепочек. Персонал, имеющий контакт с зараженными микотоксинами зерном, кормами и различными видами растительного сырья, может получить ингаляционные или кожно-резорбтивные поражения за счет попадания микотоксинов с пылью.

Все известные микотоксины являются кристаллическими веществами, растворимыми в ацетоне, этилацетате, хлороформе, диэтиловом эфире и других апротонных растворителях. Они частично растворимы в воде и спиртах. Микотоксины являются весьма стабильными веществами, выдерживают продолжительное кипячение в воде и даже автоклавирование при 120°C.

Page 122.

The danger of the appearance of inhalation injuries can arise only with strong dust formation. Medical treatment, at least emergency measures, of personnel and decontamination of weapons and equipment after action of aerosol (fume), powders and drops of the solutions of these substances are not required. Consequently, the substances of this group cannot exert strong restricting effect.

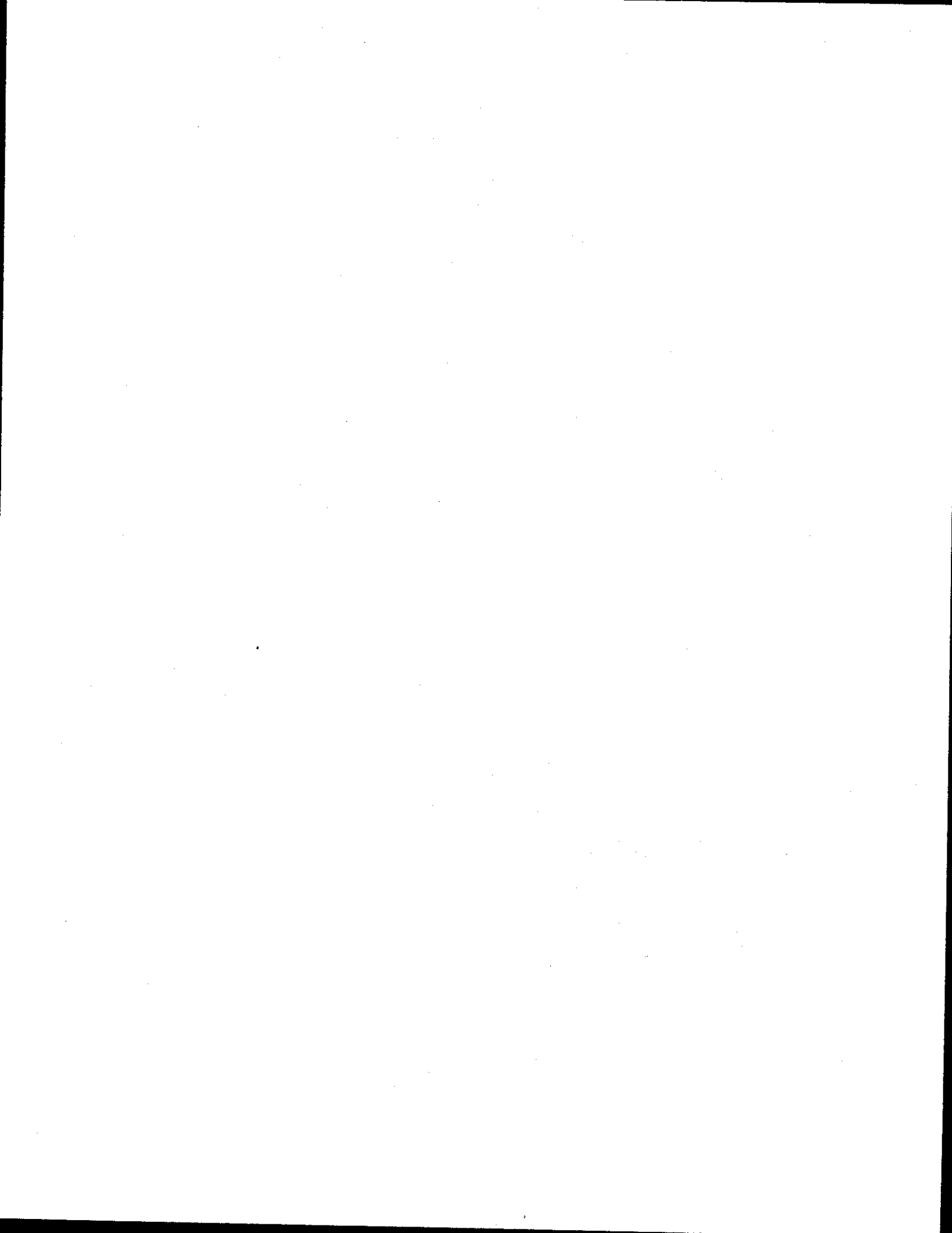
Explosion of explosive charge for conversion of solids into aerosol state usually is not used - a high fraction of substance is decomposed and so in this case a significant part of it is crushed to the particles of large dimensions, which do not penetrate into the lungs and therefore are much less effective. With use of explosive compounds up to 50% by weight the volume of the body of ammunition is occupied by fuel and oxidizer, and of the toxic substance in the explosive compound into aerosol state is converted not more than half. Neither explosion nor thermal sublimation are applicable for aerosoling of ricin or bioregulators of polypeptide nature. It is possible that solid highly toxic substances can find use in the form of solutions in liquid poisonous substances for strengthening the effect of the latter.

MYCOTOXINS.

Mycotoxins are the products of the vital activity of microscopic fungi. Are known more than 240 strains of different types of fungi which are producers of approximately 100 toxic substances, capable of producing mycotoxicoses of man and animals.

Microscopic fungi (molds) will do vast damage to agricultural production, affecting cereal and oil crops, fruits, root-crops, feed. Mycotoxins, as a rule, enter the organism of people and animals by alimentary canal both with direct consumption of food products and feed contaminated with mycotoxins and through the system of food chains. Personnel which has contact with grain, feeds and different forms of vegetable raw material contaminated by mycotoxins can obtain inhalation or skin-resorbative injuries due to the entry of mycotoxins with the dust.

All known mycotoxins are crystalline substances, soluble in acetone, ethylacetate, chloroform, diethyl ether and other aprotic solvents. They are partially soluble in water and alcohols. Mycotoxins are very stable substances and withstand prolonged boiling in water and even autoclaving at 120°C.



В основе токсического действия микотоксинов лежит их способность проникать в клетки и ингибировать синтез белков. Микотоксины повреждают структуру и нарушают функции мембран клеток. В табл. 12 приведены данные по уровням токсичности ряда хорошо изученных микотоксинов. Наиболее токсичным из них является Т-2 токсин. Установлено, что любое вмешательство в структуру Т-2 токсина в попытках получения более токсичного его производного (ступенчатое деацилирование, ацилирование свободной гидроксильной группы, замена двойной связи в циклической структуре на одинарную и др.) неизменно приводит к снижению токсичности производных относительно исходного токсина.

Таблица 12

Летальные дозы микотоксинов трихотеценового ряда для мыши при парентеральном введении

Микотоксины	LD ₅₀ , мг/кг	
	при внутрибрюшинном введении	при внутривенном введении
Т-2 токсин	3,0	3,3
НГ-2 токсин	9,0	6,7
Неосоланинол	14,5	9,7
Т-2 триол	108,0	75,3
Т-2 тетраол	11,0	15,7
Ацетил-Т-2 токсин	7,2	7,2
Дицетоксисцирпенол	15,3	19,5
Моноацетоксисцирпенол	4,5	7,8
Фузаренол-Х	3,4	5,5
Дезоксиниваленол	70,0	45,0
Ниваленол	4,1	7,3
3-Ацетилдезоксиниваленол	49,0	59,0

При парентеральном введении (внутривенно и внутрибрюшинно) все микотоксины, в том числе и Т-2 токсин, по уровню токсичности уступают в сотни раз отравляющим веществам нервно-паралитического действия (см. табл. 1).

Page 123.

At basis of toxic effect of mycotoxins lies their capacity to penetrate cells and to inhibit synthesis of proteins. Mycotoxins damage structure and they disturb the functions of the membranes of cells. Table 12 gives data on the levels of toxicity of a number of well studied mycotoxins. Most toxic of them is T-2 toxin. It is established that any intervention in structure of T-2 toxin in attempts to obtain a more toxic derivative of it (phased deacylation, acylation of free hydroxyl group, replacement of double bond in the cyclic structure by single, etc.) invariably leads to reduction in the toxicity of derivatives relative to initial toxin.

Table 12. Lethal doses of mycotoxins of [trichotetsenovyy (transliterated) - Ed.] series for mouse with parenteral introduction.

*(See Original).

Key: (a). Mycotoxins. (b). LD₅₀, mg/kg. (c). with intraperitoneal introduction. (d). with intravenous introduction. (1). ... toxin. (2). neosolaniod (3). T-2 triol. (4). T-2 tetraol. (5). Acetyl-T-2-toxin. (6). diatsetoksistsirpenol [transliterated (diacetoxystsirpenol? - Ed.)] (7). monoatsetoksistsirpenol [transliterated (monoacetoxystsirpenol? - Ed.)] (8). fuzarenon-X [transliterated] (9). dezoksinivalenol [transliterated (desoxynivalenol? - Ed.)] (10). Nivalenol. (11). 3-Atsetildezoksinivalenol [3-acetyldesoxynivalenol? - Ed.]

With parenteral introduction (intravenously and intraperitoneally) all mycotoxins, including T-2 toxin, in level of toxicity are hundreds of times inferior to convulsant nerve gases (see Table 1).

Т-2 токсин впервые был выделен в 1968 году. Установлено его химическое строение. Т-2 токсин может быть получен синтетическим путем, но с низким выходом. Поэтому отдается предпочтение микробиологическому способу его получения. Его получают культивированием токсигенных штаммов грибов на зерне с выходом до 3 г на 1 кг зерна. Имеются предпосылки для разработки технологии микробиологического синтеза Т-2 токсина на искусственной жидкой питательной среде с выходом нескольких граммов токсина на 1 л среды.

Т-2 токсин опасен при различных путях поступления его в организм: оральном, ингаляционном и перкутанном.

Среднесмертельные дозы Т-2 токсина при оральном введении различными животными приведены в табл. 13. По этому показателю Т-2 токсин уступает веществу VX в несколько десятков раз (LD_{50} вещества VX для крысы при оральном введении 0,1 мг/кг). По оценкам, среднесмертельная доза Т-2 токсина для человека находится в пределах 35-75 мг на человека или 0,5-1,0 мг/кг.

Т-2 токсин при оральном введении поражает все жизненно важные системы организма: желудочно-кишечный тракт, центральную нервную и сердечно-сосудистую системы. Следствием высокой цитотоксической активности Т-2 токсина является его иммуносупрессивное действие, приводящее к понижению устойчивости организма к инфекционным заболеваниям. При оральном введении токсические эффекты наступают после длительного, исчисляемого днями, латентного периода, продолжительность которого зависит от введенной дозы.

Эксперименты на животных показывают, что при ингаляционном воздействии тонкодисперсного аэрозоля Т-2 токсина летальные дозы в 10-20 раз ниже, чем при других методах парентерального введения (см. табл. 14). Прогнозное значение LC_{150} для человека составляет 5800 мг. мин/м³ и по этому показателю Т-2 токсин уступает зарину примерно в 80 раз.

У всех подопытных животных после ингаляции аэрозоля Т-2 токсина быстро развиваются расстройства, включая рвоту, цианоз, анорексию, понижение температуры тела и летаргическое состояние. Рвота начинается сразу же после или даже в период ингаляции. Происходит покраснение кожи. Животное погибает главным образом от отека легких.

При нанесении на кожу животных растворов Т-2 токсина наступают покраснение, отек и глубокий некроз ткани. Степень проникания сухого порошка токсина в кожу невелика, а токсическое действие токсина в этом случае проявляется в виде воспалительной реакции, шелушения, потери чувствительно-

Page 124.

T-2 toxin was for the first time isolated in 1968. Its chemical structure is established. T-2 toxin can be obtained synthetically, but with the low yield. Therefore preference is given to the microbiological method of its obtaining. It is obtained by cultivation of toxigenic strains of fungi on grain with yield of up to 3 g per 1 kg of grain. Conditions exist for developing technology of microbiological synthesis of T-2 toxin on artificial liquid nutrient medium with yield of several grams of toxin per 1 l of medium.

T-2 toxin is dangerous with different ways of entry into organism: oral, inhalation and percutaneous.

Average lethal doses of T-2 of toxin with oral introduction with different animals are given in Table 13. According to this index T-2 toxin is inferior to VX by several dozen times (LD₅₀ of VX for rat with oral introduction is 0.1 mg/kg). According to the estimations, the average lethal dose of T-2 toxin for man is within the limits of 35-75 mg per man or 0.5-1.0 mg/kg.

T-2 toxin orally introduced affects all critical systems of organism: gastrointestinal tract, central nervous and cardiovascular systems. A result of the high cytotoxic activity of T-2 toxin is its immunosuppressive effect, which leads to reduction in resistance of organism to infectious diseases. With oral introduction toxic effects begin after the prolonged (calculated in days) latent period, whose duration depends on the introduced dose.

Experiments on animals show that with inhalation of finely dispersed aerosol of T-2 toxin the lethal doses are 10-20 times lower than with other methods of parenteral introduction (see Table 14). The forecast value of LC₅₀ for man is 5800 mg. min/m³ and according to this index T-2 toxin is inferior to sarin by approximately 80 times.

In all experimental animals after inhalation of aerosol of T-2 toxin rapidly are developed disorders, including vomiting, cyanosis, anorexia, decrease in the temperature of body and lethargic state, vomiting begins immediately afterward or even in the period of inhalation. The reddening of skin occurs. Animal perishes mainly from pulmonary edema.

With application to the skin of the animals of solutions of T-2 toxin begin reddening, edema and deep necrosis of tissue. The degree of the penetration of the dry powder of the toxin into the skin is low, and the toxic effect of the toxin in this case is manifest in the form of inflammatory reaction, peeling, loss of sensitivity.

сти. В запущенных случаях могут наблюдаться некротические изменения.

При кожной аппликации растворов Т-2 токсина проявляется его общетоксическое действие. Симптомы интоксикации включают диарею, носовое кровотечение, расстройство центральной нервной системы, проявляющееся в нарушении поведенческих реакций. С кожно-резорбтивной активностью Т-2 токсина связывают появление галлюцинаций и других расстройств.

Количественные характеристики токсического действия Т-2 токсина представлены в табл.15. Данные для свиньи не получены, а при дозе 50 мг/кг гибель свиней от Т-2 токсина не наступала. По кожно-резорбтивному действию Т-2 токсин уступает веществу VX не менее чем в 20 раз.

Таблица 13

Летальные дозы Т-2 токсина
при оральном введении различным животным

Вид животного	LD ₅₀ , мг/кг
Свинья	4,0
Крыса	2,3-5,2
Мышь	3,8-11,2
Морская свинка	2,0-5,3
Кролик	2,5

Таблица 14

Летальные дозы Т-2 токсина
для различных животных при ингаляции

Вид животного	LD ₅₀ , мг/кг
Мышь	
молодые	0,24
взрослые	0,94
Крыса	0,05
Морская свинка	0,4

Page 125.

In [neglected? - Ed.] cases necrotic changes can be observed.

With cutaneous application of solutions of T-2 toxin is manifested its systemic toxic effect. The symptoms of intoxication include diarrhea, nasal hemorrhage, disorder of central nervous system, which is manifested in disturbance of behavioral reactions. With skin-resorbative activity of T-2 toxin are associated the appearance of hallucinations and other disorders.

The quantitative characteristics of the toxic effect of T-2 toxin given in Table 15. Data for the pig have not been obtained, but the death of pigs from T-2 toxin did not begin with dose of 50 mg/kg. In skin-resorbative effect T-2 toxin is inferior to VX by not less than 20 times.

Table 13. Lethal doses of T-2 toxin with oral introduction to different animals.

*(See Original).

Key: (a). species of animal. (b). LD₅₀, mg/kg. (1). Pig. (2). Rat. (3). Mouse. (4). Guinea pig. (5). Rabbit.

Table 14. Lethal doses of T-2 toxin for different animals with inhalation.

*(See Original).

Key: (a). species of animal. (b). LD₅₀, mg/kg. (1). Mouse. (2). young. (3). adult. (4). Rat. (5). Guinea pig.

Летальные дозы Т-2 токсина для различных животных при накожной аппликации

Вид животного	Растворитель	Состояние кожи	LD ₅₀ , мг/кг	Время гибели, часы
Крыса	ДМСО*	стриженная	2,5	24
	ДМСО	стриженная	5,0	24
	ДМСО	эпилированная	1,5	20
	этилацетат	стриженная	8,0	60-100
	метанол	стриженная	12,5	132
Морская свинка	ДМСО	интактная	16,0	7
	метанол	эпилированная	4,2	190
	ДМСО	эпилированная	4,56	180
	метанол	интактная	75,0	170-240
Кролик	ДМСО	интактная	60,0	24
	ДМСО	интактная	35,0	до 240
	ДМСО	интактная	15,0 — минимальная летальная доза	

*Диметилсульфоксида

Скорость проникания Т-2 токсина в кожу и уровни летальных доз при накожной аппликации зависят от природы растворителя, на котором готовится раствор токсина. Наибольший эффект отмечается при использовании полярных растворителей, например, диметилсульфоксида (ДМСО). Введение в раствор токсина Т-2 1-додецилазациклопептана-2-она (азона) ускоряет и увеличивает степень проникания токсина в кожу. Однако, качественных изменений в уровнях токсичности различных микотоксинов за счет использования пенетрантов не происходит.

Интерес к микотоксинам как потенциальным агентам химической войны был подогрев искусственным путем. О якобы имевшем место применении микотоксинов в ходе боевых действий в Юго-Восточной Азии и Афганистане утверждалось в двух докладах государственного департамента конгрессу США. В течение 2-х лет проводилось расследование специально уполномоченной на то комиссией экспертов ООН, возглавлявшейся египетским генералом Estmat A. Ezz. В монографии С.Сигрейва

Page 126.

Table 15. Lethal doses T-2 of toxin for different animals with cutaneous application.

*(See Original).

Key: (a). species of animal. (b). Solvent. (c). State of skin. (d). LD₅₀, mg/kg. (e). Time of death, hours. (1). Rat. (2). clipped. (3). epilated. (4). ethylacetate. (5). methanol. (6). intact. (7). Guinea pig. (8). Rabbit. (9). minimum lethal dose.

FOOTNOTE ¹. Dimethyl sulfoxide. ENDFOOTNOTE.

