



ТРАНСПОРТ

НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ № 5 (35) 2013
ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН В ПЕРЕЧЕНЬ ВАК

НАЦИОНАЛЬНАЯ ГАЗОМОТОРНАЯ АССОЦИАЦИЯ



АФИЛИРОВАНА
С МЕЖДУНАРОДНЫМ ГАЗОВЫМ
СОЮЗОМ



**СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА, БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕБОРУДОВАНИЯ
И ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

Эксклюзивный проект СТЦ «САРЫЧ» для РОССИИ



*Линия технического освидетельствования баллонов
НО - 118 К (элемент СИСТЕМЫ)*

*производительность 5000 баллонов в год
с полной механизацией и безопасностью труда*

ООО СТЦ «САРЫЧ»

(8452) 40-22-58; +7-965-880-68-90, asarithev@mail.ru г. Саратов

Газовая техника в сельском хозяйстве: плюсы очевидны

Экономика автотранспортного предприятия

По «Шелковому пути» на газе

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору
в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны
культурного наследия.
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-30114

Учредитель и издатель

НП «Национальная газомоторная
ассоциация» (НГА)

Периодичность

6 номеров в год

Главный редактор

П.Г. Цыбульский

генеральный директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.

Члены редакционной коллегии

Б.В. Будзуляк

председатель Комиссии по использованию при-
родного и сжиженного нефтяного газа в качестве
моторного топлива, д.т.н.

В.И. Ерохов

профессор «МАМИ», д.т.н.

Р.З. Кавтарадзе

профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.

Т.В. Климова

начальник службы по связям с общественностью
и СМИ ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

С.И. Козлов

профессор, д.т.н.

С.В. Люгай

директор Центра использования газа
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.,
исполнительный директор НГА

В.А. Марков

профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.

А.В. Николаенко

ректор «МАМИ», профессор, д.э.н.

Ю.В. Панов

профессор МАДИ, к.т.н.

Н.Н. Патрахальцев

профессор Российского университета дружбы
народов, д.т.н.

Е.Н. Пронин

член совета НГА

В.Л. Стативко

вице-президент НГА, к.т.н.

В.Н. Фатеев

зам. директора НИЦ «Курчатовский институт», д.х.н.

Редактор

О.А. Ершова

E-mail: transport.1@ngvrus.ru

Тел. 8 965 439-80-23

Отдел подписки и рекламы

М.И. Амурская

E-mail: transport.2@ngvrus.ru

Компьютерная верстка

Ф.А. Игнащенко

Адрес редакции:

142717, Московская обл., Ленинский р-н,
п. Развилка, а/я 253
Тел. 8 965 439-80-23 • www.ngvrus.ru

Отпечатано с готовых диалогитивов в ООО «Принт-Лидер»,
117186, Москва, ул. Нагорная, д. 15, корп. 8

Номер заказа

Сдано на верстку 25.08.2013 г.

Подписано в печать 25.09.2013 г.

Формат 60х90 1/8. Тираж 3000 экз. Бумага мелованная.

Печать офсетная, печ. л. 10,5

При перепечатке материалов ссылка на журнал
«Транспорт на альтернативном топливе» обязательна.

Редакция не несет ответственности за достоверность информации,
опубликованной в рекламных материалах.

**На обложке: реклама
ООО СТЦ «САРЬЧ»**

В НОМЕРЕ:

Перечень поручений Президента Российской Федерации по итогам совещания по вопросу расширения использования газа в качестве моторного топлива 14 мая 2013 г.	3
Распоряжение от 13 мая 2013 г. № 767-р «О регулировании отношений в сфере использования газового моторного топлива».....	5
Г.С. Савельев, А.Д. Шапкайц, В.В. Подосинников, А.А. Медведев Сельскохозяйственные тракторы, работающие на метане	7
С.В. Люгай, А.А. Евстифеев, В.В. Тимофеев, М.Л. Балашов, Ю.Н. Дрыгина Сравнение экономических показателей при использовании жидкого моторного и газомоторного топлив	14
В.Н. Коноплев, А.П. Латышев, А.Е. Лысенко, К.С. Мирошников Обновление автобусного парка путем замены на автотранспортные средства, использующие КПГ	20
В.А. Марков, Е.В. Бебенин, Е.Ф. Поздняков Сравнительная оценка альтернативных топлив для дизельных двигателей.....	24
А.И. Цаплин, С.В. Бочкарев, И.Г. Друзьякин Управление подачей СПГ в топливной системе двигателя	30
В.В. Московкин, М.Н. Гуров, А.С. Шкель Автомобиль «Лада» – рекордсмен мира по топливной экономичности.....	33
На газе через пустыню	37
Вторая жизнь АГНКС.....	40
Новости отрасли	43
С.А. Сахаров, Е.Н. Пронин Золотой век метана на марше	45
Автопробег газовых автомобилей «Голубой коридор – 2013: Ганза»	49
Автобусы заправятся от дороги	50
В Португалии появились электровелосипеды.....	51
Америка пересаживается на электромобили	52
Новые возможности и новые перспективы выставки GasSUF	53
С.В. Лохоткин Использование альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания.....	56
Я.С. Мкртычан, Р.Р. Батыршин, С.В. Люгай, Д.В. Селиванов Перспективы создания нового поколения грузовых газомоторных автомобилей.....	60
В.И. Карагусов, В.Л. Юша, И.В. Карагусов Использование холода газификации природного газа для кондиционирования на транспорте.....	66
В.М. Фомин, Ф.А. Шустров Изучение особенностей кинетики окисления азота в двигателе с послойным смесеобразованием.....	68
И.К. Александров Определение дополнительных энергетических потерь при движении поезда по кривой	72
Abstracts of articles.....	76
Авторы статей в журнале №5 (35) 2013 г.....	78



'Alternative Fuel Transport' international science and technology journal, No. 5 (35) 2013

Registered with the Federal Service for Supervision in Mass Communications and Cultural Heritage Protection

Printed Matter Registration Certificate No. FS77-30114

Founder and Publisher

Non-Commercial Partnership National Gas-Vehicle Association (NGVRUS)

Published

6 issues a year

Editor-in-Chief

Tsybulsky, P.G.

Director General of Gazprom VNIIGAZ, PHD

Editorial board members

Budzulyak, B.V.

Chairman of the Commission for Use of Natural and Liquefied Petroleum Gas as Gas-Motor Fuel, Doctor of Engineering

Erokhov, V.I.

MAMI Professor, Doctor of Engineering

Kavtaradze, R.Z.

Professor of N.E. Bauman's MG TU, Doctor of Engineering

Klimova, T.V.

acting Head of Public and Mass Media Relations Service of Gazprom VNIIGAZ

Kozlov, S.I.

Professor, Doctor of Engineering

Lyugai, S.V.,

PhD, Director of the Centre «Gas Use»,

JSC «Gazprom VNIIGAZ»,

executive director, NGVRUS

Markov, V.A.

Professor of N.E. Bauman's MG TU,

Doctor of Engineering

Nikolaenko, A.V.

Rector of the Moscow State Technical University (MAMI), Professor, Doctor of Science

Panov, Yu.V.

Professor of MADI (GTU), Candidate of Science

Patrakhaltsev, N.N.

Professor of People's Friendship University of Russia,

Doctor of Engineering

Pronin, E.N.

member of the Council, NGVRUS

Stativko, V.L.

vice-president, NGVRUS, Candidate of Science

Fateev, V.N.

Deputy Director of RNC Kurchatovsky Institute,

Doctor of Chemistry

Editor

Ershova, O.A.

E-mail: transport.1@ngvrus.ru

Subscription and Distribution Department

Amurskaya, M.I.

E-mail: transport.2@ngvrus.ru

Editorial office address:

PO Box 253, p. Razvilka, Leninsky r-n,

Moskovskaya obl, 142717

Phone: 8 965 439-80-23 • www.ngvrus.ru

Order number

Passed for press on 25.08.2013

Endorsed to be printed on 25.09.2013

Format 60x90 1/8 Circulation 3,000 copies Enamel paper

Offset printing, 10,5 conditional printed sheets

When copying materials, a reference 'Alternative Fuel Transport' International Scientific and Technical Magazine is obligatory.

The editors are not responsible for accuracy of the information contained in advertising matter.

CONTENTS

Gennady Savelyev, Alexander Shapkayts, Viacheslav Podosinnikov, Alexander Medvedev Agricultural tractors running on CNG.....	7
Stanislav Lyugai, Andrey Evstifeev, Vladimir Timofeev, Michail Balashov, Yulia Drygina Economic indicators comparison of using liquid motor fuel and gas motor fuel	14
Vladimir Konoplyov, Andrey Latyshev, Alexander Lysenko, Konstantin Miroshnikov Concept of Automobile Transportation Company Bus Fleet Renovation by Substitution of the Diesel Buses for CNG-Buses	20
Vladimir Markov, Eugeny Bebenin, Eugeny Pozdnyakov Comparative Evaluation of Alternative Fuels for Diesel Engines.....	24
Aleksey Tsaplin, Sergey Bochkarev, Igor Druzyakin Feed Control LNG in the Fuel System of Engine	30
Viktor Moskovkin, Michail Gurov, Andrey Shkel The Lada Car the World Record-holder on Fuel Efficiency	33
Sergey Sakharov, Eugene Pronin The Golden Age of Methane on the March	45
Sergey Lokhotkin The Use of Alternative Fuels in Internal Combustion Engines.....	56
Yakov Mkrtychian, Rafael Batyrshin, Stanislav Lyugai, Daniil Selivanov Perspectives of Creation a New Generation Commercial Gas Motor Vehicles	60
Vladimir Karagusov, Vladimir Yusha, Ivan Karagusov The Use Cold of Gasification of Natural Gas for Air Conditioning on Transport.....	66
Valery Fomin, Fedor Shustrov Study of the Peculiarities of the Kinetics of the Oxidation of Nitrogen in the Engine with Stratified Mixture Formation.....	68
Igor Alexandrov Identification of Additional Energy Loss when Driving a Train on a Curve.....	72
Abstracts of articles	76
Contributors to journal issue No. 5 (35) 2013	79



Россия имеет все предпосылки для успешного развития использования природного газа в качестве моторного топлива, являясь одним из глобальных лидеров по добыче газа и контролируя около 20 % мировых запасов природного газа.

В пользу расширения использования газомоторного топлива (ГМТ) говорят значительные преимущества, благодаря которым оно выступает одним из немногих экономически обоснованных способов улучшения экологической ситуации в стране. Активное использование ГМТ на транспорте может также благоприятно сказаться на российском рынке моторных топлив: конкуренция с бензином и дизельным топливом будет сдерживать цены, которые в последние годы только росли.

Тем не менее, несмотря на все предпосылки и очевидные преимущества, газомоторный сегмент в России практически не развит. В ряде стран мира ГМТ получило широкое распространение – в Индии, Китае, Бразилии, Иране, Южной Корее и других странах оно используется на миллионах автомобилей.

Успешное развитие отрасли в России требует мер государственной поддержки, а также активных

действий заинтересованных компаний. В зарубежной практике широко развита система финансовых и технических мер стимулирования развития рынка ГМТ. Существует необходимость разработки комплекса подобных мер в России.

Отправной точкой для этого стало совещание о перспективах использования газомоторного топлива в Сочи 14 мая 2013 г., на котором президент РФ Владимир Путин объявил, что Россия должна войти в число лидеров по использованию газомоторного топлива.

По итогам совещания были подписаны важные руководящие документы, которые должны дать новый импульс в этом важном для экономики страны вопросе.

Сегодня мы публикуем Перечень поручений Президента Российской Федерации по итогам совещания по вопросу расширения использования газа в качестве моторного топлива от 14 мая 2013 г. и Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 мая 2013 г. № 767-П «О регулировании отношений в сфере использования газового моторного топлива».

Президент
Российской Федерации
В. Путин
Пр-1298

ПЕРЕЧЕНЬ ПОРУЧЕНИЙ Президента Российской Федерации по итогам совещания по вопросу расширения использования газа в качестве моторного топлива 14 мая 2013 г.

Правительству Российской Федерации:

1. Принять комплексный план расширения использования газа в качестве моторного топлива, предусмотрев:
 - а) внедрение и эксплуатацию техники, работающей на газомоторном топливе, в том числе перевод на такое топливо железнодорожного, речного, морского транспорта и сельскохозяйственной техники;
 - б) реализацию в субъектах Российской Федерации пилотных проектов по переводу транспортных средств на газомоторное топливо;
 - в) создание условий для производства в Российской Федерации техники (включая оборудование и компоненты), предназначенной для производства, хранения и использования газомоторного топлива;
 - г) реализацию долгосрочной государственной политики в сфере ценообразования на газомоторное топливо.

Срок – 14 ноября 2013 г.

2. Проработать вопрос о включении мер, предусмотренных комплексным планом расширения использования газа в качестве моторного топлива, в соответствующие государственные программы Российской Федерации. О результатах доложить в установленном порядке.

Срок – 14 февраля 2014 г.

3. В целях расширения использования техники, работающей на газомоторном топливе, включая сжиженный природный газ, и обеспечения безопасности ее эксплуатации внести изменения в законодательство Российской Федерации для актуализации:

- а) нормативно-правовой базы, регулирующей требования к объектам, предназначенным для производства, хранения и использования газомоторного топлива; к объектам инфраструктуры, включая объекты дорожного сервиса; к колесным транспортным средствам, работающим на газомоторном топливе; к газомоторному топливу, включая сжиженный природный газ;
- б) нормативно-правовой базы, регулирующей вопросы доступа компаний, в том числе независимых производителей газа, реализующих проекты по развитию сети газозаправочных станций, к объектам газотранспортной инфраструктуры (с учетом необходимости стимулирования реализации таких проектов);
- в) нормативно-правовой базы, регулирующей требования к зданиям, предназначенным для хранения транспортных средств, оснащенных газобаллонным оборудованием;
- г) нормативно-правовой базы в области повышения энергетической эффективности;
- д) земельного законодательства и законодательства в области планирования территории в части, касающейся размещения газозаправочных станций, а также расширения площади существующих автозаправочных станций для размещения газозаправочной инфраструктуры;
- е) норм и правил пожарной безопасности, требований промышленной безопасности, в том числе в части, касающейся требований, предъявляемых к газозаправочным и автозаправочным станциям, имея в виду потенциальную возможность использования бензина, дизельного и газомоторного топлива в едином автозаправочном комплексе;
- ж) санитарных норм и правил, в том числе в части, касающейся требований к санитарно-защитным зонам газозаправочных станций и классификации объектов газозаправочной инфраструктуры.

Срок – 14 мая 2014 г.

4. Представить в установленном порядке предложения:

- а) по гармонизации законодательства Российской Федерации в сфере использования газомоторного топлива с соответствующими международными документами;
- б) по созданию стимулов для использования субъектами Российской Федерации газомоторного топлива;
- в) о мерах государственной поддержки расширения использования техники, работающей на газомоторном топливе, включая сжиженный природный газ, в том числе о целесообразности:
 - софинансирования за счет средств федерального бюджета расходов субъектов Российской Федерации на закупку автобусов, техники для жилищно-коммунального хозяйства и сельскохозяйственной техники, работающих на газомоторном топливе;
 - субсидирования перевода транспортных средств и сельскохозяйственной техники на газомоторное топливо;
 - освобождения от уплаты таможенных пошлин при ввозе оборудования, предназначенного для производства, хранения и использования газомоторного топлива;
 - снижения ставок транспортного налога для транспортных средств, работающих на газомоторном топливе;
 - поддержки НИОКР в области разработки техники (включая оборудование и компоненты), предназначенной для производства, хранения и использования газомоторного топлива;
 - создания условий для трансферта технологий и локализации производства лучших образцов техники (включая оборудование и компоненты), предназначенной для производства, хранения и использования газомоторного топлива.

Срок – 14 сентября 2013 г.

5. В целях стимулирования использования экологически чистых моторных топлив, в том числе газомоторного топлива, представить в установленном порядке предложения по установлению:

- а) дополнительных требований к транспортным средствам, используемым в регионах с неблагоприятной экологической ситуацией;
- б) требований, касающихся обязательного размещения газозаправочной инфраструктуры на автозаправочных станциях.

Срок – 14 сентября 2013 г.

6. Обеспечить:

- а) соблюдение технического регламента «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту», в том числе с использованием механизма четырехсторонних соглашений, всеми нефтеперерабатывающими предприятиями;
- б) федеральное статистическое наблюдение за объектами газозаправочной инфраструктуры и техникой, работающей на газомоторном топливе.

Срок – постоянно.

Ответственный: Медведев Д.А.

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РАСПОРЯЖЕНИЕ

от 13 мая 2013 г. № 767-р

«О регулировании отношений в сфере использования газового моторного топлива»

1. Минэнерго России, Минпромторгу России и Минтрансу России с участием заинтересованных федеральных органов исполнительной власти и организаций до 1 декабря 2013 г. представить в установленном порядке в Правительство Российской Федерации проекты нормативных правовых актов в части регулирования отношений в сфере использования газового моторного топлива, в том числе природного газа в качестве моторного топлива.

2. Минэнерго России, Росстандарту и Минпромторгу России с участием заинтересованных федеральных органов исполнительной власти и организаций до 1 января 2014 г. представить в установленном порядке в Правительство Российской Федерации предложения по вопросам:

- а) гармонизации правовых актов Российской Федерации в области стандартизации с соответствующими международными документами в сфере использования природного газа в качестве моторного топлива;
- б) целесообразности разработки технического регламента Таможенного союза в сфере использования природного газа в качестве моторного топлива.

3. Минпромторгу России, Минрегиону России, Минтрансу России и Минэнерго России с участием заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и организаций до 1 января 2014 г. разработать и представить в установленном порядке в Правительство Российской Федерации комплекс мер, направленных на создание условий для доведения к 2020 г. в субъектах Российской Федерации уровня использования природного газа в качестве моторного топлива на общественном автомобильном транспорте и транспорте дорожно-коммунальных служб:

- а) в городах с численностью населения более 1000 тыс. человек – до 50 процентов общего количества единиц техники;
- б) в городах с численностью населения более 300 тыс. человек – до 30 процентов общего количества единиц техники;
- в) в городах и населенных пунктах с численностью населения более 100 тыс. человек – до 10 процентов общего количества единиц техники.

4. Минпромторгу России, Минсельхозу России и Минрегиону России с участием заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и организаций до 1 января 2014 г. разработать и представить в установленном порядке в Правительство Российской Федерации комплекс мер, направленных на расширение использования природного газа в качестве моторного топлива для сельскохозяйственной техники.

5. Роспотребнадзору и Минэнерго России с участием заинтересованных федеральных органов исполнительной власти и организаций до 1 декабря 2013 г. внести в санитарные нормы и правила изменения в части классификации объектов автомобильных газонаполнительных компрессорных станций в зависимости от мощности, а объектов, использующих сжиженный природный газ, – в зависимости от объемов хранения газа.

6. Минпромторгу России, Минтрансу России и Минэкономразвития России с участием заинтересованных федеральных органов исполнительной власти до 1 ноября 2013 г. представить в установленном порядке в Правительство Российской Федерации предложения о снижении (обнулении) ставки ввозной таможенной пошлины на компоненты, необходимые для производства транспортных средств, использующих природный газ в качестве моторного топлива, а также на оборудование и механизмы, используемые для заправки транспортных средств природным газом.

7. Минпромторгу России, Минрегиону России, Минтрансу России и Минсельхозу России с участием заинтересованных федеральных органов исполнительной власти до 1 декабря 2013 г. подготовить и представить в установленном порядке в Правительство Российской Федерации предложения о развитии системы субсидирования перевода транспортных средств на использование природного газа в качестве моторного топлива в целях обновления автобусного парка, транспорта дорожно-коммунальных служб и сельскохозяйственной техники.

8. Минприроды России, Минрегиону России и Минтрансу России с участием заинтересованных федеральных органов исполнительной власти до 1 декабря 2013 г. представить в установленном порядке в Правительство Российской Федерации предложения о внесении в законодательство Российской Федерации изменений, допускающих при отсутствии документации по планировке территории размещение объектов дорожного сервиса, в том числе газозаправочных станций (природный газ), на основании схемы размещения указанных объектов, подготовленной и утвержденной владельцем федеральной автомобильной дороги по согласованию с МВД России.

9. Рекомендовать органам государственной власти субъектов Российской Федерации снизить в соответствии с пунктом 2 статьи 361 Налогового кодекса Российской Федерации налоговые ставки транспортного налога для транспортных средств, использующих природный газ в качестве моторного топлива, начиная с 1 января 2014 г. на срок до 2020 г.

10. Росстату по согласованию с МВД России, Минрегионом России и Минсельхозом России установить начиная с 1 января 2014 г. формы федерального статистического наблюдения в отношении:

- а) количества транспортных средств, использующих природный газ в качестве моторного топлива, в разрезе компримированного природного газа и сжиженного природного газа с разбивкой по видам транспортных средств (автобусы, дорожно-коммунальная техника, сельскохозяйственная техника);
- б) количества объектов газозаправочной инфраструктуры, использующих природный газ, по видам газозаправочных станций (автомобильные газонаполнительные компрессорные станции, криогенные автомобильные газозаправочные станции, многотопливные автозаправочные станции);
- в) объема реализации природного газа в качестве моторного топлива.

11. МВД России, Минрегиону России и Минсельхозу России с участием органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации обеспечить ежегодное представление в Росстат сведений, предусмотренных подпунктом «а» пункта 10 настоящего распоряжения.

**Председатель Правительства
Российской Федерации
Д.МЕДВЕДЕВ**

Сельскохозяйственные тракторы, работающие на метане

Г.С. Савельев, профессор, зав. лабораторией ГНУ ВИМ, д.т.н.,

А.Д. Шапкайц, ведущий научный сотрудник ЗАО «НПП Криосервис», к.т.н.,

В.В. Подосинников, к.т.н.,

А.А. Медведев, гл. инженер ФГБУ «Поволжская МИС», к.т.н.

Изложены результаты работ по созданию опытных образцов сельскохозяйственных тракторов, работающих на сжатом и сжиженном природном газе, представлены результаты стендовых, приемочных и эксплуатационных испытаний. Приведены сравнительные результаты испытаний газодизельных тракторов с механическими и электронными системами регулирования подачи газа, а также результаты определения коммерческой эффективности тракторов с газодизельными и газоискровыми двигателями.

Ключевые слова: сжатый и сжиженный природный газ, газодизельный двигатель, газоисковой двигатель, система регулирования подачи газа.

Непредсказуемый рост цен на традиционные моторные топлива (в 4 раза за 10 лет) и растущий диспаритет цен на топливо и сельхозпродукцию стимулируют применение альтернативных топлив. В настоящее время наиболее реальной альтернативой нефтяным моторным топливам являются газомоторное топливо, биотопливо на основе растительных масел и спиртов, а также жидкое синтетическое топливо из биомассы.

В России основным стимулом расширения использования газомоторного топлива (ГМТ) является его более низкая (в 2 раза) цена по сравнению с нефтяным. Ограниченная инфраструктура заправки и хранения ГМТ, увеличенные массогабаритные параметры бортовых газотопливных систем и связанная с этим меньшая длительность работы на одной

заправке в определенной степени сдерживают использование ГМТ. Однако имеющиеся в России ресурсы газа, в значительной степени превосходящие ресурсы нефти, реализуемые и намеченные на перспективу целевые комплексные программы развития газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе, существующие тенденции и темпы развития ГМТ за рубежом дают основания уверенно прогнозировать в ближайшей перспективе расширение использования газомоторного топлива в автотракторной технике.

В совместной лаборатории ГНУ ВИМ Россельхозакадемии и ООО «Газпром ВНИИГАЗ», функционировавшей в 1994-2008 гг., разработана конструкторская документация, изготовлены образцы основных моделей тракторов К-701, Т-150К, МТЗ-82, ЮМЗ-6,

ДТ-75 (рис. 1) и автомобилей ЗИЛ (рис. 2), работающих на сжатом природном газе (КПГ). Образцы проходили приемочные испытания на машиноиспытательных станциях [1].

Эксплуатационные испытания тракторов, работающих на ГМТ, проводились в Ставропольском крае, Рязанской, Саратовской и Свердловской областях.

Для заправки тракторов КПГ разработаны и изготовлены передвижные автомобильные газозаправщики (ПАГЗ) на базе полуприцепа к автомобилю КАМАЗ и автомобиля ЗИЛ с прицепом. Последние используются для заправки газом в поле, а при сложных дорожных условиях ПАГЗ на базе прицепа может транспортироваться трактором.

Газодизельные тракторы отличаются от базовых увеличенной эксплуатационной массой за счет установки



Рис. 1. Работающие на КПГ газодизельные тракторы К-701, МТЗ-82, ДТ-75 на пахоте в Ставропольском крае

газобаллонной аппаратуры и длительностью работы на одной заправке топливом. Увеличение эксплуатационной массы при установке стальных баллонов из легированной стали у различных тракторов составляет 7...9 %, при металлопластиковых баллонах – 4,6...6,2 %.

Одной из главных проблем перевода тракторов на КПГ является размещение необходимого числа баллонов при соблюдении следующих условий [2]:

- сохранение всережимного регулирования частоты вращения коленчатого вала двигателя, работающего на ГМТ;
- возможность агрегируемости трактора с основным комплексом сельхозмашин и транспортными средствами;
- соответствие требованиям стандартов по нормам воздействия движителей на почву и безопасности труда;
- удобство проведения технического обслуживания;
- распределение массы тракторов по осям без ухудшения тягово-динамических показателей и навесоспособности сельхозмашин;
- обеспечение габаритов трактора в пределах нормируемых показателей (при установке баллонов они не должны по ширине выходить за транспортный габарит 2,5 м или габариты базового трактора);
- сохранение возможности использования аварийных мобилизационных люков и открывания окон кабины;
- возможность использования у трактора вала отбора мощности (ВОМ) для привода активных рабочих органов мобильных и стационарных сельхозмашин.

Соблюдение всех указанных выше условий в полной мере не всегда возможно. Особенно сложно обеспечить выполнение требований стандартов по нормам воздействия движителей на почву без их модернизации ввиду



Рис. 2. Работающие на КПГ газодизельный автомобиль ЗИЛ-432900 и автомобиль ЗИЛ-5301 с конвертированным газовым двигателем и зажиганием от искры

того, что базовые дизельные тракторы не всегда удовлетворяют этим нормам. Поэтому представляет интерес оценка уровня изменения воздействия движителей на почву за счет увеличения эксплуатационной массы трактора при установке баллонов для КПГ. Такая оценка была проведена применительно к газодизельному трактору Т-150К с десятью газовыми баллонами из легированной стали, установленными на его заднюю полураму, с общей массой 795 кг.

