

## ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ЛОКОМОТИВАХ

А.Д. Росляков, А.В. Бит-Зая, А.Е. Сундуков,  
Самарская государственная академия путей сообщения, г.Самара, Россия

Локомотивы, у которых первичным двигателем является газовая турбина получили наименование газотурбовозов. Газотурбовозы по сравнению с тепловозами, относящимися в отличии от электровозов также к автономным локомотивам, имеют ряд технико-экономических преимуществ: газотурбинная установка может использоваться более низкосортное жидкое топливо, чем топливо, необходимое для дизеля. Эта установка не нуждается в водяном охлаждении; вес ее ниже дизеля, такой же мощности, что позволяет легче получить большую мощность локомотива в одной секции; расход масла газовой турбины в несколько раз меньше, чем у дизеля, который имеет больше, чем у турбины, подшипников, кроме того, полностью отсутствует цилиндро-поршневая группа работа которой основана на применении возвратно- поступательного движения и сопровождается более высокой вибрацией.

Первые разработки газотурбовозов конструкторскими организациями локомотивостроительных заводов относятся еще к 1954 г., когда на Коломенском паровозостроительном заводе имени В.В. Куйбышева и Харьковском заводе машиностроения имени В.А. Малышева началось эскизное проектирование новых локомотивов.

Успехи применении газотурбинных двигателей достигнуты к концу XX века в основном вследствие интенсивного развития в области авиационного применения. В последние годы газотурбинная техника начинает играть существенную роль в выработке энергии и в качестве привода для различных нужд, в том числе на газоперекачивающих станциях, где доля потребляемой мощности от газотурбинных двигателей приближается к 90%. В мировой практике активно внедряются авиационные газотурбинные двигатели фирмы GE в морской флот. Газотурбинные двигатели установлены более чем на 360 кораблях во всем мире. Список охватывают все новейшие корабли ВМФ США, Великобритании, Италии и т.д. В гражданском флоте их используют на дорогостоящие яхтах, скоростных паромов, современных танкерах и сухогрузах. Такая популярность турбоходов связана с очень высоким показателем полной эксплуатационной готовности (99%), выигрышной по сравнению с судовым дизелем (92%), эксплуатационной готовностью 99,4% и более высокой по сравнению с дизелем эксплуатационной технологичностью [1]. Это приводит к тому что наиболее прогрессивные конструкторские и технологические решения все чаще прорабатываются на промышленной газотурбиной техники и являются основанием для совершенствования двигателей на железнодорожном транспорте. Высокоэффективные промышленные газотурбинные приводы серийно выпускаются всеми высокоразвитыми странами. Исходя, из того, что газотурбинные технологии являются высокоэффективным товаром США разработало и успешно выполняет программу ATS (передовые газотурбинные системы).

К вопросу об использовании газовой турбины на железнодорожном транспорте в нашей стране и за рубежом возвращаются регулярно начиная с 50-х годов XX века. Имеется устойчивое мнение, что газовые турбины не составляют конкуренции дизельным двигателям из-за относительно низких параметров цикла по давлению и температуре и, как следствие, низкому коэффициенту полезного действия (к.п.д.). В тоже время, опыт эксплуатации в 50-х годах 25 газотурбовозов Дженерал-Электрик и Алко на железной дороге Юнион-Пацифик в США показал, что суммарные эксплуатационные расходы на перевозки оказались примерно такими же, что и у магистральных тепловозов с дизельными двигателями. При этом силовые установки газотурбовозов были просты по конструкции и имели умеренные параметры.

Следует отметить, что сегодня в Самарской области вопросом совершенствования газотурбовоза активно занимается ОАО «СНТК имени Н.Д. Кузнецова». Летом 2005 г. с РЖД был подписан график работ по этому направлению. Магистральный грузовой газотурбовоз ГТЭ-8.3/НК создан в ФГУП «ВНИКТИ подвижного состава» совместно с СНТК, ОАО

«Уралкриомаш» и ХК ОАО «Привод». Газотурбовоз создан на базе электровоза ВЛ-15. силовой блок газотурбовоза разработан в СНТК и ХК ОАО «Привод». Это газотурбинная установка НК-361, в основе которой трехвальный двухконтурный авиадвигатель НК-256. двухступенчатая турбина каскада НД используется для привода генератора, вырабатывающего электроэнергию для двигателей колесных пар газотурбовоза. Работает двигатель на сжиженном природном газе (СПГ).