The speed of penetration of T-2 toxin into the skin and the levels of lethal doses with cutaneous application depend on nature of the solvent in which is prepared the solution of toxin. The highest effect is noted with use of polar solvents, for example, of dimethyl sulfoxide (DMSO). Introduction into solution of T-2 toxin of 1-dodecylazacycloheptane-2-on (azon) accelerates and increases the degree of the penetration of the toxin into the skin. But qualitative changes in the levels of the toxicity of different mycotoxins with the use of penetrants does not occur.

Interest in mycotoxins as the potential agents of chemical warfare was heated artificially. Two reports of the State Department to the congress of the USA alleged that mycotoxins had been used in combat operations in southeast Asia and Afghanistan. For two years was conducted an investigation by commission of United Nations experts specially authorized for that purpose headed headed by Egyptian General Esmat A. Ezz.

«Желтый дождь», выход которой был приурочен к началу кампании о применении в ходе боевых действий микотоксинов, правительство США осуждается за то, что оно, будучи втянутым в химическую войну во Вьетнаме, якобы просмотрело рождение в бывшем Советском Союзе химического оружия третьего поколения на основе микотоксинов.

Приведенные в этом разделе данные по токсичности и другим свойствам микотоксинов свидетельствуют, что они по всем основным показателям уступают современным отравляющим веществам и ранее известным токсинам. В докладе экспертов ООН по результатам расследования на месте не получили подтверждения ни один из так называемых фактов применения в ходе боевых действий ни микотоксинов, ни отравляющих веществ. Больше того, эксперты сообщали, что представленные им «жертвы» и заведенные на них истории болезней оказались фальшивыми. Как потом обнаружилось, фальшивыми были и образцы проб растительности и грунта, якобы доставленные из мест применения микотоксинов.

Если бы микотоксины действительно представляли интерес как поражающие агенты военного назначения, они стали бы предметом исследований и разработок по заданиям военных ведомств ряда государств, но этого не произошло и не случайно — на основе микотоксинов нельзя усилить поражающие свойства химического и токсинного оружия.

Оценивая микотоксины как потенциальные отравляющие вещества, А.Влек и Д.Упшол в 1988 году в журнале «Chemistry in Britain» писали:

«Учитывая существующий уровень противохимической защиты войск, мы полагаем, что вещества такого типа и степени токсичности не могут представлять угрозы их применения против английской армии».

Авторов публикации следует понимать в том смысле, что они считают достаточным при защите от микотоксинов использование уже имеющихся в их армии средств противохимической защиты от отравляющих веществ и что не существует необходимости создавать какие-либо специфические средства защиты от микотоксинов. С такой оценкой потенциальной опасности применения микотоксинов нельзя не согласиться.

Микотоксины по токсическим эффектам весьма близки к иприту и по этой причине они, как и иприт, могут быть отнесены к инкапсулированным калечащего действия.

Page 127.

In the monograph by S. Sigreyv [transliterated] "Yellow Rain", publication of which was timed to coincide with the beginning of campaign about the application in the course of the combat operations of mycotoxins, the U.S. Government is condemned for the fact that it, being that drawn into chemical warfare in Vietnam, allegedly looked over birth in the former Soviet Union of third generation of chemical weapons on the basis of mycotoxins.

Data on toxicity and other properties of mycotoxins given in this section indicate that according to all basic indices they are inferior to the contemporary poisonous substances and previously known toxins. In the report of the experts of United Nations on results of investigation, on the spot was confirmed not one of the so-called cases of the use in the course of the combat operations of mycotoxins or other toxins. More than that, experts reported that the presented to them "victims" and case histories on them also proved to be false. As then it was revealed, false also were the samples of the samples of vegetation and ground, allegedly delivered from the places of application of mycotoxins.

If mycotoxins were actually of interest as lethal agents of military purpose, they would become the object of research and development on assignment of the military establishments of a number of states, but this has not occurred and it is not by chance - on the basis of mycotoxins it is not possible to strengthen the destructive properties of chemical and toxin weapons.

In assessing mycotoxins the potential poisonous substances, A. Vlek and D. Upshol [transliterated] in 1988 in the journal "Chemistry in Britain" wrote:

Taking into account the existing level of antigas defense of troops, we assume that substances of such type and degree of toxicity cannot present threat of their application against the English army".

The authors of publication should be understood in the sense that they consider the use of the means of antigas defense from the poisonous substances already available in their army sufficient for protection against mycotoxins and that there is no need to create specific means of protection from mycotoxins. With this assessment of the potential danger of the application of mycotoxins one cannot fail to agree.

Mycotoxins in toxic effect are very close to yperite and for this reason they, like yperite, can be classified as [disabling incapacitants? - Ed.].

IV. ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ

В научных лабораториях военно-химического профиля ранее проводились и, вероятно, еще будут проводиться целевые исследования по поиску новых классов токсичных веществ, равно как и более токсичных аналогов известных отравляющих веществ. Банк данных о токсических эффектах и токсичных веществах непрерывно пополняется также в результате исследований, проводимых с заведомо мирными или разрешенными целями. Открытие палитоксина, диоксида, бициклоортокарбоксилатов, токсичных норборнанов, фактора агрегации тромбоцитов и др. обязано исследованиям, не преследовавшим военных целей. Естественно возникает вопрос, не приведут ли проводимые с различными целями исследования в области биологически активных соединений к получению новых более токсичных отравляющих веществ?

Командир Лаборатории химических систем (ныне Центр химических исследований, разработок и технологий) армии США полковник У.Кастенмайер в 1981 году писал, что «для выполнения возложенных на его лабораторию неотложных задач собрана группа выдающихся ученых и специалистов, которые занимаются разработкой химических боеприпасов..., предназначенных для ведения боевых действий в будущем. Имея перед собой ясные цели, мы ожидаем в 80-е годы появление новых интересных идей и возможностей для усиления американского потенциала в области химического оружия... Официальные представители Лаборатории химических систем... верят, что усиление потенциала США в области химического оружия будет продолжаться, чтобы стать направлением первоочередного значения в последующие годы».

Доктор К.Ямамото, соавтор монографии «Генное оружие», считает, что использование новейших методов биотехнологии приведет в обозримом будущем к получению супертоксичных отравляющих веществ и токсинов. Дж. Такер в одной из своих публикаций в журнале Gene WATCH в 1985 году отмечал, что ныне известные токсины обладают существенными недостатками, но применением методов геной инженерии можно осуществить модификацию токсинов и превратить их в стабильные летучие вещества, способные вызывать поражения людей при воздействии через кожу и избирательно реагирующие со специфиче-

Page 128.

IV. PROGNOSIS OF DEVELOPMENT.

In the scientific laboratories of chemical warfare previously were conducted and probably still will be conducted investigations aimed at identifying new classes of toxic substances and more toxic analogs of known poisonous substances. Data bank on toxic effects and toxic substances is continuously supplemented also as a result of investigations conducted for peaceful or authorized purposes. The discovery of palitoxin, dioxin, bicycloorthocarboxylates, toxic norboricanes, the factor of the aggregation of thrombocytes, etc. is due to investigations not pursued for military purposes. The question naturally arises whether research in the field of biologically active compounds conducted for different purposes will lead to production of new more toxic poisonous substances.

The commander of the Laboratory of Chemical Systems (now the Center of Chemical Research, Development and Technology) of the army of the USA, Colonel [W. Kastenmayer? - Ed.], in 1981 wrote that "for accomplishment of entrusted to his laboratory urgent objectives was assembled a group of outstanding scientists and specialists working on the development of chemical ammunition ... for the combat operations of the future. Having before us clear goals, we expect in the 80's the appearance of new interesting ideas and possibilities for strengthening the American potential in the field of chemical weapons Official representatives of the Laboratory of chemical systems ... believe that strengthening the potential of the USA in the field of chemical weapons will be continued and become the priority mission in future years".

Doctor K. Yamamoto, co-author of the monograph "Genetic Weapons", believes that use of the newest methods of biotechnology will lead in the foreseeable future to production of super-toxic poisonous substances and toxins. J. Takker [transliterated] in one of his publications in journal Gene WATCH in 1985 noted that now known toxins suffer from important deficiencies, but with application of genetic engineering techniques it will be possible to modify toxins and convert them into stable volatile substances capable of producing injuries of people through the skin and selectively react with specific receptors which are vitally important biotargets in the organism.

ческими рецепторами, являющимися жизненно важными биомолекулами в организме. Всемирная федерация научных работников в 1986 году распространила брошюру «Химическое оружие и последствия его применения», в которой сказано, что в США, якобы на стадии разработки находятся перспективные в военном отношении синтетические токсиноподобные соединения, по уровню токсичности превосходящие отравляющее вещество VX в сотни-тысячи раз, способные вызывать поражения людей при концентрациях 0,1—0,001 мг/м³.

Обнадеживающие прогнозы развития химического оружия пока не сбываются. В свете изложенного представляется принципиально важным оценить, существуют ли научные предпосылки для наращивания поражающих свойств отравляющих веществ путем дальнейшего увеличения их токсичности.

Выше было показано (см. раздел II), что каждое множество веществ со сходным характером токсического действия, объединяющее структурно-родственные соединения, имеет границу минимальных летальных доз (ГМЛД), которая в логарифмических координатах LD₅₀ (моль/кг) — молекулярный вес представляет собой параболическую линию, причем наиболее токсичным веществам множества соответствуют строго определенные значения молекулярного веса. Остается показать, что ГМЛД существует и у всей совокупности химических соединений, химическое строение которых не противоречит структурной теории.

Число химических элементов в природе ограничено, а валентные отношения между атомами в молекулах строго детерминированы. Следовательно, каждому достаточно узкому интервалу изменения молекулярного веса соответствует определенная выборка веществ, число которых в выборке конечно, как бы велико оно ни было. Возможен эксперимент, в ходе которого определяются летальные дозы каждого из веществ данной выборки. Очевидно, что должно найтись хотя бы одно вещество, отличающееся от других наименьшей величиной летальной дозы. Так как по условию эксперимента других веществ с молекулярным весом, укладывающимся в выбранный для эксперимента интервал изменения его, не существует, то наиболее токсичное вещество выборки определяет положение ГМЛД на этом интервале изменения величины молекулярного веса. Поскольку на выбор интервала изменения величины молекулярного веса в эксперименте никаких ограничений не накладывалось, постольку вывод о существовании ГМЛД является правомерным для всего диапазона изменения величин молекулярных весов всей совокупности физиологически активных веществ. Такой ход рассуждений позволяет доказать факт существования ГМЛД, но сам по себе он не дает ответа на вопрос, где проходит эта граница. Оказалось, что

Page 129.

The world federation of scientific workers in 1986 disseminated the pamphlet "Chemical weapons and the consequences of their application", in which it is said, that in the USA, allegedly on the stage of development are synthetic toxin-like compounds promising in military sense, in level of toxicity exceeding VX hundreds and thousands of times, capable of causing the injuries of people with the concentrations of 0.1-0.001 mg/m³.

Promising predictions concerning the development of chemical weapons have to date not been realized. In light of the discussion to this point, it is fundamentally important to ask whether the scientific prerequisites exist for increasing the destructive properties of poisonous substances by further increasing their toxicity.

Above it was shown (Section II), that each group of substances with similar nature of toxic effect, which unites structurally related compounds, has a boundary of minimum lethal doses (GMLD), which in the logarithmic coordinates LD₅₀ (mole/kg) - molecular weight is a parabola, with the most toxic substances of the group corresponding to specific values of molecular weight. It remains to show that GMLD, exists also for all chemical compounds whose chemical structure does not contradict structural theory.

[? The number of chemical elements in nature is limited, and the valent relations between the atoms in the molecules are strictly determined. Consequently, to each sufficiently narrow range of variation in molecular weight corresponds a specific group of substances, number of which in the sample is finite however great it is. Is feasible the experiment, in course of which are determined the lethal doses of each of the substances of a given sample. It is obvious that there must be at least one substance, which differs from others in terms of the smallest value of lethal dose. Since, in terms of the experiment there do not exist other substances with molecular weight within the range of variation in it selected for the experiment, the most toxic substance of sample determines position of GMLD in this range of variation in the value of molecular weight. To the extent that on the selection of the range of variation in the value of molecular weight for the experiment were imposed no limits, the conclusion concerning existence of GMLD is valid for entire range of variation in the values of molecular weights of the entire totality of physiologically active materials. This line of reasoning makes it possible to demonstrate the fact of existence of GMLD, but by itself it does not answer the question, where this boundary passes. ?]

ответ на поставленный вопрос можно получить путем анализа всего имеющегося массива экспериментальных данных по уровням летальных доз химических веществ различного состава и строения и принадлежащих ко всем известным классам исследованных соединений.

Если на евклидовой поверхности в логарифмических координатах LD₅₀ — молекулярный вес отобразить весь массив веществ, для которых летальные дозы экспериментально установлены, то плоскость графика (см. рис. 6) оказывается разделенной на две части: на одной из них сосредоточены отображения всех взятых веществ, в то время как другая часть плоскости графика остается свободной, ибо в природе не существует веществ, которые по величине летальной дозы и молекулярного веса соответствовали бы этой части плоскости графика. Между указанными частями плоскости графика отчетливо прослеживается граница, формируемая отображениями наиболее токсичных веществ в соответствующих интервалах изменения величины молекулярного веса. На рис. 6 сохранены отображения только наиболее токсичных веществ и проведена линия, огибающая эти отображения со стороны минимальных летальных доз. Эта линия названа **токсоидой**.

Токсоиду без большой погрешности можно отождествить с ГМД и вот почему. В области малых величин молекулярного веса токсоида проходит через точку, соответствующую цианистому водороду, молекулярный вес которого равен 27 дальтонам. Все вещества с молекулярным весом 27 дальтонов и менее известны, а их летальные дозы экспериментально установлены. Наиболее токсичным среди них является цианистый водород, следовательно это вещество и определяет положение ГМД в области небольших величин молекулярного веса, причем при молекулярном весе 27 дальтонов токсоида и ГМД точно совпадают.

Если на рис. 5 убрать отображения всех синтетических веществ и оставить отображения только веществ природного происхождения, то положение токсоиды на плоскости графика останется прежним. Следовательно, границу минимальных летальных доз формируют отображения веществ природного происхождения, а синтетические вещества лишь достигают токсоиды. И это не случайно. В процессе эволюционного развития животного мира произошел естественный отбор ядов, способных поражать агрессора (при защите) или жертву (при нападении) минимальным количеством. ГМД как и токсоида отражает чувствительность или восприимчивость животных к действию ядов. И если это так, то дальнейшее увеличение массива экспериментальных данных по токсичности вновь синтезируемых или выделяемых из природных источников химических соединений не по-

Page 130.

It turned out that the response to this question can be obtained via the analysis of entire available mass of experimental data on the levels of the lethal doses of the chemical substances of different composition and structure and belonging to all known classes investigated compounds.

If we on a Euclidean surface in logarithmic coordinates LD,, - molecular weight represent [map? - Ed.] entire group of substances for which lethal doses have been established experimentally, then the graph (see Fig. 6) will be divided into two parts: on one of them are concentrated the representations of all substances taken, while the other part of the graph remains [blank? - Ed.], since in nature there do not exist substances which in lethal dose and molecular weight would correspond to this part of the graph. Between the areas of the graph indicated distinctly is outlined boundary formed by representations of the most toxic substances in the corresponding ranges of variation in molecular weight. Fig. 6 shows only the most toxic substances and the line which envelopes these representations from the side of minimum lethal doses. This line is named [toxoida? - Ed.].

Toxoida without large error it is possible to identify with GMLD and this is why. In the region of low values of molecular weight toxoida passes through the point which corresponds to hydrogen cyanide, whose molecular weight is 27 daltons. All substances with molecular weight of 27 daltons are less known, and their lethal doses have been experimentally established. Most toxic among them is hydrogen cyanide, consequently this substance also determines the position of GMLD in the region of the low values of molecular weight, and at a molecular weight of 27 daltons toxoida and GMLD coincide precisely.

If in Fig. 5 we remove representations of all synthetic substances and leave representations only of substances of natural origin, the position of toxoida on the graph remains as before. Consequently, the minimum lethal dose line is established by representations of substances of natural origin, synthetic substances only reaching the toxoida. And this is not by chance. In the process of the evolutionary development of the animal kingdom occurred the natural selection of the poisons, capable of affecting aggressor (in defending) or victim (in attacking) with a minimum quantity. Both GMLD and toxoida reflect sensitivity or susceptibility of animals to the effect of poisons.

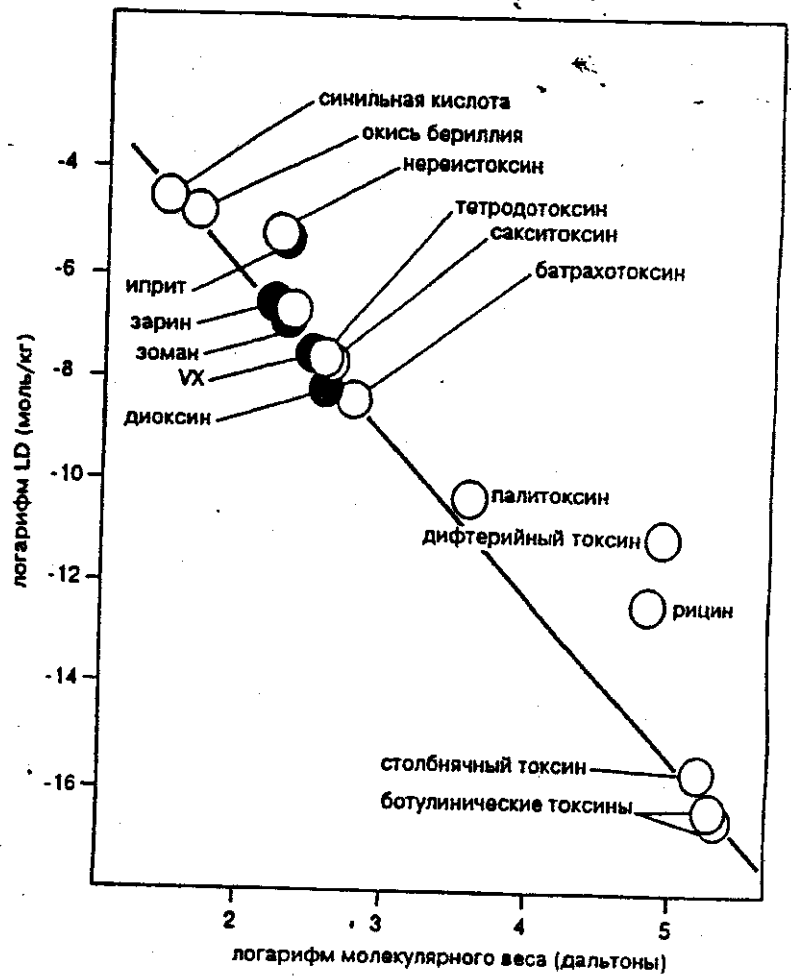


Рис. 5. График токсиды (публикуется впервые)

влечет за собой более или менее существенной корректировки графика токсиды.