Результаты оценки показали – увеличение массы трактора за счет установки баллонов для КПГ не привело к повышению плотности почвы высокой влажности, что объясняется увеличением пятна контакта шин с почвой при росте нагрузки на них, а также эффектом дилатансии, который приводит к раздавливанию почвы и снижению ее твердости. При исследованиях на стерне с влажностью физической спелости почвы наблюдается незначительное ухудшение почвенных характеристик: увеличение твердости почвы на 7,8 % и сопротивления вспашке на 2,4 %; снижение коэффициента крошения пласта на 3,9 %. Эти незначительные негативные последствия устраняются при комплектации трактора шинами большего размера.

При установке баллонов над кабиной газодизельного трактора МТЗ-82 уменьшается угол поперечной статической устойчивости в пределах допустимого на 2° (до 33°) и затрудняется открытие люка на крыше для очистки воздушного фильтра системы нормализации микроклимата. При

установке баллонов в виде двух кассет на задних полурамах тракторов «Кировец» и Т-150К с просветом по продольной оси отмечается частичное уменьшение обзорности позади трактора, при этом видимость навесного устройства и агрегируемых с трактором сельхозмашин сохраняется.

Конструкция секции позволяет демонтировать баллоны для пересвидетельствования без демонтажа кассеты. Расположение кассет с баллонами по бокам с просветом позволяет осуществлять их ремонт и техническое обслуживание, а также обеспечивает нормальное функционирование ВОМ.

По результатам приемочных испытаний газобаллонного трактора К-701 в РосНИИТиМ дано заключение, что элементы бортовой газотопливной системы не затрудняют доступ в кабину и к местам обслуживания трактора, оборудование газобаллонной аппаратурой тракторов «Кировец» и Т-150К не влияет на их агрегируемость с основным комплексом навесных, полунавесных, прицепных сельхозмашин и транспортными средствами. Догрузка заднего моста трактора К-701 при установке баллонов на заднюю полураму трактора улучшает развесовку по осям. По данным испытаний, при работе этого трактора на полях с неровным рельефом за счет снижения вертикальных колебаний на рабочем месте механизатора повышается производительность, улучшаются условия его труда. При установке баллонов на сельскохозяйственных тракторах не увеличиваются габариты тракторов,

за исключением габарита по высоте при монтаже баллонов на крыше кабин у тракторов МТЗ-80, ЮМЗ-6, ЛТЗ-55 и ДТ-75.

Энергетические и топливно-экономические показатели газодизелей

По газовому топливу газодизель имеет внешнее смесеобразование и возможность получения гомогенной смеси во всасывающем тракте. Это позволяет работать на более низких по сравнению с дизелем коэффициентах избытка воздуха и при соответствующих подачах газового топлива обеспечивает возможность получения у газодизеля мощности на 20...30 % больше мощности базового дизеля.

Перефорсировка газодизеля по мощности может привести к увеличению теплонапряженности деталей цилиндропоршневой группы, что приведет к подплавлению поршней и выходу из строя других деталей. Поэтому при переоборудовании дизелей в газодизели необходимо предусматривать исключение возможности перефорсировки газодизеля по мощности за счет увеличения подачи газа в процессе эксплуатации. Для этого целесообразно снабжать газодизель блокировочными системами по теплонапряженности. В качестве управляющего параметра в этих системах может служить температура отработавших газов (ОГ), давление наддува и расход топлива. Использование электронных систем регулирования топливоподачи позволяет реализовать ограничения как по отдельным параметрам, так и по их комплексу. Наиболее простым управляющим параметром является температура ОГ. При превышении допустимой температуры блокировочная система должна снижать подачу газового топлива или подавать соответствующий сигнал о необходимости регулировки топливоподачи. Особенно чувствительны к перефорсировке газодизели с наддувом, как правило,

из-за более высокой теплонапряженности базового дизеля.

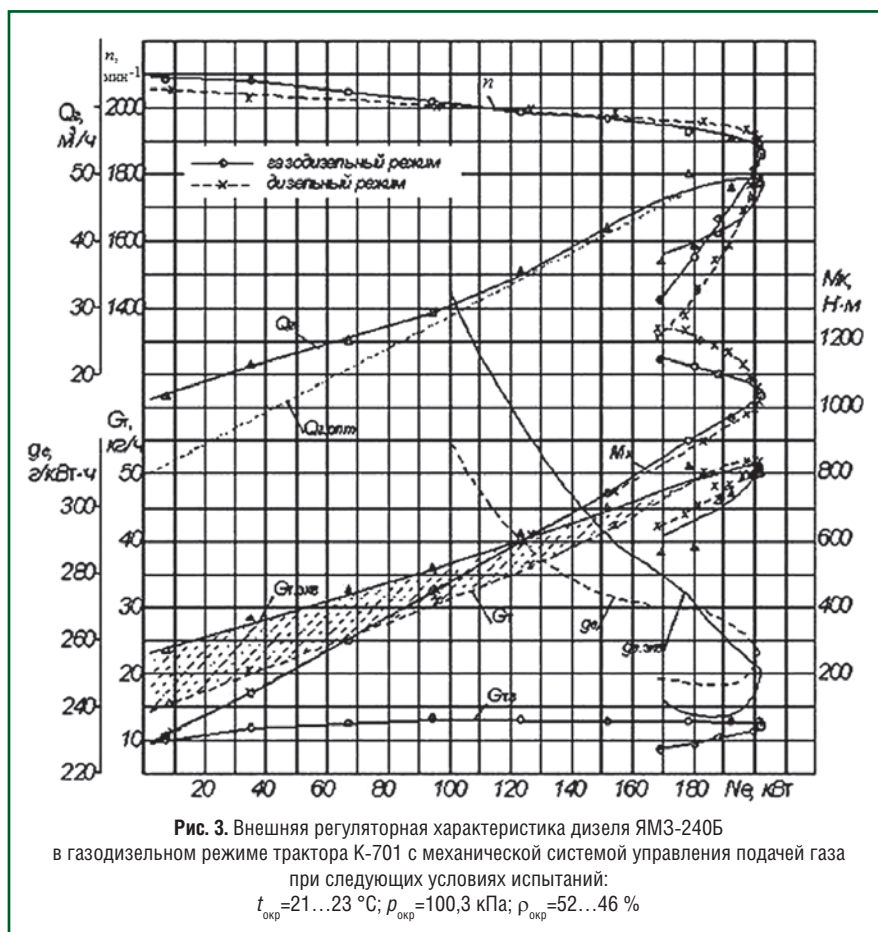
Двигатель развивает практически одинаковую максимальную мощность в режиме газодизеля (203 кВт) и дизеля (202 кВт). Частота вращения КВ при максимальной мощности в режиме газодизеля (1880 мин⁻¹) меньше, чем в дизельном режиме (1920 мин⁻¹), а максимальная частота вращения КВ холостого хода у газодизеля (2090 мин⁻¹) выше, чем у дизеля (2060 мин⁻¹).

Степень неравномерности регулятора δ по ГОСТ 18509 у газодизеля с механической системой регулирования газоподдачи выше (8,7 %), чем у дизеля (5,5 %).

Величина запальной дозы дизельного топлива (ДТ) газодизеля, выраженная в процентах, определяется отношением величины запальной дозы ДТ в газодизельном режиме к номинальному расходу ДТ. Для увеличения замещения дизельного топлива газовым и повышения эффекта

уменьшения затрат на топливо величину запальной дозы целесообразно снижать. Снижение величины запальной дозы ограничивается возможностью воспламенения газозооной смеси, особенно на режимах малых нагрузок. Кроме того, необходимо учитывать снижение цикловой подачи ДТ при уменьшении частоты вращения за счет возрастания утечек в зазорах плунжерных пар, что также приводит к необходимости устанавливать величину запальной дозы не менее 17...20 % для существующей отечественной серийной дизельной топливной аппаратуры.

Снижению величины запальной дозы способствуют мероприятия по улучшению равномерности работы цилиндров при работе на ее цикловых подачах. С этой целью при переоборудовании дизелей на газодизельный режим проводится регулировка топливного насоса высокого давления (ТНВД) для снижения



неравномерности цикловых подач между секциями на режиме запальной дозы, так как у дизеля минимальная неравномерность цикловых подач обеспечивается на номинальных цикловых подачах ДТ. Кардинальное снижение величины запальной дозы ДТ может быть достигнуто у дизелей с высоким давлением впрыска при аккумуляторной системе топливоподачи типа Common Rail.

Из представленной на рис. 3 внешней регуляторной характеристики газодизеля ЯМЗ-240Б трактора К-701 при работе в дизельном и газодизельном режимах с механической системой регулирования газоподдачи видно, что запальная доза ДТ (G_{T3}) остается примерно одинаковой – 12,3 кг/ч в широком диапазоне мощности на регуляторной ветви характеристики.

Величина запальной дозы на режиме максимальной частоты холостого хода (XX) 2090 мин⁻¹ снижается до 9,75 кг/ч, что меньше расхода топлива в дизельном режиме, равного 14,8 кг/ч при частоте 2060 мин⁻¹. Исходя из указанной разницы в расходах ДТ в газодизельном и дизельном циклах на данном режиме необходимо подавать газ 4,4 кг/ч с учетом разницы в теплоте сгорания газа и ДТ. Применяемая механическая система осуществляет подачу газа 11 кг/ч, что в 2,5 раза больше необходимого. По мере увеличения мощности избыточная подача газа уменьшается, что видно из характера протекания зависимостей $G_{T экв}$ (газодизель) и G_T (дизель). При мощности 180 кВт эквивалентный расход топлива газодизеля $G_{T экв}$ и расход топлива в режиме дизеля G_T становятся одинаковыми.

На корректорном участке регуляторной характеристики эквивалентный расход топлива у газодизеля $G_{T экв}$ меньше, чем у дизеля G_T , что приводит к более низким значениям крутящего момента на этом участке у газодизеля и соответствующему снижению коэффициента запаса крутящего момента

по ГОСТ 18509 у газодизеля (9,7 %) по сравнению с дизелем (22,9 %).

Избыточная подача газа при механической системе регулирования на рис. 4 показана заштрихованной площадью между зависимостями часового расхода топлива у газодизеля $G_{T экв}$ и дизеля G_T . Следует отметить, что на корректорной ветви характеристики эквивалентный удельный расход топлива у газодизеля $g_{e экв}$ меньше, чем g_e у дизеля. При этом происходит снижение запальной дозы ДТ вследствие уменьшения частоты вращения КВ и возрастания утечек топлива через зазоры плунжерной пары.

Штрихпунктирной линией на рис. 4 показана зависимость от мощности оптимальной подачи газа для исключения перерасхода газа на регуляторной ветви характеристики. Однако обеспечить оптимальное регулирование подачи газа во всем диапазоне нагрузок с механическим приводом дозатора и эжекторной подачей газа путем оптимизации размеров газоздушного смесителя

и профиля штока дозатора газа весьма проблематично.

Оптимизация подачи газа на регуляторной и корректорной ветвях регуляторной характеристики в полной мере обеспечивается при электронной системе управления подачей газа. Из сравнения данной характеристики и характеристики с механической системой регулирования (см. рис. 4) видно, что электронная система регулирования четко формирует регуляторную характеристику газодизеля, полностью идентичную дизельной характеристике. Эквивалентный и удельный расходы топлива у газодизеля на регуляторной ветви характеристики практически совпадают с расходом топлива дизеля, то есть топливная экономичность газодизеля на регуляторной ветви одинакова с тем же параметром дизеля, на корректорной ветви топливная экономичность у газодизеля – 213 г/(кВт·ч) – лучше, чем у дизеля – 226 г/(кВт·ч).

Характер зависимости крутящего момента у газодизеля и дизеля

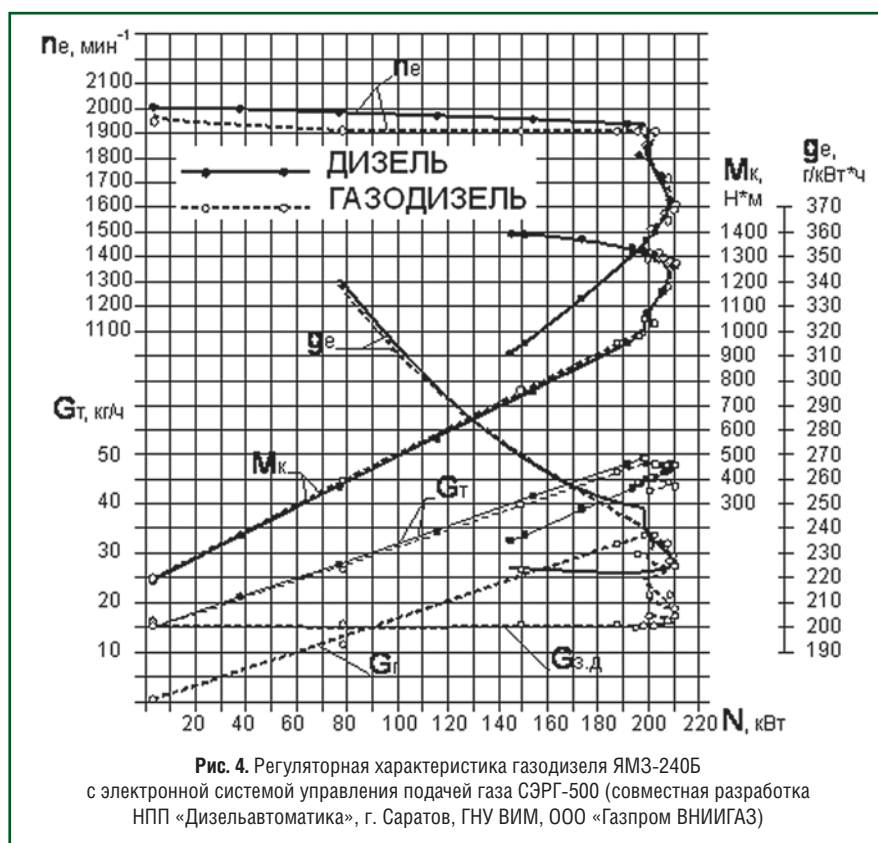


Таблица 1

Энергетические и топливно-экономические показатели двигателя СМД-62 в дизельном и газодизельном режимах

Основные показатели	Газодизель	Дизель
<i>При холостом ходе</i>		
Частота вращения, мин ⁻¹	2258	2260
Расход топлива, кг/ч	8,17	8,20
<i>При максимальной мощности</i>		
Мощность, кВт / при частоте вращения, мин ⁻¹	123,8 / 2080	121,1 / 2095
Расход топлива, кг/ч	29,3	30,4
В том числе газа, м ³ /ч	23,5	–
Запальная доза ДТ, кг/ч	10,5	–
Удельный расход топлива, г/(кВт·ч)	236,6	251,0
<i>При максимальном крутящем моменте</i>		
Крутящий момент, Нм / при частоте вращения, мин ⁻¹	735,6 / 1420	646,0 / 1510
Удельный расход топлива, г/(кВт·ч)	217,5	245,8
Корректорный запас крутящего момента, %	29,5	17,0

идентичен. Частота вращения на регуляторной ветви у газодизеля в диапазоне от максимальной мощности до холостого хода остается близкой к постоянной величине до выключения подачи газа на режиме ХХ, после чего двигатель выходит на дизельный режим с соответствующим изменением частоты вращения.

Аналогичные результаты получены при испытаниях газодизельного трактора Т-150К с дизелем СМД-62 и электронной системой регулирования газоподачей СЭРГ-500 (табл. 1). В газодизельном режиме также был получен более высокий корректорный коэффициент запаса крутящего момента (29,5 %) в сравнении с дизельным режимом (19 %).

При переоборудовании дизеля Д-243 трактора МТЗ-82 на газодизельный режим применяется как простая по конструкции эжекторная система смесеобразования с механическим приводом плунжерного дозатора от штатного всережимного регулятора, так и микропроцессорная система СЭРГ-500.

При стендовых испытаниях снимались регуляторные и скоростные характеристики трех вариантов двигателя (дизель, газодизель, газовый двигатель с зажиганием от искры), что позволило определять расходы топлива с минимальной погрешностью и повышать достоверность расчетов коммерческой эффективности.

Максимальная мощность в газодизельном режиме (59,9 кВт) незначительно отличается от мощности базового дизеля (58,2 кВт). Но механическая система регулирования газоподдачи не позволяет получить необходимый коэффициент запаса крутящего момента, который согласно ГОСТ для тракторов должен быть не менее 15 %. Для его достижения необходимо использование в газодизеле более дорогой микропроцессорной системы всережимного регулирования газоподдачи СЭРГ-500, при которой

обеспечивается коэффициент запаса крутящего момента 20 %.

При этом мощность газодизеля (56,4 кВт) также близка к мощности дизеля (57,1 кВт), удельный расход топлива в газодизельном и дизельном режимах практически одинаков и равен соответственно 238 и 237 г/(кВт·ч).

Микропроцессорная система регулирования СЭРГ-500 обеспечивает постоянство частоты вращения на участке регуляторной ветви характеристики, где производится регулируемая подача газа, что особенно ценно при использовании газодизеля в электрогенераторных установках, комбайнах и машинах с приводом ак-

тивных рабочих органов, требующих постоянной частоты вращения при переменной нагрузке.

Преимущества газотопливной системы с микропроцессорной системой управления подтверждаются также испытаниями по определению характеристик трогания и разгона машинотракторного агрегата (МТА) с плугом и транспортным агрегатом при работе газодизельного трактора К-701 в дизельном и газодизельном режимах. Результаты испытаний показали полную идентичность характеристик трогания и разгона агрегатов при работе двигателя в дизельном и газодизельном режимах (рис. 5).

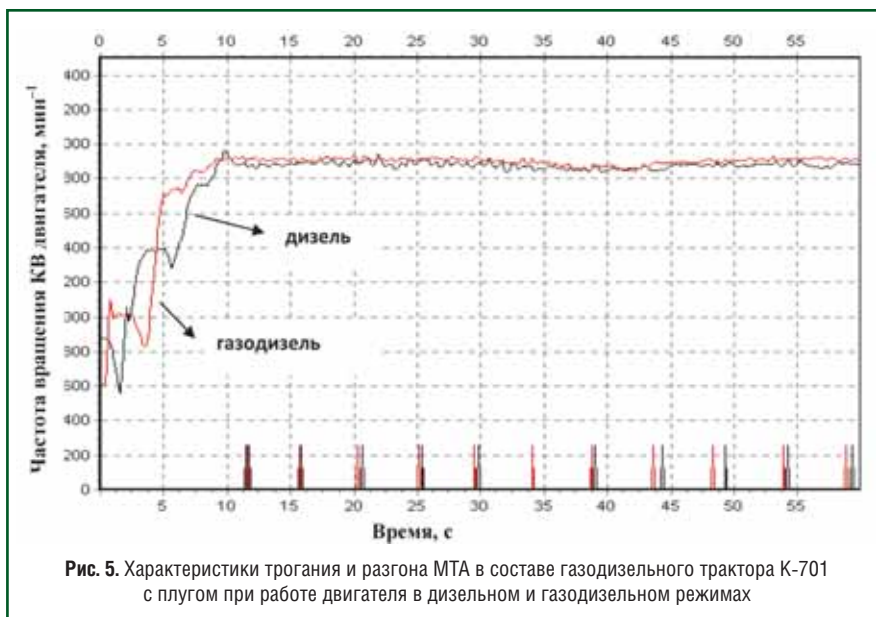


Рис. 5. Характеристики трогания и разгона МТА в составе газодизельного трактора К-701 с плугом при работе двигателя в дизельном и газодизельном режимах

Переоборудование тракторов для работы на сжиженном природном газе (СПГ)

Одними из главных недостатков переоборудования тракторов на КПГ являются недостаточная величина одноразовой заправки газом и увеличенная эксплуатационная масса трактора за счет установки газовых баллонов. Данные недостатки в значительной степени устраняются при использовании СПГ.

В ГНУ ВИМ, ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и Поволжской МИС разработаны, изготовлены и испытаны опытные образцы газодизельных тракторов МТЗ-82 и К-701, работающих на КПГ и СПГ (рис. 6).

На тракторе МТЗ-82 установлен бак БКТ-100 объемом 100 л с вакуумной изоляцией, на тракторе К-701 – два или один бак БКТ-300 в зависимости от необходимой длительности работы на одной заправке. Оба бака производства ОАО «НПО Гелиймаш».

Технические характеристики бортовых систем питания СПГ в сравнении с системами КПГ при использовании этих баков представлены в табл. 2. Данные таблицы показывают, что применение СПГ по сравнению с КПГ обеспечивает:



Рис. 6. Тракторы К-701 и МТЗ-82, работающие на СПГ

- увеличение объема одноразовой заправки в 2,8-3,5 раза при использовании СПГ по сравнению с КПГ при одинаковых габаритах газовых сосудов;

- уменьшение массы газобаллонного оборудования при одинаковой величине одноразовой заправки в связи с тем, что масса баллонов КПГ в 2 раза (при металлопластиковых баллонах) и 5 раз (при стальных легированных баллонах) больше массы баков СПГ, соответственно при одинаковой массе сосудов объем одноразовой заправки СПГ будет больше на такие же величины.

При увеличении объема одноразовой заправки преимущества СПГ возрастают, так как с увеличением объема бака СПГ в меньшей степени увеличивается удельный объем арматурного отсека.

С исчезновением вторичного рынка дешевых баллонов, а также с переходом на дорогие стальные и металлопластиковые отечественные и импортные баллоны стоимость переоборудования на КПГ и СПГ практически сравнялась.

Система для СПГ в отличие от бортовой системы КПГ не имеет редукторов высокого и низкого давления, так как давление газа на входе в дозатор системы СПГ поддерживается постоянным за счет арматурного блока бака. Вместо баллонов КПГ установлены баки для СПГ 12 (рис. 7) с теплообменниками-испарителями 8 для подогрева СПГ.

В качестве теплоносителя используется охлаждающая жидкость системы охлаждения двигателя. Ввиду того, что баки и теплообменники устанавливаются на задней полураме трактора на расстоянии 3 м от двигателя, для

Таблица 2

Характеристики бортовых систем СПГ газодизельных тракторов

Параметры бортовой топливной системы	Трактор МТЗ-82		Трактор К-701	
	КПГ	СПГ	КПГ	СПГ
Мощность двигателя, кВт	58,8	58,8	198,5	198,5
Число газовых баллонов	4	1	18 стальных	1 или 2
Марка баллонов / баков	БА-51-20	БКТ100	БТ-51-20	БКТ-300
Суммарный объем, л	204	110	900	325/650*
Масса порожних сосудов, кг	135,6	92	844	145/290*
Масса природного газа одноразовой заправки, кг	29,25	40	129	120/240*
Объем природного газа при нормальных условиях, нм ³	40,8	55,8	180	168/336*
Габаритный объем газовых сосудов, м ³	0,615	0,3	2,66	0,71/1,42*
Удельный объем газа (нм ³ газа / м ³ сосудов)	66,3	186	67,7	237
Удельная масса газа (масса газа/масса сосуда)	0,216	0,434	0,153	0,827

* В зависимости от числа баков (1 или 2).

Таблица 3

Энергетические и топливно-экономические показатели трактора К-701 с бортовой топливной системой СПГ по результатам испытаний в Поволжской МИС

Показатель	Дизель	Газодизель
Максимальная мощность двигателя в комплектации, соответствующей эксплуатационной мощности, кВт	205,3	205,1
Частота вращения КВ двигателя при максимальной мощности, мин ⁻¹	1918	1841
Часовой расход топлива при максимальной мощности, кг/ч	54,1	18,6/35,6*
Удельный расход топлива при максимальной мощности, г/(кВт·ч)	264	97/180*
Корректорный коэффициент запаса крутящего момента, %	18,4	19,1
Максимальная частота вращения КВ двигателя на холостом ходу, мин ⁻¹	2112	2025
Часовой расход топлива при максимальной частоте вращения КВ на холостом ходу, кг/ч	18,6	18,6
Средние за время испытаний атмосферные условия		
температура, °С	20	19
давление, кПа	102	102
относительная влажность, %	65	65
Максимальная температура, °С охлаждающей жидкости	85	77
топлива	21	22
масла	90	98

* В числителе – расход дизельного топлива, в знаменателе – расход газа.

интенсификации подвода теплоты от системы охлаждения двигателя к теплообменнику 8 требуется установка дополнительного насоса с электроприводом.

Для включения ограничителя запальной дозы 30 в него подается газ по трубопроводу 33 после открытия клапана-фильтра 32. Контроль открытия клапана и включения ограничителя запальной дозы осуществляется за счет датчика давления газа 31.

Отмеченные преимущества бортовых систем питания СПГ подтверждены результатами испытаний образцов тракторов К-701 и МТЗ-82, работающих на СПГ. Трактор К-701 прошел приемочные испытания в Поволжской МИС (см. рис. 6).

Мощностные и топливно-экономические показатели по результатам торможения газодизельного двигателя трактора К-701 с бортовой топливной системой СПГ представлены в табл. 3. Двигатель в газодизельном режиме развивает одинаковую

с дизельным режимом мощность 205 кВт, корректорный запас крутящего момента на 4 % выше по сравнению

с дизельным режимом. Удельный расход топлива при максимальной мощности в газодизельном режиме (суммарный 277 г/кВт·ч) на 5 % больше чем в дизельном (264 г/кВт·ч).

Благодаря испытаниям трактора выявлена необходимость тщательной проработки процесса подогрева СПГ в теплообменнике при использовании теплоты от системы охлаждения двигателя. На режиме максимальной мощности с максимальным расходом СПГ в застойных зонах теплообменника происходит замерзание антифриза (в данном случае тосола).