Силовой блок газотурбовоза включает ГТД НК-361 мощностью 8.3 МВт, установленной на одной раме с турбогенератором, системы всасывания, выхлопа, шумоглушения, пожаровзрывобезопасности, масляную, управления, регулирования и диагностики. Для достижения заявленных параметров, обеспечения качества воздуха, подводимого извне на вход двигателя, допустимого уровня шума и безопасности обслуживания конструктора в СНТК разработали ряд узлов оригинальной конструкции. Среди них- входное устройство с противообледенительной системой и фильтрации воздуха, продувочный контур, изолирующий отсека силового блока от высоких температур газотурбинной установки, выходное устройство с системой шумоглушения. Среди них- валы трансмиссии, соединяющие свободную силовую турбину с основным и вспомогательным генераторами и обеспечивающие требуемый уровень их соосности. Для хранения, транспортировки и подачи СПГ в двигатель с требуемыми параметрами предназначен блок криоёмкости (цистерны с необходимым газовым оборудованием).

По словам генерального директора СНТК им. Кузнецова Тресвятского С.Н. применение газотурбовоза с газотурбинной установкой НК-361, работающей на СПГ (а в перспективе на водороде) вдвое увеличит весовую норму состава, более чем на порядок уменьшит вредные выбросы, на 10-20 % сократит время движения (в зависимости от профиля трассы). Внедрение газотурбовозов повысит пропускную способность железных дорог и снизит прямые эксплуатационные расходы в 1,8 раза.

ОАО РЖД и ОАО «СНТК имени Н.Д. Кузнецова» планируют презентацию газотурбовоза в Самаре на конец 2006 года.

Таблица

#### Основные характеристики двигателя НК-361

| Тип двигателя  | двухвальный со свободной силовой турбиной |
|--|---|
| Максимальная мощность, кВт                                     | 8300                                      |
| Частота вращения ротора элетрогенераторов, об/мин              | 100                                       |
| Расход воздуха, кг/с   | 46,9-56,5                                 |
| Температура газа перед турбиной, К                             | 866-1157                                  |
| Топливо  | СПГ                                       |
| к.п.д., %  | 27,3-31,5                                 |
| Номинальная активная мощность тягового генератора, кВт         | 7370                                      |
| Номинальная активная мощность вспомогательного генератора, кВт | 600                                       |

При одном качестве топлива газотурбинный двигатель в экологическом отношении более чистый, чем поршневой. Еще больший экологический эффект, достигается путем перехода от жидкого топлива на природный газ, что позволяет уменьшить вредные выбросы в атмосферу (ниже европейского стандарта, вводимого в действие с 1999 г.).

Многие годы газотурбинные двигатели уступали поршневым по величине к.п.д. Достижения в производстве авиационных газотурбинных установок позволили значительно поднять давление сгорания и температуру. Газотурбинные установки четвертого поколения, имеют высокие термогазодинамические параметры: степень сжатия 30...40, максимальную температуру газа на выходе из камеры сгорания 1500...1600 К [1]. Это обстоятельство позволяет получить к.п.д. газотурбиной установки в перспективе не ниже, чем в поршневых двигателях.

По сравнению с поршневым двигателем газотурбинная установка обеспечивает тепловозу ряд преимуществ. Прежде всего, стоимость изготовления газотурбиной установки меньше, чем дизеля той же мощности. При этом современный двигатель магистрального тепловоза уже с трудом размещается вместе электропередачей в габаритах локомотива. В этом отношении газотурбинная установка может быть легко размещена, так как её размеры не велики, а масса этого двигателя на единицу мощности значительно ниже. Кроме того, время замены газотурбинного двигателя и его узлов существенно меньше, чем дизеля, это позволяет повысить эксплуатационную готовность и надежность локомотивов.

Теория сжигания газообразного топлива с учетом обеспечения должных параметров и экологических характеристик разработана не в полной мере, поэтому перспективным направлением является исследование особенностей процессов сгорания природного газа.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Коссов Е.Е., Перец В.В. Перспективы применения газотурбинных двигателей на тяговом подвижном составе // Вестник ВНИИЖТ-2000-№5-С.16-19.
2. Назаров О. Н. перспективный подвижной состав: проблемы и решения // Локомотив – 2005 - №1 – С. 5-9.