Вместе с тем полное отождествление токсиды с ГМД неправомерно. Последняя имеет более сложную форму. Например, молекулярному весу 28 дальтонов соответствует единст-

Page 131.

*(See Original).

Fig. 5. Graph of toxoids (published for first time).
Key: (1). Logarithm LD (mole/kg). (2). Hydrocyanic acid. (3).
beryllium oxide. (4). [nereistoxin? - Ed.] (5). tetrodotoxin. (6).
saxitoxin (7). batrachotoxin. (8). yperite. (9). sarin. (10).
soman. (11). dioxin. (12). palitoxin. (13). diphtherial toxin.
(14). ricin. (15). tetanus toxin. (16). botulin toxins. (17).
logarithm of molecular weight (daltons).

And if this is so, any further accumulaion of experimental data on the toxicity of chemical compounds newly synthesized or isolated from natural sources will not involve more or less important adjustment of graph of toxoids.

At the same time complete identification of toxoids with GMLD is incorrect. The latter has more complex form. For example, to molecular weight of 28 daltons corresponds only one substance - carbon monoxide.

вешное вещество — окись углерода. Согласно графику токсиды окись углерода как имеющая молекулярный вес больший, чем у цианистого водорода, должна была бы иметь летальную дозу меньше чем у цианистого водорода, но наблюдается обратное.

График токсиды в помеченных координатах близок к прямой линии, а зависимость между величиной минимальной летальной дозы (моль/кг) и молекулярным весом (M) приближенно может быть выражена уравнением:

$$\lg LD_{50} = -3 \lg M - 0,23$$

Прогнозное значение минимальной летальной дозы для веществ с заданным молекулярным весом может быть только равным или меньшим истинных величин.

Эффект возрастания биологической активности по мере увеличения молекулярного веса отмечался ранее профессором Московского государственного университета (Россия) Н.И. Кобозевым у алкалоидов, глюкозидов, витаминов, гормонов и синтетических лекарственных веществ, хотя к выводу о существовании предельных значений минимальных летальных доз он не пришел.

Пользуясь графиком токсиды можно получить полезные для исследователей выводы. Например, если поставлена задача получить вещество с некоторым значением LD_{50} , то поиск вещества следует проводить среди соединений с молекулярным весом равным или большим величины, определяемой по графику токсиды по заданной LD_{50} . Упомянутый Н.И. Кобозев замечал, что путем вариации состава и строения молекул можно добиться некоторого увеличения активности веществ. Если же требуется добиться увеличения активности веществ в десятки и более раз, одних структурных изменений молекул недостаточно, требуется переход к соединениям с большей величиной молекулярного веса. Так как зоман и вещество VX по уровню токсичности и величине молекулярного веса примерно соответствуют графику токсиды, получение более токсичных аналогов их с тем же размером молекулы не прогнозируется.

У веществ, отображение которых совпадает с графиком токсиды, в молекуле нет ничего «лишнего» и всякое отсечение части ее непременно приводит к получению деривата с меньшей токсичностью. Поэтому теория токсифоров, согласно которой допускается вероятность выделения из структуры высокотоксичных исходных природных соединений некоторых фрагментов, сохраняющих токсичность нативных веществ, не дает результатов. Изложенное не относится к веществам с низкой токсичностью, отображение которых далеко отстоит от графика токсиды, так как изменение в меньшую сторону молекулярного веса

Page 132.

According to graph of toxoida, carbon monoxide, which has molecular weight greater than hydrogen cyanide, should have lethal dose less than hydrogen cyanide, but is observed reverse.

Graph of toxoida in the noted coordinates is close to straight line, and the relationship between minimum lethal dose (mole/kg) and molecular weight (M) approximately can be expressed by the equation:

*(See Original).

The forecast value of minimum lethal dose for substances with given molecular weight can be only equal to or less than actual values.

The effect of an increase in biological activity with an increase in molecular weight was noted previously by professor at Moscow State University (Russia) N. I. Kobozev in alkaloids, glucosides, vitamins, hormones and synthetic medicinal substances, although he did not arrive at conclusion concerning existence of limiting values of minimum lethal doses.

Using toxoida graph it is possible to obtain conclusions useful for researchers. For example, if is posed the problem of obtaining substance with certain value of LD_{50} , the search for substance should be conducted among the compounds with molecular weight equal to or greater than the value determined according to toxoida graph for given LD_{50} . N. I. Kobozev noted that by varying composition and structure of molecules it is possible to obtain a certain increase in activity of substances. But if it is necessary to attain an increase of the activity of substances by ten and more times, structural changes in molecules alone are insufficient, is required transition to compounds with greater molecular weight. Since soman and VX in level of toxicity and molecular weight approximately correspond to graph of toxoida, obtaining more toxic analogs of them with molecule of same size is not forecast.

In the case of substances whose [representation? - Ed.] coincides with graph of toxoida, in the molecule there is no "excess" and any cut-off of part of it immediately leads to obtaining of derivative with lower toxicity. Therefore the theory of toxophores, according to which is allowed the probability of isolation from the structure of highly toxic initial natural compounds of fragments which retain the toxicity of native substances, does not give results. This does not apply to substances with low toxicity, [whose representation is far off the toxoida graph? - Ed.], since change [in the direction of lower molecular weight? - Ed.] allows for obtaining substances with somewhat increased toxicity.

допускает получение веществ с несколько увеличенной токсичностью.

С ростом молекулярного веса уменьшается вероятность получения летучих веществ. В случае высокотоксичных веществ промежуточному значению летучести соответствует и промежуточная величина молекулярного веса, а вместе с ней и промежуточное значение летальной дозы.

С ростом молекулярного веса изменяется агрегатное состояние веществ. На рис. 6 показано, как уменьшается доля летучих (кипящих ниже 20°C) и жидких (температура плавления выше 20°C) веществ в массиве данных о токсичности более чем 60000 органических соединений. Из приведенного графика следует, что летучие вещества среди соединений с молекулярным весом более 100-120 дальтонов не встречаются. Согласно токсикодке этим значениям молекулярного веса соответствуют минимальные летальные дозы равные 0,04-0,06 мг/кг. Следовательно летучие отравляющие вещества не могут иметь летальные дозы по величине ниже приведенных. Аналогично, жидкое состояние не встречается среди веществ с молекулярным весом более 400 дальтонов, а расчетное значение минимальной летальной дозы

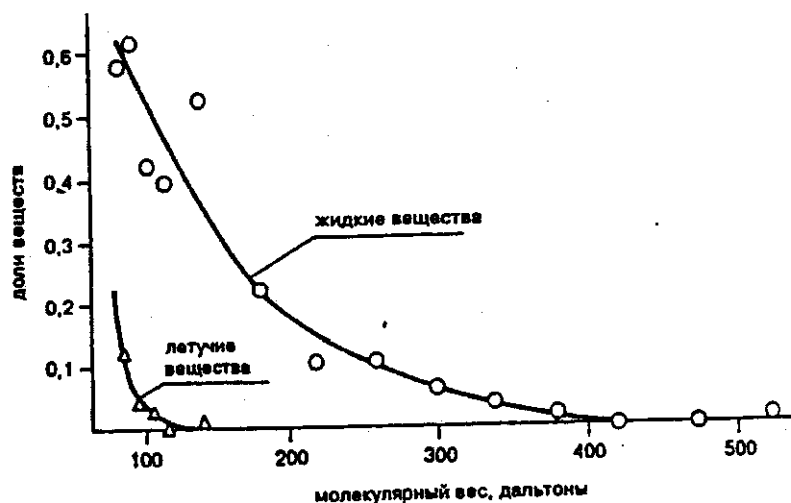


Рис. 6. Зависимость доли летучих ($t_{\text{кип}} < 20^{\circ}\text{C}$) и жидких веществ ($t_{\text{пл}} < 20^{\circ}\text{C}$) от молекулярного веса.

Для построения графика были использованы данные, содержащиеся в Registry of Toxic Effects of Chemical Substances (Washington, 1988)

Page 133.

With increase in molecular weight decreases the probability of obtaining volatile substances. In the case of highly toxic substances to intermediate value of volatility corresponds intermediate value of molecular weight, and together with it, intermediate value of lethal dose.

With increase in molecular weight is changed state of aggregation of substance. In Fig. 6 it is shown how decreases the fraction of volatile (boiling below 20°C) and liquid (melting point above 20°C) substances in the data on toxicity of more than 60000 organic compounds. It follows from the graph that volatile substances among compounds with molecular weight greater than 100-120 daltons are not encountered. According to the toxoids, to these molecular weights correspond minimum lethal doses equal to 0.04-0.06 mg/kg. Volatile poisonous substances cannot, therefore, have lethal doses lower than those given.

*(See Original).

Fig. 6. Fraction of volatile *(See Original) and liquid substances *(See Original) as a function of molecular weight. For graphing were used data contained in Registry of Toxic Effects of Chemical Substances (Washington, 1988).
Key: (1). fraction of substances. (2). liquid substances. (3). volatile substances. (4). molecular weight, daltons.

для жидких отравляющих веществ составляет 0,002-0,004 мг/кг или только в 2—4 раза меньше летальной дозы вещества VX при внутривенном введении. Минимальные летальные дозы летучих и жидких отравляющих веществ при действии через кожу на основе токсиды не прогнозируются, и в общем случае они могут для жидких веществ отличаться от соответствующей дозы вещества VX более чем в 2—4 раза.

Любая попытка получения нового отравляющего вещества, существенно более токсичного чем вещество VX, связана, согласно графику токсиды, с необходимостью перехода к синтезу соединений со значительно большим молекулярным весом, относящимся к области существования только твердых веществ. Оказывается, нельзя получить супертоксичное токсиноподобное вещество, которое было бы жидкостью и тем более летучей жидкостью. Эффекты боевого применения твердых токсиноподобных отравляющих веществ по умеренно защищенной живой силе противника не могут превосходить эффектов, достигаемых при применении самих токсинов с тем же уровнем токсичности. По оценкам специалистов, даже рекордно токсичные бактериальные токсины по боевой эффективности уступают отравляющим веществам нервно-паралитического действия. В 1970 году профессор биохимии и молекулярной биологии Гарвардского университета (США) М. Мезелсон в журнале *Scientific American* приводил сравнительные данные по эффективности боевого применения отравляющих веществ и токсинов. По его данным при прочих равных условиях площади поражения аэрозолем вещества VX более чем в 3 раза превышают площади поражения ботулиническим токсином. Б. Беккет в своей монографии *Weapons of Tomorrow*, опубликованной в 1983 году, привел сравнительные данные по боевой эффективности зарина, ботулинического токсина и бацилл сибирской язвы, применяемых с помощью четырехфунтовых кассетных элементов E-96. По данным этого автора, для достижения поражения живой силы с вероятностью не ниже 50%, расход зарина в расчете на единицу площади ниже потребного расхода и ботулинического токсина, и бацилл сибирской язвы. Согласно Дж. Таккеру «в настоящее время не известны токсины, которые по боевой эффективности были бы альтернативой химическим веществам нервно-паралитического действия, включая зарин (GB), зоман (GD) и VX». Авторы ряда публикаций указывают на такие недостатки токсинов, как отсутствие у них свойства вызывать поражения при действии через кожу, крайне низкое давление насыщенного пара, продолжительный период скрытого действия. Токсины не оказывают скользящего действия.

Page 134.

Similarly, liquid state is not encountered among substances with molecular weight greater than 400 daltons, but computed value of minimum lethal dose for liquid poisonous substances is 0.002-0.004 mg/kg or only 2-4 times less than the lethal dose of VX with intravenous introduction. Minimum lethal doses of volatile and liquid poisonous substances acting through the skin on the basis of toxoids are not forecast, and in the general case they can for liquid substances differ from a corresponding dose of VX by more than 2-4 times.

Any attempt to obtain new poisonous substance substantially more toxic than VX requires, according to toxoid graph, synthesis of compounds with much greater molecular weight, which relates to the domain of existence only of solids. It turns out that it is not possible to obtain super-toxic toxin-like substance, which would be fluid, [not to mention? - Ed.] a volatile fluid. The effects of combat employment of solid toxin-like poisonous substances on moderately protected live enemy target cannot exceed effects, achieved with the use of toxins themselves with the same level of toxicity. According to the estimations of specialists, even record toxic bacterial toxins in combat effectiveness are inferior to convulsant nerve gases. In 1970 the professor of biochemistry and molecular biology of Harvard University (USA) M. Mezelon [transliterated] in journal Scientific American cited comparative data on the effectiveness of the combat employment of the poisonous substances and toxins. According to his data, other conditions being equal, areas of injury with VX aerosol more than 3 times exceed the areas of injury with botulin toxin. B. Bekket [transliterated] in his monograph Weapons of Tomorrow, published in 1983, cited comparative data on the combat effectiveness of sarin, botulin toxin and bacilli of anthrax, employed using four-pound cassette [cartridge? cluster? - Ed.] elements Ye-96. According to the data of this author, for achievement of the injury of live target with the probability not lower than 50%, the expenditure of sarin per unit area is lower than required expenditure of both botulin toxin and bacilli of anthrax. According to J. Takker [transliterated] "at present are not known toxins, which in combat effectiveness would be alternative to chemical substances of neuroparalytic effect, including sarin (GB), soman (GD) and VX". The authors of a number of publications point to such deficiencies of toxins as the absence in them of property to produce injuries through skin, extremely low pressure of the saturated vapor, prolonged latent period. Toxins do not exert immobilizing effect.

Если фосген, иприт и другие изначально примененные газы принято называть отравляющими веществами 1-ой мировой войны, то фосфорорганические отравляющие вещества по праву можно называть химическим оружием 2-ой мировой войны. И дело не столько в том, что открытие и разработка их пришлось на годы этой войны, на период ее непосредственной подготовки и первые послевоенные годы. Свои поражающие свойства отравляющие вещества нервно-паралитического действия в наиболее полной мере могли проявить именно в годы прошедшей мировой войны. Для их эффективного применения налицо были уязвимые цели — насыщенные открыто расположенной живой силой позиции войск. В те годы на участках прорыва фронта на каждом квадратном километре исходного положения наступающих войск сосредотачивалось несколько тысяч человек, к тому же не имевших полноценных средств противохимической защиты. Для применения химических снарядов и авиабомб имелись необходимые боевые группировки артиллерии и авиации. В полосе прорыва действовало до 200-300 артиллерийских стволов на каждом километре фронта. Боевые действия каждого фронтового объединения войск Советской армии в Берлинской наступательной операции поддерживались 1-2 воздушными армиями.

Поступление в арсеналы вооружений фосфорорганических отравляющих веществ нервно-паралитического действия знаменовало апогей в развитии химического оружия. Дальнейший прирост его боевой мощи не происходит и не прогнозируется в будущем. Получение новых отравляющих веществ, которые по уровню токсичности превосходили бы современные отравляющие вещества смертельного действия и при этом обладали бы оптимальными физико-химическими свойствами (жидкое состояние, умеренная летучесть, способность наносить поражения при воздействии через кожу, способность впитываться в пористые материалы и лакокрасочные покрытия и др.), исключается. В пользу этого вывода свидетельствует опыт разработки химического оружия за последние четыре десятка лет. Даже созданные в эти годы бинарные боеприпасы, как обратил на это внимание профессор М. Мезелсон, и те снаряжаются заринном и другими отравляющими веществами, полученными более 40-50 лет тому назад.

За последние десятилетие произошли коренные изменения в системах вооружений. Резко возросли боевые качества обычного оружия, прежде всего за счет поступления на вооружение высокоточного оружия, способного наносить поражения отдельным объектам-мишеням и даже находить требуемые объекты поражения среди других благодаря «интеллектуальным» системам управления и наведения.

Page 135.

If phosgene, yperite and other gases used early on are common referred to as poisonous substances World War I, the organophosphorus poisonous substances rightfully can be called chemical weaponry of the 2nd world war. The point is not so much that their discovery and development fall into the period of this war, or the period immediately leading up to it and the early postwar years. Convulsant nerve gases could most fully manifest their destructive properties precisely during the years of the past world war. Available for their effective application were vulnerable targets - exposed troop positions full of human targets. During these years several thousand people would be concentrated in sectors of breakthrough along a front in each square kilometer of the initial position of the attacking troops - and without adequate antichemical protection. For using chemical shells and aircraft bombs were available the necessary combat groupings of artillery and aviation. In a zone of breakthrough would operate as many as 200-300 tubes of artillery for each kilometer of front. The combat operations of each front formation of troops of Soviet army in the Berlin offensive operation were supported by 1-2 air forces.

Entry into the arsenals of the armaments of organophosphorus convulsant nerve gases marked the high point in the development of chemical weapons. Further growth in their combat power does not occur and is not forecast in the future. Production of new poisonous substances, which in level of toxicity would exceed lethal contemporary poisoning substances and at the same time possess optimal physicochemical properties (liquid state, moderate volatility, capacity to cause injuries acting through the skin, capacity to be absorbed into porous materials, paint, varnish etc.), is excluded. The experience of the development of chemical weapons in the last four decades testifies in favor of this conclusion. Even the created in these years binary ammunition, as professor M. Mezelson pointed out, even these carry sarin and other poisonous substances obtained more than 40-50 years ago.

Over the last decades have occurred fundamental changes in weapon systems. Sharply increased the military characteristics of conventional weapon, first of all due to addition to inventories of high-accuracy weapons, capable of hitting individual target objects and of even finding the required targets among others with "smart" systems for control and guidance.

Коренным образом изменялась технология ведения боевых действий. Первый заместитель начальника Генерального штаба Вооруженных сил России генерал Андрей Николаев¹ следующим образом характеризует современный характер вооруженной борьбы в военных конфликтах: «Характер вооруженной борьбы в конфликтах локального, регионального и более крупного масштабов может резко отличаться от того, который имел место в прошлых войнах. Возможные вооруженные столкновения приобретут ярко выраженный воздушноназемный характер и будут отличаться ожесточенной борьбой за господство в воздухе, в космосе и на море, и только на завершающем этапе могут вводиться в сражение группировки сухопутных войск.