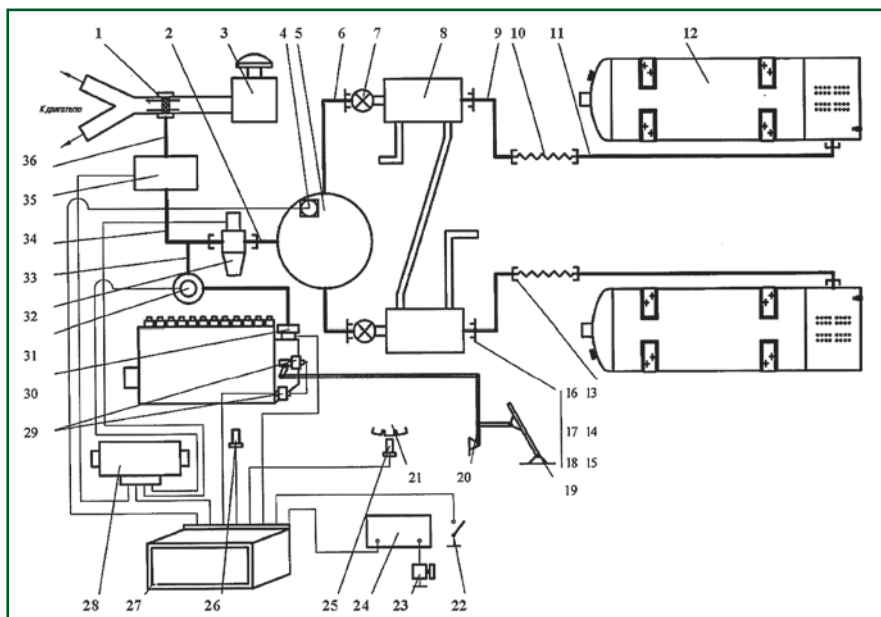


Рис. 7. Принципиальная схема бортовой топливной системы газодизельного трактора К-701, работающего на СПГ, для варианта с двумя баками БКТ-300:

1 – распылитель газа; 2, 6, 9, 11, 33, 34, 36 – газовые магистрали; 3 – воздушный фильтр двигателя; 4 – датчик температуры газа; 5 – карман газовых коллекторов; 7 – магистральный шаровой кран; 8 – теплообменник-испаритель; 10 – гибкий металлорукав; 12 – бак для СПГ; 13-18 – соединительная газовая арматура; 19, 20 – педаль управления подачей топлива; 21 – зубчатый венец маховика; 22 – тумблер включения газодизельного режима; 23 – выключатель массы; 24 – аккумуляторная батарея; 25 – датчик частоты вращения; 26 – датчик температуры двигателя; 27 – блок автоматического контроля системы; 28 – усилитель мощности; 29 – педальный задатчик; 30 – механизм ограничения запальной дозы; 31 – датчик давления газа; 32 – электромагнитный газовый клапан с фильтром; 35 – дозатор газа

Литература

1. Савельев Г.С. Применение газомоторного и биодизельного топлив в автотракторной технике. – М.: ГНУ ВИМ, 2009. – 213 с.
2. Савельев Г.С., Шапкайтц А.Д., Подосинников В.В., Коклин И.М. Руководство по организации и проведению переоборудования тракторов для работы на компримированном природном газе. Министерство сельского хозяйства и продовольствия. ВРД 39-1.20-019-2000. – 78 с.

Сравнение экономических показателей при использовании жидкого моторного и газомоторного топлив

С.В. Люгай, директор Центра использования газа ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.,

А.А. Евстифеев, начальник лаборатории ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.,

В.В. Тимофеев, ведущий инженер ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,

М.Л. Балашов, ведущий инженер ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,

Ю.Н. Дрыгина, специалист 1-й категории ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Переход на газомоторное топливо для автотранспортного предприятия требует детальной проработки экономических аспектов. В статье приведены экономические характеристики автотранспортного предприятия по транспортировке твердых бытовых отходов.

Ключевые слова: газомоторные транспортные средства, экономика автотранспортного предприятия, компримированный природный газ.

Особенность деятельности автотранспортного предприятия состоит в том, что его продукцией является перемещение грузов или пассажиров в пространстве. В других сферах материального производства выпуск продукции и ее реализация разделены между собой в пространстве и времени, так как производят продукт на предприятиях, фирмах и в кооперативах, а реализуют в местах, удобных для сбыта. Спрос на готовый продукт в самых разных областях жизнедеятельности возможен лишь при условии, что этот продукт доставлен к месту потребления. Решением задачи доставки готовой продукции к месту потребления и занимается транспорт.

В транспортной же отрасли особенность продукта состоит в том, что его производство и потребление совпадают во времени и пространстве, составляя единый процесс.

Транспорт продолжает процесс производства материальных благ в пределах процесса обращения и завершает его доставкой продукта потребителю. Поэтому транспорт выделился в особую отрасль материального производства в

результате общественного разделения труда.

Транспортная система России представлена всеми видами транспорта: автомобильным, железнодорожным, водным, воздушным, трубопроводным. Из них автомобильный транспорт является самым развитым и востребованным, на его долю приходится свыше 70 % грузовых перевозок и свыше 50 % пассажирских перевозок. Очень важным показателем является широкое распространение частных фирм, оказывающих услуги по транспортировке грузов, около 90 % всех объемов перевозок выполняется предприятиями негосударственных форм собственности.

Осуществление перевозок невозможно без транспортных средств, людей, топлива и отлаженной сервисной инфраструктуры. Процесс транспортировки – это затратный процесс, увеличивающий стоимость изготовленного продукта. Основной задачей руководителей и организаторов автотранспортных перевозок является обеспечение снижения затрат за счет выбора оптимальных решений в следующих сферах деятельности: подбор подвижного состава для конкретного

грузопотока; разработка маршрутов движения с учетом объема перевозок, дальности, протяженности по времени, загруженности дорог разных категорий; расчет и выбор технико-эксплуатационных показателей работы подвижного состава; определение затрат на транспортировку с учетом стоимости погрузки, выгрузки, экспедиции, хранения и др.; заключение договоров с заказчиком с указанием тарифов за перевозки, сумм штрафных санкций и причин их наложения, за исключением тарифов, фиксированных на законодательном уровне.

Планирование численности и состава парка транспортных средств автотранспортного предприятия (АТП) представляет собой задачу многокритериальной оптимизации на базе сравнения вариантов технико-экономических расчетов. Составление расчетных технико-экономических показателей деятельности автотранспортного предприятия подробно описано в работе [1]. Воспользуемся приведенной в данной работе методикой для оценки эффективности перевода одной колонны автотранспортного предприятия на компримированный природный газ (КПГ).

Таблица 1

Технические характеристики мусоровозов на базе шасси «КАМАЗ» [2]

Характеристики	Модификация	
	Дизельная	Газовая
Модель	КО-440В1	КО-440ВГ-1
Габаритные размеры, мм	9000×2500×3600	9315×2480×3080
Колесная база, мм	3590+1320	3690+1320
Дорожный просвет, мм	255	255
Полезный объем кузова, м ³	18	18
Погрузочная высота, мм	1050	1050
Размерность колес, дюйм (мм)	7,0...20 (178...508)	7,0...20 (178...508)
Размер шин	11.00R20	11.00R20
Радиус поворота, м	9,0	9,0
Грузоподъемность, кг	9700	10805
Полная масса, кг	22400	17000
Двигатель	740.62-280	820.60-260
Рабочий объем, л	11,9	11,76
Мощность, кВт/ мин ⁻¹	206/2500	191/2200
Крутящий момент, Н·м/мин ⁻¹	460/1400	110/1400
Коробка передач	Механическая	Механическая
Число ступеней КП	5	5
Максимальная скорость, км/ч	80	80
Вид топлива	Дизельное	КПГ
Расход топлива	35 л/100 км	35 нм ³ /100 км
Вместимость топливного бака	350 л	144 нм ³
Стоимость единицы, млн руб.	3,4	4,25

Для примера возьмем колонну из 30 мусоровозов на базе шасси КАМАЗ 65115-1071-62.

Выбор транспортных средств

Перед тем как начать проведение каких-либо технико-экономических расчетов, необходимо подобрать практически идентичные по характеристикам автомобили. В рамках

данной работы мы решили использовать информацию из открытых источников в виде каталогов и прейскурантов завода «КАМАЗ».

Сравним технические характеристики дизельной и газовой модификаций мусоровоза (табл. 1).

Из приведенных табличных данных видно, что при аналогичном расходе топлива запас хода у мусоровоза на природном газе в два раза меньше,

также меньше мощность двигателя. При этом он может взять на две тонны отходов больше. Остальные характеристики у машин одинаковые.

Расчет балансовой стоимости и амортизационных отчислений

Балансовая стоимость автомобилей представляет собой денежную оценку их по первоначальной стоимости. Из бухгалтерского учета известно, что это – сумма фактических затрат по первичным платежным документам, которая состоит из договорной цены автомобиля, регистрационных сборов, государственных пошлин, обязательного страхования и услуг по оформлению и доставке.

В общем виде балансовая стоимость автомобиля определяется по формуле

$$S_{ат} = S_{тс} + S_{гп} + \sum S_y, \quad (1)$$

где $S_{ат}$ – договорная (рыночная) цена, руб.; $S_{тс}$ – цена завода-изготовителя с учетом НДС; $S_{гп}$ – государственные пошлины и регистрационные сборы; S_y – стоимость услуг и страховые сборы.

Амортизация автомобилей – это перенесение их стоимости на предоставляемые услуги (табл. 2). Сумма амортизационных отчислений определяется на основе норм амортизации, которые представляют собой размер ежегодного возмещения стоимости автомобиля при его эксплуатации. Для грузовых автомобилей грузоподъемностью более 2 т с ресурсом до капитального ремонта 200...250 тыс. км норма амортизации приравнивается к 14,3 % балансовой стоимости в год [3].

Таблица 2

Расчет балансовой стоимости и амортизации автомобилей

Модификация	Модель автомобиля	Число автомобилей, ед.	Договорная цена, тыс. руб.	Кoeffициент дополнительных выплат	Балансовая стоимость автомобиля, тыс. руб.		Норма амортизации, %	Сумма амортизации, тыс. руб.
					Одного	Всех		
Дизельная	КО-440В1	30	3 400	0,1	3 740	112 200	14,3	16 044,6
Газовая	КО-440ВГ-1	30	4 250	0,1	4 675	140 250	14,3	20 055,75



**Расчет
численности водителей
и годового фонда
оплаты труда (табл. 3 и 4)**

Численность водителей на заданный объем перевозок грузов рассчитывается по формуле

$$N_{\text{вд}} = \frac{N_{\text{рд}} t_{\text{рд}} K_{\text{г}} N_{\text{тс}}}{N_{\text{рв}}}, \quad (2)$$

где $N_{\text{вд}}$ – число водителей; $N_{\text{рд}}$ – число рабочих дней; $K_{\text{г}}$ – коэффициент готовности транспортных средств; $N_{\text{тс}}$ – численность транспортных средств; $N_{\text{рв}}$ – годовая норма рабочего времени [4].

Итого для обслуживания 30 мусоровозов при коэффициенте готовности 0,8 и 350 рабочих днях в год необходимы 37 водителей.

Определяем число водителей по профессиональным классам. Для укрупненных расчетов принимаем следующую структуру водительского персонала:

- Водители I класса 35 % (13 чел)
- Водители II класса 25 % (10 чел)
- Водители III класса 40 % (14 чел)

Форму оплаты труда выбираем повременную за отработанное время по тарифным ставкам (см. табл. 3). Тарифная ставка для водителей III класса грузовых автомобилей составляет 86,96 руб./ч.

Единая тарифная сетка [5]

Таблица 3

Разряд	Коэффициент	Тарифная ставка [6], руб.
1	1,000	12200,00
2	1,041	12700,20
3	1,093	13334,60
4	1,143	13944,60
5	1,273	15530,60
6	1,308	15957,60
7	1,441	17580,20
8	1,582	19300,40
9	1,738	21203,60
10	1,905	23241,00
11	2,096	25565,10
12	2,305	28121,61
13	2,536	30933,77
14	2,789	34027,15
15	3,068	37429,86
16	3,375	41172,85
17	3,712	45290,13
18	4,084	49819,15

Доплаты за классность установлены в процентах к тарифным ставкам III класса:

- I класс 25 %
- II класс 10 %

**Расчет годового расхода
автомобильного топлива и
смазочных материалов (табл. 5)**

Норма расхода топлива или смазочного материала – установленное

Таблица 4

Расчет годового фонда оплаты труда водителей

Показатели	Класс водителей			Итого	Примечание
	I	II	III		
1. Число водителей, чел.	13	10	14	37	—
2. Часовая тарифная ставка с учетом доплаты за классность, руб./ч	108,7	95,66	86,96	—	—
3. Годовой фонд времени водителя, ч	1820,00	1820,00	1820,00	—	—
4. Годовой фонд основной заработной платы, руб.	2 571 842,00	1 740 939,20	2 215 740,80	6 528 522,00	п.1×п.2×п.3
5. Премии, руб.	1 285 921,00	870 469,60	1 107 870,40	3 264 261,00	50 % от п.4
6. Доплата за экспедирование, руб.	385 776,30	261 140,88	332 361,12	979 278,30	15 % от п.4
7. Дополнительная зарплата, руб.	424 353,93	287 254,97	365 597,23	1 077 206,13	10 % от п.4+п.5+п.6
8. Среднемесячная зарплата водителя, руб.	29922,39	26331,71	23937,91	—	—
Итого годовой фонд основной и дополнительной зарплат, руб.	4 667 893,23	3 159 804,65	4 021 569,55	11 849 267,43	—

Примечание. Оплата труда за работу в праздничные и выходные дни в двойном размере.

Таблица 5

Расчет годового расхода автомобильного топлива и смазочных материалов

Показатель	Автомобиль	
	Дизельный	Газовый
Годовой объем топлива на один автомобиль	31046,5 л	31046,5 м ³
Стоимость на единицу объема, руб. [7]	34,70	13,40
Стоимость топлива на один автомобиль, руб./год	1 077 313,55	416 023,1
Нормативная потребность в моторном масле на один автомобиль, кг/год	868	868
Стоимость моторного масла, руб./кг	71,66	73,82
Нормативные затраты на масло, руб./год	62 200,88	64 075,76
Нормативная потребность в трансмиссионных маслах, кг/год	124,5	124,5
Нормативная потребность в специальных маслах, кг/год	46,6	46,6
Нормативная потребность в пластичных смазках, кг/год	108,7	108,7
Стоимость пластичных смазок на один автомобиль, руб./год	15 109,2	15 109,2

значение меры потребления топлива или смазочного материала при работе конкретного автомобиля в конкретных условиях.

Для автомобилей общего назначения установлены следующие категории эксплуатации:

1. Базовая норма на 100 км пробега автомобиля.
2. Норма на 100 тонно-километров транспортной работы.
3. Норма на поездку с грузом.

Базовая норма расхода дизельного топлива автомобиля КАМАЗ составляет 32 л на 100 км. Данный показатель корректируется в зависимости от дорожно-транспортных, климатических и других эксплуатационных факторов с помощью ряда поправочных коэффициентов в форме процентов повышения или понижения исходного значения нормы. Норма расхода топлива будет выше из-за следующих условий:

- работа в зимнее время – 4 % в год для Москвы и Московской области;
- работа на сложных дорогах – 10 %;
- работа в городе с населением более 3 млн чел. – 25 %;

- работа, требующая частых технологических остановок, связанных с погрузкой–выгрузкой – 10 %.

В итоге базовую норму необходимо увеличить на 49 %.

При выполнении двух рейсов в сутки по маршрутам одинаковой протяженности 100 км и при расстоянии до маршрута в 10 км среднесуточный пробег автомобиля составит 220 км. Тогда среднегодовой пробег с учетом коэффициента готовности составит 61,6 тыс. км.

Нормы расхода смазочных материалов на автомобильном транспорте предназначены для оперативного учета, расчета удельных норм расхода масел и смазок при обосновании потребности в них на АТП. Нормы расхода масел и смазок снижаются на 50 % для всех автомобилей, находящихся в эксплуатации до 3 лет, и увеличиваются до 20 % для автомобилей, находящихся в эксплуатации более 8 лет [8].

Расчет годовой потребности в шинах

Гарантийный пробег для покрышек, используемых на колесах автомобилей КАМАЗ, составляет 90 тыс. км. При годовом пробеге 61,6 тыс. км и 10 колесах коэффициент замены отработавших покрышек при уровне износа 75 % составит 6,84, то есть по семь комплектов новых покрышек на один автомобиль в год. По состоянию на 1 июля 2013 г. минимальная стоимость одной покрышки составляет 9,7 тыс. руб., таким образом затраты на покрышки составят 67,9 тыс. руб./год на один автомобиль и 2,037 млн на колонну из 30 машин.

Расчет затрат на техническое обслуживание и текущий ремонт транспортных средств

Техническое обслуживание подвижного состава включает следующие виды работ: ежедневное обслуживание (ЕО), которое разделяется на E_{oc} , выполняемое ежедневно при возвращении и выезде автомобиля, и $E_{от}$, выполняемое перед техническим обслуживанием (ТО) или текущим ремонтом (ТР); ТО-1 и ТО-2 после пробега определенного количества километров, диагностика состояния машины и отдельных агрегатов (Д), текущий ремонт и капитальный ремонт (КР), сезонное обслуживание (СО). На каждый вид обслуживания разработаны нормативы затрат (табл. 6).

Периодичность технического обслуживания для грузовых автомобилей общего пользования (I категория условий эксплуатации) составляет: ТО-1 – 4000 км, ТО-2 – 11000 км.

Объем каждого вида обслуживания за год определяется исходя

Таблица 6

Нормативы затрат на ТО и ТР автомобиля (данные на июль 2013 г.), руб./100 км пробега

Марка автомобиля	ЕО	ТО-1	ТО-2	ТР	Д-1	Д-2	Итого
КАМАЗ КО-440В1	95,87	136,41	196,50	962,77	68,2	98,34	1558,09
КАМАЗ КО-440ВГ-1	107,87	136,41	196,50	962,77	68,2	98,34	1569,78



Калькуляция себестоимости

Статьи расходов	Расходы, руб.				Примечание
	КАМАЗ КО-440В1		КАМАЗ КО-440ВГ-1		
	На годовой объем перевозок	На 1 т груза	На годовой объем перевозок	На 1 т груза	
1. Заработная плата	11 849 267,43	62,36	11 849 267,43	62,36	
2. Отчисления на социальные нужды	2 445 086,93	12,87	2 445 086,93	12,87	26 % от ст.1
3. Автомобильное топливо	32 319 406,50	170,10	12 480 693,00	112,75	
4. Смазочные материалы	2 319 302,40	12,21	2 375 548,80	12,50	
5. Износ и ремонт авторезины	2 037 000,00	10,72	2 037 000,00	10,72	
6. Техническое обслуживание и ремонт	2 879 350,20	15,15	3 800 953,50	20,01	
7. Амортизация подвижного состава	16 044 600,00	84,45	20 055 750,00	105,56	
8. Общехозяйственные расходы	13 978 698,59	73,57	12 797 069,33	68,59	25 % от суммы расходов по ст.1-7
Итого	83 872 191,55	441,43	76 782 415,99	404,17	
В том числе					
переменные расходы	53 848 892,96	283,41	43 929 596,66	231,26	ст.1+...+ст.6
постоянные расходы	30 023 298,59	158,02	32 852 819,33	172,91	ст.7+ст.8

из годового пробега автомобиля и откорректированных нормативов пробега:

E_{oc} – ежедневно;

$E_{от}$ – перед ТО-1, ТО-2, ТР (составляет сумму проводимых обслуживаний за год);

D – по мере необходимости (принимается в размере 0,5 суммы ТО-1, ТО-2, ТР);

CO – два раза в год и совмещается с ТО-1 или ТО-2.

Для транспортных средств на КПП необходимо предусматривать дополнительные средства на обслуживание газобаллонной аппаратуры и переосвидетельствование установленных газовых баллонов. При наличии на борту автомобиля восьми баллонов высокого давления переосвидетельствование составит 144 тыс. руб. на автомобиль. Переосвидетельствование проводится один раз в пять лет. Распределив стоимость переосвидетельствования во времени, получаем дополнительные 30 тыс. руб. затрат на автомобиль в год.

При указанных нормативах затрат на техническое обслуживание

в годовом исчислении получается 95 978,34 руб. для автомобиля с дизельным двигателем и 126 698,45 – для автомобиля на КПП.

Калькуляция себестоимости перевозок грузов приведена в табл. 7.

Тарифы на вывоз бытовых отходов [9] формируются по методике, разработанной и утвержденной в субъектах федерации. При этом фирмы вправе указывать в договорах на транспортировку отходов цены, отличные от значений, полученных по методике.

Так, согласно оценкам экспертов, сделанным по результатам мониторинга рынка услуг по вывозу твердых бытовых отходов в Москве, средняя стоимость по состоянию на 1 июля 2013 г. установилась на уровне ~700 руб./т.

Минимальными объемами перевозки грузов для обеспечения безубыточности при данных условиях являются следующие:

– 67991,46 т/год – дизельными грузовиками;

– 73099,93 т/год – грузовиками на газовом моторном топливе.

При полной загрузке автотранспортного предприятия валовая прибыль составит:

- для дизельных мусоровозов – 49 127,808 тыс. руб./год;

- для газомоторных мусоровозов – 56 217,584 тыс. руб./год.

Из валовой прибыли выплачиваются следующие налоги.

- На прибыль (20 % от валовой прибыли):

- для дизельных мусоровозов 8 187,968 тыс. руб./год;

- для газомоторных мусоровозов 9 369,597 тыс. руб./год.

- На имущество (принимаем 2,2 % от стоимости автомобилей):

- для дизельных мусоровозов 2 415,264 тыс. руб./год;

- для газомоторных мусоровозов 3 019,080 тыс. руб./год.

- Транспортный налог:

- для дизельных мусоровозов 1 264,500 тыс. руб./год (150 руб.×281 л.с.);

- для газомоторных мусоровозов 1 170,500 тыс. руб./год (150 руб.×260 л.с.).

Таблица 8

Технико-экономические показатели проекта

Показатели	Мусоровоз	
	Газовый	Дизельный
Годовой объем перевозок, т	190 000	190 000
Количество подвижного состава, ед.	30	30
Балансовая стоимость подвижного состава, тыс. руб.	140 250,000	112 200,000
Число водителей	37	37
Среднемесячная заработная плата водителей, руб.	26 730,67	26 730,67
Производительность труда водителя, руб./год	1 152 943,42	1 007 029,09
Суточная производительность одной машины, т	18,05	18,05
Время одной ездки, ч	3	3
Число ездки за смену	2	2
Общий пробег автомобиля за смену, км	220	220
Среднетехническая скорость автомобиля, км/ч	25	25
Эксплуатационная скорость автомобиля, км/ч	27,5	27,5
Коэффициент использования среднетехнической скорости	1,13	1,13
Себестоимость перевозки 1 т груза, руб.	404,17	441,43
Тариф за перевозку 1 т груза, руб.	700	700
Прибыль, руб./год		
валовая	56 217 584,01	49 127 808,45
чистая	42 658 906,44	37 260 076,19
Общая сумма налогов, выплаченных из прибыли, руб./год	13 558 677,57	11 867 732,26
Рентабельность, %		
перевозки по отношению к себестоимости	55,55	44,42
производства по отношению к ОПФ	30,41	33,20

- Чистая прибыль:
 - для дизельных мусоровозов 37 260,076 тыс. руб./год;
 - для газомоторных мусоровозов 42 658,906 тыс. руб./год.

На основе выполненных расчетов составим табл. 8 технико-экономических показателей.

Приведенные расчеты показывают наличие рентабельности использования газомоторной техники городскими коммунальными службами при уборке твердых бытовых отходов. Годовые показатели рентабельности перевозки таких отходов на 11 % выше у автотранспортного предприятия, оснащенного техникой на КПГ. Данные показатели достигаются за счет низкой стоимости газового моторного топлива по сравнению с

традиционными жидкими, в частности, дизельным топливом. При достаточно высокой начальной стоимости транспортных средств следует заметить, что показатели рентабельности по отношению к прибыли на 11 % выше у газомоторных автомобилей, при этом дизельные автомобили за счет меньшей начальной стоимости на 4 % рентабельнее газовых. В денежном выражении чистая прибыль для предприятия, использующего дизельные автомобили, составит 37 260 076 руб. в год, а для предприятия, использующего газобаллонные автомобили, – 42 658 906 руб. в год, то есть на 5 398 830 руб. меньше. И это без учета экологического эффекта, связанного с сокращением выбросов сажи и серы в атмосферу.

Литература

1. Трусова Л.И. Экономика авто-транспортного предприятия. Учебное пособие. – Ул.: УлГТУ, 2003.
2. Данные из каталога и прейскуранта по состоянию на 01.08.2013 г. с официального сайта компании-производителя ОАО «КАМАЗ» www.kamaz.ru.
3. Приложение 14 к РД 37.009.015–98 с Изменениями № 1, 2, 3, 4, 5, 6 «Методическое руководство по определению стоимости автотранспортных средств с учетом естественного износа и технического состояния на момент предъявления».
4. ОНТП-01–91 Росавтотранс «Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта» и РД 3107938-0176–91 «Временное совместное решение по корректировке нормативных требований, представленных в ОНТП-01-91, МГСН 5.01-94 и касающихся разработки разделов по охране окружающей среды при проектировании стоянок легковых автомобилей».
5. Постановление правительства г. Москвы от 31.08.2012 г. № 445-ПП «О мерах по переходу государственных общеобразовательных учреждений, подведомственных департаменту образования города Москвы, на систему оплаты труда, отличную от тарифной системы оплаты труда работников государственных учреждений города Москвы».
6. Соглашение о минимальной заработной плате в городе Москве на 2013 г. между правительством Москвы, московскими объединениями профсоюзов и московскими объединениями работодателей (12.12.2012 г.).
7. Приложение «Цены месяца» // ТЭК России. – 2013. – № 06.
8. Распоряжение Министерства транспорта РФ от 14.03.2008 г. № АМ-23-р «О введении в действие методических рекомендаций “Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте”».
9. Распоряжение департамента жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства города Москвы при правительстве Москвы от 30.11.2011 г. № 05-14-784/1 «Об утверждении методических рекомендаций по расчету стоимости транспортировки твердых бытовых отходов из домовладений».



Обновление автобусного парка путем замены на автотранспортные средства, использующие КПГ

В.Н. Коноплев, профессор МГИУ, д.т.н.,

А.П. Латышев, зам. гл. конструктора АМО ЗИЛ,

А.Е. Лысенко, генеральный директор ООО «Газовая индустрия»,

К.С. Мирошников, заместитель директора по экономике ООО «Газовая индустрия»

Автобусный транспорт является лидером среди других видов общественного транспорта в структуре перевозок. Автобусные перевозки остались единственным сегментом рынка пассажирских перевозок, в котором лидирующую роль сохраняют государственные и муниципальные предприятия (79 % в общем объеме пассажирских перевозок). Использование в качестве моторного топлива сжатого природного газа позволит существенно укрепить конкурентоспособность отечественного автомобилестроения.

Ключевые слова: ПА3-3237, газовый автобус YAXING BUS JS6811, сжатый природный газ (КПГ), срок окупаемости автобуса.

Объем продаж автобусов в России в 2010 г. составил 60 тыс., на долю автобусов российского производства приходится чуть менее 70 % – 40 тыс. По данным агентства «Автостат», более половины (54 %) всех зарегистрированных в 2007-2010 гг. в органах ГИБДД новых автобусов приходится на автобусы марки ПА3.