Можно предположить, что военным действиям будут присущи отсутствие четко обозначенных линий соприкосновения войск сторон, наличие открытых флангов, больших промежутков и разрывов в оперативном построении войск. Отпадает, по-видимому, необходимость длительного позиционного противоборства группировок войск, что приведет к уменьшению веса таких способов действий, как прорыв подготовленной обороны с неизбежной концентрацией крупных масс войск на узких участках фронта. Наиболее характерными будут не ближние бои, а дальние «дистанционные» бои с применением высокоточного оружия. Во всех формах боевых действий будет превалировать маневр».

Недавние боевые действия группировки союзных войск в зоне Персидского залива велись далеко не теми методами и боевыми средствами, что в период операции по высадке американских войск в Европе на завершающем этапе войны с Германией. В современных условиях ведения боевых действий личный состав войск в своем большинстве рассредоточен на большую глубину, укрыт в боевых и специальных машинах и обеспечен довольно совершенными средствами противохимической защиты. Это не может не сказаться на изменении роли и места химических средств поражения в системе вооружений современных армий.

¹ С августа 1993 г. является командующим Пограничными войсками Российской Федерации.

Page 136.

Radically has also changed technology of the conduct of combat operations. The first assistant chief of the General Staff of the armed forces of Russia General Andrey Nikolayev¹ as follows characterizes the contemporary nature of armed battle in military conflicts: "The nature of the armed battle in the conflicts of local, regional and larger scales may sharply differ from that, which occurred in the past wars. Possible engagements will acquire the clearly expressed air-ground nature and they will be characterized by the bitter battle for the supremacy in air, in space and at sea, and only in the final phase can be committed to battle the groupings of ground forces.

It is possible to assume that in military actions will be inherent the absence of clear-cut lines of contact of troops of the parties, the presence of exposed flanks, wide intervals and gaps in operational troop formations. Is eliminated, apparently, the need of the prolonged positional opposition of the groupings of troops, which will lead to the reduction in importance of such methods of actions as the penetration of organized defense with unavoidable concentration of the major masses of troops in narrow sectors of the front. Most characteristic will be not close combat, but long-range "remote" combat with the use of high-precision weapons. In all forms of combat operations will prevail maneuver".

The recent combat operations of the grouping of allied troops in the zone of the Persian Gulf were certainly not conducted by methods and equipment used in the period of the landing of American troops in Europe in the completing stage of war with Germany. Under the contemporary conditions of conducting combat operations most military personnel will be distributed to great depth, sheltered in combat and special vehicles and provided with fairly sophisticated means of antigas defense. This cannot but affect change in role and place of chemical weapons in the weapon system of contemporary armies.

FOOTNOTE¹. Since August 1993 commander of border troops of Russian federation. ENDFOOTNOTE.

V. ИНКАПАСИТАНТЫ

К инкапаситантам относится большая группа физиологически активных веществ с различным характером токсического действия. В отличие от веществ смертельного действия, выводящие из строя дозы инкапаситантов в сотни и более раз ниже их летальных доз. Поэтому в случае применения инкапаситантов с военными или полицейскими целями можно избежать случаев поражения людей со смертельным исходом. К инкапаситантам относятся ирританты, дисрегуляторы и вещества калечащего действия (см. рис. 7).

Пары и аэрозоли ирритантов вызывают раздражение глаз (лакриматоры) и верхних дыхательных путей (стерниты), причем их выводящее из строя действие сохраняется только в период нахождения незащищенных людей в атмосфере, содержащей ирританты в непереносимых концентрациях. После прекращения контакта людей с зараженной ирритантами атмосферой токсические эффекты через короткий промежуток времени самопроизвольно исчезают.

Дисрегуляторы, попадая в организм различными путями, в том числе и с вдыхаемым воздухом, вызывают обратимые психические (психотомиметики) или физиологические и физические (физиканты) расстройства. После попадания в организм в эффективных дозах токсическое действие дисрегуляторов может сохраняться в течение последующих нескольких часов или суток.

Вещества калечащего действия вызывают необратимые изменения в органах дыхания и зрения, а также в других органах и жизненно важных биосистемах организма. Токсические эффекты веществ этой группы необратимы, пострадавшие на длительное время и даже на всю жизнь остаются искалеченными.

Дисрегуляторы и вещества калечащего действия подпадают под запрет согласно химической конвенции 1993 года, в то время как ирританты не отнесены к категории веществ, разработка, производство и применение которых запрещаются. В тексте конвенции содержится лишь призыв к правительствам государств-участников химической конвенции не прибегать к военному применению ирритантов.

Page 137.

V. INCAPACITANTS

Incapacitants comprise a large group of physiologically active materials with different nature of toxic effect. In contrast to substances of lethal effect, disabling doses of incapacitants are hundred or more times lower [one one-hundreth or less? - Ed.] than their lethal doses. Therefore in the case of applying incapacitants for military or police purposes it is possible to avoid the cases of the injury of people with fatal outcome. Incapacitants include irritants, disregulatory [transliterated (disregulators?) - Ed.] and substances of the mutilating [crippling? maiming? disabling? - Ed.] effect (see Fig. 7).

Vapors and aerosols of irritants cause the irritation of eyes (lacrimators) and the upper respiratory tract (sternity [transliterated (sternutators?) - Ed.]), but their disabling effect persists only for the time unprotected people remain in atmosphere containing irritants in unbearable concentrations. After end of the contact of people with contaminated with irritants atmosphere, toxic effects in short time spontaneously disappear.

Disregulators, which penetrate organism in various ways, including with inhaled air, produce reversible mental (psychotomimetics) or physiological and physical (fizikanty [transliterated (physical agents? - Ed.)] disorders. After entry into the organism in effective doses the toxic effect of disregulators can persists for several hours or twenty-four hours.

The substances of the mutilating effect produce the irreversible changes in the organs of respiration and vision, and also in other organs and vitally important biosystems of organism. The toxic effects of the substances of this group are not reversible, the victims for a prolonged time and even for life remain disabled.

Disregulatory and substances of the mutilating [disabling - Ed.] effect fall under the ban according to the chemical convention of 1993, while irritants are not included in the category of the substances, development, production and application of which are forbidden. In the text of convention is contained only the call to the governments of signatory states of chemical convention not to resort to the military application of irritants.

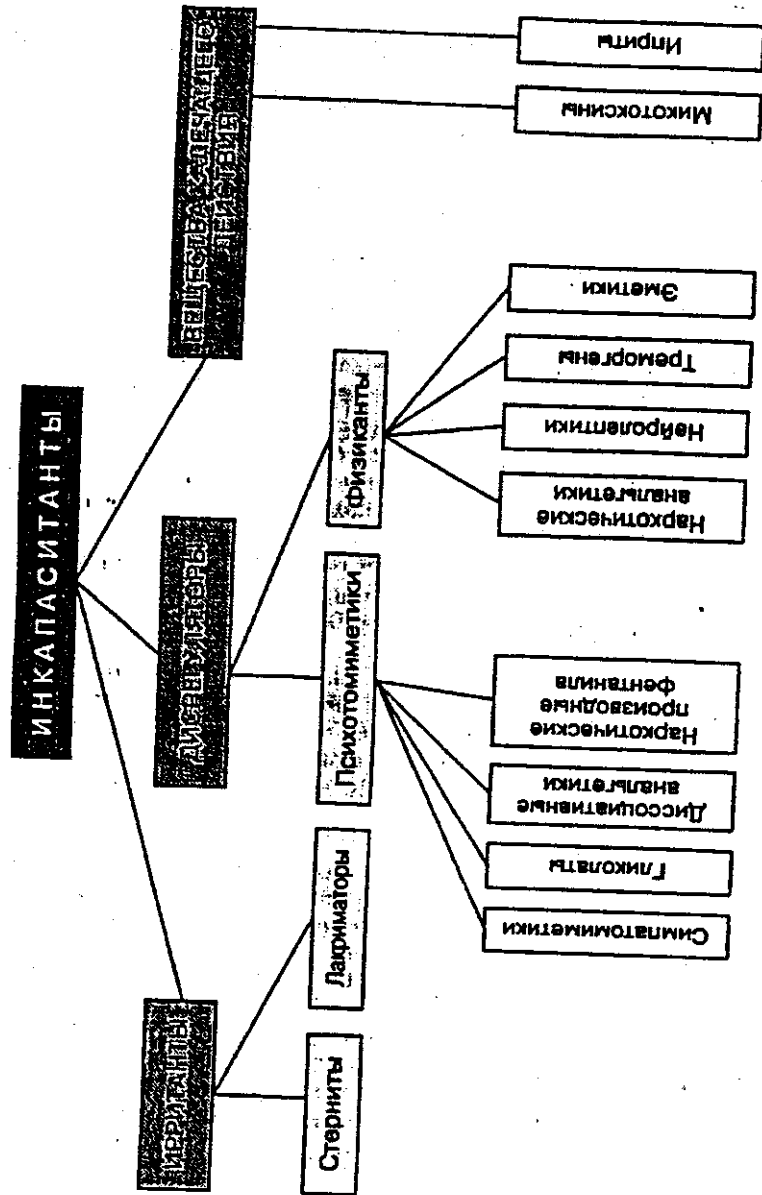


Рис. 7. Структурная схема индикаторов

Page 138.

*(See Original).

Fig. 7. Block diagram of incapacitants.
Key: (1). incapacitants. (2). irritants (3). disregulators. (4). disabling [maiming? - Ed.] substances (5). sternity [sternutators? - Ed.] (6). Lacrimators. (7). Psychotomimetics. (8). fizikanty [physical agents? - Ed.] (9). Sympathomimetics. (10). Glycolates. (11). Dissociative analgesics. (12). Narcotic derivatives of phentanyl. (13). Narcotic analgesics. (14). Neuroleptics. (15). tremorgeny [transliterated (tremorgens? - Ed.)] (16). emetics. (17). Mycotoxins. (18). Yperite.

ИРРИТАНТЫ

К числу ирритантов, имеющих военную значимость, относится ограниченное число химических веществ. До настоящего времени сохраняют свое значение адамсит (АМ) и хлорацетофенон (СН), применявшиеся еще в годы 1-ой мировой войны. После окончания 2-ой мировой войны были получены три новых ирританта, которым были присвоены шифры СS, СR и СН. Основные токсикологические характеристики ирритантов приведены в табл. 16.

Вещество СS (о-хлорбензилиденмалонодинитрил) было впервые синтезировано в США в 1928 году, однако исследования его свойств и способов получения были проведены в Англии лишь в 50-е годы. Перед началом химической войны во Вьетнаме это вещество было принято на вооружение армии США. Вещество СS наряду с хлорацетофеноном нашло широкое применение в ходе боевых действий. Применение ирритантов имело целью воспрепятствовать пребыванию военного персонала и населения Вьетнама в районах, важных в оперативном или тактическом отношении, а также при выкуривании незащищенных людей из подземных убежищ.

Таблица 16

Токсические свойства ирритантов

Категории доз и концентраций	CN	CS	CR	CH
Пороговая концентрация, мг/м ³	0,3-1,5	0,05	0,0025	
Непереносимая концентрация, мг/м ³	5-15	1-2	0,15-0,2	
Выводящая из строя доза, LC ₁₅₀ , мг.мин/м ³	80	1-5	0,7-1,0	25
Продолжительность эффекта, мин	25-40	5-10	2-5	несколько часов
Летальная доза, LC ₅₀ , мг.мин/м ³	8500-14000	25000-43000	25000-100000	

СS является твердым веществом с температурой плавления 95°С. Это довольно летучее вещество, концентрация насыщенного пара его при 20°С равна 0,12 мг/м³. Поэтому на территории,

Page 139.

IRRITANTS

The number of irritants which have military significance includes limited number of chemical substances. To date retain their value adamsite (DM) and chloracetophenone (CN), which were used as early as the years World War I. After the end of the 2nd world war were produced three new irritants, which were designated CS, CR and CH. The fundamental toxicological characteristics of irritants are given in Table 16.

Substance CS (o-chlorobenzylidenemalonodinitrile) was first synthesized in the USA in 1928; however, the investigations of its properties and methods of production were carried out in England only in the 50's. Before beginning of the chemical war in Vietnam this substance was accepted for inventory of the army of the USA. Substance CS together with chloracetophenone had extensive application in the course of combat operations. The application of irritants had as a goal the prevention of occupation by military personnel and population of Vietnam of regions, important in operational or tactical sense, and the flushing out of unprotected people from underground shelters.

Table 16. Toxic properties of irritants

*(See Original).

Key: (a). Categories of doses and concentrations. (1). Threshold concentration, mg/m^3 . (2). Unbearable concentration, mg/m^3 . (3). incapacitating dose, ICt_{50} , $\text{mg. min}/\text{m}^3$. (4). Duration of effect, min. (5). several hours. (6). Lethal dose, LCt_{50} , $\text{mg. min}/\text{m}^3$.

CS is solid with the melting point of 95°C . It is a fairly volatile substance, the concentration of its saturated vapor at 20°C is $0.12 \text{ mg}/\text{m}^3$.

обработанной порошком вещества CS, нельзя людям находиться без применения средств защиты глаз и органов дыхания. Обильное слезотечение, жжение в носоглотке и грудные боли наступают через 20-60 сек пребывания в облаке паров и аэрозоля вещества. При повышенных концентрациях во вдыхаемом воздухе возможен ожог легких, носовое кровотечение, конъюнктивиты и покраснение (эритема) кожи. Раздражение слизистых проходит через 5—15 минут, а конъюнктивитов — через 25—30 минут. Эритема кожи сохраняется в течение нескольких часов.

Вещество CS характеризуется весьма высокой устойчивостью. Термическая возгонка является основным способом перевода его в аэрозольное состояние. Пиротехническими составами с веществом CS снаряжаются авиационные кассеты, артиллерийские снаряды и ручные гранаты.

С 1973 года на вооружении армий США и Англии состоит новый ирритант — вещество CR (дибензоксазелин). Так же как и другие известные ирританты, это вещество в чистом виде существует в виде порошка (температура плавления 67-74°C). Концентрация насыщенного пара его при 20°C составляет 1 мг/м³ или почти в 400 раз выше его пороговой концентрации. Поэтому вещество CR с еще большим успехом по сравнению с веществом CS может применяться для заражения местности и приземного слоя атмосферы. Как и вещество CS, оно может применяться с помощью пиротехнических средств.

В состоянии пара или аэрозоля вещество CR обладает мощным лакримогенным эффектом в сочетании с крапивным, обжигающим действием. Через несколько секунд после контакта с атмосферой, содержащей пары и аэрозоль вещества CR, появляется непереносимое жжение глаз, полости рта и носа, а также слезотечение, затуманенность зрения, раздражение верхних дыхательных путей и жжение кожи. При попадании на кожу капель раствора вещества CR отмечается резкая боль кожи, сохраняющаяся в течение нескольких часов. По сравнению с другими синтетическими ирритантами вещество CR создает более выраженный дискомфорт для пострадавших. По комплексу болевых эффектов, вызываемых веществом CR, оно может быть отнесено к алгогенам.

В середине 70-х годов в США была разработана технология промышленного получения нового ирританта СН (1-метоксин-1,3,5-циклогептатриена). В отличие от ранее рассмотренных ирритантов вещество СН является жидкостью с температурой кипения 115°C, замерзающей при минус 79,5°C. Концентрация насыщенного пара его равна 720 г/м³. По раздражающему действию вещество СН уступает ирритантам CR и CS. Не исключено, что жидкое состояние вещества СН позволяет эффективное исполь-

Page 140.

Therefore on the territory contaminated by the powder of CS cannot be people without the use of means of protection of eyes and respiratory organs. Abundant lacrimation, burning in the nasopharynx and substernal pains begin after 20-60 s stay in the cloud of vapors and aerosol of substance. With the increased concentrations in inhaled air is feasible the burn of the lungs, nasal hemorrhage, conjunctivitis and reddening (erythema) of skin. The irritation of mucosas passes after 5-15 minutes, conjunctivitis after 25-30 minutes. The erythema of skin persists for several hours.

CS is characterized by very high stability. Thermal sublimation is the basic method of its conversion into the aerosol state. With pyrotechnic compositions with CS are equipped airborne cassettes [magazines, cartridges? - Ed.], artillery shells and hand grenades.

Since 1973 in arsenal of the armies of the USA and England is new irritant referred to as CR ([dibenzoxazepin? - Ed.]). Just as other known irritants, this substance in pure form exists in the form of powder (melting point 67-74°C). The concentration of its saturated vapor at 20°C is 1 mg/m³ or almost 400 times higher than its threshold concentration. Therefore CR with even greater success in comparison with CS can be used for contamination of area and near-ground layer of atmosphere. Like CS, it can be used with pyrotechnic agents.

In state of vapor or aerosol CR has powerful lacrimogenic [lacrimatory? - Ed.] effect combined with [stinging, burning? - Ed.] effect. Several seconds after contact with the atmosphere, which contains vapors and aerosol of CR appears the unbearable burning of eyes, cavity of mouth and nose, and also lacrimation, clouding of vision, irritation of upper respiratory tract and burning of skin. Upon contact with skin of drops of solution of CR is noted sharp pain of skin, which persists several hours. In comparison with other synthetic irritants CR causes greater discomfort for victims. On the basis of the complex of painful effects caused by CR, it can be categorized as an allogen.

In the middle of the 70's in the USA was developed technology of industrial obtaining of new irritant CH (1-methoxy-1, 3.5-cycloheptatriene). In contrast to previously examined irritants CH is fluid with boiling point of 115°C and which freezes at minus 79.5°C. The concentration of its saturated vapor is 720 g/m³. In irritating effect CH is inferior to irritants CR and CS.

зование его с особыми целями. Например, оно может применяться в капельно-жидком состоянии для непосредственного воздействия на кожные покровы людей с целью получения болевых эффектов повышенной тяжести. Сообщалось о применении вещества СН в смеси рецептуре EA 5302, в которой наряду с веществом СН содержится 33% гликолата (психотомиметика), в свою очередь представляющего собой в свободном состоянии маслообразную жидкость.

ПСИХОТОМИМЕТИКИ

Группу психотомиметиков составляют симпатомиметики, гликолаты, каннабинолы, диссоциативные анестетики фенцикландинового ряда и наркотические производные фентанила.

Основным представителем симпатомиметиков является диэтиламид лизергиновой кислоты (LSD), наиболее активное вещество среди всех веществ из группы психотомиметиков. LSD проявляет токсическое действие при различных путях поступления в организм. Выводящая из строя доза LSD при оральном введении человеку составляет 0,002 мг/кг, а при ингаляции — $IC_{150} = 30$ мг.мин/м³. Летальная доза LSD для человека при внутривенном введении оценивается величиной 1-5 мг/кг.

Свойства LSD и других симпатомиметиков приведены в табл. 17. По уровню токсичности и физическим свойствам LSD мог вполне применяться в качестве отравляющего вещества временно выводящего действия, но он довольно дорог и малодоступен.

Таблица 17

Свойства симпатомиметиков

Характеристики	LSD	ДОМ	ДОВ	Псилоцибин
LD ₅₀ , мг/кг (внутри-вено)	1-5 (собака)	7,2 (собака)	6,4 (собака)	5,0 (мышь)
IC ₁₅₀ , мг.мин/м ³	30	1000	175	1000
Температура плавления хлоргидрата, С	—	189-190	195-196	173-176

Пока не было найдено галлюциногенов иного строения, которые по уровню активности приближались бы к LSD. Из синтетических симпатомиметиков наиболее активными оказались веще-

Page 141.

It is possible that the liquid state of CH allows its effective utilization for particular purposes. For example, it can be used in drop-forming state for direct effect on skin of people for the purpose of obtaining the painful effects of greater seriousness. Information has been published about the use of CH in mixture formula EA 5302, in which together with CH is contained 33% glycolate (psychotomimetic), which is in turn in the free state of oily fluid.

PSYCHOTOMIMETICS.

The group of psychotomimetics comprises sympathomimetics, glycolates, cannabinols, dissociative anesthetics of [phencyclidine series? - Ed.] and narcotic derivatives of phentanyl.

The basic representative of sympathomimetics is lysergic acid diethylamide (LSD), the most active among all substances of the group of psychotomimetics. LSD manifests toxic effect with different ways of entry in the organism. The incapacitating dose of LSD with oral introduction to man is 0.002 mg/kg, and with inhalation *(See Original) mg. min/m³. The lethal dose LSD for humans with intravenous introduction is estimated to be 1-5 mg/kg.

Properties of LSD and other sympathomimetics are given in Table 17. According to level of toxicity and physical properties LSD could well be used as toxic agent of temporary incapacitating effect, but it is fairly expensive and almost inaccessible.

Table 17. Properties of sympathomimetics.

*(See Original).

Key: (a). Characteristics. (b). psilotsin [transliterated (psilocin?) - Ed.] (1). LD₅₀, mg/kg (intravenously). (2). dog. (3). mouse. (4). ICt₅₀, mg. min/m³. (5). Melting point of hydrochloride, °C.

Thus far has not been found hallucinogens of another structure, which in activity level would approach LSD.

ства ДОМ и ДОВ, являющиеся метил- и бромзамещенными производными амфетаминна соответственно. ДОМ в дозе 2,5 мг и ДОВ в дозе 0,35-1,0 мг на человека вызывают психические расстройства, сопровождаемые галлюцинациями.

Из производных индолаalkиламинов наиболее активным симпатомиметиком является природный алкалоид псилоциин, вызывающий эйфорию и галлюцинации в дозе 0,1 мг/кг. По величине выводящей из строя дозы при ингаляции он одинаков с амфетамином, ДОМ и в 5-6 раз уступает ДОВ.

Психотомиметик из группы г л и к о л а т о в под шифром В (хингулидиловый эфир бензиловой кислоты) в 1961 году был принят на вооружение армии США. ВZ является кристаллическим веществом с температурой плавления его рацемата 166-168°C. Летучесть вещества крайне низка и составляет $2,6 \cdot 10^{-6}$ мг/м³ при 25°C. Вещество ВZ термически устойчиво и может переводиться в аэрозольное состояние с помощью пиротехнических средств. Пороговая ингаляционная доза вещества ВZ равна 2 мг/человека. Выводящая из строя доза равна $LC_{150} = 125-215$ мг.мин/м³. Расчетная величина летальной дозы для человека при внутривенном введении составляет $LD_{50} = 0,5-3,0$ мг/кг, а при ингаляции — $LC_{150} = 110000$ мг. мин/м³.

Интотоксикация людей веществом ВZ характеризуется выраженным угнетением психики и нарушением ориентации в окружающей обстановке. Токсические эффекты развиваются постепенно, достигая максимума через 30-60 минут. Первыми симптомами поражения является учащенное сердцебиение, головокружение, мышечная слабость, расширение зрачков. Примерно через полчаса наступает ослабление внимания и памяти, сниженные реакции на внешние раздражители, потеря ориентации, психомоторное возбуждение, периодически сменяющееся галлюцинациями. Через 1-4 часа отмечаются сильная тахикардия, рвота, спутанность сознания, потеря контакта с окружающим миром. В последующем возможны вспышки гнева, совершение поступков, неадекватных обстоятельствам, и нарушение сознания с частичной или полной потерей памяти. Состояние отравления сохраняется до 4-5 суток, а остаточные психические расстройства могут сохраняться до 2-3-х недель.

По уровню токсичности ВZ уступает LSD в несколько раз. Площади поражения боеприпасами в снаряжении веществом ВZ невелики. Например, одна авиационная кассета с ВZ может обеспечить создание выводящей из строя концентрации на площади всего 1,2 га. Недостаточно высокий уровень токсичности, непригодность его для нанесения поражений путем воздействия на кожные покровы людей, непредсказуемость поведения пораженных, а также высокая стоимость вещества являются очевид-

Page 142.

Of synthetic sympathomimetics most active proved to be the substances DOM and DOV, which are methyl and bromine-substituted derivatives of amphetamine respectively. DOM in dose of 2.5 mg and DOV in dose of 0.35-1.0 mg in man produce psychic disorders, accompanied by hallucinations.

Of derivatives of indolealkylamines the most active sympathomimetic is the natural alkaloid PSILOTSIN, which causes euphoria and hallucinations in dose of 0.1 mg/kg. In size of incapacitating dose with inhalation it is identical with amphetamine and DOM and 5-6 times is inferior to DOV.

A psychotomimetic from the group of glycolates designated B ([quinclidil? - Ed.] ether [ester? - Ed.] of benzilic acid) in 1961 was added to inventory of the army of the USA. BZ is crystalline substance with melting point of its racemate of 166-168°C. Volatility of substance is extremely low and is $2.6 \cdot 10^{-6}$ mg/m³ at 25°C. BZ thermally stable and can be converted to aerosol state with the aid of pyrotechnic agents. The threshold inhalation dose of BZ is 2 mg/man. The incapacitating dose is *(See Original) mg. min/m³. The calculated value of lethal dose for the man with intravenous introduction is *(See Original) mg/kg, and with the inhalation - *(See Original) mg. min/m³.

The intoxication of people by BZ is characterized by marked suppression of psyche and disruption of orientation in the surrounding circumstances. Toxic effects develop gradually, reaching maximum in 30-60 minutes. The first symptoms of injury are accelerated heartbeat, vertigo, muscular weakness, dilation of the pupils. Approximately in half-hour set in impaired attention and memory, diminishing reaction to external stimuli, loss of orientation, psycho-motor excitation periodically alternating with hallucinations. In 1-4 hours are noted marked tachycardia, vomiting, confusion, loss of contact with reality. Subsequently are possible outbursts of anger, inappropriate behavior and disturbance of consciousness with partial or total loss of memory. State of intoxication persists 4-5 days, residual psychic disorders as long as 2-3 weeks.

In toxicity BZ is inferior LSD by several times. The areas of injury by ammunition containing BZ are small. For example, one airborne kasseta [transliterated (cartridge? bomblet? - Ed.) with BZ can create incapacitating concentration over area only of 1.2 ha. The insufficiently high level of toxicity, its inadequacy for causing injuries by action on the skin of people, the unpredictability of the behavior of those affected, and also high cost of substance are obvious drawbacks of it as toxic agent, in consequence of which it was removed from the inventory.

ными недостатками его как отравляющего вещества, в силу чего он и был снят с вооружения.

Предпринимались попытки поиска гликолатов, лишенных недостатков, присущих веществу ВЗ. Было синтезировано и исследовано по крайней мере 800 гликолатов в рамках программы США в области разработки отравляющих веществ временно выводящего действия. По совокупности свойств ни один из них не превосходил вещество ВЗ и лишь некоторые гликолаты имели лучшими отдельные характеристики (см. табл. 18). Успехом работ по этой программе следует считать получение гликолатов маслообразной консистенции, способных проникать через кожу и наносить кожно-резорбтивные поражения.

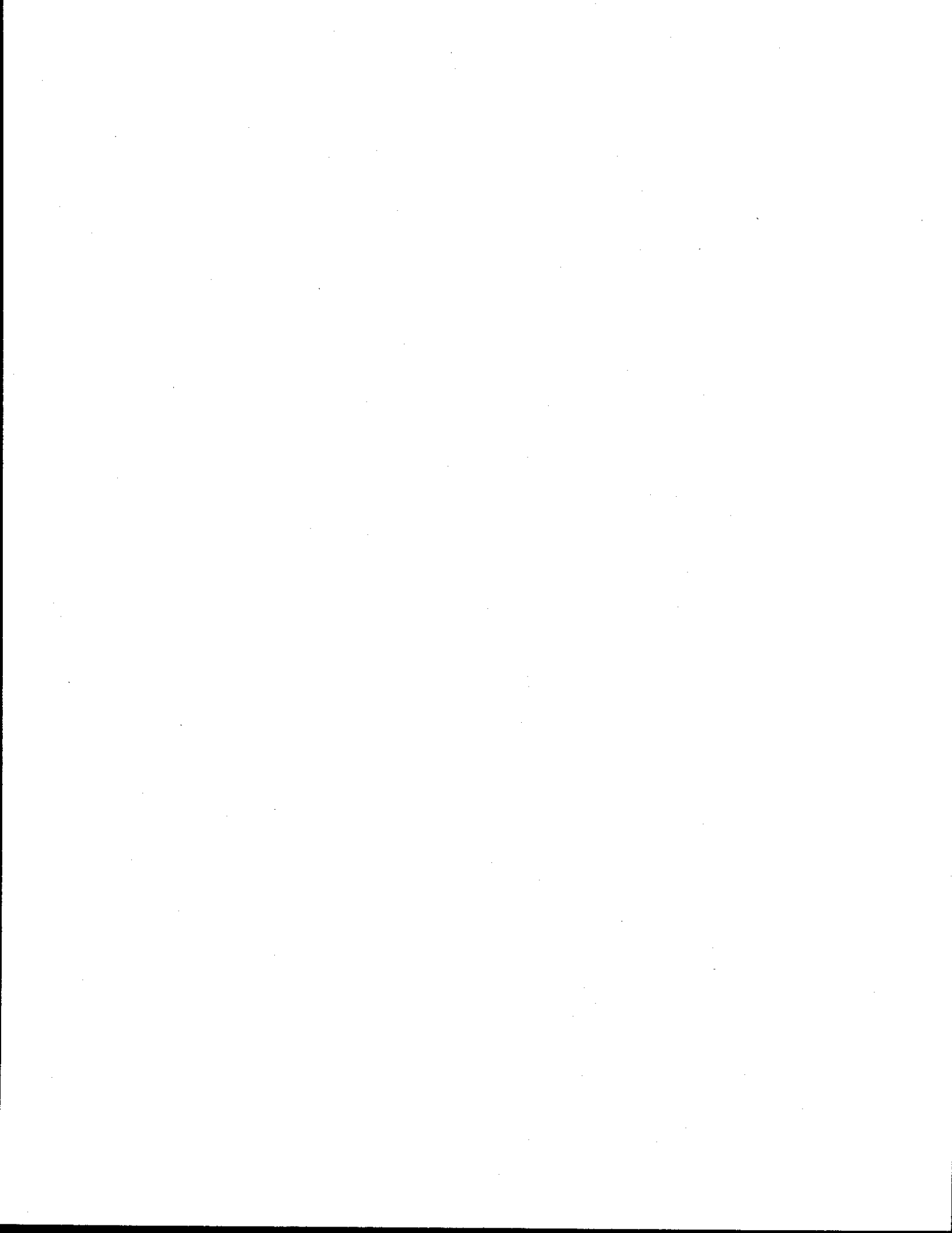
К а н н а б и н о л ы в качестве потенциальных отравляющих веществ временно выводящего действия детально исследовались в 50-60-е годы. Наибольшее внимание было уделено производным тетрагидроканнабинола — веществу EA 1476, его ацетату, а также азааналогу ADL 226 169.

При оральном введении вещество EA 1476 в дозах 0,02-0,055 мг/кг вызывает у человека ортостатическую гипотензию, гипотермию и анальгезию, а в дозах более 0,06 мг/кг — галлюцинации. При внутривенном введении в дозах 0,001-0,002 мг/кг вещество EA 1476 у человека понижает кровяное давление на 20-40 мм ртутного столба, а при дозе 0,005 мг/кг человек утрачивает боеспособность на 80%. При ингаляционном введении как природные каннабинолы, так и их синтетические аналоги проявляют более высокую активность, чем при пероральном введении.

Ортостатическая гипотензия наступает через 1-2 часа после введения каннабинолов и сохраняется в течение 2-6 часов и более. Выводящая из строя доза вещества EA 1476 равна $IC_{50} = 2,5-4,0$ мг, а вещества ADL 225 169 — 1-2 мг на человека.

Исследование синтетических аналогов каннабинолов продолжается. Сообщалось, что получено производное гексагидроканнабинола — канбисол — с очень высокой гипотензивной активностью. Минимально эффективная доза (MED) канбисола, вызывающая падение кровяного давления, равна 0,00001 мг/кг. Канбисол вызывает расстройство психики при оральном введении в дозе 1 мг/человека.

Каннабинолы вряд ли найдут применение в качестве отравляющих веществ временно выводящего действия в силу присутствующих им недостатков. Будучи твердыми или смолообразными веществами, они не вызывают поражений при накожной аппликации. По быстродействию они уступают гликолатам и психотомиметикам другой химической природы. Синтез каннабинолов является многостадийным и сложным. Низкий выход целево-



Page 143.

Were undertaken attempts to find glycolates without deficiencies inherent in BZ. Were synthesized and investigated at least 800 glycolates within the framework of the program of the USA in the area of developing toxic agents of temporary incapacitating effect. On the basis of properties none of them exceeded BZ and only some glycolates had better individual characteristics (see Table 18). A success of work on this program should be considered production of glycolates of oily consistency, capable of penetrating skin and of inflicting skin-resorbitive injuries.

Cannabinols as potential toxic agents of temporary incapacitating effect in detail were investigated in the 1950s and 1960s. The greatest attention was given to derivatives of tetrahydrocannabinol - EA 1476, its acetate and to aza-analog ADL 226 169.

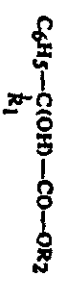
With oral introduction EA 1476 in doses of 0.02-0.055 mg/kg produces in man orthostatic hypotension, hypothermia and analgesia, and in doses greater than 0.06 mg/kg hallucinations. With intravenous introduction in doses of 0.001-0.002 mg/kg EA 1476 in man lowers blood pressure by 20-40 mm Hg, while with a dose of 0.005 mg/kg man loses 80% of his combat effectiveness. With inhalation introduction both natural cannabinols and their synthetic analogs manifest higher activity than with oral introduction.

Orthostatic hypotension sets in 1-2 hours after the introduction of cannabinols and persists 2-6 hours and more. The incapacitating dose of substance EA 1476 is *(See Original) mg, and of ADL 225 169 1-2 mg/man.

Study of synthetic analogs of cannabinols continues. It has been reported that has been obtained derivative of hexahydrocannabinol - canbisol - with the very high hypotensive activity. The minimally effective dose (MED) of canbisol, which causes a drop in the blood pressure, is 0.00001 mg/kg. Canbisol produces psychic disorder with oral introduction in dose of 1 mg/man.

Cannabinols will hardly find use as toxic agents of temporary incapacitating effect because of the deficiencies inherent in them. Being solid or [tarry? - Ed.] substnaces, they do not produce injuries with cutaneous application. In speed of action they are inferior to glycolates and psychotomimetics of other chemical nature. The synthesis of cannabinols is multistage and complex.

Объемная доля в смеси токсичных фазолитов



Идентификационный номер	R ₁	R ₂	Агрегатное состояние	ИД 50, мг/кг	Продолжительность экспозиции, часы
BZ (EA 2277)	C ₆ H ₅	$\begin{array}{c} \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ | \quad | \quad | \\ \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{N} \\ | \quad | \\ \text{CH} - \text{CH}_2 \end{array}$	твёрдое	0,0052	48-72
EA 3834	(CH ₃) ₂ CH	$\begin{array}{c} \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ | \quad | \quad | \\ \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{N} - \text{CH}_3 \end{array}$	масло	0,0057	10-15
EA 3443	$\begin{array}{c} \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ | \quad | \quad | \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ | \quad | \quad | \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{N} - \text{CH}_3 \end{array}$	масло	0,0034	48-72
302 668	(CH ₃) ₂ CH	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2 \\ | \quad | \quad | \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{N} - \text{CH}_3 \end{array}$	масло	0,0089	15-20
226 086	$\begin{array}{c} \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ | \quad | \quad | \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ | \quad | \quad | \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{N} - \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH} - \text{CH}_2 \end{array}$	твёрдое	0,0020	18-36

Page 144.

Table 18. Properties of most toxic glycolates.

*(See Original).

Key: (a). designation of substance. (b). physical state (c).
ID., mg/kg. (d). Duration of effect, hours. (1). solid. (2).
oil.

го продукта обуславливает высокую стоимость синтетических каннабиолов.

Из группы «диссоциативных анестетиков» в качестве потенциального отравляющего вещества временно выводящего действия оценивался фенциклидин (1-(1-фенилциклогексил)-пиперидин). Это вещество было получено в 1956 году и детально изучено с участием добровольцев. Фенциклидин является твердым веществом с температурой плавления основания 45°C, а хлоргидрата — 234—236°C. Будучи стабильным веществом, фенциклидин может переводиться в аэрозольное состояние методом термической возгонки.