Автобусы ПА3 сегодня выпускаются во всех классах – малом, среднем и большом. Модельный ряд предприятия достаточно широк, но автобусы именно малого класса (длиной до 8,5 м) составляют основную долю продукции Павловского автобусного завода.

Автобусы малого класса получили в нашей стране самое широкое распространение, являясь незаменимым решением для внутригородских и пригородных перевозок. Основным их преимуществом можно назвать мобильность и маневренность. Автобус малого класса отлично ведет себя как в условиях интенсивного городского движения, так и на шоссе.

Кроме этого, такие автобусы отличаются доступной стоимостью и отличными экономическими показателями в эксплуатации.

Основной моделью автобусов малого класса Павловского автобусного завода можно назвать ПА3-3205 и его многочисленные модификации. Именно эта модель наиболее распространена в регионах.

В настоящее время в качестве наиболее вероятной покупки при обновлении автобусного парка можно рассматривать дизельный автобус марки ПА3-3237 по средней цене 2,5...2,6 млн руб. Данная модель считается первым низкопольным автобусом отечественного производства. Машина предназначена для перевозки пассажиров в условиях крупных городов, городских центров, а также для налаживания регулярной перевозки жителей между населенными пунктами.

Модель ПА3-3237 отличается от предшествующих отечественных автобусов отличной маневренностью и

повышенной комфортностью. Данный автобус имеет среднюю вместимость, а также высокий уровень безопасности: низкопольная конструкция очень удобна при посадке-посадке пассажиров. Также новая модель оснащается аппаратами для инвалидов.

При покупке китайского автобуса YAXING аналогичной категории и класса, работающего на КПГ, затраты составят 2,4 млн руб., что ниже на 4...7 % по сравнению с покупкой ПА3-3237. Для обеспечения конкурентоспособности цена газового автобуса отечественного производства, таким образом, не должна превышать цену автобуса китайского производства (табл. 1).

Годовая сумма экономии на топливе при использовании автобуса на КПГ по сравнению с дизельным аналогом при пробеге от 70 до 100 тыс. км/год составляет 290,5...415,0 тыс. руб. на один автобус.

Расчеты показывают, что при сроке окупаемости дизельного автобуса 5 лет (стандартный максимальный

Таблица 1

Эффективность использования пассажирского автотранспорта на природном газе

Вид топлива	Цена топлива, руб./л(м³)	Расход топлива на 1 км, л(м³)	Затраты при годовом пробеге, руб.			
			70 000 км	80 000 км	90 000 км	100 000 км
Дизель (автобус малого класса ПА3-3237)	28,00	0,25	490 000	560 000	630 000	700 000
Метан (газовый автобус YAXING BUS JS6811)	9,50	0,30	199 500	228 000	256 500	285 000
Экономия на затратах по статье «топливо», руб./год			290 500	332 000	373 500	415 000

срок лизинга) автобус, работающий на КПГ, окупится менее чем за 2,5 года, то есть в два раза быстрее.

Одновременная покупка автомобильной газовой наполнительной компрессорной станции (АГНКС) по средней цене 22 млн руб. «под ключ» и парка автобусов позволит более чем в 2 раза снизить удельные расходы на КПГ за счет возможности его приобретения без торговой наценки.

Объем полученной топливной экономии на один газовый автобус по сравнению с дизельным аналогом в этом случае составит в зависимости от величины пробега от 395,5 до 565 тыс. руб./год (табл. 2).

Согласно расчетным данным, срок окупаемости комплекса, состоящего из парка газовых автобусов (со средним годовым пробегом 70 тыс. км) и АГНКС, в зависимости от величины закупаемого парка составит от 3,7 до 2,4 лет (табл. 3).

Автотранспортное предприятие может использовать АГНКС для получения дополнительного дохода за счет продажи КПГ сторонним организациям, что позволит еще больше сократить срок окупаемости комплекса.

Кроме того, благодаря автобусам нового поколения с передовыми экологическими характеристиками АТП будет способствовать улучшению экологии в своем населенном пункте.

Основой модельного ряда Павловского автозавода является автобус малого класса ПА3-3205 и его модификации, при этом наиболее актуальный на сегодняшний день автобус ПА3-3237. Именно эту модель нужно позиционировать как наиболее перспективную с точки зрения обновления автобусного парка.

Предлагаемая автотранспортным предприятиям модель газового автобуса, таким образом, должна по своим базовым характеристикам соответствовать ПА3-3237. Указанную модель можно использовать в качестве прототипа. В настоящее время автобус ПА3-3237 оснащен четырехцилиндровым дизельным двигателем Cummins 4ISBe 185B мощностью 136 кВт. Длина автобуса составляет 7,9 м, полная масса – 10,25 т. Мощность двигателей на автобусах малого класса в модельном ряду Павловского автозавода колеблется в пределах от 86 до 136 кВт (для новых модификаций и моделей) или

от 12,5 до 14,7 кВт на 1 т полной массы автобуса.

То есть, оптимальная мощность газового двигателя, установленного на предлагаемый автобус, не должна превышать 147 кВт. Установка двигателя большей мощности не даст ощутимых преимуществ и приведет к перерасходу топлива, а значит к дополнительным расходам предприятия-перевозчика.

Разработку газового двигателя можно осуществлять с нуля либо на базе прототипа. Последний вариант с экономической точки зрения наиболее предпочтителен. При этом использование в качестве прототипов двигателей импортного производства нецелесообразно ввиду высокой стоимости технологических работ, которая будет перенесена на стоимость серийного образца.

В качестве прототипа можно использовать бензиновый или дизельный двигатели. Одним из критериев выбора является стоимость конвертации, которая у дизельного прототипа существенно выше по сравнению с бензиновым за счет необходимости изменения большего количества

Таблица 2

Эффективность использования пассажирского автотранспорта на природном газе при условии покупки автотранспортным предприятием АГНКС

Вид топлива	Цена топлива, руб./л	Расход топлива на 1 км, л (м³)	Затраты при годовом пробеге, руб.			
			70 000 км	80 000 км	90 000 км	100 000 км
Дизель (автобус малого класса ПА3-3237)	28,00	0,25	490 000	560 000	630 000	700 000
Метан (газовый автобус YAXING BUS JS6811)	4,50	0,30	94 500	108 000	121 500	135 000
Экономия на затратах по статье «топливо», руб./год			395 500	452 000	508 500	565 000



Таблица 3

Срок окупаемости АГНКС в зависимости от величины автобусного парка

Число газовых автобусов, ед.	Срок окупаемости комплекса «автобусы + АГНКС», лет
5	3,70
10	3,05
15	2,79
20	2,66
25	2,57
30	2,51
35	2,47
40	2,43
45	2,41
50	2,39

компонентов вследствие следующих причин.

- Газовый двигатель – это двигатель с внешним смесеобразованием, с гомогенной топливно-воздушной смесью (ТВС) и ее воспламенением от искры, как и бензиновый. Дизельный двигатель – это двигатель с внутренним смесеобразованием, с гетерогенной ТВС и с воспламенением от сжатия.

- Степень сжатия дизельного двигателя от 16:1 до 25:1, а бензинового и газового – от 8:1 до 12:1.

- Для уменьшения токсичности отработавших газов двигателей с искровым зажиганием самым подходящим средством является применение трехкомпонентного каталитического нейтрализатора, наибольшая эффективность которого достигается при работе двигателя на стехиометрических смесях. Для соответствия экологическим стандартам Евро-5 и выше, следовательно, необходима реализация концепции стехиометрического газового двигателя.

При работе на стехиометрических смесях резко увеличивается температура рабочего цикла двигателя. Бензиновый двигатель в отличие от дизельного изначально рассчитан на

высокие температуры. Таким образом, создание газового двигателя на базе дизельного прототипа потребует изменения головки блока цилиндров, поршня, выпускных клапанов и т.д. При конвертации бензинового двигателя конструктивных изменений потребуется существенно меньше.

- Современные дизельные двигатели оснащены турбонаддувом с промежуточным охлаждением воздуха. Высокие удельные показатели по мощности и экономичности современного дизельного двигателя позволяют получать комбинация высокой степени повышения давления (в компрессоре она достигает 2,5), промежуточного охлаждения наддувочного воздуха и сильно обедненных смесей (от 1,8 на полной нагрузке). Но реализовать эти решения в полной мере при конвертации дизельного двигателя в газовый не получится, так как степень повышения давления ограничена возможностями системы зажигания, а на сильно обедненных смесях газовые двигатели в принципе не работают.

Таким образом, газовый двигатель на базе дизельного прототипа существенно потеряет в мощности и экономичности в отличие от двигателя на

базе бензинового прототипа. Также при реализации газового двигателя на базе бензинового прототипа существенно упрощается система подачи воздуха за счет отсутствия турбонаддува, радиатора охлаждения наддувочного воздуха и воздухопроводов.

- Бензиновый и газовый двигатели оснащены дроссельной заслонкой. Дизельный двигатель ее не имеет. При установке дроссельной заслонки на дизельный прототип во впускном коллекторе возникает разрежение, нарушается правильная работа головки блока, и в камеру сгорания начинает засасывать масло. Следовательно, при конвертации дизельного прототипа требуется внесение изменений в конструкцию головки блока.

- Рабочий процесс в дизельном двигателе приводит к большим механическим нагрузкам, поэтому основные детали дизеля (блок цилиндров, коленчатый вал и т.д.) – тяжелее и больше, а требования к точности изготовления и применяемым материалам выше, чем у бензинового двигателя. Поэтому дизельный прототип будет крупнее, тяжелее и дороже, чем бензиновый аналогичной мощности.

- Существенным аспектом также является то, что газовый двигатель на базе бензинового сохраняет возможность работать на бензине, а на базе дизельного прототипа теряет возможность работы на дизельном топливе. Применение на транспортных средствах (ТС) двигателей, имеющих возможность работать на двух видах топлива, существенно расширяет географию использования таких ТС и упрощает вопрос их хранения в крытых гаражных боксах.

В итоге, наиболее перспективным является создание газовых двигателей на базе двигателей внутреннего сгорания с принудительным воспламенением (бензиновые), так как они имеют в своей конструкции систему зажигания, более низкую по сравнению с дизельным двигателем степень сжатия, а также меньшие механические потери.

Таблица 4

Технические характеристики двигателей АМО ЗИЛ с принудительным воспламенением в бензиновом и газовом исполнении на базе двигателей ЗИЛ-508400 и ЗИЛ-509400

Характеристика	Модель двигателя			
	508400	509400	508400	509400
	Топливо			
	бензин		газ	
Число цилиндров	8			
Расположение цилиндров	V-образное, угол развала 90			
Диаметр цилиндра, мм	100	108	100	108
Рабочий объем, л.	6	7	6	7
Степень сжатия	8,0	8,0	9,5	9,5
Номинальная мощность, кВт	110/150	129/175	106/145	130/175
Максимальный крутящий момент нм (кгс•м)	405(41)	470 (48)	400 (40)	440 (44)
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	3200			
Частота вращения при максимальном крутящем моменте, мин ⁻¹	1800...2000			
Система топливоподачи	Распределенный впрыск бензина		Распределенный впрыск газа	
Масса, кг	490	520	490	520
Экологически класс	Евро-4			

Это позволяет провести конвертацию более дешевыми конструктивными и технологическими приемами. В результате этих исследований на АМО ЗИЛ было принято решение использовать в качестве базовой модели двигателя с распределенным впрыском бензина ЗИЛ-508400 и ЗИЛ-509400 для их конвертации в газовую версию.

Сегодня можно констатировать, что направление по разработке

нового поколения газовых двигателей выбрано правильно. Созданы и проходят испытания опытные образцы двигателей, имеющих различные мощностные параметры от 110...130 кВт (табл. 4) и отвечающих требованиям норм Евро-4 с возможностью установки на автобус ПАЗ.

Согласно данным Росстата, возраст почти половины (48,5 %) эксплуатируемых автобусов Российской

Федерации превышает 10 лет. В настоящее время одной из основных задач автотранспортных предприятий, занимающихся автобусными пассажирскими перевозками, является обновление изношенного парка.

Общую структурную схему обновления парка можно представить следующим образом (рисунк).

Автобусный транспорт является лидером отрасли среди других видов общественного транспорта в структуре перевозок по видам сообщения – по междугородным (63,3 %), пригородным (75,1 %) и внутригородским (58,4 %) перевозкам. Автомобильные (автобусные) перевозки остались единственным сегментом рынка пассажирских перевозок, в котором лидирующую роль сохраняют государственные и муниципальные предприятия (79 % в общем объеме пассажирских перевозок), и использование в качестве моторного топлива компримированного природного газа позволит существенно укрепить конкурентоспособность отечественного автомобилестроения (в частности, ПАЗа) в данной нише пассажирских автоперевозок.



Сравнительная оценка альтернативных топлив для дизельных двигателей

В.А. Марков, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.,

Е.В. Бебенин, доцент Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова, к.т.н.,

Е.Ф. Поздняков, директор ЗАО «Форант-Сервис» (г. Ногинск), к.т.н.

Проведено сравнение эффективности применения различных альтернативных топлив в дизелях. Показана перспективность широкого использования природного газа в сельскохозяйственной технике.

Ключевые слова: дизельный двигатель, дизельное топливо, альтернативное топливо, природный газ, рапсовое масло, пропан-бутановая смесь.

При выборе сырьевого ресурса для производства моторных топлив необходимо учитывать целый ряд показателей и критериев, характеризующих эффективность производства и потребления этих топлив. Основными критериями при оценке моторных топлив по-прежнему остаются их технико-экономические характеристики, а также стоимость их производства.

Возможности выбора и применения того или иного альтернативного топлива определяются факторами, представленными на рис. 1 [1, 2]. Среди этих факторов можно выделить наличие сырьевых ресурсов для производства альтернативного топлива в данном регионе и его относительно небольшая стоимость в сравнении с нефтяным топливом. Важным фактором, определяющим целесообразность использования альтернативного топлива, является близость его свойств к свойствам нефтяного топлива, позволяющая минимизировать затраты на адаптацию серийных ДВС к работе на этом альтернативном топливе. Кроме того, близость этих свойств позволяет использовать имеющуюся инфраструктуру для хранения топлива и заправки им транспортных средств и других энергетических установок.

В связи с ухудшающейся экологической обстановкой, особенно в крупных городах, и ужесточением

нормативов по охране окружающей среды к указанным факторам добавляются экологические показатели самих топлив, а также двигателей, работающих на этих топливах [2, 3]. Рассмотрим подробнее аспекты применимости традиционных и альтернативных топлив.

Повышенный интерес к проблеме использования альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания обусловлен как истощением нефтяных ресурсов и повышением

цен на нефть и нефтепродукты, так и назревшей необходимостью решения острых экологических проблем, вызванных быстрым ростом числа транспортных средств. В качестве потенциальных энергоносителей для дизельных двигателей рассматриваются газообразные топлива (природный газ, сжиженный нефтяной газ, водород, биогаз и др.) [4]. Перспективны топлива растительного и животного происхождения – растительные масла, животные



Рис. 1. Основные факторы, определяющие целесообразность выбора альтернативного топлива

жиры, рыбий жир, продукты переработки отходов сельскохозяйственного производства, водорослей, лесопереработки и др. [5]. В качестве самостоятельных моторных топлив выделяются смесевые топлива (смеси дизельного топлива со спиртами, эфирами и другими альтернативными топливами, бензومتанольные и многокомпонентные смеси, водотопливные эмульсии) [1]. Указанные альтернативные топлива обычно имеют физико-химические свойства, отличные от свойств нефтяного дизельного топлива (табл. 1) [1, 4]. Поэтому при их использовании возникают проблемы адаптации этих топлив к транспортировке, хранению и заправке на существующих автомобильных заправочных

станциях (АЗС), а также к применению в дизельных двигателях.

Преимущества и недостатки рассмотренных альтернативных топлив, а также особенности их применения в дизелях обусловлены физико-химическими свойствами этих топлив. Штатное дизельное топливо по ГОСТ 305–82 представляет собой многокомпонентную смесь индивидуальных углеводородов, выкипающих при различных температурах и имеющих различные физико-химические свойства [6, 7]. Оптимизация диапазона температур перегонки нефти при производстве дизельного топлива и его фракционного состава позволяет получить топливо, в наибольшей степени адаптированное для использования в дизельных

двигателях. ДТ среднего состава имеет диапазон температур выкипания 160...360 °С, цетановое число – 45 ед., температуру самовоспламенения – 250 °С, что обеспечивает его хорошее воспламенение в цилиндрах дизеля, сравнительно плавное сгорание, хорошие топливно-экономические показатели и приемлемые характеристики токсичности отработавших газов (ОГ).

Дизельное топливо, являющееся слабо испаряющимся нефтепродуктом, практически не изменяющим своих свойств при хранении, хорошо адаптировано к транспортировке и хранению [6, 7]. Функционирует сеть АЗС, обеспечивающих заправку транспортных средств этим видом топлива. Однако использование

Таблица 1

Сравнение физико-химических свойств различных топлив

Физико-химические свойства топлив	Топлива						
	ДТ	КПГ (метан)	СУГ (пропан)	Метанол	ДМЭ	РМ	МЭРМ
Формула состава	$C_{16,2}H_{28,5}^*$	CH_4	C_3H_8	CH_3OH	CH_3OCH_3	-	$C_{19,6}H_{36,6}O_2^*$
Плотность при 20 °С, кг/м ³	830	416**	490**	795	668**	916	877
Вязкость кинематическая при 20 °С, мм ² /с	3,8	-	0,17**	0,55	0,22**	75	8
Коэффициент поверхностного натяжения при 20 °С, мН/м	27,1	33,2	-	-	12,5	33,2	30,7
Теплота сгорания низшая, МДж/кг	42,5	50,3	46,5	20,1	28,9	37,3	37,8
Цетановое число	45	3	16	3	55...60	36	48
Температура, °С							
самовоспламенения	250	540	487	464	235	318	230
помутнения	-25	-	-	-	-	-9	-13
застывания	-35	-	-	-97,9	-	-20	-21
кипения	180...360	-161,5	-42	64,5	-25	-	-
Теплота испарения при температуре кипения, кДж/кг	250	511	427	1115	467	-	-
Давление насыщенных паров при 0,1 МПа и 20 °С, МПа	-	21,4	0,84	0,013	0,51	-	-
Количество воздуха, необходимого для сгорания 1 кг вещества, кг	14,3	17,2	15,7	6,4	9,0	12,5	12,6
Содержание, % по массе							
С	87,0	76,0	81,8	37,5	52,2	77,0	77,5
Н	12,6	24,0	18,2	12,5	13,0	12,0	12,0
О	0,4	0	0	50,0	34,8	11,0	10,5
Общее содержание серы, % по массе	0,20	-	0,015	-	-	0,002	0,002

Примечание. «-» – свойства не определялись; * – условная формула состава; ** – плотность и вязкость жидкой фазы; ДТ – дизельное топливо; КПГ – компримированный природный газ; СУГ – сжиженный углеводородный газ; ДМЭ – диметилловый эфир; РМ – рапсовое масло; МЭРМ – метиловый эфир рапсового масла.



дизельного топлива имеет и ряд недостатков, основными из которых являются ограниченность нефтяных ресурсов и их невозобновляемость. Кроме того, при сгорании ДТ не всегда обеспечиваются требования к токсичности ОГ. Выброс углекислого газа, образующегося в камере сгорания дизеля при сгорании дизельного топлива, способствует возникновению парникового эффекта, а само производство дизельного топлива является неэкологичным процессом (табл. 2) [1].

На современном этапе развития двигателестроения особую значимость приобретает проблема сокращения выбросов в окружающую среду диоксида углерода CO_2 . Это объясняется заметным повышением его концентрации в атмосфере, вызванным быстрым ростом промышленного производства и резким увеличением числа транспортных средств. В настоящее время в атмосферу ежегодно выбрасывается более 25 млн т углекислого газа, а к 2020 г. ежегодные выбросы CO_2 в атмосферу достигнут 35 млн т (рис. 2) [1].

Углекислый газ не оказывает токсического действия на организм человека, но при его повышенном содержании в атмосфере создается парниковый эффект, приводящий к так называемому тепловому загрязнению окружающей среды. Вследствие этого явления повышается температура воздуха в нижних слоях атмосферы, происходит глобальное потепление, особенно заметное в крупных городах, наблюдаются различные климатические аномалии. Кроме того, повышение содержания в атмосфере CO_2 способствует образованию озоновых дыр.

С точки зрения снижения парникового эффекта важным фактором является невозобновляемость запасов нефти, природного газа и других полезных ископаемых. Образующийся при сгорании моторных топлив из этих ресурсов углекислый

газ нарушает баланс между кислородом и CO_2 в атмосфере. Поэтому более предпочтительны топлива, вырабатываемые из возобновляемого источника энергии – сырья растительного происхождения. При использовании таких топлив достигается кругооборот углекислого газа и кислорода в атмосфере, поскольку при сгорании топлив растительного происхождения выделяется такое количество CO_2 , которое было потреблено из атмосферы растениями за период их жизни.

Применение некоторых альтернативных топлив позволяет устранить и еще ряд недостатков, присущих нефтяным топливам (см. табл. 1). Так, ресурсы природного газа, несмотря на их невозобновляемость, существенно больше, чем запасы нефти. Кроме того, производство КПГ и его сжигание в дизелях весьма экологичны. Снижение токсичности ОГ дизеля при его работе на природном газе вызвано значительным улучшением смесеобразования, поскольку топливо (природный газ) и воздух находятся в одном агрегатном состоянии.

Поэтому топливовоздушная смесь оказывается гомогенной, и наблюдается ее более полное сгорание по сравнению с дизельным топливом.

Это же преимущество характерно и для других топлив, имеющих низкую температуру кипения и в нормальных условиях находящихся в газообразном состоянии (СУГ, ДМЭ, см. табл. 1). Они могут подаваться в цилиндры двигателя как в газообразной, так и жидкой фазе [1]. При их подаче в камеру сгорания под давлением в смеси с дизельным топливом смесеобразование улучшается также за счет быстрого испарения легкокипящей жидкости из топливной смеси, что создает дополнительное возмущение в струе распыливаемого топлива. Общим недостатком использования указанных топлив в дизелях является их неприспособленность к работе на газообразных топливах, что требует внесения существенных изменений в конструкцию дизеля, особенно в его топливоподающую систему. Следует отметить и отсутствие разветвленной сети АЗС, снабжающих

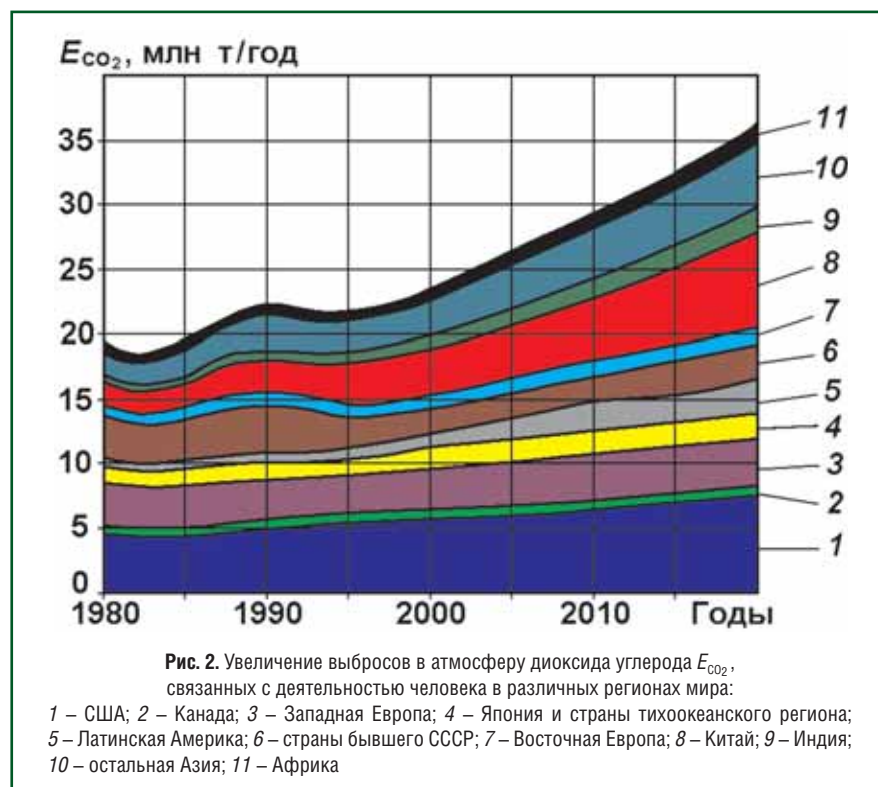


Таблица 2

Сравнительные характеристики различных топлив

Свойства топлив	Топлива						
	ДТ	КПГ	СУГ	ДМЭ	Метанол	РМ	МЭРМ
Возобновляемость ресурсов	-	-	-	-	-	+	+
Экологичность при производстве	-	+	+	-	-	+	+/-
Экологичность при сгорании	+/-	+	+	+	+	+	+
Адаптированность к транспортировке и хранению	+	-	-	-	+	+	+
Адаптированность к АЗС	+	-	-	-	+	+	+
Адаптированность дизеля	+	-	-	-	-	+/-	+
Парниковый эффект	-	-	-	-	-	+	+

Примечание. «+» – преимущество; «-» – недостаток; «+/-» – сочетание преимуществ и недостатков.

автомобильный транспорт этими топливами.

Данные, приведенные в табл. 2, не являются исчерпывающими ни по перечню рассматриваемых топлив, ни по их сравниваемым характеристикам. Поэтому эти данные не позволяют сделать окончательный вывод о целесообразности первоочередного применения одного из рассматриваемых топлив. Для такого выбора необходимо провести сравнение и ряда других показателей, что обеспечит возможность более полной оценки преимуществ использования того или иного топлива.

Кроме анализа применимости различных топлив, проведенного в работе [1] по данным табл. 2, известны и другие исследования по этому вопросу. Показатели традиционных

и альтернативных топлив сопоставлялись и в ряде других работ [8-12]. В частности, сравнительные характеристики некоторых топлив представлены в табл. 3, построенной с использованием данных работы [13]. Эти характеристики свидетельствуют о перспективности использования в качестве топлива для дизелей природного и попутного нефтяного газов, ДМЭ, а также топлив растительного происхождения.