Фенциклидин у человека, в зависимости от принятой дозы, вызывает широкий спектр токсических эффектов от легкого психомоторного возбуждения до глубокого коматозного состояния. Для фенциклидинового психоза характерны утрата восприятия собственного тела и окружающего мира, сенсорная изоляция и слуховые галлюцинации. В дозе 5 мг на человека фенциклидин вызывает изменения поведения, расстройства речи и координации, продолжающиеся 2—4 часа. Доза 5-10 мг вызывает атаксию, анальгезию, утрату чувства времени, длящиеся 4—6 часов. Прием 10-20 мг фенциклидина вызывает конвульсии, кому, ступор, кататонию и анестезию на 8—24 часа. При дозе более 20 мг человек испытывает конвульсии и впадает в глубокую кому. На фоне психоза возникает анестезия, приводящая к полному обездвиживанию.

Выводящие из строя дозы фенциклидина составляют $ID_{50} = 0,3$ мг/кг и $IC_{150} = 1500-2250$ мг·мин/м³ при внутривенном и ингаляционном путях введения соответственно. По уровню психотомиметической активности фенциклидин уступает гликолатам и как отравляющее вещество вряд ли найдет применение.

В 1972 году в Китае был синтезирован 3-метил-фентанил, являющийся мощнейшим наркотиком и анальгетиком. Он активнее героина в 500-2000 раз. При оральном введении 3-метил-фентанила в дозе 0,01-0,05 мг на человека проявляются те же эффекты, что и при приеме 8-16 мг героина. Эффективная доза $ED_{50} = 0,00058$ мг/кг вызывает анальгезию у крыс. При ингаляционном введении по уровню активности 3-метилфентанил превосходит многие психотомиметики.

ФИЗИКАНТЫ

Начиная с конца 70-х годов при поиске отравляющих веществ временно выводящего действия большое внимание уделялось дисрегуляторам, вызывающим непродолжительные физиче-

Page 145.

The low yield of end product causes the high cost of synthetic cannabinoids.

From the group of "dissociative anesthetics" as potential toxic agents of temporary incapacitating effect has been analyzed phencyclidine (1-(1-phenylcyclohexyl)-piperidine). This substance was obtained in 1956 and has in detail been studied with the participation of volunteers. Phencyclidine is solid with the melting point of base of 45°C, and of hydrochloride of 234-236°C. Being stable substance, phencyclidine can be converted into the aerosol state by the method of thermal sublimation.

Phencyclidine in man, depending on dose, produces wide range of toxic effects from slight psycho-motor excitation to deep comatose state. For phencyclidine psychosis are characteristic loss of perception of the body and immediate environment, sensory isolation and auditory hallucinations. With dose of 5 mg/man phencyclidine causes changes in behavior and disorders of speech and coordination which continue 2-4 hours. A dose of 5-10 mg produces ataxia, analgesia and loss of sense of time lasting 4-6 hours. Doses of 10-20 mg of phencyclidine produce convulsions, coma, stupor, catatonia and anesthesia for 8-24 hours. In doses greater than 20 mg man experiences convulsions and drops into deep coma. Anesthesia leading to complete immobilization appears against background of psychosis.

Incapacitating doses of phencyclidine are *(See Original) mg/kg and *(See Original) mg. min/m³ with intravenous and inhalation introduction respectively. In level of psychotomimetic activity phencyclidine is inferior to glycolates and as toxic agents will hardly find use.

In 1972 in China was synthesized 3-methyl-phentanyl, which is [the most? a most? - Ed.] powerful narcotic and analgesic. It is 500-2000 times more active than heroin. With oral introduction of 3-metilfentanila in dose of 0.01-0.05 mg, in man appear the same effects as with introduction of 8-16 mg of heroin. The effective dose *(See Original) mg/kg produces analgesia in rats. With inhalation, in activity level 3-metilfentanil exceeds many psychotomimetics.

PHYSICAL AGENTS

Beginning at the end of the 70's during the search for toxic agents of temporary incapacitating effect considerable attention was given to disregulators which cause brief physical or physiological disorders.

ские или физиологические расстройства. Последние принято называть физикантами в отличие от дисрегуляторов — психотомиметиков, вызывающих психические расстройства. Физиканты способны вызывать обездвиживание, катаlepsию, конвульсии, тремор, дисбаланс кровяного давления, а также порождать чувство тревоги и страха или агрессивность. К числу физикантов относятся наркотические анальгетики, нейролептики, треморгены и зметики.

Наркотические анальгетики

Группу наркотических анальгетиков образуют производные морфина и фентанила, обладающие обездвиживающим действием. Характеристики анальгетической активности веществ морфиноподобного действия приведены в табл. 19.

Экстремально высокой анальгетической активностью среди производных морфина отличается 14 — метоксиметопон. Достоинством веществ с морфиноподобным действием являются их высокая активность, безопасность при применении, а также быстро наступающий и устойчивый эффект выведения из строя. Являясь продуктами переработки природного сырья (опия), эти вещества имеют высокую стоимость и не вполне доступны. В связи с этим представляет безусловный интерес осуществленный в Канаде в 80-х годах синтез наркотического анальгетика особенного химического строения (см. табл. 19), отличающегося экстремально высокой активностью.

Другую группу наркотических анальгетиков образуют фентанил и его производные. Фентанил впервые был синтезирован в 1964 году. При парентеральном введении животным фентанил вызывает анальгезию и анестезию в дозах, составляющих тысячные — сотые доли мг/кг. Эффект наступает через 2-10 минут. Летальная доза фентанила для крысы при внутривенном введении равна $LD_{50} = 3,5$ мг/кг.

Фентанил вызывает у человека анестезию при оральной дозе 0,05-0,1 мг/кг. При дозе выше 0,2 мг/кг наступают конвульсии. На фоне анестезии и мышечной ригидности возникает дыхательная депрессия.

Открытие высокой анальгетической активности у фентанила повлекло за собой получение и исследование свойств его структурных аналогов. Поисковый синтез завершился успехом — были синтезированы карфентанил, суфентанил, алфентанил и лофентанил, представляющие интерес как потенциальные отравляющие вещества (см. табл. 20).

Карфентанил является одним из наиболее активных веществ из всей группы изученных производных фентанила. Он проявля-

Page 146.

The latter is conventionally designated as physical agents [fizikanty] in contrast to disregulators [disregulyatory], psychotomimetics, which cause psychic disorders. Physical agents can produce immobilization, catalepsy, convulsions, tremor, imbalance of blood pressure, and cause feelings of anxiety and fear or aggressiveness. The category of physical agents include narcotic analgesics, neuroleptics, tremorgens [tremorgeny] and emetics.

Narcotic analgesics.

The group of narcotic analgesics form derivatives of morphine and phentanyl, which possess immobilizing effect. Characteristics of the analgesic activity of substances of morphine-like effect are given in Table 19.

By extremely high analgesic activity among the derivatives of morphine is distinguished 14 - methoxymetapon. The advantage of substances with the morphine-like effect is their high activity, safety during the application, and also rapidly progressing and stable effect of disabling. Being the products of processing of natural raw material (opium), these substances have high cost and are not readily accessible. In connection with this is certainly of interest the realized in Canada in the 80's synthesis of a narcotic analgesic of unique chemical structure (see Table 19), which is characterized by extremely high activity.

Another group of narcotic analgesics form fentanyl and its derivatives. Fentanyl was for the first time synthesized in 1964. With parenteral introduction to animals fentanyl produces analgesia and anesthesia in doses of thousandths and hundredths of mg/kg. Effect begins in 2-10 minutes. The lethal dose of fentanyl for the rat with intravenous introduction is *(See Original) mg/kg.

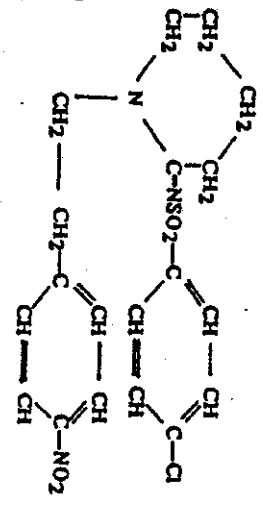
Fentanyl produces in man anesthesia in oral dose of 0.05-0.1 mg/kg. The convulsions begin in the dose above 0.2 mg/kg. Respiratory depression appears against the background of anesthesia and muscular rigidity.

The discovery of high analgesic activity in fentanyl involved obtaining and investigation of the properties of its structural analogs. Experimental synthesis was bore fruit in synthesized carfentanil, sufentanil, alfentanil lofentanil, which are of interest as potential toxic agents (see Table 20).

Carfentanil is one of the most active materials of the entire group of studied derivatives of fentanyl.

Аналитические значения предела морфинологического действия

Таблица 19

Вещество	ED ₅₀ , мг/кг			
	краса, внутривенно	краса, внутримышечно	краска, внутривенно	мышь, подкожно
Эторфан	0,0017	—	—	—
Дипропорторфан	—	0,0047	—	—
Пентаморфан	—	—	0,0009	—
14-Метоксиметан	—	—	—	0,000019
 (кабинетная химия)				
	—	—	—	0,0000037

Page 147.

Table 19. Analgesic activity of substances of morphine-like effect

*(See Original).

Key: (a). Substance. (b). ED₅₀, mg/kg. (c). rat, intravenously. (d). rat, intraperitoneally. (e). rabbit, intravenously. (f). mouse, subcutaneously. (1). etorfin [transliterated (ethorphine? - Ed.)] (2). digidroetorfin [transliterated (dihydroethorphine? - Ed.)] (3). pentamorfon [transliterated (pentamorphone? - Ed.)] (4). 14-metoksimetapon [transliterated (14-methooxymetapone? - Ed.)]. (5). Canadian analgesic.

Таблица 20

Фармакологические свойства производных карфентанила

Эффект	Животное	Способ введения	ED ₅₀ , мг/кг			
			Карфентанил	Суфентанил	Алфентанил	Лофентанил
Анальгезия	мышь	внутривенно	0,00077	0,0029	0,045	—
	крыса	внутривенно	0,00041	0,00071	0,044	0,0007
	кролик	внутривенно	0,00011	0,00027	0,025	—
Анестезия	крыса	внутрибрюшинно	—	0,012	0,025	—
	собака	внутривенно	0,001	0,00025	0,0005	0,000025
LD ₅₀	крыса	внутривенно	3,39	17,9	47,5	0,20
	мышь	внутривенно	—	18,7	—	—
Иммобилизация	лось	внутримышечно	0,00055	—	—	—
	собака	внутривенно	0,000001— 0,000100	—	—	—
	полярный медведь	внутримышечно	0,00002	—	—	—

- 148 -

Page 148.

Table 20. Pharmacological properties of the derivatives of carfentanil.

*(See Original).

Key: (a). Effect. (b). Animal. (c). Method of introduction.
(d). ED₅₀, mg/kg. (e). carfentanil. (f). sufentanil (g).
alfentanil (h). lofentanil (1). Analgesia. (2). mouse. (3).
intravenously. (4). rat. (5). rabbit. (6). Anesthesia. (7).
intraperitoneally. (8). dog. (9). Immobilization. (10). moose
(11). intramuscularly. (12). polar bear.

ет свою активность при различных путях поступления его в организм, в том числе при ингаляции паров или аэрозоля. В результате одномоментного вдыхания паров карфентанила у собак наступает обездвиживание с потерей сознания. Для различных животных обездвиживающая доза карфентанила равна $ED_{50} = 0,0008-0,02$ мг/кг.

Триенильный аналог карфентанила обладает примерно тем же уровнем анальгетической активности, что и карфентанил. При внутривенном введении его крысе анальгетический эффект отмечается при дозе $ED_{50} = 0,00044$ мг/кг. Третбутильный аналог карфентанила обладает и наиболее высоким уровнем анальгетической активности (для крысы при внутривенном введении $ED_{50} = 0,00021$ мг/кг) и продолжительностью сохранения эффекта до 85 часов. Продолжительно действующим является и лофентанил — метильное производное карфентанила, который при внутривенном введении человеку в дозе 0,0007 мг/кг вызывает анальгезию, анестезию и дыхательную депрессию, которые могут сохраняться до 48 часов.

Суфентанил является самым безопасным анальгетиком из группы производных фентанила. У человека в дозе 0,0129 мг/кг он вызывает глубокую анальгезию, а в дозе 0,0189 мг/кг через 3 минуты после введения наступает полная потеря сознания. Аналог суфентанила вещество А-3080, получаемое при изменении состава заместителя в амидной группе карфентанила, не уступает карфентанилу по уровню активности, но менее опасно при применении. Вещество А-3080 вызывает иммобилизацию при внутримышечном введении в дозе $ED_{50} = 0,00088$ мг/кг.

Алфентанил среди производных фентанила отличается небольшим периодом действия. В клинической дозе 0,0016-0,0064 мг/кг он не вызывает у людей изменений сердечной деятельности и кровяного давления. В дозе 0,025 мг/кг у людей возникает тремор, а в дозе 0,175 мг/кг наступает обездвиживание человека спустя 4—5 минут после приема анальгетика.

Нейролептики

К нейролептикам относится группа дисрегуляторов, вызывающих разнообразные по форме двигательные расстройства. Основные эффекты, обуславливающие выведение людей из строя с помощью этой группы веществ, связаны с двумя формами так называемых экстрапирамидных расстройств: акатизией (состоянием потребности в непрерывном движении) и острой дистонической реакцией, характеризующейся появлением спазмов, не-

Page 149.

It manifests its activity with different ways of its entry into the organism, including with the inhalation of vapors or aerosol. As a result of one minute of inhalation of vapors of carfentanil in dogs begins the immobilization with the loss of consciousness. For different animals the immobilizing dose of carfentanil is *(See Original) mg/kg.

The thienyl analog of carfentanil possesses approximately the same level of analgesic activity, as carfentanil. With intravenous introduction to rat analgesic effect is noted at a dose of *(See Original) mg/kg. The tertbutyl analog of carfentanil possesses both the highest level of analgesic activity (for the rat with intravenous introduction of *(See Original) mg/kg) and duration of effect up to 85 hours. Long acting also is lofentanil, a methyl derivative of carfentanil, which with intravenous introduction to man at the dose of 0.0007 mg/kg produces analgesia, anesthesia and respiratory depression, which can last up to 48 hours.

Sufentanil is the safest analgesic of the group of derivatives of fentanyl. In man in dose of 0.0129 mg/kg it produces a deep analgesia, and at the dose of 0.0189 mg/kg 3 minutes after introduction the total loss of consciousness sets in. Analog of sufentanil, A-3080, obtained with change in composition of substituent in the amido [amide? - Ed.] group of carfentanil, is not inferior to carfentanil in activity level, but is less dangerous with application. A-3080 immobilizes moose with intramuscular introduction at dose of *(See Original) mg/kg.

Alfentanil among derivatives of fentanyl is characterized by the small period of the effect. In clinical dose of 0.0016-0.0064 mg/kg it does not produce in people changes in cardiac activity and blood pressure. At the dose of 0.025 mg/kg in people the tremor appears, while at the dose of 0.175 mg/kg the immobilization of man 4-5 minutes after introduction of analgesic begins.

Neuroleptics.

The neuroleptics consist of a group of disregulators which cause a range of different motor disorders. The basic effects, which result in the incapacitation of people by this group of substances, are connected with two forms of so-called extrapyramidal disorders: akathisia (state of need for continuous motion) and acute dystonic reaction, which is characterized by the appearance of spasms, involuntary muscle contractions, and also by the disturbance of gait and speech.

произвольных мышечных сокращений, а также нарушением походки и речи. Среди физикантов нейролептики считаются наименее токсичными веществами. Токсические эффекты нейролептиков связаны с вызываемой ими блокадой дофаминовых рецепторов. Они находят применение в клинике как обладающие антипсихотическим эффектом. У здорового человека двигательные расстройства возникают через 0,5—4,0 часа после введения нейролептиков и сохраняются в течение 6—12 часов и более. На уровень сознания и умственную деятельность они влияния не оказывают.

В группу нейролептиков входят бутирофеноны и фенотиазины, а также отдельные тиоксантаны и бензамиды.

Нейролептики б у т и р о ф е н о н о в о г о ряда по уровню активности уступают наиболее активным дисрегуляторам других рядов. Наиболее активными представителями бутирофеноновых нейролептиков являются галоперидол и спиперон. При оральном введении галоперидол и спиперон вызывают у людей двигательные расстройства при клинических дозах 0,014 и 0,0014 мг/кг соответственно. Эффекты воздействия наступают через 1—1,2 часа и продолжаются до 8 часов. Наиболее активный из них спиперон вызывает катаlepsию у крыс при подкожном введении в дозе 0,036 мг/кг. Человек, принявший 0,3-0,5 мг спиперона, испытывает тяжелые двигательные расстройства.

Нейролептик флуфеназин является представителем ф е н о т и а з и н о в. По уровню активности он примерно равен галоперидолу, вызывает у крысы катаlepsию при подкожном введении в дозе 0,099 мг/кг. Флуфеназин содержит в фенотиазиновом ядре молекулы в качестве замещающей группы трифторметильную группу. При замене последней на нитрогруппу образуется вещество с несколько более высоким уровнем активности, которое у крысы при подкожном введении вызывает катаlepsию в дозе 0,07 мг/кг.

Нейролептик 15-052 из группы т и о к с а н т а н о в превосходит по уровню активности флуфеназин и спиперон. В дозе 0,026 мг/кг при подкожном введении он вызывает у крысы катаlepsию.

Активные нейролептики, как вещества, представляющие потенциальную угрозу их военного применения, уступают по активности рассмотренным ранее дисрегуляторам из числа производных фентанила и ныне особого интереса к ним не отмечается.

Треморгены

В 50-е годы проводился активный поиск потенциальных отравляющих веществ среди треморгенов. Наиболее активным из

Page 150.

Among physical agents, neuroleptics are considered the least toxic substances. The toxic effects of neuroleptics are connected with the blocking of dopamine receptors caused by them. They find use in the clinic as possessing anti-psychotic effect. In healthy person motor disorders appear 0.5-4.0 hours after the introduction of neuroleptics and persist for 6-12 hours and more. On level of consciousness and mental activity they do not have effect.

The neuroleptics include butyrophenones and phenothiazines, and some tioksantany [transliterated (thioxanthenes? (misspelling of "tioksanteny" = "thioxanthenes"?) - Ed.)] and benzamide.

Neuroleptics of butyrophenone series in activity level are inferior to most active disregulators of other series. The most active representatives of butyrophenone neuroleptics are haloperidol and spiperone. With oral introduction haloperidol and spiperone produce in people motor disorders in clinical doses of 0.014 and 0.0014 mg/kg respectively. The effects of action begin within 1 - 1.2 hours and continue up to 8 hours. Spiperone, the most active of them, produces catalepsy in rats with subcutaneous introduction in dose of 0.036 mg/kg. A person receiving 0.3-0.5 mg of spiperone experiences severe motor disorders.

Neuroleptic flufenazine is a representative of the phenothiazines. In activity level it is roughly equal to haloperidol and produces in rat catalepsy with subcutaneous introduction in dose of 0.099 mg/kg. Fluphenazine contains in the phenothiazine nucleus of molecule as the substituent group trifluoromethyl group. With replacement of the latter by a nitro group is formed substance with somewhat higher level of activity, which in rat with subcutaneous introduction produces catalepsy in the dose of 0.07 mg/kg.

Neuroleptic 15-052 of the group of tioksantany [thioxanthenes? - Ed.] exceeds in activity level flufenazine and spiperone. In dose of 0.026 mg/kg with subcutaneous introduction it produces in rat catalepsy.

Active neuroleptics as substances posing potential threat of military application are inferior in activity to examined earlier disregulators among derivatives of fentanyl and now special interest in them is not noted.

TREMORGENS

In the 60's was conducted the active search for the potential toxic agents among tremorgens ["tremorgeny"].

них оказался оксотреморин или 1-(2-оксопирролидино)-4-пирролидино-2-бутен, являющийся метаболитом менее активного треморина. В ходе поиска более активных аналогов оксотреморина были синтезированы сотни соединений, но они оказались менее активными и в то же время более токсичными веществами. Оксотреморин при внутривенном, внутривнутрибрюшинном и подкожном введении различным животным в дозах $ED_{50} = 0,05-0,15$ мг/кг вызывает тремор, продолжающийся 1—2 часа. При увеличении дозы тремор сопровождается атаксией, анальгезией, гипотермией и падением кровяного давления. Отмечаются также периферические эффекты — саливация, лакримация и диарея.

Эметики

Группу эметиков, обладающих сильным рвотным действием, образуют синтетические вещества и токсины. Среди синтетических эметиков угрозу военного применения могут представлять производные апоморфина, аминотетралина и некоторые полициклические азотсодержащие соединения. Наиболее известным природным эметиком является стафилококковый энтеротоксин В.

Синтетические и природные эметики различаются не только химическим строением молекул. Природные эметики обладают более высоким уровнем эметической активности, характеризуются продолжительным латентным периодом (часы) и длительным временем сохранения состояния отравления (сутки). Наоборот, синтетические эметики отличаются быстроедействием и непродолжительным периодом вывода людей из строя. Военное применение природных эметиков связано с вероятностью нанесения смертельных исходов лицам с ослабленным здоровьем, чего возможно избежать при использовании синтетических эметиков.

И синтетические, и природные эметики способны вызывать рвоту и другие симптомы поражения при различных путях поступления их в организм, в том числе и при ингаляции. При поражении эметиками пострадавшие не в состоянии применять противогаз и потому могут оказаться впоследствии жертвами воздействия отравляющих веществ смертельного действия.

Апоморфин недостаточно активен. Он вызывает рвоту у людей при внутримышечном введении в дозе 0,08 мг/кг, а выводящая из строя доза его для человека равна $ICL_{50} = 1000$ мг. мин/м³. Замена в молекуле апоморфина метильной группы на этильную или пропильную приводит к получению производных, превосходящих по эметическому действию апоморфин в 25—50 раз.

Page 151.

Most active of them was oxotremorine or 1-(2-oxopyrrolidine)-4-pyrrolidine-2-butene, which is metabolite of less active tremorine. In the course of the search for the more active analogs of oxotremorine hundreds of compounds were synthesized, but they proved to be less active and at the same time more toxic substances. Oxotremorine with intravenous, intraperitoneal and subcutaneous introduction to different animals at doses of *(See Original) mg/kg produces the tremor which lasts 1-2 hours. With an increase in the dose the tremor is accompanied by ataxia, analgesia, hypothermia and drop in the blood pressure. Are noted also peripheral effects - salivation, lacrimation and diarrhea.

Emetics.

A group of emetics which possess strong emetic effect form synthetic substances and toxins. Among synthetic emetics threat of military application may pose derivatives of apomorphine, aminotetraline and a number of polycyclic nitrogen-containing compounds. The staphylococcal entero toxin B is most known natural emetic.

Synthetic and natural emetics differ not only in chemical structure of molecules. Natural emetics possess the higher level of emetic activity, are characterized by prolonged latent period (hours) and long time of persistence of the state of poisoning (days). On the contrary, synthetic emetics are characterized by speed and brief period of the disabling of people. The military application of natural emetics is connected with the probability of causing fatal outcomes to the persons with the weakened health, which it is possible to avoid with utilization of synthetic emetics.

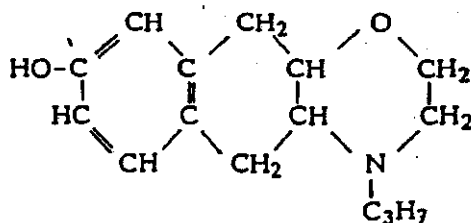
Both synthetic and natural emetics are capable of producing the vomiting and other symptoms of injury with different ways of entry into organism, including with inhalation. With injury by emetics victims cannot use gas mask and therefore can be subsequently victims of action of toxic agents of lethal effect.

Apomorphine is insufficiently active. It produces vomiting in people with intramuscular introduction in a dose of 0.08 mg/kg, which its incapacitating dose for the man is *(See Original) mg. min/m². Replacement of methyl by ethyl or propyl group in the apomorphine molecule yields derivatives exceeding apomorphine in emetic effect by 25-50 times.

End Section.

Недостаток апоморфина и его производных состоит в том, что они реально могут изготавливаться лишь из природного сырья. Этого недостатка лишены алкилзамещенные аминотетралины, обладающие не менее высокой эметической активностью. Этильные и пропильные замещенные аминотетралины по рвотному действию на собак оказались примерно одинаковыми с наиболее активными производными апоморфина. Вдыхание воздуха, содержащего аминотетралина в концентрации 10 мг/м^3 , вызывает у человека рвоту. Выводящая из строя доза паров или аэрозоля этилзамещенного аминотетралина для человека оценивается величиной $IC_{50} = 50 \text{ мг.мин/м}^3$.

За последние годы получен синтетический эметик оригинального химического строения с особо высоким уровнем эметического действия. Доза нового эметика, вызывающая рвоту у собаки, примерно в 10 раз ниже аналогичных доз других синтетических эметиков. Выводящая из строя доза этого эметика оценивается величиной $IC_{50} = 5 \text{ мг.мин/м}^3$.



Рвотное действие синтетических эметиков может быть купировано применением дофаминовых антагонистов, но последние сами являются нейролептиками, вызывающими двигательные расстройства.

Стафилококковый энтеротоксин В (SEB) в послевоенный период был предметом исследования военных лабораторий ряда стран мира. В США он был стандартизован и получил шифр PG. Как вещество, способное вызывать рвоту и диарею, он рассматривался в качестве инкапсулянта. Согласно биологической конвенции 1972 года SEB как один из высокоактивных токсинов отнесен к разряду запрещенных агентов. Приводимые в этом разделе некоторые сведения о SEB предназначены для использования при оценке современных достижений в области разработки синтетических эметиков как возможных инкапсулянтов военного назначения.

SEB по своей химической природе является протеином (полипептидом), образованным из 239 аминокислотных остатков. Промышленный органический синтез SEB не реален из-за слож-

Page 152.

A drawback to apomorphine and its derivatives lies in the fact that they can be made only from natural raw material. The alkyl-substituted aminotetralines, which possess not less high emetic activity, do not suffer from this deficiency. [Ethyl and propyl substituted aminotetralines? - Ed.] in emetic effect in dogs proved to be approximately identical to the most active derivatives of apomorphine. Inhalation of air containing aminotetralines in concentration of 10 mg/m³, produces in man vomiting. The incapacitating dose of vapors or aerosol of ethyl-substituted aminotetraline for man is estimated to be *(See Original) mg. min/m³.

In recent years has been obtained synthetic emetic of unique chemical structure with especially high level of emetic effect. The dose of new emetic, which causes vomiting in dog, is approximately 10 times lower than analogous doses of other synthetic emetics. The incapacitating dose of this emetic is estimated to be *(See Original) mg. min/m³.

*(See Original).

The emetic effect of synthetic emetics can be arrested with dofamin [transliterated (misspelling of "dopamin" = dopamine? - Ed.)] antagonists, but the latter themselves are neuroleptics, which cause motor disorders.

The staphylococcal entero toxin B (SEB) in the postwar period was the object of experiments of the military laboratories of a number of the countries of world. In the USA it was standardized and designated PG. As the substance, capable of producing vomiting and diarrhea, it was examined as incapacitant. According to the biological convention of 1972 SEB as one of the highly active toxins is included in the category of banned agents. Some information about SEB given in this section is intended for use in assessing contemporary advances in the development of synthetic emetics as possible incapacitants for military purposes.

SEB by its chemical nature is protein (polypeptide), formed of 239 amino-acid radicals.

ности его молекулы. Он производился микробиологическим путем.

В дозах $ED_{50} = 0,0001-0,001$ мг/кг SEB при различных путях введения в организм вызывает сильную рвоту, а в дозе 0,025 мг/кг приводит к летальному исходу (обезьяна). По выводящей из строя дозе ICl_{50} он в 2000 раз токсичнее апоморфина, в 100 раз токсичнее алкилазамещенных апоморфина и аминотетралина. Эметики на основе биорегуляторов по эметической активности пока также существенно уступают SEB (см. раздел «Биорегуляторы»). И лишь новый синтетический эметик, о котором сказано выше, уступает SEB по эметической активности только в 10 раз. Не исключено, что прогресс в области синтеза активных эметиков на этом не останавливается.

ВЕЩЕСТВА КАЛЕЧАЩЕГО ДЕЙСТВИЯ

Для ирритантов, психотомиметиков и физикантов характерно, что эффекты воздействия их в умеренных дозах и концентрациях обычно бесследно исчезают. Однако при воздействии высоких доз этих веществ наблюдаемые эффекты могут быть и необратимыми. Ирританты CS и CR при высоких концентрациях их паров или аэрозоля вызывают ожог легких. Психотомиметики, примененные в повышенных дозах, могут вызвать долго не проходящие психические расстройства, что наблюдалось при испытаниях психотропных препаратов на добровольцах. Существуют вещества, также обладающие в умеренных дозах инкапситурующим действием, но отличающиеся тем, что эффекты их воздействия необратимы и сохраняются в той или иной мере на всю оставшуюся жизнь пострадавших, подобно последствиям термических или механических повреждений. К таким веществам относятся сернистый и азотистый иприты и люизит.

Иприт был основным отравляющим веществом, применявшимся воюющими сторонами на заключительном этапе I-ой мировой войны. Он был назван «королем газов» и неслучайно. Иприт в любом агрегатном состоянии способен вызывать, в зависимости от дозы, поражения различной тяжести, начиная от конъюнктивита глаз и эритемы кожи, до летальных исходов. Он поражает глаза, дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы. Обычная одежда не защищает тело от капель и паров иприта. Иприт относится к стойким отравляющим веществам и воздействие его проявляется не только в случае попадания людей в «первичное» облако паров и капель отравляющего веществ

Page 153.

The industrial organic synthesis of SEB is not realistic due to the complexity of its molecule. It has been produced microbiologically.

In doses of *(See Original) mg/kg SEB with different ways of introduction into the organism produces strong vomiting, and at the dose of 0.025 mg/kg it leads to the lethal outcome (monkey). In incapacitating dose Ict., it is 2000 times more toxic than apomorphine, 100 times more toxic than alkyl-substituted apomorphine and aminotetraline. Emetics on the basis of bioregulators with respect to emetic activity thus far also substantially are inferior to SEB (see section "bioregulators"). And only new synthetic emetic (see above) is inferior SEB in emetic activity by only 10 times. It is possible that progress in the field of synthesis of active emetics at this will not stop.

SUBSTANCES OF MUTILATING EFFECT

For irritants, psychotomimetics and physical agents ["fizikanty"] it is characteristic that effects of their action in moderate doses and concentrations usually without leaving a trace disappear. However, with the use of high doses of these substances the observed effects may be irreversible. Irritants CS and CR with the high concentrations of their vapors or aerosol produce the burn of the lungs. Psychotomimetics, applied in increased doses, can cause the for long not passing mental disorders, which was observed during tests of psychotropic preparations on volunteers. There are substances which also possess at the moderate doses the incapacitating effect, but which are characterized by the fact that the effects of their action are not reversed and are retained to one extent or another to entire remaining life of victims, similar to the consequences of thermal or mechanical damages. Such substances include sulfurous and nitride yperite and levisite.

Yperite was the basic toxic agent used by belligerents in the final stage of World War I. It was named "king of gases" and for good reason. Yperite in any physical state can cause injuries of different seriousness, depending on dose, beginning from conjunctivitis of eyes and erythema of skin, to the lethal outcomes. It affects eyes, respiratory tract, gastrointestinal tract, skin. Everyday clothing does not protect body from drops and vapors of yperite.

на, но и в случае их пребывания в очаге поражения спустя часы и сутки после химического нападения. Пребывание незащищенных людей на зараженной местности или в инженерных сооружениях, равно как и обращение с зараженным оружием и другими предметами неотвратимо приводит к получению так называемых «вторичных» поражений.

В результате боевого применения иприта характерно не столько уничтожение живой силы противника, сколько вывод ее из строя. В этом поборники химического оружия усматривали черты «гуманности» его. Как известно, американский экспедиционный корпус участвовал в сражениях 1-ой мировой войны на ее заключительном этапе, когда применение иприта было пресобладающим. По официальным данным США из 272000 среди американцев 26,8% были пораженные отравляющими веществами, причем только 2% из них погибли. Это дало основание бывшему начальнику управления исследований и разработок химического корпуса армии США бригадному генералу, Дж. Ротшильду в его монографии, «Оружие будущего», отнести иприт к категории некапаситантов.

При попадании на кожу иприт первоначально не вызывает никаких неприятных ощущений. Признаки поражений проявляются лишь спустя несколько часов и даже сутки в зависимости от дозы. Первыми признаками поражения являются зуд, жжение и покраснение кожи (эритема) в местах непосредственного контакта кожи с отравляющим веществом. При больших дозах эти эффекты через несколько суток проходят. В случае воздействия более высоких доз иприта на коже образуются пузыри, наполненные бесцветной или желтоватой жидкостью. Пузыри обычно прорываются, а образующиеся язвы заживают не ранее чем через 1—2 месяца. Такие поражения кожи обычно сопровождаются гнойными воспалениями. На коже остаются рубцы, подобные ожоговым.

При действии на кожу пара иприта в дозе 200 мг.мин/м³ возникает эритема, а в дозе 2000 мг.мин/м³ появляются пузыри. Летальная доза пара иприта равна 10000 мг.мин/м³.

При действии жидкого иприта покраснение кожи наблюдается при плотности заражения 0,01 мг/см², а появление пузырей — при плотности 0,1-0,5 мг/см². Летальная доза LD₅₀ жидкого иприта при действии на кожу составляет 70 мг/кг.

Весьма чувствительны к действию пара иприта глаза. Легкие поражения глаз наступают при дозе 45 мг.мин/м³ и сохраняются до месяца. Первые признаки поражения глаз появляются через 4—8 часов и проявляются в виде спазма век, слезотечения, чувства «песка в глазах», воспаления конъюнктивы и светобоязни. При более высоких дозах наступает смыкание век и помут-

Page 154.

Yperite is a persistent gas and its action is manifest not only in the case of the entry of people into the "primary" cloud of vapors and drops of the toxic agent, but also in the case of their stay in the contaminated area hours and days after chemical attack. The stay of the unprotected people in contaminated area or in the engineering facilities as well as contact with contaminated weapons and other objects inevitably leads to so-called "secondary" injuries.

As a result of the combat employment of yperite is characteristic not so much the destruction of live enemy target as its incapacitation. This the advocates of chemical weapons saw as the "humanity" of them. As is known, American Expeditionary Force participated in the battles World War I in its final stage, when the application of yperite was predominant. According to official data of the USA, of 272000 losses among Americans 26.8% were the those affected by the toxic agents, but only 2% of them perished. This gave basis for Brigadier General J. Rothschild, commanding general of the U.S. Army Chemical Corps Research and Development Command in his monograph, "Tomorrow's Weapons," to place yperite in the category of incapacitants.

Upon contact with skin yperite initially produces no discomfort. The signs of injury are manifested only after several hours and even days depending on dose. The first signs of injury are intense itching, burning and reddening of skin (erythema) in places of direct contact of skin with the toxic agent. In small doses these effects after several days pass. In the case of the action of the higher doses of yperite on the skin the blisters, filled with colorless or yellowish fluid form. Blisters usually burst open, but the resultant ulcers heal not earlier than in 1-2 months. Such injuries of skin are usually accompanied by suppurative inflammations. The scars, similar to burn, remain on the skin.

Acting on the skin vapor of yperite in dose of 200 mg. min/m³ produces erythema, and in the dose of 2000 mg. min/m³ appear blisters. The lethal dose of vapor of yperite is 10000 mg. min/m³.

Under the effect of liquid yperite the reddening of skin is observed at the contamination level 0.01 mg/cm², and the appearance of blisters at the density of 0.1-0.5 mg/cm². The lethal dose LD₅₀ of liquid yperite with effect on skin is 70 mg/kg.

Are very sensitive to the effect of vapor of yperite the eyes. Minor injuries of eyes begin with dose of 45 mg. min/m³ and persist up to a month. The first signs of injury to eyes appear after 4-8 hours and are manifested in the form of spasm of eyelids, lacrimation, feelings of "sand in the eyes", inflammations of the conjunctiva and photophobia.

цепие роговицы. При $Сt = 150$ мг.мин/м³ живая сила выходит из строя из-за сильнейшего воспаления конъюнктивы и эритемы кожи по всему телу.

Вдыхание пара и аэрозоля иприта в невысоких концентрациях вызывает воспаление верхних дыхательных путей, сухой кашель, явления катара, бронхит, сохраняющиеся 3—4 суток. При более высоких концентрациях наступает неустойчивый кашель, потеря голоса, за грудиные боли, позывы к рвоте, отек легких. Летальный исход наступает при ингаляции иприта в дозе $LCt_{50} = 1500$ мг.мин/м³.

Поражения легких и глаз заканчиваются потерей здоровья и работоспособности пострадавших. Люди лишаются частично или полностью зрения, их мучает одышка, они становятся уязвимыми к инфекционным заболеваниям.

Аналогичные эффекты наблюдаются и при воздействии азотистых ипритов и люизита.