Приведенные в табл. 2 и 3 данные подтверждают привлекательность использования в дизелях газовых топлив (КПГ, СПГ, СУГ, ДМЭ). При этом для достижения необходимых показателей дизеля, работающего на газовых топливах, важна организация процесса их подачи в цилиндры. Газовые топлива отличаются

сравнительно небольшими пределами воспламеняемости горючей смеси – узким допустимым диапазоном изменения коэффициента избытка воздуха α (у природного газа $\alpha=0,4...2,0$, у пропана $\alpha=0,4...1,7$). Наибольшая эффективность сгорания природного газа достигается при $\alpha=1,1...1,2$, а при $\alpha>2$ его эффективность заметно ухудшается. При работе на дизельном топливе наибольшая эффективность сгорания соответствует $\alpha=1,7...2,5$ [1]. Следует отметить, что худшая воспламеняемость газовых топлив влечет за собой увеличение периода задержки воспламенения и, как следствие, рост показателей динамики процесса сгорания.

Как отмечено выше, сырьевые ресурсы для получения рассмотренных топлив (КПГ, СПГ, метанол, ДМЭ)

Таблица 3

Сравнительные характеристики различных топлив

Свойства топлив	Топлива						
	ДТ	КПГ	СПГ	ДМЭ	Метанол	РМ	МЭРМ
Цетановое число	+	-	-	++	-	0	+
Топливная экономичность и диапазон ее изменения	+	-	0	+	0	+	+
Эмиссия оксидов азота NO_x	+	+	+	+	+	+	+
Эмиссия формальдегида $HCHO$	+	+	+	+	-	+	+
Некоррозионность	+	+	+	0	-	+	0
Доступность топлива	+	0	-	-	-	+	0
Затраты на обслуживание двигателя и транспортного средства	+	-	-	-	-	0	0

Примечание. «++» – отличные свойства; «+» – хорошие; «0» – нейтральные; «-» – плохие; СПГ – сжиженный природный газ.

невозобновляемы (в основном, это природный газ). Их широкому использованию в качестве топлива для дизелей препятствуют отсутствие необходимой инфраструктуры для снабжения транспорта этими топливами, неприспособленность самого двигателя к работе на газообразных топливах, повышенные выбросы с ОГ оксидов азота, монооксида азота и несгоревших углеводородов. С этой точки зрения более предпочтительны жидкие моторные топлива растительного происхождения. Применительно к дизельным двигателям это топлива, вырабатываемые из растительных масел, в первую очередь – рапсового и подсолнечного.

Свою специфику имеет выбор альтернативных топлив для дизельных двигателей сельскохозяйственных машин. Продолжающийся рост цен на нефтяные моторные топлива привел к тому, что в структуре затрат на производство сельскохозяйственной продукции доля стоимости дизельного топлива уже превышает 30 % [14]. Это обстоятельство приводит не только к нарушению технологий сельскохозяйственного производства и увеличению стоимости продуктов питания, но и к сокращению посевных площадей и поголовья животных, а также ведет к разорению предприятий агропромышленного комплекса различных форм собственности. Сложившаяся ситуация угрожает продовольственной безопасности страны и может привести к полной зависимости от ввозимого продовольствия.

В связи с этим обстоятельством в настоящее время разработаны и внедрены новые технологии использования альтернативных топлив – биотоплива, газообразного топлива и других альтернативных видов. Но приоритетное внедрение того или иного альтернативного топлива в сельскохозяйственное производство должно базироваться на всесторонней оценке преимуществ

и недостатков конвертирования двигателей внутреннего сгорания на этот вид топлива и использования его для сельскохозяйственной техники. Поэтому целесообразнее выбрать наиболее выгодное в экономическом плане альтернативное топливо и сконцентрировать усилия на его более широком внедрении в автотракторное хозяйство страны. Таким образом, экономическое обоснование приоритетного направления широкомасштабного внедрения альтернативного топлива является актуальной задачей.

При этом необходимо произвести теоретическое исследование эффективности использования альтернативных топлив тракторами различного тягового класса. Рассмотрены тракторы К-700А (тяговый класс 50 кН), Т-150 (тяговый класс 30 кН), ДТ-75 (тяговый класс 30 кН), МТЗ-80 (тяговый класс 14 кН). Данные образцы техники были выбраны из всего многочисленного ряда тракторов, применяемых в сельском хозяйстве, так как они являются на сегодняшний день наиболее распространенными.

Использованная методика определения экономической эффективности является стандартной [15] и

достаточно распространенной при определении основных экономических показателей сельскохозяйственной техники. Она учитывает такие технико-экономические показатели как часовая производительность, затраты труда на единицу выполненной работы, удельный расход энергоресурсов и расчет себестоимости единицы работы. С целью обеспечения наибольшей объективности проводимого теоретического исследования были приняты значения этих технико-экономических параметров, характерные для самого распространенного вида сельскохозяйственной операции – вспашки (при агрегатировании вышеперечисленных тракторов плугами марки ПЛН в соответствии с тяговым классом этих тракторов). Расчет производился из условия годовой загрузки сельхозмашин, равной 500 ч, норма амортизационных отчислений на трактор установлена в размере 18,5 %, а часовая тарифная ставка принята равной 51,7 руб. [16].

При расчетах исследованы традиционное нефтяное дизельное топливо и следующие виды альтернативных топлив: смесь В20 (20 % рапсового масла и 80 % ДТ), чистое

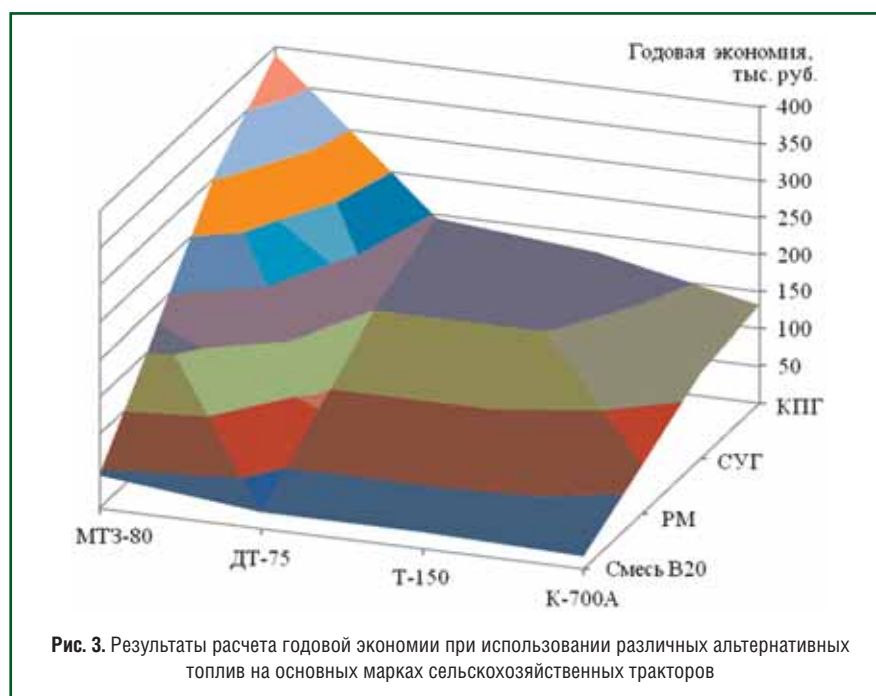


Рис. 3. Результаты расчета годовой экономии при использовании различных альтернативных топлив на основных марках сельскохозяйственных тракторов

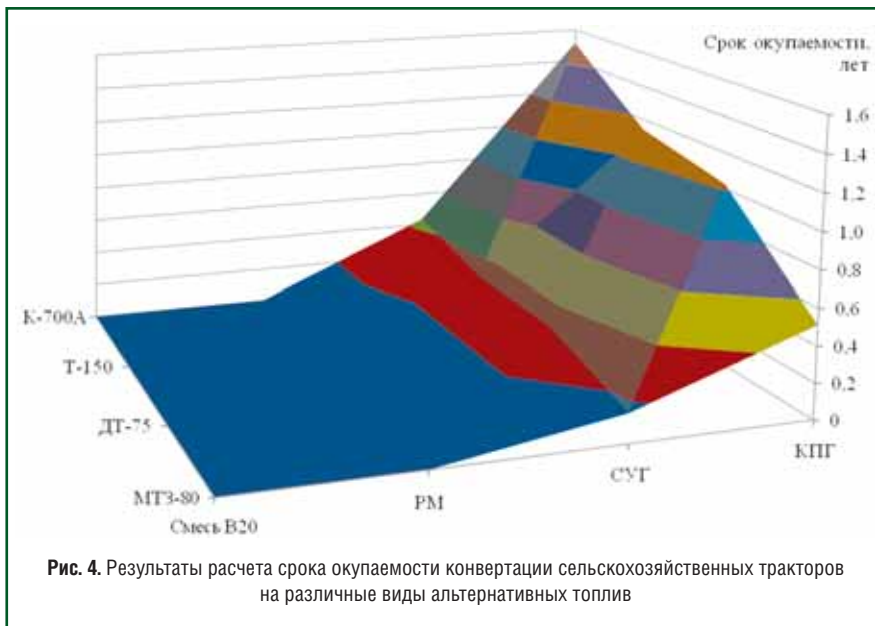


Рис. 4. Результаты расчета срока окупаемости конвертации сельскохозяйственных тракторов на различные виды альтернативных топлив

рапсовое масло, сжиженный углеводородный газ (СУГ) и КПГ. На рис. 3 приведены расчетные данные годовой экономии в рублях при переходе от нефтяного ДТ на эти топлива. На рис. 4 представлены результаты расчета срока окупаемости конвертации тракторов на рассматриваемые альтернативные топлива. При расчетах рассмотрены системы питания тракторных двигателей газообразными топливами (метан и пропан-бутановая смесь) с их воспламенением от запальной дозы нефтяного дизельного топлива, то есть двойные системы питания дизелей. Срок окупаемости использования биотоплив (рапсовое масло и смесь В20) дан без учета периода выращивания и производства самого биотоплива.

Из представленных на рис. 3 и 4 данных можно сделать вывод о том, что в экономическом отношении наиболее выгодным может стать применение природного газа в качестве альтернативного топлива. Так, при конвертировании дизельного двигателя трактора МТЗ-80 на природный газ годовой экономический эффект составит около 400 тыс. руб. на один трактор (см. рис. 3). При этом срок окупаемости конвертации дизеля этого трактора на природный

газ составляет всего 0,5 года (см. рис. 4). Но переоборудование тракторных двигателей для работы на этом виде топлива требует наибольших, по сравнению с применением других альтернативных топлив, капиталовложений. Результаты расчетных исследований также показывают, что применение альтернативных топлив целесообразно на недорогих видах техники, что делает их использование более привлекательным для малых и фермерских хозяйств. Близость значений технико-экономических характеристик тракторов Т-150 и ДТ-75 объясняется тем фактором, что эти тракторы относятся к одному тяговому классу.

Проведенный анализ подтвердил эффективность использования в сельскохозяйственном производстве не только природного газа, но и других исследуемых альтернативных топлив: смеси рапсового масла с нефтяным ДТ (смесь В20), рапсового масла и СУГ. При этом необходимо отметить, что использование рассмотренных биотоплив практически не требует затрат на адаптацию двигателей к их применению, поскольку по своим физико-химическим свойствам они достаточно близки к традиционным нефтяным дизельным топливам (особенно смесь В20).

Литература

1. Альтернативные топлива для двигателей внутреннего сгорания / А.А. Александров, И.А. Архаров, В.А. Марков и др. Под ред. А.А. Александрова, В.А. Маркова. – М.: ООО НИЦ «Инженер», ООО «Онико-М», 2012. – 791 с.
2. Патрахальцев Н.Н. Повышение экономических и экологических качеств двигателей внутреннего сгорания на основе применения альтернативных топлив. – М.: Изд-во РУДН, 2008. – 267 с.
3. Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И. Токсичность отработавших газов дизелей. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 376 с.
4. Гайворонский А.И., Марков В.А., Илатовский Ю.В. Использование природного газа и других альтернативных топлив в дизельных двигателях. – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2007. – 480 с.
5. Марков В.А., Деянин С.Н., Семенов В.Г., Шахов А.В., Багров В.В. Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях. – М.: ООО НИЦ «Инженер», ООО «Онико-М», 2011. – 536 с.
6. Гуреев А.А., Азев В.С., Камфер Г.М. Топливо для дизелей. Свойства и применение. – М.: Химия, 1993. – 336 с.
7. Гуреев А.А., Камфер Г.М. Испаряемость топлив для поршневых двигателей. – М.: Химия, 1982. – 264 с.
8. Звонов В.А., Козлов А.В., Теренченко А.С. Оценка традиционных и альтернативных топлив по полному жизненному циклу // Автостроение за рубежом. – 2001. – № 12. – С. 14-20 с.
9. Парсаданов И.В. Повышение качества и конкурентоспособности дизелей на основе комплексного топливно-экологического критерия. – Харьков: Изд-во Харьковского политехнического института, 2003. – 244 с.
10. Якубовский Ю. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды: Пер. с польского Т.А. Бобковой. – М.: Транспорт, 1979. – 198 с.
11. He D., Wang M. Contribution Feedstock and Fuel Transportation to Total Fuel-Cycle Energy Use and Emissions // SAE Technical Paper Series. – 2000. – № 2000-01-2976. – P. 1-15.
12. Louis J.J. Well-To-Wheel Energy Use and Greenhouse Gas Emissions for Various Vehicle Technologies // SAE Technical Paper Series. – 2001. – № 2001-01-1343. – P. 1-8.
13. Fleisch T., McCarthy C., Basu A. et al. A New Clean Diesel Technology: Demonstration of ULEV Emissions on a Navistar Diesel Engine Fueled with Dimethyl Ether // SAE Technical Paper Series. – 1995. – № 950061. – P. 1-10.
14. Новые источники сырья для биодизеля / Ю.А. Коцарь, Г.А. Головащенко, С.В. Плужников и др. // АГЗК+АТ. – 2011. – № 4. – С. 23-24.
15. ГОСТ Р 53056–2008. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. – М.: Стандартинформ, 2009. – 33 с.
16. Бобен Е.В. Совершенствование топливной системы тракторных дизелей для работы по газодизельному циклу на примере трактора РТМ-160: дис. канд. техн. наук: спец. 05.20.01, 05.20.03. – Саратов, 2009. – 136 с.

Управление подачей СПГ в топливной системе двигателя

А.И. Цаплин, профессор, заведующий кафедрой Пермского НИПУ, д.т.н.,

С.В. Бочкарев, профессор Пермского НИПУ, д.т.н.,

И.Г. Друзьякин, доцент Пермского НИПУ, к.т.н.

Представлена математическая модель, позволяющая прогнозировать частоту внешних воздействий на топливную систему двигателя с СПГ в автоматизированном динамическом режиме. Показана функциональная схема управления двигателем, адекватно реагирующая на динамику изменения давления в топливной системе.

Ключевые слова: сжиженный природный газ, двигатель, алгоритм управления, расчет.

По сравнению с традиционными газовые топлива обладают рядом преимуществ [1]. У них выше детонационная стойкость, шире пределы воспламенения, обеспечивающие более устойчивую работу двигателя, они полнее сгорают, что повышает экологические характеристики. Применение компримированного природного газа (КПГ) обуславливает необходимость его хранения под большим давлением (до 26 МПа), что предполагает значительные массу и габаритные размеры баллонов, снижает запас хода транспортных средств.

Наметившаяся в последние годы тенденция применения сжиженного природного газа (СПГ) [2], хранящегося при температуре $-164\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении 0,1 МПа, позволяет значительно уменьшить массогабаритные характеристики топливных баков и повысить запас хода. Однако свойства СПГ обуславливают определенные объективные трудности в его использовании. В результате теплообмена с окружающей средой подаваемое в двигатель топливо претерпевает фазовый переход и оказывается в газожидкостном состоянии [3, 4]. При этом скорость образования газообразной фазы приводит к росту давления в топливной системе двигателя, зависящего от его теплоизоляционных и расходных характеристик, что создает дополнительные риски как для пользователей транспортных средств, так и для окружающих. Скорость повышения давления в топливопроводе зависит от расхода СПГ: при малых расходах давление нарастает быстрее, а при прекращении подачи СПГ (остановка двигателя) давление достигает максимального значения, превышение которого может привести к разрушению газотопливной аппаратуры. Для исключения аварийной ситуации топливная система должна функционировать в автоматическом режиме.

Пример автоматизированной системы на основе программируемых логических контроллеров и сенсорной панели для визуализации и управления дан в работе [5].

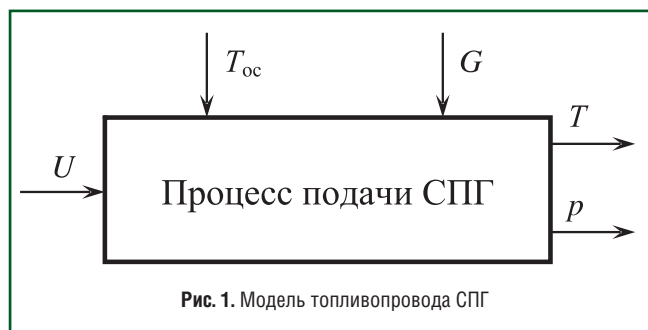
Однако в этой работе не указана частота управляющих воздействий.

Автоматизированная система должна реагировать на динамику изменения давления с частотой, зависящей от режима работы двигателя. Возникает задача разработки математической модели, позволяющей прогнозировать частоту внешних воздействий с помощью автоматизированной системы управления двигателем, работающей в условиях нестационарности.

Постановка задачи

В макромодель топливопровода как объект управления (рис. 1) введены следующие обозначения: U – управляющее воздействие; T_{oc} – температура окружающей среды; G – потребляемый массовый расход; T, p – температура и давление СПГ. Контролируемыми параметрами состояния СПГ являются давление и температура. Эти переменные полностью характеризуют агрегатное состояние при заданной начальной фазе вещества и определяют способ и направление воздействия на процесс подачи СПГ в двигатель.

Для управления подаваемым СПГ следует поддерживать давление в топливопроводе на определенном уровне $p \geq p_{min}$, зависящем от температуры. Существующие технологические ограничения определяют один путь стабилизации давления – через управление скоростью потока, то есть расходом.



Целью управления является поддержание давления в топливопроводе в области допустимых значений при наименьших затратах времени. Последнее определяется как решение задачи минимизации времени изменения давления, то есть как задача о быстродействии.

Как показано в [3], из-за образования газообразной фазы метана давление в топливопроводе растет во времени от начального давления p_n по линейному закону

$$p = p_n + \frac{RT_0\Phi_L L}{MVQ}t, \quad (1)$$

где R – универсальная газовая постоянная; T_0 – абсолютная температура кипения; Φ_L – поток подводимой теплоты на единицу длины топливопровода (удельный поток тепла); L – длина топливопровода; M – масса моля метана; V – объем топливопровода; Q – удельная теплота испарения СПГ; t – время.

С учетом объема топливопровода $V = \pi D^2 L / 4$ формула (1) принимает вид

$$p = p_n + \frac{4RT_0\Phi_L}{M\pi D^2 Q}t. \quad (2)$$

Полученная зависимость показывает изменение давления, вызванное внешним теплоподводом в зависимости от размеров топливопровода. Формула (2) показывает, что для поднятия давления p от некоторого начального значения p_n до номинального p_{nom} требуется выдержка времени, которая и определит продолжительность управления топливопроводом t_k

$$t_k = (p - p_n) / \left(\frac{4RT_0\Phi_L}{M\pi D^2 Q} \right). \quad (3)$$

В качестве примера оценим время управления топливопроводом с жидким метаном при исходных данных, представленных в таблице.

Характеристики топливопровода и СПГ, принятые в расчете

Параметр	Значение
Внутренний диаметр топливопровода D , м	0,03
Длина топливопровода L , м	1
Массовый секундный расход G , кг/с	$5,1 \cdot 10^{-3}$
Плотность жидкого метана $\rho_{ж}$, кг/м ³	422
Удельная теплота испарения Q , кДж/кг	511
Удельный поток тепла Φ_L , Вт/м	2
Масса моля метана M , г/моль	0,016
Универсальная газовая постоянная R , Дж/(моль·К)	8,314
Температура кипения СПГ T_0 , К	111,7

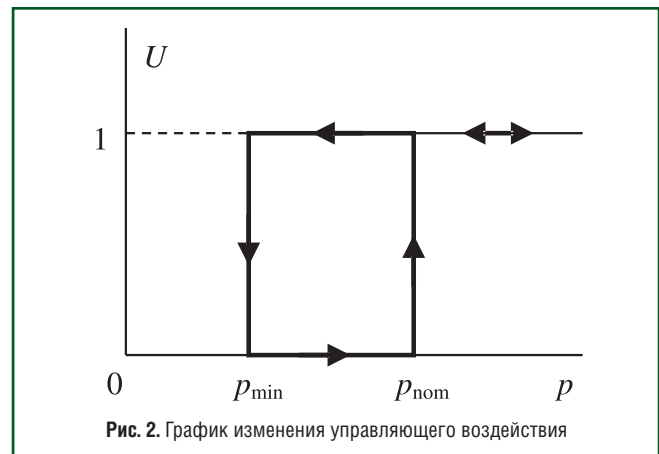


Рис. 2. График изменения управляющего воздействия

В формуле (3) скорость изменения давления в топливопроводе составит

$$\frac{4RT_0\Phi_L}{M\pi D^2 Q} = \frac{4 \cdot 8,3 \cdot 111,7 \cdot 2}{0,016 \cdot 3,14 \cdot 0,03^2 \cdot 511 \cdot 10^3} = 3,2 \cdot 10^2 \text{ Па/с.}$$

При изменении давления $p - p_n$ более чем 10^4 Па продолжительность управления внешними воздействиями на топливопровод составит

$$t_k = (p - p_n) / \left(\frac{4RT_0\Phi_L}{M\pi D^2 Q} \right) = 10^4 / 3,2 \cdot 10^2 \approx 30 \text{ с.}$$

Алгоритм управления

При разработке алгоритма управления [6] необходимо учитывать изменение расхода G : минимальный расход $G_{min} = 0$, то есть не может быть отрицательным, а максимальный G_{max} определяется перепадом давления в топливопроводе при полностью открытых исполнительных механизмах. В этом случае закон изменения расхода (управления) принимает следующий вид

$$G = \begin{cases} G_{max}, & \text{где } t > t_k \\ 0, & \text{где } t \leq t_k \end{cases}. \quad (4)$$

Исходя из того, что закрытому клапану соответствует $U = 0$, а открытому $U = 1$, закон управления можно представить следующим образом:

$$U = \begin{cases} 1, & \text{при } t > t_k \\ 0, & \text{при } t \leq t_k \end{cases}. \quad (5)$$

Начало процесса управления определяется уровнем минимального давления СПГ в топливопроводе, поэтому для задания времени начала управления требуется ввести обратную связь по уровню минимального давления (p_{min}), которая может быть реализована на реле давления. При введении непрерывной обратной связи по уровню давления закон управления (рис. 2) принимает следующий вид:

$$U = \begin{cases} 1, & \text{при } p > p_{nom} \\ 0, & \text{при } p \leq p_{min} \end{cases}. \quad (6)$$

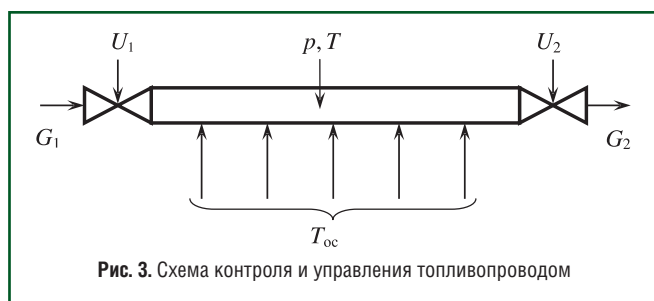


Рис. 3. Схема контроля и управления топливопроводом

На схеме контроля состояния СПГ в топливопроводе и управления исполняющими механизмами (рис. 3) стрелками показаны места размещения устройств для измерения давления p и температуры T , управляющих сигналов, поступающих на отсечные клапаны U_1 и U_2 , расходов на входе G_1 и выходе G_2 топливопровода, температуры окружающей среды T_{oc} . Применительно к модели топливопровода контролируемому давлению p соответствует минимальное p_{min} , сигналу управления U – сигнал U_2 , массовому расходу G – расход G_2 . Сигнал управления U_1 служит для аварийного перекрытия топливопровода, массовый расход G_1 требуется для учета подаваемого в двигатель СПГ.

Комбинации дискретных сигналов U_1 и U_2 дают четыре возможных варианта управления подачей СПГ в двигатель.

1. $U_1=U_2=1$ – нормальная подача СПГ, то есть переменные, характеризующие температуру и давление в топливопроводе, лежат в допустимых пределах, топливопровод открыт с обоих концов, и происходит подача СПГ в двигатель.

2. $U_1=U_2=0$ – подача СПГ прекращена ($G_1=G_2=0$), топливопровод перекрыт с обоих концов. Остатки СПГ переходят из жидкого состояния в газообразное, что сопровождается ростом давления [3].

3. $U_1=1; U_2=0$ – входной клапан открыт, выходной закрыт. Растущее давление может привести к разрыву топливопровода.

4. $U_1=0; U_2=1$ – выходной клапан открыт, входной закрыт. Такое состояние, обычно являющееся кратковременным, необходимо для сброса давления в топливопроводе.

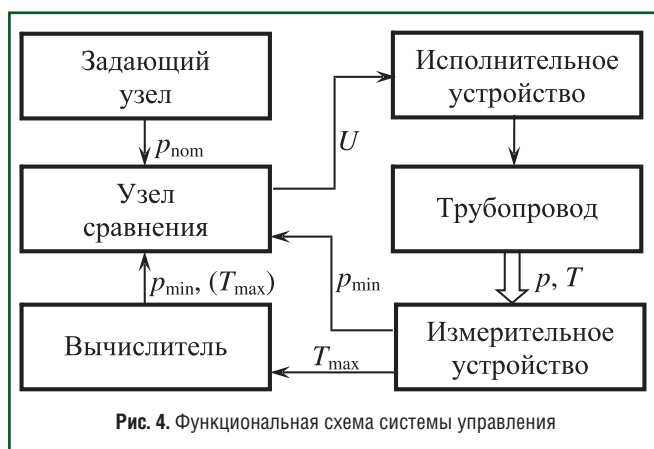


Рис. 4. Функциональная схема системы управления

Все варианты управления топливопроводом позволяют поддерживать давление в допустимых пределах, поддержание температуры обеспечивается расходом СПГ.

Принципы построения автоматизированной системы контроля подачи СПГ в двигатель и технические величины, подлежащие измерению, показаны на рис. 4. Алгоритм работы системы, реализующей поддержание параметров состояния СПГ, заключается в следующем. Непрерывно измеряются текущие давление и температура. Выявляются минимальное текущее давление и максимальная температура. Полученное значение температуры служит для расчета минимального допустимого давления, которое сравнивается с текущим. Снижение текущего давления ниже минимально допустимого переводит сигнал управления в нулевое значение, что приводит к перекрытию топливопровода.

После достижения номинального давления сигнал управления принимает значение 1, топливопровод открывается, и происходит поддержание давления и температуры на допустимом уровне.

Таким образом, задача управления давлением в топливопроводе в области допустимых значений при наименьших затратах времени решается как задача о быстродействии [6]. Предложенные математическая модель и алгоритм могут оказаться полезными для управления подачей СПГ в двигатель.

Статья выполнена в рамках работ по Постановлению Правительства 2010 г. № 218 о создании высокотехнологичных производств.

Литература

1. **Пронин Е.Н., Порожняков С.А.** Газ на транспорте – один из ста шагов вперед // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 2 (26). – С. 30–31.
2. **Кисуленко Б.В., Анисеев С.А.** Требования к автомобилям, использующим в качестве топлива сжиженный природный газ // Автомобильная промышленность. – 2013. – № 4. – С.10–11.
3. **Цаплин А.И., Бочкарев С.В.** Моделирование теплообмена при подаче СПГ в двигатель // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 3 (21). – С. 66–69.
4. **Цаплин А.И., Бочкарев С.В.** Оценка энергозатрат при подаче СПГ в двигатель // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 6 (24). – С. 68–70.
5. **Цаплин А.И., Бочкарев С.В., Друзьякин И.Г.** Управление устройством подачи криогенного топлива в энергоустановку // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 3 (27). – С. 30–32.
6. **Лукас В.А.** Теория управления техническими системами: учебное пособие для вузов / В.А. Лукас – 4-е изд., испр. – Екатеринбург: Изд-во УГТУ, 2005. – 676 с.

Автомобиль «Лада» – рекордсмен мира по топливной экономичности

В.В. Московкин, профессор МГУПИ, д.т.н.,

М.Н. Гуров, научный сотрудник Научно-исследовательского института автомобильного транспорта,

А.С. Шкель, преподаватель МГУПИ, к.т.н.

Изложена методика применения компьютерной программы MBK для создания на базе автомобилей ВАЗ рекордсмена мира по топливной экономичности.

Ключевые слова: топливный баланс автомобиля, тепловые потери, программный пакет MBK, автомобиль.

Автотранспортные средства (АТС) являются основными потребителями жидкого топлива в стране, поэтому выбор их оптимальных параметров, которые позволят снизить стоимость автоперевозок, сберечь энергоресурсы и улучшить экологическую обстановку, является актуальной задачей. Для ее решения на практике используются два вида исследований – экспериментальные и расчетные.

Стоимость испытаний на топливную экономичность достаточно высока. Так, по данным журнала *Ingeneurs de L'automobile*, 1 км пробега 38-тонного автопоезда оценивается в 30-40 евро. Причем в балансе общих затрат испытания составляют существенную долю. Это во многом связано с наличием случайных факторов, искажающих результаты экспериментов: нестабильностью погодных и дорожных условий, неодинаковым износом и степенью приработки механизмов, различием в их регулировках, неодинаковым физическим и психическим состоянием водителей, манерой их управления автомобилем и т.п.

Для снижения отрицательно-го влияния случайных факторов

экспериментаторы идут на увеличение числа однотипных объектов и их пробега. Например, фирма Mercedes для оценки влияния мощности двигателя на топливную экономичность седельных автопоездов проводила испытания (совмещая их с коммерческими перевозками), в которых участвовало несколько десятков объектов. Пробег каждого из них превосходил 100 тыс. км.

Из-за случайных факторов экспериментальным путем сложно определить даже качественное влияние на расход топлива автомобиля многих мероприятий: установки аэродинамических устройств на городских фургонах, применения магниевых дисков колес вместо стальных, использования новых моторных и трансмиссионных масел и т.п.

При расчетных исследованиях полностью отсутствуют случайные факторы, поэтому, если используемые нами теории корректны, мы доверяем расчетам, как правило, больше, чем экспериментам. Например, рассчитав площадь прямоугольной комнаты по известной формуле, маловероятно, что кто-то из нас попытается проверить полученный результат путем заполнения

пола комнаты эталонными квадратами. Наше мнение не изменится даже в случае, если эксперименты ни количественно, ни качественно не совпадают с теорией. Так, собираясь в дальний рейс на автопоезде, мы взяли с собой 10 кг продуктов. В результате мы точно знаем, что его масса увеличится на те же 10 кг. Однако при эксперименте (из-за погрешности автомобильных весов) она, например, может уменьшиться на 30 или увеличиться на 50 кг.

Следует отметить, что мы не оригинальны в своих убеждениях, поскольку к аналогичным выводам еще раньше нас пришли другие ученые. Так, известный физик Альберт Эйнштейн говорил, что «если верной теории противоречат факты, то тем хуже для фактов».

К нашим выводам присоединяются многие зарубежные фирмы. Они разрабатывают компьютерные программы для выполнения расчетных исследований, которые позволяют снизить сроки и стоимость работ, направленных на оптимизацию параметров АТС. Среди них: DAF, Renault, Scania, AVL (австрийская фирма, специализирующаяся на разработке компьютерных программ) и др.

В настоящее время в России сложилась весьма странная ситуация. Разработанные учеными теории никто не отвергает и не критикует, однако результатам расчетов расхода топлива практически никто не верит. Это, по-видимому, произошло из-за того, что со временем факты, опровергающие расчеты ученых, оказали более сильное влияние на умы людей, чем авторитет этих ученых. В результате методики, созданные нашими учеными для расчетов топливной экономичности АТС, полностью дискредитированы.

Мы возродили расчетные исследования. Для этого создали компьютерную программу МВК [1], в основе которой лежит топливный баланс автомобиля, разработанный на новой теоретической основе [2, 3].

В компьютерной программе МВК топливный баланс автомобиля (рис. 1) вычисляется во всех режимах его движения. Это дает возможность пользователю МВК иметь четкое физическое представление о работе каждого агрегата исследуемого АТС и оценивать степень его совершенства по сравнению с агрегатами аналогов.

В МВК пополнение банка данных новыми агрегатами с полным комплектом их характеристик осуществляется с помощью встроенного в программу «Инженерного метода» [1] или на основе результатов лабораторных и дорожных испытаний, полученных из открытых информационных источников. Система контроля позволяет наглядно оценить, насколько корректны полученные таким образом характеристики.

В результате пользователь МВК располагает научными материалами, полученными на основе работ, выполненных большинством производителей АТС всего мира за

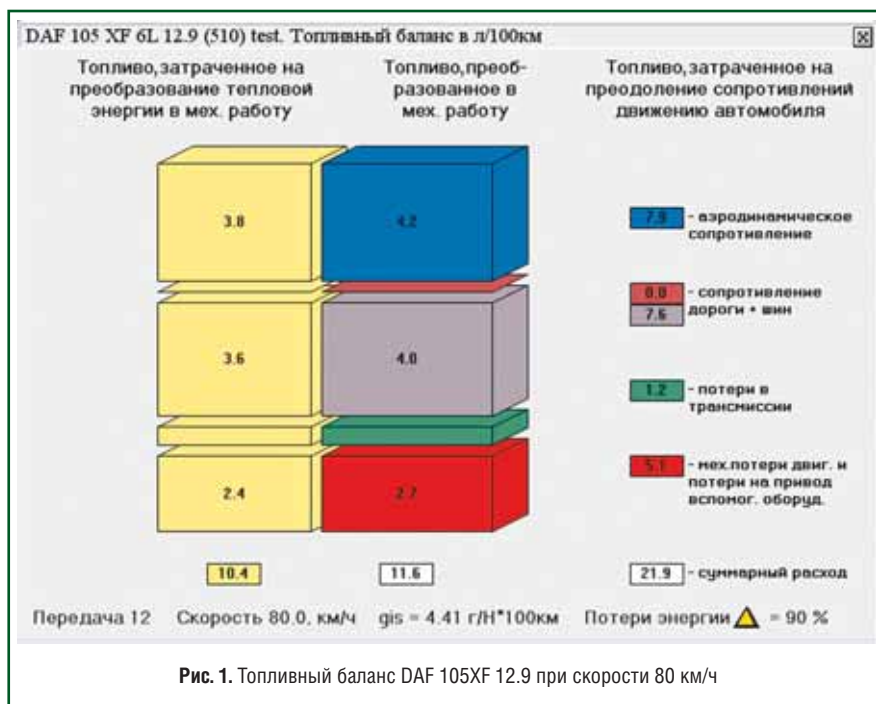


Рис. 1. Топливный баланс DAF 105XF 12.9 при скорости 80 км/ч

два последних десятилетия. Можно увидеть достижения и ошибки многих из них, в том числе лидеров мирового автостроения. Он имеет возможность воспользоваться данными также с помощью имеющейся системы анализа и синтеза. Таким образом, у пользователя формируется мнение относительно эффективности того или иного мероприятия. Это мнение может трансформироваться в уверенность, когда для его подтверждения имеется большое количество необходимых данных (многопараметровые характеристики 2500 двигателей, аэродинамические параметры более 1000 автомобилей и др.). Использование этих данных позволяет обнаружить отклонения от установленных закономерностей и отсеять ошибки. В итоге количество переходит в качество.

В МВК созданы условия, чтобы с минимальными затратами времени выполнять работы, на реализацию которых традиционными методами потребовалось бы ни одно десятилетие. Например, установить

влияние на тепловые потери двигателя определенных типа (дизель, бензиновый, роторный, газотурбинный и т.п.) и конструктивных параметров (рабочий объем двигателя, диаметр его цилиндра и ход поршня, степень сжатия, система подачи воздуха – турбонаддув, механическая, комбинированная).

Таким образом, пользователь МВК на основе имеющихся в его распоряжении данных, выполненных многими производителями АТС мира, может на высоком научном уровне решать свои насущные задачи.

В МВК также имеется функция, позволяющая выполнять поэлементный анализ и синтез составляющих топливного баланса автомобиля. Наглядное представление о полезности и необходимости такой функции покажем на конкретном примере.

Около 30 лет назад на расширенной коллегии Минавтопрома министр В.Н. Поляков на основе полученной информации о том, что наши автопоезда существенно

уступают по топливной экономичности зарубежным аналогам, поставил следующий вопрос. Кто в этом виноват – конструкторы МАЗа, которые неправильно скомпоновали автопоезд, или работники ЯМЗа, которые поставили для него плохие агрегаты.

К решению данного вопроса подключились представители автозаводов, ряда научных организаций и наша группа. На основе новой разработанной методики мы провели испытания автопоезда МАЗ-6422 и его аналогов Mercedes 2238S, Volvo F 1227 и Scania R142H. В результате установлено, что наименьший расход топлива был у автопоезда Mercedes. При этом каждый из автопоездов имел характеристики, по которым он был лучше других: МАЗ – по аэродинамическому сопротивлению, двигатель Mercedes – по наименьшим тепловым потерям, Scania – по потерям в трансмиссии, Volvo – по механическому сопротивлению в двигателе и сопротивлению качению шин. Автопоезд, обладающий всеми этими характеристиками, имел бы расход топлива на 25 % меньше, чем Mercedes.

Принципы, заложенные в данной методике, мы стали использовать в компьютерной программе MBK. При этом учли, что топливная экономичность автомобиля не может рассматриваться без его динамических и скоростных свойств, а также тот факт, что в банке данных около 6000 автомобилей.

Была создана специальная функция, которая позволяет определить степень совершенства АТС, имеющихся в банке данных, не только по их свойствам (максимальная скорость, время разгона, расход топлива и т.п.), но и по некоторым параметрам, формирующим эти

свойства. Аналогичные действия можно провести для отдельно взятого агрегата.

Методику использования данной функции покажем на конкретном примере.

В ходе выполнения данной работы откажемся от проведения глубоких расчетных исследований, в связи с этим при решении возникающих вопросов будем использовать только готовые материалы из банка данных MBK, логику и факты. Попробуем на базе семейства автомобилей «Лада» синтезировать объект, который по топливной экономичности и скоростным свойствам превосходил бы самый экономичный серийный автомобиль 2013 г. Kia Rio.

Чтобы найти подходящий кузов, мы рассортировали в разделе «агрегаты» (аэродинамическое сопротивление) все имеющиеся там АТС по фактору обтекаемости. Он определяет аэродинамическое сопротивление АТС с учетом его формы и размеров. На основе этих данных выбрали кузов «Лада 2110», который является лучшим по аэродинамическому сопротивлению среди автомобилей «Лада», поскольку занял неплохое 110-е место из 1257 АТС [1]. Его соперник Kia Rio только на 581-м месте [1].

Шины выбирали с помощью «Инженерного метода». Согласно заложенным в нем зависимостям сопротивление качению шин при прочих равных условиях снижается, если увеличивать диаметр шины и ее ширину, уменьшать высоту профиля и т.п. Используя эти закономерности, мы выбрали из банка данных (в разделе «агрегаты») шину 205/45 R 15, которая по внешним габаритам и допустимой грузоподъемности пригодна для установки на автомобиль «Лада 2110».

Ведущий мост и главную передачу автомобиля «Лада 2110» оставили без изменений.

При выборе двигателя мы решили сначала оценить, насколько совершенны двигатели, установленные на наших объектах в их исходных комплектациях. Совершенство двигателя в MBK оценивается по величине его механических и тепловых потерь в топливном балансе автомобиля при различных режимах движения. В данном случае выбрали самый простой – движение с постоянной скоростью 90 км/ч на горизонтальной дороге – и рассортировали автомобили по упомянутым параметрам. В результате этого оказалось, что автомобиль Kia Rio по тепловым потерям в двигателе находится на 229-м месте [1], а по механическим – на 49-м [1]. У автомобиля «Лада 2110» более скромные показатели. Он по тепловым потерям двигателя занимает 4737-е место [1], по механическим – 972-е [1]. Эти данные свидетельствуют о том, например, что в данном режиме 228 автомобилей в MBK имеют меньшие тепловые потери в двигателе, чем рекордсмен 2013 г. Kia Rio [1].

Мы не стали анализировать параметры этих объектов, а просто сузили сферу поиска подходящего двигателя и упростили подход к поиску. Рассортировали в рассматриваемом режиме движения только легковые автомобили с дизельными двигателями. В полученном перечне для выбора двигателя использовали автомобили, занявшие по расходу топлива первые 25 мест [1]. Их двигатели имели рабочие объемы 0,8...2,0 л, при этом мощность их составляла 30,2...119,9 кВт.

Наша задача заключалась в том, чтобы создать автомобиль, который был бы лучше не только по

топливной экономичности, но и по тягово-скоростным свойствам, поэтому двигатели с меньшей мощностью, чем у Kia Rio (55,2 кВт), исключили из рассмотрения. В результате, для анализа, оставили три двигателя. Один установлен на автомобиле VW Polo (55,2 кВт). Этот двигатель в рассматриваемом режиме по расходу топлива занял 6-е место, опередив рекордсмена Kia Rio (10-е место) на 4 позиции [1]. Еще один выбранный нами двигатель, установленный на автомобиле Opel Corsa (69,9 кВт), находится на 9-м месте [1].

Двигатель VW Polo среди рассматриваемых имеет самую маленькую величину механических потерь (6-е место) [1]. Однако существенно уступает по тепловым потерям (245-е место среди легковых автомобилей с дизелем [1]). Это отрицательно влияет на топливную экономичность при движении автомобиля с повышенными нагрузками на двигатель (при разгонах, на подъемах и т.п.). Данное обстоятельство дало основание исключить этот двигатель из дальнейшего рассмотрения.

Двигатель Opel Corsa имеет меньшие тепловые потери (2-е место), чем Kia Rio (4-е место), однако проигрывает ему по механическим потерям – 27-е место по данному показателю против 9-го у Kia Rio [1].

Окончательный выбор в пользу двигателя Opel Corsa мы сделали, учитывая величину его тепловых потерь и тот факт, что у него величина максимального крутящего момента больше, чем у двигателя Kia Rio. Это позволяет при установке двигателя Opel Corsa на синтезированный автомобиль снизить механические потери в топливном балансе, например, за счет уменьшения передаточного числа ведущего моста, сохраняя по тяговым свойствам тот же уровень, что и с двигателем Kia Rio.

Коробку передач (КП) с шестью ступенями, как и у Kia Rio, выбирали с учетом уже имеющегося двигателя, принимая во внимание параметры, влияющие на кинематику (передаточное число ведущего моста и радиус качения шин), исходя из следующих соображений.

Нам известно, что при испытаниях на топливную экономичность в циклах EU Kia Rio трогается со второй передачи. При этом инженеры из Кореи выполнили расчеты, учитывающие взаимосвязи передаточных чисел коробки на этой передаче и сцепления, а также тепловые нагрузки в пределах допустимых.

В связи с этим при выборе коробки передач мы поставили для себя условие: на второй передаче в КП при 1000 оборотах двигателя

кинематическая скорость синтезированного автомобиля должна быть такая же, как у Kia Rio. Этому условию удовлетворяла шестиступенчатая коробка передач Peugeot. В МКБ 27 автомобилей имеют эту коробку передач, наш автомобиль Lada (MVC) стал 28-м [1].

На основе анализа масс ряда легковых автомобилей мы установили, что дизельный двигатель с шестиступенчатой коробкой передач и системой Stop-Start дает прибавку к снаряженной массе примерно 50 кг. На это количество мы увеличили массу автомобиля «Лада 2110».

Сопоставление результатов Kia Rio и Lada (MVC) 2013 дано в таблице [1, 4].

Итак, с помощью МКБ, не проводя специальных расчетных исследований, например, по оптимизации передаточных чисел трансмиссии, мы из готовых агрегатов скомпоновали автомобиль Lada (MVC), который по скоростным свойствам и топливной экономичности на 10...23 % лучше рекордсмена мира Kia Rio.

Литература

1. **Московкин В.В., Парыгин С.П., Вохминов Д.Е.** МКБ Программный пакет для комплексных исследований автомобиля // Журнал ААИ. – 2004. – № 1.
2. **Гуров М.Н., Московкин В.В.** Формула топливного баланса // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 3 (27). – С. 58-61.
3. **Московкин В.В., Гуров М.Н., Шкель А.С.** Абсолютная шкала тепловых потерь двигателя // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 5 (29). – С. 41-42.
4. Catalog Automobil revue 2013. Bern. – 2013. – 594 P.

Сопоставление результатов испытаний

Параметры	Kia Rio	Lada (MVC)	Разница, %
Максимальная скорость, км/ч	162	187	15
Время разгона до 100 км/ч, с	15,2	10,5	14
Расход топлива при скоростях, л/100 км			
90 км/ч	3,3	2,7	18
120 км/ч	5,3	4,1	23
Расход топлива в циклах EU, л/100 км			
городской	3,5	3,1	11
скоростной	3,0	2,7	10
смешанный	3,2	2,8	12

На газе через пустыню

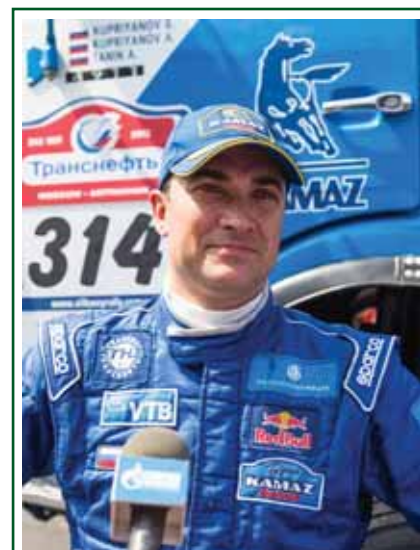
Пустыни Прикаспия – одно из самых жарких мест в России. Температура летом здесь нередко переваливает за 40 °С. А в июле этого года жару здесь прибавили спортивные состязания лучших автогонщиков. Состоялся 5-й юбилейный выпуск Международного ралли-рейда «Шелковый путь–2013», внедорожного соревнования, сопоставимого по значимости со знаменитым «Дакаром».

Гонка, общая протяженность которой составила более 4000 км, прошла по маршруту Москва – Тамбов – Волгоград – Элиста – Астрахань. В марафоне, ставшем, без преувеличения, вызовом пустыне и бездорожью, приняли участие экипажи из 27 стран мира, в том числе 26 экипажей грузовых автомобилей. И среди них гордость российского автоспорта – «Синяя армада»! Именно так называют трехкратного обладателя Кубка мира по внедорожным ралли, одиннадцатикратного победителя ралли «Дакар» и трехкратного победителя ралли «Шелковый путь» – команду «КАМАЗ-мастер».

История команды – это не только история блестящих побед. Это еще и история технических достижений. Уникальность коллектива состоит в том, что он сам создает спортивные машины. И совсем недавно при поддержке ОАО «Газпром» командой была создана специальная модель спортивного автомобиля КАМАЗ с газодизельным двигателем. В этом году газовый КАМАЗ впервые принял участие в Международном ралли-рейде «Шелковый путь–2013». В состав экипажа вошли пресс-секретарь председателя правления ОАО «Газпром» Сергей Куприянов (пилот), Александр Куприянов

(штурман) и Анатолий Танин (механик).

Газовый КАМАЗ оснащен оборудованием Blue Power Diesel. Данная система, установленная компанией «АвтоЭкоСистемы», позволяет двигателю работать сразу на двух видах топлива, замещая дизель сжиженным углеродородным газом (пропан-бутан), и может быть применима в любом дизельном автомобиле. Оборудование Blue Power Diesel позволяет существенно экономить топливо, улучшает экологические характеристики двигателя и устанавливается на автомобиль без конструктивных вмешательств. При этом базовые характеристики двигателя не изменяются. Возникает вопрос о пропорции газа



Пилот газового КАМАЗа
Сергей Куприянов

и дизельного топлива. В среднем количество газа в смеси может составлять максимально 30 %, но в настоящий момент его возможно довести до 45 %. Как отметил директор ООО «АвтоЭкоСистемы» Тигран Иванов, в перспективе планируется повысить и этот показатель, увеличивая тем самым экономию дизельного топлива и уменьшая вредные выбросы.

Качество топлива – один из залогов успеха в ралли-марафоне. Для участия в соревнованиях экипаж газового КАМАЗа выбрал



Старт в Москве



Заправка в Тамбове

газомоторное топливо компании «Газпром газэнергосеть» – крупнейшей российской сети автомобильных газозаправочных станций (АГЗС). На сегодняшний день сеть насчитывает свыше 180 АГЗС, расположенных в 15 регионах нашей страны.

Накануне торжественного старта газовый КАМАЗ прошел процедуру технической проверки на территории Олимпийского комплекса «Лужники». Был проведен тщательный осмотр спортивного автомобиля, а также обмундирования экипажа. В тот же день на территории центрального офиса ОАО «Газпром» автомашину осмотрел председатель правления ОАО «Газпром» Алексей Миллер. Он поднялся в кабину газового КАМАЗа, ознакомился с установленным в машине оборудованием.

На предшествовавшей осмотру встрече с выдающимися отечественными автогонщиками – основателем команды «КАМАЗ-Мастер» Семеном Якубовым и

руководителем команды Владимиром Чагиным – Алексей Миллер отметил, что это интересный проект и прекрасная возможность для популяризации газомоторного топлива, которые наглядно покажут, что газ может использоваться не только в обычных автомобилях, но и в раллийных грузовиках.

5 июля 2013 г. на Красной площади в Москве прошел торжественный старт марафона. На

следующий день участники ралли-рейда отправились из Москвы. Непосредственно перед началом соревнований экипаж произвел заправку газовым топливом (пропан) на автомобильной газозаправочной станции ОАО «Газпром газэнергосеть», расположенной в Тамбове, а в ходе гонки газовый КАМАЗ заправили на АГЗС компании в Астрахани.

Трассы, на которых предстояло соревноваться гонщикам, пролегли по территориям четырех регионов Российской Федерации – Тамбовской, Волгоградской, Астраханской областей и Республики Калмыкия. Маршрут скоростных участков охватил четыре природные зоны – лесостепь, степь, полупустыня и пустыня. Его протяженность составила более 2800 км по пересеченной местности, бездорожью и пескам.

Перепады рельефа, опасные подъемы и спуски, регулярные вибрационные нагрузки, высокая температура окружающего воздуха, пылевые и песчаные запыления – такая обстановка стала настоящим боевым испытанием на



В астраханских песках



На АГЗС в Астрахани

выносливость для экипажа, автомашины и установленного на ней газового оборудования. Но несмотря на все экстремальные условия, в которых проходил марафон, машина была хорошо управляема, оборудование работало надежно, без сбоев. Высокое качество топлива компании «Газпром газэнергосеть» было подтверждено бесперебойной работой двигателя и газового оборудования на всех этапах гонки.

Сравнивая работу газодизельного и дизельного двигателей, Сергей Куприянов отметил, что сохранились динамика и мощность, при этом автомобиль стал лучше

разгоняться на низких оборотах. Также он указал на снижение температуры двигателя почти на 10° и подчеркнул, что уменьшились выхлоп и расход топлива по сравнению с дизельным двигателем. И если первоначально планировалось, что газодизельная смесь будет использоваться только на связках между специальными участками, а на самих участках машина пойдет на дизельном топливе, то в дальнейшем было решено подачу газа не отключать вообще. Спортивные качества машины не ухудшились, не говоря уже о том, что увеличился запас хода – заправляться экипажу газового

КАМАЗа приходилось реже, чем многим другим участникам ралли.

Финиш гонки состоялся 13 июля 2013 г. у стен Астраханского Кремля. По итогам всех этапов марафона победу в классе грузовиков одержала команда «КАМАЗ-мастер». Экипаж газового КАМАЗа преодолел все семь этапов марафона менее чем за 42 ч и показал хороший результат, финишировав восьмым.

Сергей Куприянов отметил, что газовое оборудование было испытано в таких экстремальных условиях, какие только возможны для автомобиля. «Результат превзошел все самые смелые надежды. Восьмые в грузовиках и восемнадцатые в абсолютном зачете – нереально круто для непрофессионального экипажа. Это впечатляющий итог работы всей команды. Мы абсолютно счастливы!» – сказал пилот от имени экипажа.

Участие газового КАМАЗа в Международном ралли-рейде «Шелковый путь» и хороший результат по итогам соревнований, прошедших в сложных условиях, в очередной раз показали эффективность газового оборудования и использования качественного газомоторного топлива компании «Газпром газэнергосеть».