ОЦЕНКА ИНКАПАСИТАНТОВ

Ирританты по комплексу свойств могут представлять интерес как вещества для изнурения живой силы противника. В условиях действия химической конвенции они могут получить дальнейшее развитие, так как разработка их не запрещается. С другой стороны, при современном состоянии системы средств противохимической защиты войск задача уничтожения живой силы может оказаться невыполнимой и поэтому на первый план будет выдвигаться задача не уничтожения, а сковывания живой силы противника, которая может решаться далеко не обязательно только с использованием отравляющих веществ смертельного действия. Наличие высокого уровня раздражающего действия у веществ природного происхождения, таких как капсаицин и ди-терпеновые эфиры, создает предпосылки к тому, что эта задача не носит чисто теоретический характер. Капсаицин вызывает сильнейшие раздражения слизистых, верхних дыхательных путей, а также болевые эффекты при попадании на кожу. Сильный раздражающий эффект, длящийся 5—10 минут, сменяется алго-генным действием, сопровождаемым воспалением кожи, отеком слизистых, падением температуры тела и ощущением непереносимой боли. Капсаицин пока добывается из красного перца путем экстракции. Но он доступен и для промышленного синтеза. Во всяком случае уже разработаны несколько способов получения его синтетическим путем.

Page 155.

In the higher doses begins fusion of eyelids and opacification of cornea. At Ct=150 mg. min/m³ humans are incapacitated due to intense inflammation of conjunctiva and erythema of skin over entire body.

Inhalation of vapor and aerosol of yperite in the moderate concentrations produces the inflammation of the upper respiratory tract, dry cough, phenomena of catarrh, bronchitis, lasting 3-4 days. With the higher concentrations begins uncontrollable coughing, loss of voice, substernal pains, urges to the vomiting, pulmonary edema. Lethal outcome begins with the inhalation of yperite in dose of *(See Original) mg. min/m³.

The injuries of lungs and eyes result in loss of health and fitness for work of victims. People are deprived partially or completely of vision, shortness of breath torments them, they become vulnerable to the infectious diseases.

Analogous effects are observed also in the case of nitride yperite and lewisite.

ASSESSMENT OF INCAPACITANTS

Irritants with respect to combination of properties can be of interest as substances for the debilitation of live enemy target. Under the conditions of chemical convention they can be further developed, since their development is not forbidden. On the other hand, in the contemporary state of the system of the means of the antigas defense of troops the problem of the destruction of personnel can prove to be impracticable and therefore to the foreground will be advanced the problem not of destruction, but of the immobilization of live enemy target, which can be solved by no means necessarily only with use of toxic agents of lethal effect. The presence of high level of irritating effect in substances of natural origin, such as capsaicin and diterpene [diterpenoidal? - Ed.] ethers [esters? - Ed.], creates prerequisites for the fact that this problem is not purely theoretical. Capsaicin produces the strongest irritations of the mucous, upper respiratory tract, and also painful effects upon contact with skin. The strong irritating effect, which lasts of 5-10 minutes, is followed by algogenic effect accompanied by inflammation of skin, edema of mucosas, drop in body temperature and by a sensation of unbearable pain. Capsaicin is thus far gotten from the red pepper by extraction. But it is accessible for the industrial synthesis. In any case, several methods have already been developed for synthesizing it.

К веществам с особо мощным раздражающим действием относятся многие эфиры форбола, резиниферонола и иггенола, так называемые дитерпеновые эфиры. Они вызывают сильное воспаление кожи. Покраснение кожи переходит в эдему и гиперплазию. В США один из эфиров форбола, как сообщалось, проходил испытания на добровольцах. Упомянутый эфир вызывал раздражение кожи в дозе всего $0,0005 \text{ мг/см}^2$. По оценкам, один из наиболее активных эфиров резиниферонола — резиниферотоксин — способен вызывать поражение кожи (ED_{50}) в дозе $2,4 \cdot 10^{-7} - 2,4 \cdot 10^{-9} \text{ мг/см}^2$ или менее чем в тысячной доли мг на весь кожный покров человека.

Если в перспективе возможно получение раздражающий эффект которого на глаза и органы дыхания будет проявляться при весьма низких концентрациях его пара или аэрозоля, то такое вещество с точки зрения военного предназначения окажется обладающим принципиально иным качеством — оно из разряда раздражителей может перейти в число веществ смертельного действия, способных преодолевать защитный барьер противогаза.

Проблему преодоления защитных свойств противогаза до последнего времени пытались решить путем получения токсичных веществ, крайне плохо поглощаемых угольной шихтой противогаза. Надежды возлагались на гидриды некоторых элементов и фторсодержащие летучие соединения. В конце 80-х годов этот подход к решению проблемы преодоления противогаза еще продолжал иметь своих сторонников. Сообщалось об оценке с этими целями некоторых перфторированных непредельных углеводородов, обладающих умеренной токсичностью и плохо сорбирующихся углем. К счастью, эти исследования не привели к открытию вещества, способного поражать людей в случае заблаговременного надевания ими противогазов.

При использовании суперактивных раздражителей преодоление противогаза при определенных условиях может достигаться за счет проскока аэрозоля через противодымный фильтр, клапан выдоха и по полосе обтюрации. Суммарный коэффициент проскока аэрозоля у современных противогазов составляет $1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-6}$. Другими словами, концентрация аэрозоля раздражителя в подмасочном пространстве противогаза, хорошо подогнанного по лицу, в сотни тысяч — миллионы раз ниже концентрации аэрозоля в окружающей атмосфере. С помощью существующих средств доставки в очаге поражения вполне возможно создание и поддержание в течение некоторого времени аэрозоля раздражителя с концентрацией $1 - 10 \text{ мг/м}^3$. Используя численные значения суммарного коэффициента проскока и концентрации аэрозоля раздражителя в окружающей атмосфере, легко найти значение ми-

Page 156.

Among substances with especially powerful irritating effect are many ethers [esters? - Ed.] of phorbol, rezineferonol [transliterated - Ed.] and ingenol [transliterated - Ed.], so-called diterpene ethers [esters? - Ed.]. They cause the strong inflammation of skin. The reddening of skin changes to oedema and hyperplasia. In USA one of ethers [esters? - Ed.] of phorbol, as has been reported, was tested on volunteers. Mentioned ether [ester?] caused skin irritation in dose only of 0.0005 mg/cm². According to the estimations, one of most active ethers [esters?] of rezineferonol, rezineferotoksin [transliterated (resineferotoxin? - Ed.)] can cause injury of skin (ED₅₀) in dose *(See Original) mg/cm² or less than thousandth mg over entire skin of man.

If over the long term is possible the obtaining of an irritant, the irritating effect of which on eyes and respiratory organs will be manifest with very low concentrations of its vapor or aerosol, this substance from the point of view of military purpose will prove to be possessing fundamentally different quality - among category of irritants it may fall into category of substances of lethal effect capable of overcoming the protective barrier of gas mask.

The problem of overcoming protective properties of gas mask until recently was approached by trying to develop toxic substances, extremely badly absorbed by carbon charge of gas mask. Hopes were laid on hydrides of some elements and fluorine-containing volatile compounds. At the end of the 80's this approach to the solution of the problem of overcoming gas mask still continued to have its supporters. There have been reports of studies for these purposes of some perfluorinated unsaturated hydrocarbons, which possess the moderate toxicity and which are badly sorbed by carbon. Fortunately, these investigations did not lead to the discovery of substance, capable of affecting people in the case of timely donning by them of gas masks.

With use of super-active irritants overcoming gas mask under specific conditions can be achieved due to passage of the aerosol through the particulate filter, the exhaust valve and strip of obturation. The total coefficient of [breakthrough? penetration? - Ed.] of aerosol for contemporary gas masks is *(See Original). In other words, concentration of aerosol of irritant in the space of the gas mask under the mask well adjusted on face is hundreds of thousands - millions of times lower than concentration of aerosol in the ambient atmosphere. With the aid of the existing means of delivery in the center of contamination is completely possible the creation and maintenance for a certain period of time of the aerosol of irritant with concentration 1-10 mg/m³.

нимально эффективной концентрации ирританта, при которой становится реально возможным преодоление противогаза, равное $1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-4}$ мг/м³. При выполнении оговоренных выше условий человек, защищающийся противогазом от аэрозоля суперактивного ирританта, окажется под воздействием его из-за проникания последнего в подмасочное пространство в непереносимой концентрации. Неуемный кашель нарушит необходимый ритм дыхания в противогазе, человек начнет задыхаться и в конце концов сорвет противогаз с лица (с головы), непроизвольно подставляя себя под губительное воздействие смертельно опасных концентраций ирританта.

По выводящему из строя действию наиболее активные из наркотических анальгетиков, синтетических зметиков и ирритантов достигают уровня отравляющих веществ нервно-паралитического действия и уступают лишь стафилококковому энтеротоксину В (см. табл. 21). Как менее активные утрачивают свое значение психотомиметики, треморгены и нейролептики. Ни в какое сравнение с активными инкапаситантами не идут микотоксины, даже более токсичный из них токсин Т-2 по уровню выводящей дозы уступает им в десятки и более раз. Не представляет интереса как вещество выводящего действия и иприт, хотя именно по этому показателю в годы первой мировой войны он был признан «королем газов». Инкапаситанты в большей своей доле являются твердыми веществами. Они достаточно стабильны и могут переводиться в аэрозольное состояние как путем взрыва, так и методом термической возгонки, т.е. теми же способами, какими диспергируются известные раздражающие вещества.

При внезапном применении, когда противник окажется застигнутым врасплох, эффект применения наркотических анальгетиков и зметиков может быть ошеломляющим. Действие анальгетиков является нокаутирующим — живая сила подвергшихся нападению войск спустя несколько минут после начала химической атаки утрачивает способность держаться на ногах, тем более передвигаться. В тяжелых случаях люди впадают в бессознательное состояние. При поражении зметиками у пострадавших скоротечно начинается неуемная рвота, сопровождаемая диареей. В таком состоянии люди не могут выполнять те или иные задания или боевые задачи. Из-за выделения рвотных масс пораженные зметиками вынуждены сбрасывать противогаз независимо от того, содержится или отсутствует в окружающей атмосфере поражающий агент.

Page 157.

Using numerical values of the total [coefficient of penetration? - Ed.] and concentration of aerosol of irritant in the ambient atmosphere, it is easy to find the value of the minimally effective concentration of irritant with which becomes realistically possible the overcoming of gas mask, which is *(See Original) mg/m³. With satisfaction of the stipulated above conditions, person protected by gas mask from aerosol of super-active irritant will be affected by it due to penetration of the latter into the space under the mask in unbearable concentration. Uncontrollable cough destroys necessary rhythm of breathing in the gas mask, man will begin to choke and finally will tear away gas mask from face (from the head), involuntary exposing himself to effect of lethally dangerous concentrations of irritant.

In incapacitating effect the most active narcotic analgesics, synthetic emetics and irritants reach the level of nerve gases and are inferior only to staphylococcal enterotoxin B (see Table 21). As less active lose their value psychotomimetics, tremorgens and neuroleptics. Mycotoxins cannot compare to active incapacitants; even more toxic of them toxin T-2 in level of incapacitating dose is inferior to them by ten and more times. Is not of interest as the substance of incapacitating effect even yperite, although precisely according to this index during the years of the First World War it was acknowledged as the "king of gases". Most incapacitants are solids. They are fairly stable and can be converted into the aerosol state by both explosion and by method of thermal sublimation, i.e., the same methods by which known irritating substances are dispersed.

With sudden use, when enemy is caught unaware, the effect of the application of narcotic analgesics and emetics can be stunning. The effect of analgesics is incapacitating - troops under attack several minutes after the beginning of gas attack lose capacity to stay on legs, not to mention move. In the severe cases people fall into unconscious state. With injury by emetics in victims uncontrollable vomiting, accompanied by diarrhea, quickly begins. In this state the people cannot perform assignments or combat missions. Because of vomiting personnel affected by emetics are forced to remove gas mask regardless of whether toxic agent is present or absent in ambient atmosphere.

Выводящие из строя дозы наиболее активных инкапситуантов
и отравляющих веществ

Вещества	Дозы	
	IC ₅₀ , мг.мин/м ³	ID ₅₀ , мг/кг
Ирританты	0,7-1,0 (глаза)	—
	0,15 (органы дыхания)	
	5,0 (кожа)	
Психотомиметики		
LSD	30	0,002 (орально)
синтетические	125-400	0,14-0,3
Наркотические анальгетики	0,07-0,35	0,00002-0,02
Нейролептики	—	0,26
Трemorгены	700	0,15-0,05
Эметики		
стафилококковый энтеротоксин В	0,6	0,0004
синтетические	5,0	—
Визиканты (иприт)	150-200 (глаза)	—
	2000 (кожа)	
Микотоксины (Т-2 токсин)	—	0,1
Отравляющие вещества	5-15	—
	0,09-0,10 (мкоз)	
	1,6 (тремор)	

В отличие от психотомиметиков эффекты применения наркотических анальгетиков и эметиков вполне предсказуемы. У личного состава войск, подвергшихся нападению с применением анальгетиков и эметиков, особенно при впервые встретившихся

Page 158.

Table 21. Incapacitating doses of most active incapacitants and toxic agents.

*(See Original).

Key: (a). Substances. (b). Doses. (c). ICT₅₀, mg. min/m³. (d). ID₅₀, mg/kg. (1). irritants (2). eye. (3). respiratory organs. (4). skin. (5). Psychotomimetics. (6). orally. (7). synthetic. (8). Narcotic analgesics. (9). Neuroleptics. (10). tremorgens (11). Emetics. (12). staphylococcal enterotoxin B. (13). Vizikanty [transliterated (fizikanty? - Ed.) (yperite)]. (14). Mycotoxins (T-2 toxin). (15). Poisonous substances. (16). miosis. (17). tremor.

In contrast to psychotomimetics the effects of the application of narcotic analgesics and emetics are completely predictable.

им эффектах воздействия инкапситуантов; следует ожидать появления стрессовых состояний и массового психоза.

Современные армии не имеют средств обнаружения в атмосфере всей гаммы инкапситуантов, возможно за исключением только стафилококкового энтеротоксина В и вещества ВЗ. Разработка соответствующих газосигнализаторов и других средств индикации всех возможных инкапситуантов представляется проблематичной. Уровень чувствительности этих средств должен быть не ниже уровней чувствительности современных средств индикации отравляющих веществ, в то время как ассортимент классов химических соединений, среди которых могут быть получены инкапситуанты, весьма широк, во всяком случае намного шире множества веществ, которые принадлежат к разряду потенциальных отравляющих веществ.

Однако, применение инкапситуантов против войск, хорошо натренированных в противохимическом отношении, может не дать высокого результата. Защита от аэрозолей инкапситуантов может обеспечиваться применением только одного противогаза. Защита кожных покровов не потребует, ибо ни аэрозоли, ни капли растворов инкапситуантов не столь эффективны при попадании на кожу. Во всяком случае о кожно-резорбтивном эффекте инкапситуантов не сообщалось. Исключение могут составить irritants типа CR, но защита тела от них легко обеспечивается применением защитного плаща, имеющего в войсках и предназначенного для защиты от отравляющих веществ смертельного действия. Во всяком случае не потребуются иметь каких-либо специальных средств защиты кожи от них. Не следует ожидать опасного заражения оружия и техники, побывавшей в дыму инкапситуантов. Возможно, потребуются проветривание обмундирования перед тем как снять противогаз.

Массив инкапситуирующих веществ непрерывно пополняется за счет «отходов», образуемых при поиске новых фармакологических препаратов, используемых в медицине и ветеринарии. Следует полагать, что достигнутый уровень активности наркотических анальгетиков и эметиков может быть превзойден в недалеком будущем, так как наращивание их активности непрерывно продолжается.

При достижении соответствующего уровня активности анальгетики и эметики, подобно irritants, могут приобрести новое качество и оказаться способными преодолевать современные противогазы, проникая в опасных концентрациях через противодымный фильтр, клапан выхода и по полосе обтирания. В то же время на разработку и применение инкапситуантов из числа анальгетиков, эметиков и других веществ аналогичного токсиче-

Page 159.

In the case of military personnel attacked with analgesics and emetics, especially in first encounters with effects of incapacitants, should be expected the appearance of stress states and mass psychosis.

Present-day armies do not have means of detection in the atmosphere of the entire range of incapacitants, possibly with exception only of staphylococcal enterotoxin B and BZ. The development of corresponding gas warning devices and other agents of indication of all possible incapacitants is problematic. The level of sensitivity of these means cannot be lower than the levels of sensitivity of present-day means of indication of toxic agents, while the assortment of the classes of the chemical compounds among which can be obtained incapacitants is very wide, in any case considerably wider than the group of substances which belong to category of potential toxic agents.

However, the application of incapacitants against troops well trained in antichemical methods can not give high result. Protection from the aerosols of incapacitants can be provided by gas mask alone. The protection of skins will not be required, since neither aerosols nor drops of the solutions of incapacitants are very effective upon contact with skin. In any case there have been no reports on the skin-resorbitive effect of incapacitants. Exception may be irritants of the type CR, but body can easily be protected against them by using the protective raincoat issued to troops for protection against toxic substances of lethal effect. In any case it will not be necessary to have any special means of protection of skin from them. One need not expect dangerous contamination of weapons and equipment exposed to fume of incapacitants. Possibly, will be necessary the ventilation of the uniform before removal of gas mask.

The range of incapacitating substances continuously is increasing due to "by-products" generated during search for new pharmacological preparations for medicine and veterinary science. One should assume that achieved activity level of narcotic analgesics and emetics can be exceeded in the near future, since increase of their activity is continuous.

With achievement of corresponding level of activity analgesics and emetics, like irritants, can acquire new quality and prove to be capable of overcoming contemporary gas masks, penetrating in dangerous concentrations through the particulate filter, the valve of output and strip of obturation.

ского действия запрет химической конвенции 1993 года не распространяется. Это может послужить побудительным мотивом для переключения научных коллективов военных ведомств и промышленности с направления разработок и производства отравляющих веществ смертельного действия на поиск и создание новых видов химического оружия в обход конвенции.

Page 160.

At the same time to development and application of incapacitants among analgesics, emetics and another substances of analogous toxic effect the ban of the chemical convention of 1993 does not extend. This could serve as stimulating motive for switching of scientific collectives of military establishments and industry from development and production of toxic agents of lethal effect to search for and the creation of new types of chemical weapons in circumvention of convention.

Pages 161-175 No Typing