Финал гонки в Астрахани

Вторая жизнь АГНКС

23-24 июля 2013 в г. Махачкале прошла конференция по итогам глубокой реконструкции морально устаревшей Махачкалинской АГНКС, проведенной компанией «НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА». Руководители и специалисты крупнейших компаний газотопливной отрасли осмотрели реконструированную станцию и поделились мнениями о дальнейших направлениях развития и проблемах при модернизации и строительстве АГНКС в России.



Реконструированная АГНКС

Типовая АГНКС-500 с пятью компрессорами завода «Борец» 2ГМ4-1,3/12-250 была построена в 1982 г. Диагностирование, проведенное в 2008 г., показало, что система охлаждения компрессоров находится в аварийном состоянии, треть газовой арматуры требовала замены, а САУ и колонки морально устарели. Однако само здание станции, трубопроводы высокого давления и аккумуляторы были в удовлетворительном состоянии.

Как обычно происходят работы в таких случаях? Наиболее частый подход – капитальный ремонт, то есть постепенная замена оборудования, дальнейшее функционирование которого уже невозможно или угрожает безопасной эксплуатации АГНКС. Такой подход приводит к попыткам встроить новое оборудование в существующие системы, что вызывает впоследствии череду ремонтов, большие финансовые и временные затраты.

В этот раз заказчиком была поставлена иная задача – произвести глубокую реконструкцию АГНКС, максимально используя имеющееся оборудование станции.

Компанией «НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА» была проведена

комплексная реконструкция АГНКС с заменой отработавшего свой ресурс компрессорного и сопутствующего оборудования. На станции были сделаны следующие обновления:

- установлены два компрессора GASVECTOR® производства Fornovo Gas S.r.l. (Италия) по 132 кВт вместо пяти по 160 кВт завода «Борец» с сохранением такой же производительности, как и до реконструкции;
- смонтирован новый блок входных кранов с системой коммерческого учета газа на базе ультразвукового реверсивного расходомера;
- установлен двухсекционный блок осушки с автоматической системой регенерации, внедрена система контроля влажности.

При этом были сохранены существующие аккумуляторы газа и трубопровод высокого давления.

На обновленной АГНКС отпуск газа осуществляется через современные газораздаточные колонки. Вся работа технологического оборудования охвачена более современной и надежной системой автоматизированного управления. Полностью заменены системы электроснабжения, вентиляции, отопления, пожарной сигнализации,



Компрессор DA300 132 кВт



Компрессорные установки GASVECTOR



Блок входных кранов



Блок осушки



Бункеры с аккумуляторами газа



Президиум и участники конференции

видеонаблюдения. Поскольку технологическое оборудование выполнено в контейнерном исполнении и размещено на дворовой территории, освободелось более половины площади здания (переданы службе ГРС и КИПиА). Количество обслуживающего персонала АГНКС сокращено на 40 %.

Участникам конференции было интересно увидеть в работе реальные результаты реконструкции конкретной АГНКС. В числе гостей были представители следующих компаний: ООО «Газпром трансгаз Махачкала», ООО «Газпром трансгаз Югорск», Урал Автогаз, ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», ОАО «Газпром газэнергосеть», ОАО «НК «Роснефть», ОАО «Газпромбанк», ООО «РН-Ингушнефтепродукт», Fornovo Gas S.r.l., «Старт-Плюс Назрань», «КаспийГазСтрой», «ЭктоОйл», ПТЭК «ГАРАНТ».

На конференции в числе прочих была поднята тема решения проблемы физического и морального износа оборудования существующих АГНКС. Для всех очевидно, что назрела явная необходимость модернизации станций, построенных еще во времена СССР. Но вот как ее проводить – поэтапно, то есть путем латания дыр, или комплексно, с приданием станциям второй жизни и сохранением оборудования, которое может еще успешно работать? При «глубокой» модернизации, помимо очевидных экономических эффектов, как например, прямая выгода от снижения затрат на электроэнергию, сокращение персонала и т.п., еще и освобождается площадь в помещениях станции, которую можно использовать для других нужд.

Участники конференции отметили трудности и проблемы, возникающие

при строительстве, реконструкции или капитальном ремонте АГНКС, а также при переоборудовании бензодизельных АЗС в многотопливные. Одна из главных проблем – это общее отставание газотранспортной отрасли РФ от мировых и европейских тенденций. Определенные проблемы создает несовершенство нормативно-законодательной базы РФ, регламентирующей деятельность газотопливной отрасли. Как правило, работу затрудняют длительные сроки согласования с надзорными органами. Конечно, существуют трудности и по подбору технологического оборудования и комплектующих для АГНКС российских производства из-за их зачастую невысокого качества. Что же касается импортного оборудования, то здесь проблемы другого свойства – длительные сроки поставки и неадаптированность к российским нормативным требованиям.

В результате проделанной работы все участники конференции сошлись в едином мнении, что для станций типа АГНКС-500 и АГНКС-250 экономически наиболее оправданной является реконструкция с частичной заменой оборудования. При этом заказчик получает современную станцию при разумных затратах.

С таким объемом и сложностью работ при проведении реконструкции и строительства АГНКС на первый план выходят компетенция сотрудников компании «НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА», их накопленный опыт, умение решать нестандартные задачи и любые возникающие проблемы. Все это на конкретном примере продемонстрировала компания из Санкт-Петербурга.



Заправка автомобилей КПП на обновленной АГНКС

АГНКС от российского производителя

В рамках реализации программы по переводу автотранспорта на природный газ ООО «Краснодарский компрессорный завод» проектирует и производит автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС) на базе газовых компрессоров собственного производства. АГНКС, выпускаемые этим предприятием, предназначены для заправки автомобилей, автобусов, специального транспорта и сельхозтехники сжатым до 24,5 МПа природным газом и шахтным метаном (таблица).

Совместно с системами подготовки газа оборудование АГНКС может устанавливаться на малодебитных газовых скважинах местного значения, скважинах по добыче шахтного метана из угольных пластов и нефтяных скважинах с попутным метаном. Для монтажа станции достаточно произвести подключение ее к газовой и электрической сетям. Вода для технологических целей не применяется.

Neftegaz.ru

Развитие рынка газомоторного топлива в Татарстане

23 августа в Казани состоялась рабочая встреча председателя правления ОАО «Газпром» Алексея Миллера и Президента Республики Татарстан Рустама Минниханова. Стороны обсудили

вопросы двустороннего сотрудничества. В частности, речь шла о перспективах развития в регионе рынка газомоторного топлива.

Было отмечено, что в Татарстане созданы благоприятные условия для масштабного проведения этой работы. Уровень газификации республики природным газом один из самых высоких в России и составляет 99,5 % (по России в среднем 64,4 %).

*Управление информации
ОАО «Газпром»*

КАМАЗ готов наладить сервисное обслуживание машин с ГБО

Российский производитель грузовых автомобилей КАМАЗ готов обслуживать сервисы компании точками обслуживания автомобилей с газобаллонным оборудованием (ГБО), говорится в сообщении автогиганта. Производство газобаллонных автомобилей и автобусов, работающих на КПП, уже освоено на этом предприятии.

По словам генерального директора компании Сергея Когогина, которые приводятся в сообщении, при комплексном подходе в решении вопроса масштабного внедрения газобаллонных КАМАЗов потребителю предлагается проводить сервисное обслуживание таких машин на имеющихся сервисных центрах КАМАЗа, которых у компании более 150. Капитальные вложения для

их оборудования точками обслуживания автомобилей с ГБО потребуются минимальные.

OilCapital.ru

Московский воздух станет чище

Правительство Москвы и ОАО «Газпром» уже долгое время сотрудничают в различных областях. 27 августа 2013 г. градоначальник Москвы С.Собянин и глава Газпрома А.Миллер подписали договор о расширении использования природного газа в качестве моторного топлива.

С.Собянин отметил, что опыт использования газа в качестве моторного топлива у Москвы уже есть. «Пришла пора задуматься, как развивать это направление. Оно очень выгодно с точки зрения экологии и, конечно, с точки зрения экономики», – сказал он.

В документе прописан комплекс мероприятий, направленных на увеличение использования в Москве газомоторного топлива, в первую очередь, на пассажирском и жилищно-коммунальном транспорте. Мероприятия, в частности, предусматривают увеличение парка газомоторной техники, строительство АГНКС и многотопливных автозаправочных комплексов, пунктов переоборудования и технического обслуживания автомобилей, а также других объектов газомоторной инфраструктуры. Планируется также оснащение производственно-технической базы автотранспортных предприятий города оборудованием для эксплуатации газомоторной техники, обучение инженерно-технического персонала и водителей.

Земельные участки для новых объектов предоставит правительство города в соответствии с градостроительной политикой. Особое внимание в соглашении уделено вопросу подготовки и принятия нормативно-правовых актов, направленных на стимулирование использования газомоторного топлива.

Расширение использования газомоторного топлива поможет Москве сдерживать тарифы на проезд в наземном транспорте, снизить выбросы вредных веществ в 5 раз, что позволит повысить качество жизни в столице.

Neftegaz.ru

Технические характеристики автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС 100)

Характеристика	Параметры
Сжимаемый газ	Природный газ по ГОСТ 5542–87
Тип компрессора	Поршневой
Давление на входе в станцию, МПа	0,2...0,3
Производительность станции, приведенная к нормальным условиям, м ³ /ч, не менее	900
Давление газа, заправляемого в автомобиль, конечное, МПа	20
Давление газа максимальное (для заправки ПАГЗ), МПа	25
Объем разовой заправки автомобиля, м ³	120
Число автомобилей, заправляемых в сутки при расчетном объеме разовой заправки 120 м ³	100
Мощность установленного привода, кВт	200
Объем аккумуляторов газа, л	4800
Габаритные размеры блок-бокса, Д×Ш×В, мм	5550×2460×3800

Роль региональных властей в развитии рынка газомоторного топлива

14 августа в центральном офисе ОАО «Газпром» председатель совета директоров компании, председатель правления – генеральный директор ООО «Газпром газомоторное топливо» Виктор Зубков провел совещание по вопросам взаимодействия Газпрома и субъектов РФ в области расширения региональных рынков газомоторного топлива. В совещании приняли участие заместитель председателя правления ОАО «Газпром» Виталий Маркелов, представители руководства министерств энергетики и сельского хозяйства Российской Федерации, органов власти ряда субъектов РФ, ОАО «КАМАЗ».

Выступая на совещании, Виктор Зубков сообщил, что совет директоров ООО «Газпром газомоторное топливо» утвердил Инвестиционную программу на

2013-2014 гг. в объеме 13,8 млрд руб. На эти средства, в частности, будет проведена работа по строительству и реконструкции более 300 объектов газомоторной инфраструктуры в 31 субъекте РФ. Прежде всего речь идет об автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС), а также о пунктах переоборудования и технического обслуживания автотранспорта. В документе предусмотрено приобретение 26 передвижных автомобильных газовых заправщиков. Кроме того, Инвестиционная программа учитывает средства, которые планируется направить на строительство и реконструкцию АГНКС в рамках Программы газификации регионов РФ на 2013 г. (1 млрд руб.).

Расширение использования газомоторного топлива в России во многом

зависит от работы региональных властей. В первую очередь речь идет о газификации муниципального автотранспорта, а также о принятии региональных законов, стимулирующих приобретение и использование газомоторной техники. Например, временное снижение или обнуление ставки транспортного налога для газомоторного транспорта, сокращение ставки налога на прибыль для организаций, использующих газомоторную технику. Существенное значение имеет и содействие в вопросах землеотвода под строительные площадки для будущих станций.

По итогам совещания представителям субъектов РФ было рекомендовано подготовить соответствующие региональные программы развития рынка газомоторного топлива. При этом работа местных властей по переводу автомобилей на газ должна быть синхронизирована со строительством и вводом в эксплуатацию Газпромом газомоторной инфраструктуры.

На АЗС «Газпромнефть» можно будет заправить автомобиль природным газом



Александр Дюков и Виктор Зубков

В августе председатель совета директоров ОАО «Газпром», председатель правления – генеральный директор ООО «Газпром газомоторное топливо» Виктор Зубков и председатель правления ОАО «Газпромнефть» Александр Дюков подписали Соглашение о размещении модулей по заправке природным газом на автозаправочных станциях (АЗС) «Газпромнефть».

Стороны проведут комплекс мероприятий по установке газозаправочных модулей на действующих АЗС «Газпромнефть» и на новых строящихся многофазных заправочных комплексах сети.

Инвестором проектов по размещению модулей выступит «Газпром газомоторное топливо», заказчиком – «Газпромнефть».

Вопрос экономической целесообразности размещения газозаправочного модуля на каждой конкретной АЗС будет решаться отдельно. Кроме того, стороны будут способствовать увеличению парка газомоторных автомобилей и расширению соответствующей инфраструктуры в регионах присутствия АЗС «Газпромнефть».

«Многочисленное увеличение количества станций, позволяющих заправлять автомобили газом, — принципиально важная задача, когда мы говорим о доступности газомоторного топлива. Весомым вкладом в ее решение станет размещение газовых модулей на станциях сети АЗС «Газпромнефть», — отметил Виктор Зубков.

«У газомоторного топлива очень хорошие перспективы занять свою нишу на рынке моторных топлив, особенно если говорить о муниципальном, пассажирском и грузовом транспорте. «Газпромнефть» планирует существенно увеличить реализацию газомоторного топлива. Соглашение, подписанное сегодня, позволит значительно продвигаться в этом направлении», — сказал Александр Дюков.

Газпромведет масштабную работу по выводу российского рынка газомоторного топлива на принципиально новый



Скоро на АЗС «Газпромнефть» появятся модули по заправке природным газом

уровень. В Программу газификации российских регионов, а также во все соглашения, подписываемые с субъектами РФ, включен обязательный раздел, касающийся развития региональных рынков газомоторного топлива. Программа газификации в 2013 г. предусматривает инвестиции в объеме 1 млрд руб. на строительство новых автомобильных газонаполнительных станций и газификацию автотранспорта.

Для повышения эффективности реализации стратегии Газпрома в области развития газомоторного рынка создана специализированная компания – ООО «Газпром газомоторное топливо». В ней консолидируются соответствующие профильные активы «Газпрома».

В число основных видов деятельности ОАО «Газпромнефть» входят производство и сбыт нефтепродуктов. Продукцию «Газпромнефти» покупают более

чем 50 стран мира, она реализуется на всей территории РФ и за рубежом через разветвленную сеть собственных сбытовых предприятий. В настоящее время сеть действующих АЗС компании в России и странах СНГ насчитывает около 1300 станций.

Сегодня в России работают 89 АЗС «Газпромнефть», где можно заправить автомобиль газом. 85 станций реализуют СУГ, а четыре – КПГ.

Когда верстался номер

18 сентября «Газпромнефть» объявила о старте акции по бесплатной установке газобаллонного оборудования для корпоративных клиентов в Санкт-Петербурге, Тверской, Смоленской и Новгородской областях. Модернизировать автомобиль в рамках акции можно до 31 декабря 2013 г. в автосервисах партнеров, прошедших обязательную сертификацию на выполнение данных работ. Участникам акции необходимо заправлять переоборудованный автомобиль на АЗС «Газпромнефть» в объеме не менее 1 тыс. м³ КПГ в месяц. Этот объем расходуется за месяц при 150-200 км пробега в день в зависимости от марки автомобиля. При меньшем объеме заправки арендная плата составит 3 % стоимости газобаллонного оборудования в месяц.

Год экологии в Газпроме

2013 г. объявлен в ОАО «Газпром» Годом экологии. Утвержденный в декабре 2012 г. соответствующий план предусматривает свыше 1200 мероприятий – от внедрения технических новшеств на объектах добычи и транспортировки газа для снижения воздействия на природу до образовательных акций и оказания помощи особо охраняемым природным территориям.

В центральном офисе ОАО «Газпром» состоялось заседание координационного комитета компании по вопросам охраны окружающей среды и энергоэффективности, которое провел заместитель председателя правления компании, руководитель этого комитета Виталий Маркелов. В работе комитета приняли участие члены правления, руководители профильных подразделений и дочерних обществ компании.

Участники заседания обсудили ход проведения в Газпроме Года экологии. Было отмечено, что вместо запланированных на 2013 г. 1200 мероприятий в течение первого полугодия уже проведено около 4000.

«За полгода мы более чем в три раза превысили годовой план мероприятий. Это очередное подтверждение тому, что забота об окружающей среде – одна из важнейших составляющих стратегии развития компании. Где бы Газпром ни работал, он всегда максимально бережно относится к природе», – сказал Виталий Маркелов.

Всего в организации и проведении мероприятий в рамках Года экологии приняло участие 49 дочерних обществ.

Участники заседания обсудили итоги природоохранной деятельности Газпрома в 2012 г. Было отмечено, что по сравнению с 2011 г. в Группе «Газпром» выбросы парниковых газов в атмосферу снизились на 7 %, оксидов азота и углерода – на 8,7 и 7,1 % соответственно. Затраты Группы на проведение природоохранных мероприятий в 2012 г. составили 35,2 млрд руб. (на 10,6 млрд руб. больше, чем в 2011 г.).

На заседании также были рассмотрены итоги выполнения в 2012 г. «Программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности ОАО

«Газпром» на период 2011-2013 гг.». Отмечено, что общий объем экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в 100%-ных дочерних обществах Газпрома в 2012 г. составил 2,18 млн т у.т., включая 1,81 млрд м³ природного газа и 255,4 млн кВт·ч электроэнергии. Как и в прошлые годы, основной объем экономии ТЭР (87 %) пришелся на транспортировку газа. Экономия была достигнута благодаря оптимизации технологических режимов, сокращению затрат газа на технологические нужды, реконструкции и модернизации оборудования на компрессорных станциях и линейной части магистральных газопроводов.

Координационный комитет ОАО «Газпром» по вопросам охраны окружающей среды создан в октябре 2007 г. Основными задачами комитета являются:

- всесторонняя оценка эффективности природоохранной деятельности Группы «Газпром»;
- организация комплексного управления в области охраны окружающей среды, энергосбережения и энергоэффективности;
- координация взаимодействия ОАО «Газпром» с природоохранными государственными органами и общественными организациями.

Золотой век метана на марше

С.А. Сахаров, начальник департамента ООО «Газпром экспорт»,

Е.Н. Пронин, главный специалист ООО «Газпром экспорт»

Рассмотрены следующие вопросы: развитие мирового парка автотранспорта и потребления моторного топлива; тенденции использования альтернативных видов моторного топлива; состояние, перспективы и критерии оценки развития мирового и европейского рынков природного газа для автотранспорта; структура мирового парка автомобилей, работающих на природном газе; интересы Газпрома на внешних газомоторных рынках; проблемы трансграничного загрязнения атмосферного воздуха.

Ключевые слова: компримированный и сжиженный природный газ, автомобильный транспорт, цена моторного топлива, экологическая безопасность, АГНКС.

По оценке экспертов Программы развития ООН (UNDP), в 2000-2030 гг. численность населения Земли вырастет с 6,1 до 7,8 млрд человек и до 8,9 млрд человек – в 2050 г. По сценарию ООН, в период 2000-2030 гг. наибольший прирост произойдет в Азии (925 млн) и Африке (600 млн). А вот Европа – единственная часть света, где при сохранении нынешних социально-экономических тенденций численность населения может сократиться на 8 % (58 млн).

Демографический рост подразумевает дальнейшее экономическое развитие мира, сопровождаемое, кроме прочего, ростом спроса на транспортные услуги, технику и моторное топливо, увеличением нагрузки транспортного комплекса планеты на окружающую среду.

Мировой парк автомобилей к 2030 г. может увеличиться с нынешнего 1 млрд до 1,5 млрд ед. При этом, по расчетам компании ExxonMobil, спрос на моторное топливо в транспортном секторе мировой экономики в 2000-2030 гг. вырастет на 56 % и составит в нефтяном эквиваленте до 70 млн баррелей в сутки (рис. 1). При этом больше половины общего роста потребления моторного топлива (22 млн. баррелей в сутки) придется на грузовой автомобильный транспорт.

Одной из глобальных тенденций развития мира является расширение

использования альтернативных видов моторного топлива. Международное энергетическое агентство (МЭА) полагает, что к 2035 г. 20 % новых автомобилей придется на автомобили с гибридными силовыми установками, 4 % – на электрические (в это количество, вероятно, не включается техника, питаемая от контактной сети). Природному газу МЭА дает 3 %. А вот биотопливо пока продолжает оставаться политическим, а не коммерческим продуктом. Национальный совет США по разведке прямо называет его нынешнюю цену неконкурентоспособной. Во многих странах мира этот вид топлива дотируется из кармана налогоплательщика.

Природный газ обладает уникальной комбинацией технико-экономических и экологических преимуществ, которой нет ни у одного другого альтернативного топлива. Благодаря этому в последнее десятилетие началось масштабное наступление метана на рынок автомобильного топлива.

С 2004 по 2013 г. мировой парк автомобилей (рис. 2), использующих в качестве моторного топлива природный газ, вырос в 4,5 раза – с 3,9 до 17,4 млн ед. По мнению экспертов Международного газового союза, к 2020 г. численность автомобилей на природном газе и биометане может достичь 50 млн ед. Начало резкого

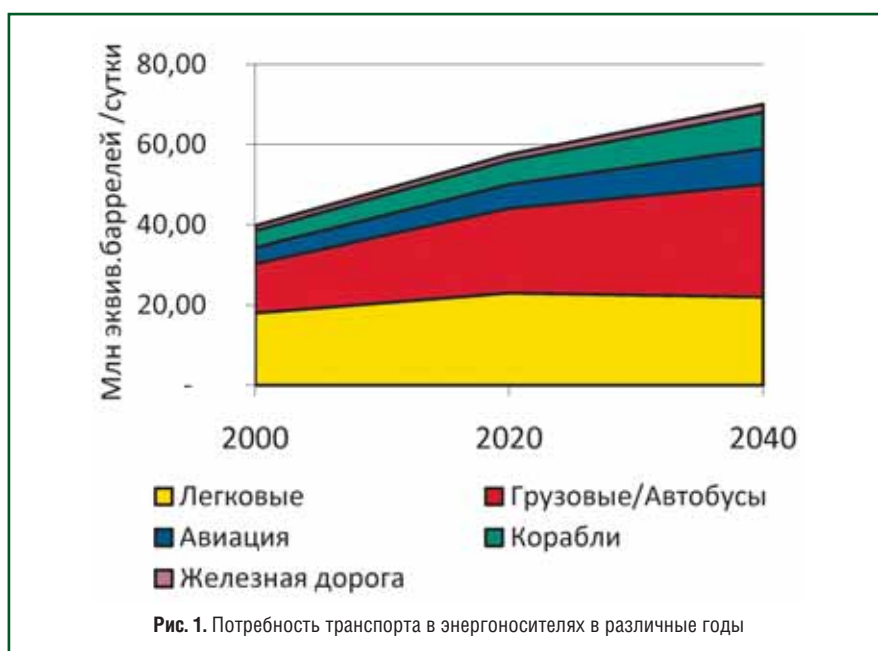


Рис. 1. Потребность транспорта в энергоносителях в различные годы

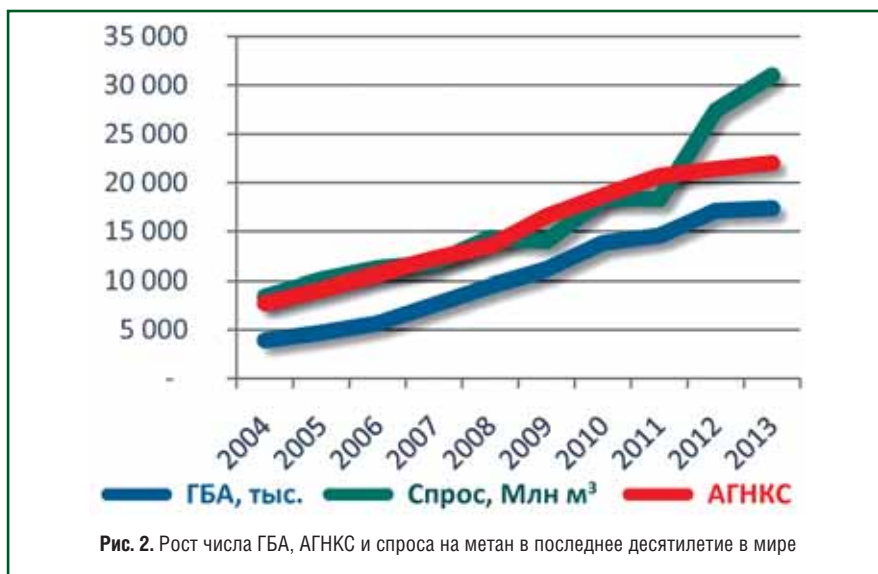


Рис. 2. Рост числа ГБА, АГНКС и спроса на метан в последнее десятилетие в мире

увеличения числа таких автомобилей может произойти в 2015-2016 гг.

Развивается мировая сеть АГНКС: машины заправляют более чем 22 тыс. метановых заправок и 9,5 тыс. индивидуальных компрессорных установок.

Потребление метана автотранспортом (см. рис. 2) в прошедшем десятилетии росло в среднем на 17 % в год, и в 2012 г. оно превысило 30 млрд м³. По некоторым оценкам, в 2040 г. на долю природного газа придется 4 % мирового баланса моторного топлива. При этом после 2020 г. начинается резкий рост спроса на сжиженный природный газ (СПГ) для бункеровки морских судов – с 0,2 до 4,5 млрд куб. футов в сутки.

За период 2004-2013 гг. структура мирового парка автомобилей, работающих на природном газе, значительных изменений не претерпела. Основу парка пока составляют легковые пассажирские и грузовые автомобили (классы М1 и N1). На их долю стабильно приходится 92...93 % общего числа машин на метане (рис. 3). В подавляющем большинстве эти автомобили не изготовлены на заводе, а переоборудованы в процессе эксплуатации. По всей вероятности до 2020 г. переоборудованные автомобили будут составлять более 50 % мирового парка газовых машин. Однако доля

техники заводского производства (ОЕМ) неуклонно растет.

В последнее время наметилась тенденция роста численности автобусов (классы М2 и М3) и грузовых автомобилей (классы N2 и N3), работающих на метане. При этом значительная часть тяжелой техники заводского производства использует СПГ. Компримированный природный газ (КПГ) продолжает оставаться популярным энергоносителем для городских автобусов и коммунальных машин, а для междугородных автобусов и магистральных тягачей все чаще применяют СПГ.

Возможны различные критерии оценки газомоторного рынка.

С точки зрения автомобильной промышленности, производителей

автокомпонентов и услуг по переоборудованию и техническому обслуживанию газовых автомобилей главным показателем является парк машин на метане. По этому критерию мировыми лидерами являются Иран (3,3 млн машин), Пакистан (2,8 млн), Аргентина (2,2 млн), Бразилия (1,7 млн), Китай и Индия по (1,5 млн). В Европе лидирует Италия с парком газовых машин в 750 тыс. ед.

Однако и в этой парадигме есть особенности. Если посмотреть на соотношение количества газовых машин (всех классов) и численности населения, то окажется, что абсолютным чемпионом в этой дисциплине является Армения. По имеющейся статистике, там на каждую тысячу граждан приходится 80 машин на метане. В других странах этот показатель существенно ниже: в Аргентине – 54, Иране – 42, Боливии – 24, Пакистане – 13, Италии – 12, Узбекистане – 10. В среднем по миру этот показатель составляет 2,7 ГБА на 1000 человек.

С точки зрения производителей оборудования для компримирования и сжижения природного газа наиболее иллюстративным является критерий развития сети АГНКС и КриоАЗС. По этому показателю лидируют Пакистан – 3000 станций, Китай – 2800, Иран – 2000, Аргентина – 1900, Бразилия – 1800, США – 1400, Италия и Германия – по 900.



Рис. 3. Структура мирового парка автомобилей, работающих на природном газе

Для газовой промышленности главным мерилем развития газомоторного рынка является, конечно, объем реализации метана. В десятку мировых чемпионов по реализации (млн м³) входят: Иран – 5 760,0; Таиланд – 3 422,0; Пакистан – 2 949,0; Аргентина – 2 603,6; Индия – 1 958,5; Бразилия – 1 700,2; Южная Корея – 1 116,0; Бангладеш – 1 098,6; США – 930,2; Италия – 870,0.

Для ООО «Газпром экспорт» наибольший интерес представляет газомоторный рынок Европы. По умеренно консервативным прогнозам уже к 2020 г. потребление газа на европейском автомобильном и морском транспорте может составить до 43 млрд м³, включая 13 млрд в виде СПГ.

Сказанное не означает, что Газпрому не интересны рынки других стран. Дальнейшее совершенствование

технологий производства, транспортировки и распределения сжиженного природного газа, в том числе малотоннажного, позволяет обеспечить газомоторным топливом даже потребителей, не подключенных к трубопроводной системе транспорта газа.

Экологическая безопасность продолжает оставаться главным мотивом внедрения альтернативных видов моторного топлива. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от транспорта в большинстве городов составляют 70...80 % общего объема. При этом следует помнить о негативном взаимном влиянии крупных городов. Так, загрязняющие вещества из мегаполисов с населением более 5 млн человек могут перемещаться вместе с воздушными массами на расстояние до 300 км (рис. 4), от городов с населением 1...5 млн

жителей – на расстояние до 200 км, и от городов с населением 0,5...1,0 млн человек – на расстояние до 100 км. Города с меньшим населением также загрязняют атмосферу. И не только у себя, но и у соседей. Загрязнение воздуха не признает муниципальных и национальных границ. То, что, например, выбрасывает автотранспорт Брюссельской агломерации (1,8 млн человек), в зависимости от направления ветра доносится во Францию, Люксембург, Германию, Нидерланды и даже Англию. Они в свою очередь «экспортируют» выбросы в Брюссель и окрестности.

Говоря об экологических аспектах внедрения природного газа на транспорте, следует отметить, что Газпром не только призывает других переходить на метан, но и подает пример в этом важном деле.

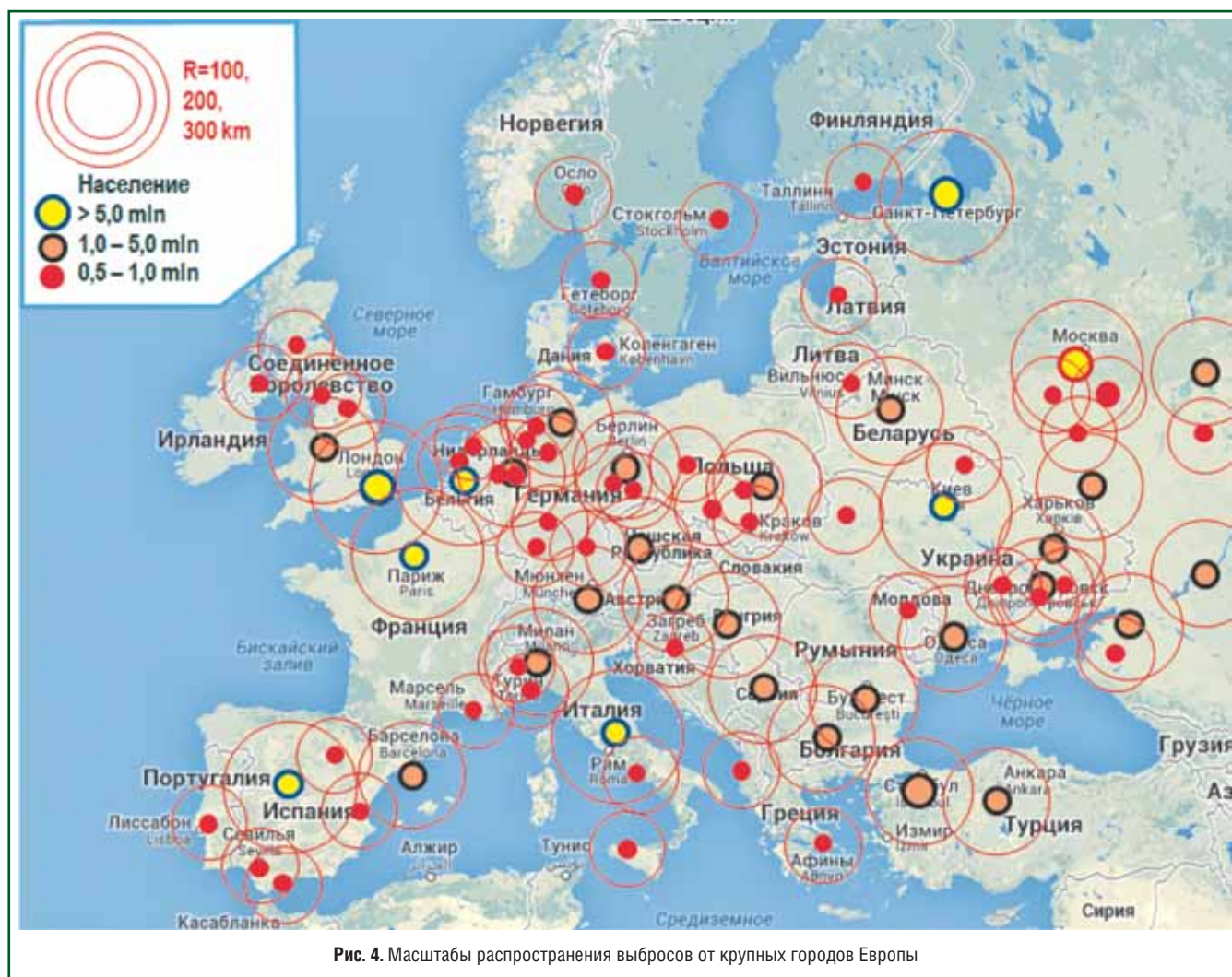


Рис. 4. Масштабы распространения выбросов от крупных городов Европы



Рис. 5. Изменение розничных цен на моторное топливо в последнее десятилетие



В рамках объявленного в Газпроме Года экологии только в первой половине 2013 г. в дочерних обществах компании на природный газ переведены 515

автомобилей. Таким образом, общий парк метановых машин Общества превышает 4 тыс. единиц. Это – крупнейший в мире корпоративный парк автомобилей на природном газе.

При выборе альтернативы нефтяному топливу немаловажен ценовой фактор. Десятилетняя картина цен на моторное топливо в странах Европы показывает, что природный газ существенно дешевле традиционных бензинов и дизельного топлива (рис. 5). Данная тенденция будет сохраняться в обозримом будущем. Природный газ на 30...60 % дешевле дизельного топлива, являющегося главным топливом для муниципальных пассажирских автобусов и коммунальных машин. Переход на использование более дешевого топлива позволит, как минимум, сдерживать рост финансовой нагрузки на муниципальные бюджеты.

ООО «Газпром экспорт» готов развивать инфраструктуру и обеспечивать зарубежных потребителей самым чистым, безопасным, обильным и экономичным углеводородным топливом XXI века.

Это интересно

Корейцы придумали «складывающийся» автомобиль

Оригинальное решение проблемы поиска места для парковки предложили южнокорейские инженеры. Они придумали автомобиль, который может «сворачиваться», требуя благодаря этому для стоянки места в два раза меньше, чем обычно.

Новое чудо корейского автопрома носит название Armadillo-T. Появился он в стенах одного из главных НИИ страны – корейского Института науки и передовых технологий (Korea Advanced Institute of Science and Technology, KAIST). Глядя на автомобиль, невольно напрашивается выражение «мал, да удал». Он сравнительно невелик по размерам. Его длина составляет 2,8 м. Работает этот концепт-кар от четырех электродвигателей, которые размещены не в самом привычном для подобных узлов месте – внутри колес. Емкость

одной аккумуляторной батареи, которая располагается в передней части автомобиля, составляет 13,6 кВт·ч. Весит авто 450 кг и может развивать скорость до 60 км/ч, а за счет использования технологий быстрой зарядки аккумуляторных батарей автомобиль за 10 мин способен накопить электрический заряд, которого хватит на 100 км пробега по городским улицам.

Но главная «фишка» и достоинство Armadillo-T заключается не в его ходовых характеристиках, а в способности «сворачиваться» практически в прямом смысле этого слова. Когда этот автомобиль складывается, то его задняя часть поднимается на 90°. В результате получается большая экономия парковочного пространства. Общая длина сокращается до 1,65 м, а это означает, что на стандартное парковочное место длиной 5 м можно втиснуть сразу

три Armadillo-T. Как подчеркивают разработчики, и в свернутом виде машина очень устойчива.

Корейцы не забыли «напичкать» новый автомобиль различными полезными устройствами. Так, одно из них позволяет водителю управлять машиной дистанционно с помощью смартфона – автомобиль можно будет сложить, разложить, заставить двигаться и развернуться на месте почти на 360°.

Однако в ближайшей перспективе мы эти уникальные автомобили вряд ли увидим на дорогах и парковках. В планы разработчиков не входит массовое производство Armadillo-T. Как отметили в НИИ, для соответствия требованиям безопасности машину придется серьезно усовершенствовать. Но вполне возможно, что многие идеи и технологии, использованные в Armadillo-T, будут задействованы при создании других моделей, которые также смогут «складываться», экономя место на парковках.

По сообщениям корреспондентов «Российской газеты»



Автопробег газовых автомобилей «Голубой коридор – 2013: Ганза»



Сокращение негативного воздействия транспорта на окружающую среду продолжает оставаться в перечне европейских приоритетов. Опыт показывает, что наиболее эффективным способом повышения экологической безопасности транспорта является замена бензина и дизельного топлива природным газом. Метан успешно применяется на всех видах транспорта: автомобильном, железнодорожном, водном и воздушном. Уникальная комбинация экологических и экономических преимуществ природного газа делает его альтернативой номер один традиционным видам моторного топлива.

Для демонстрации потенциала природного газа и многообразия газовых автомобилей заводского производства состоится Международный пробег таких автомобилей, работающих на природном газе, «Голубой коридор – 2013: Ганза». Основными организаторами этого пробега являются ООО «Газпром экспорт» и компания «Е.Он Глобал Комодитиз СЕ». Это международное событие будет посвящено Году экологии в Газпроме и 40-летию партнерства компаний в области поставок природного газа из России в Германию.

Для координации подготовки и проведения автопробега создана группа представителей компаний-организаторов и национальных координаторов – компаний-резидентов, принимающих участие в акции. Ее цель – демонстрация технико-экономических преимуществ природного газа, используемого для бункеровки судов и в качестве моторного топлива для колесного транспорта. Для достижения этой цели организаторы проведут по маршруту движения колонны автопробега круглые столы и выставки газовых автомобилей.

Международный пробег «Голубой коридор – 2013: Ганза» проводится в период с 3 по 19 октября 2013 г. Для участия в автопробеге приглашены только автомобили заводского производства, использующие в качестве моторного топлива природный газ. Намерение участвовать в автопробеге предварительно выразили следующие компании: Amo Plant (Латвия), E.ON (Германия), Eesti Gaas (Эстония), Gas-oil (Россия), Gasum Oy (Финляндия), Gazprom export (Россия), Gazprom Germania GmbH (Германия), Gazptom transgaz Belarus (Белоруссия), Iveco Russia (Россия), Landi Renzo (Италия), Latvijas Gaze (Латвия), Lietuvos dujos (Литва), MAN (Германия), Mercedes-Benz Russia (Россия), Network cng.auto.pl (Польша), NGVRUS (Россия), Volkswagen Russia (Россия).

Идеологическую поддержку автопробегу оказывают Европейская экономическая комиссия ООН (ЕЭК ООН), Международный газовый союз (МГС), Газомоторные ассоциации Европы (NGVA Europe), Польши (Network cng.auto.pl), России (НГА).

Автопробег стартует 3 октября 2013 г. из Санкт-Петербурга и пройдет по девяти странам вокруг Балтийского моря через города Хельсинки, Турку, Стокгольм, Йенчепинг, Гетеборг, Копенгаген, Гамбург, Свиноуйсьце, Гданьск, Калининград, Клайпеда, Елгава, Рига, Таллинн, Нарва. 19 октября газовый караван финиширует в Санкт-Петербурге. Общая протяженность маршрута – 3900 км, продолжительность основного этапа 17 дней. Обслуживание иправка автомобилей природным газом будут осуществляться в соответствии с согласованным с национальными координаторами планом.

В заседаниях круглых столов примут участие представители муниципалитетов, судоходных и автотранспортных компаний, портов, газовых компаний и СМИ. Ключевой круглый стол планируется провести в Гамбурге (Германия). Он будет посвящен вопросам расширения заводского производства газовых автомобилей, развития европейской газозаправочной инфраструктуры в интересах автомобильного и морского транспорта.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

(Страны указаны в порядке прохождения маршрута автопробега «Голубой коридор-2013: Ганза»)

Country (Страна)	Organization (Организация)	Contact person (Контактное лицо)	E-mail address (Электронный адрес)
Russia (Россия)	Gazprom export	Eugene PRONIN	e.pronin@gazpromexport.com
Finland (Финляндия)	Gasum Oy	Jussi VAINIKKA	jussi.vainikka@gasum.fi
Denmark (Дания)	HMN Naturgas I/S	Per PERSSON	per@naturgas.dk
Germany (Германия)	Gazprom Germania	Tobias NOACK	tobias.noack@gazprom-germania.de
Germany (Германия)	E.On	Cliff MUELLER-TRIMBUSCH	cliff.mueller-trimbusch@eon-ruhrgas.com
Poland (Польша)	Portal Network cng.auto.pl	Karol WIECZOREK	k.wieczorek@cng.auto.pl
Lithuania (Литва)	Lietuvos Dujos	Vidas KORSAKAS	vidas.korsakas@sgdujos.lt
Latvia (Латвия)	AMO Plant	Vsevolod KLENIKSKY	vsevolod@amoplant.lv
Latvia (Латвия)	Latvijas Gaaze	Romans LAPINS	romans.lapins@lg.lv
Estonia (Эстония)	Eesti Gaas	Roman BOGDANOVITS	roman.bogdanovits@gaas.ee



Автобусы заправятся от дороги

В Южной Корее запустили принципиально новый вид транспорта. Эта небольшая страна в очередной раз сумела удивить мир технической новинкой. Здесь начата опытная эксплуатация электрических автобусов, которые заряжаются прямо от дороги. Стоят такие машины недешево, но, как считают специалисты, именно за ними будущее.

Первопроходцем по части внедрения нового типа общественного транспорта стал южнокорейский город Куми, который расположен на юго-востоке страны. Пока по улицам ездят всего лишь два автобуса нового поколения, но они уже успели привлечь к себе внимание как экспертов, так и обычных людей.

Как сообщили разработчики данных моделей из Корейского НИИ передовых технологий, эти машины работают на электричестве, но их оригинальность заключается в том, что они подзаряжаются беспроводным путем прямо от дороги. В основе лежит использование метода электромагнитной индукции (технология SMFIR). В отличие от тех же троллейбусов новым электроавтобусам нет необходимости использовать токоприемники, которые физически касаются проводов или иных источников энергии. Вместо этого под шоссе на небольшой глубине проложены электрические кабели, которые создают магнитное поле. Приемное устройство, крепящееся к днищу автобуса, преобразует это поле в электрический заряд, который затем

накапливается в небольшом аккумуляторе. Такие кабели прокладываются лишь на 5-15 % участка дороги, что позволяет постоянно подзаряжать аккумулятор, который по своим размерам гораздо компактнее аналогичных устройств обычных электромобилей.

Клиренс у автобусов, то есть расстояние между нижней частью корпуса и дорогой, составляет 17 см. При этом отмечается, что в процессе подзарядки теряется всего 15 % энергии. Автобус будет получать электроэнергию с частотой 20 кГц. Мощность электродвигателя 100 кВт.

В результате новый вид общественного транспорта может передвигаться по обычным городским дорогам и лишь время от времени слегка дозаряжается от специальной поверхности. При этом, как заверяют разработчики, дорожное полотно может отличаться электрические автобусы от обычных автомобилей, активируя зарядку только в нужное время. Как следствие – снижаются энергозатраты и повышается безопасность. Внешне же все выглядит так, как будто рейсовый автобус заряжается прямо от дороги.

Пока в южнокорейском городе Куми два электроавтобуса нового поколения курсируют на одном тестовом участке длиной 24 км между железнодорожным вокзалом и районом Ин-Донг. Разработчики признают, что у их детища есть один серьезный недостаток – высокая стоимость. Один такой автобус сейчас стоит примерно 630 тыс. долларов США. Однако расходы обещают снизить за счет начала массового производства машин после их серийного запуска на городских маршрутах.



Этот электроавтобус способен заправиться от дороги

Судя по всему, власти различных городов Южной Кореи уже очень заинтересовались новинками. В том же Куми уже в 2015 г. на маршрутах будут

запущены 10 автобусов, заряжающихся от дороги, в дальнейшем такие же машины появятся и в других мегаполисах страны. Эксперты оценили

оригинальность решения, отмечая, что именно такие образцы могут стать прообразами общественного транспорта недалекого будущего.

В Португалии появились электровелосипеды

Португальцы стали пионерами среди государств Евросоюза в деле сооружения в крупных городах заправочных станций, на которых владельцы электромобилей могут заряжать аккумуляторы своих авто. Первыми на эти заправки приехали восемь тестовых полицейских электромобилей британского производства. В обозримом будущем правительство Португалии планирует полностью заменить электромобилями автопарк полиции, который насчитывает около пяти тысяч автомобилей.

Несмотря на острый финансовый голод, поразивший страну, мэрия Лиссабона совместно с Португальской федерацией такси и Национальной транспортной ассоциацией также не остались в стороне от подобных экологических инициатив. Они подписали совместный протокол о закупке электромобилей для обновления городского таксопарка. Фирмам-перевозчикам будет выделено порядка 60 тыс. евро на частичную оплату покупки в общей сложности 20 авто на электрической тяге в рамках пилотного проекта и проведение исследований о снижении ущерба экологии города.

Португальская почта не отстает от полиции и таксистов. Она оснащает свои отделения по всей стране электровелосипедами, произведенными в Португалии. С этой целью почта закупила и передала в свое отделение в округе Лейрия на востоке страны пятнадцать электрических

велосипедов, предназначенных для ежедневной доставки корреспонденции. Это стало продолжением инициативы португальских почтовиков по экологически чистой доставке отправлений, и с начала мая этого года они уже приобрели более двухсот служебных двухколесных

средств передвижения большей частью на электрической тяге.

Португальские почтовики подчеркивают, что тем самым они «заботятся об окружающей среде не только на словах и не зря занимают шестую строчку в мировом рейтинге почтовых операторов, имеющих наименьшие показатели по вредным выбросам в атмосферу». Другими словами, ежегодно минимум на 50 т углекислого газа стал чище воздух Пиренейского полуострова.

Но не только почтовики взяли на вооружение новую двухколесную технику на электрической тяге. Благодаря проекту Park E Bike, запущенному организацией Parques Sintra, теперь по г. Синтра можно прокатиться без усилий, шума и не нанося вред окружающей среде. Здесь организован прокат электровелосипедов. Фирма по прокату двухколесной электротехники расположена в историческом центре



Туристы осваивают новую технику – электровелосипеды

Синтры. Вместе с транспортным средством велосипедист получит карту предлагаемых веломаршрутов, небольшую сумку, замок, шлем и светоотражающий жилет.

Прокат электровелосипеда можно совместить с велоэкскурсиями в сопровождении гида. Кроме того, желающие могут скачать в смартфон приложение с картами или воспользоваться аудиогидом.

Услуга по прокату предлагает три маршрута различной протяженности и степени сложности. Стоимость проката электровелосипеда составляет 25 евро за полдня и 35 – за полный день. Клиентам

велопроката предоставляются скидки на билеты в парки Синтры, а также на посещение памятников и достопримечательностей города.

Велосипеды Park E Bike рассчитаны на преодоление дистанции 30 км и, несмотря на то, что крутить педали все-таки надо, подъем на холмы Синтры они облегчают и позволяют посетителям любоваться природой и дышать свежим воздухом. Пользователи электровелосипедов должны иметь рост от 1,50 до 1,90 м и весить не более 100 кг (чтобы гарантировать длительность работы аккумулятора).

На волне вспыхнувшего интереса к электромобилям в

Лиссабонском техническом университете был разработан собственный электрокар Veeco RT. Задумка не то чтобы нова, по сути это трицикл, оснащенный двумя передними колесами и одним ведущим задним. Но здесь привлекают технические особенности, благодаря которым аппарат может ехать с максимальной скоростью 160 км/ч, и ему достаточно восьми секунд, чтобы разогнаться до сотни.

К сожалению, доля электромобилей на дорогах Португалии, да и Европы в целом, очень мала, и соответствующая инфраструктура находится в стадии зарождения.

Америка пересаживается на электромобили

По замыслу хозяина Белого дома, по дорогам США уже к 2015 г. должно колесить не менее 1 млн электромобилей.

Президент США Барак Обама призвал автоконцерны наращивать производство электрокаров и пообещал увеличить правительственные субсидии на покупку таких машин. Об этом он заявил в своем выступлении перед Конгрессом. «Мы в состоянии сломить нашу зависимость от нефти и к 2015 г. стать первой страной с миллионом электрокаров на дорогах», – сказал он.

Б. Обама пообещал отговорить Конгресс от миллиардной помощи нефтяным компаниям и перенаправить ее на поддержку электрокаров. «Нам нужно инвестировать в будущее вместо того, чтобы субсидировать вчерашний день энергетики», подчеркнул президент США и

пообещал увеличить годовые отчисления в федеральный фонд развития электротранспорта с 6 млрд до 8 млрд долл. США.

Напомним, что в США покупатели электромобилей получают налоговые льготы или прямые компенсации.

Интересно, что за последние годы практически с нуля в Америке развились и сейчас успешно работают новые автомобильные компании, например, высокотехнологичная Tesla, которая производит исключительно автомобили на электричестве. По всей территории США полным ходом идут работы по строительству сети современных станций для подзарядки электромобилей. Если

на данный момент в Америке работают не более 200 таких заправок, то уже через пару лет их число должно вырасти в пять раз.

Хватает в США и футуристических проектов в области транспорта. В частности, американский миллиардер Элон Маск на днях опубликовал детали и дизайн скоростной линии, которая в будущем соединит Лос-Анджелес и Сан-Франциско. Прототип скоростной капсулы, предложенной бизнесменом, сможет развивать невероятную скорость в 1200 км/ч и будет проходить расстояние между этими городами за 30 мин.

Сообщается, что капсула, которая будет перемещаться по специально построенной трубе, сможет брать на борт 28 пассажиров и небольшое количество багажа. Разгонять капсулу будут электромоторы, а главным источником энергии для них станут солнечные батареи. При этом цена билета на практически сверхзвуковую поездку по маршруту Лос-Анджелес – Сан-Франциско не превысит 20 долл.

По сообщениям корреспондентов «Российской газеты» и информационных агентств

Новые возможности и новые перспективы выставки GasSUF

15-17 октября состоится 11-я выставка технологий распределения и использования газа GasSUF. В связи с предстоящим событием наш корреспондент задал несколько вопросов директору выставки MVK – Международная выставочная компания в составе группы компаний ITE Раисе Газарян.

Корр.: Раиса, выставка GasSUF отметила в прошлом году свой 10-летний юбилей и начала отсчет второго десятилетия. Расскажите, пожалуйста, что представляет собой GasSUF в нынешнем году и каковы ее основные направления?



Раиса Газарян: Да, действительно, в прошлом году наша выставка шагнула во второе десятилетие. На сегодняшний день GasSUF является универсальной площадкой для демонстрации уникальных технологических решений, где специалисты имеют возможность найти интересующие их образцы техники в сфере газоснабжения, распределения газа и использования его в качестве моторного топлива. Кроме того, за 10 лет работы выставка GasSUF стала традиционным местом встречи профессионалов отрасли, форумом, где рождаются новые проекты, соглашения, деловые партнерства. Организация выставки в 2013 году останется на таком же высоком уровне.

На GasSUF 2013 можно выделить сразу несколько актуальных направлений, среди которых следующие: газовые городские автобусы, газозаправочная техника, газобаллонное оборудование, автомобили на сжиженном углеводородном газе. Особое внимание к теме использования природного газа на транспорте уделяется не случайно, это обусловлено увеличивающимися год от года темпами роста мирового парка газобаллонной техники. Наша страна с ее богатыми запасами природного газа, отработанными технологиями его использования в качестве моторного топлива, действующей сетью заправочных станций имеет все основания стать лидером в этой сфере и локомотивом



Открытие юбилейной 10-й выставки GasSUF



На открытых площадках выставки GasSUF

в развитии новых газоиспользующих технологий.

Корр.: Что вы можете сказать о компаниях, принимающих участие в предстоящей выставке?

Раиса Газарян: В выставке GasSUF 2012 приняли участие ведущие компании отрасли из России, Аргентины, Белоруссии, Германии, Италии, Китая, Кореи, Польши и Франции. Свои экспозиции представили «Русские Автобусы – «Группа-ГАЗ», «КАМАЗ», Atlas Copco, «Промэнергомаш», BAUER Kompressoren, Xperion ENERGY & ENVIRONMENT, «ЛОГАЗ-АВТО», Gazpart 95, «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА», НПО «Ротор», «БАЛСИТИ», ULLIT SA FRANCE, ZAVOLI SRL и многие другие.

Если в 2012 году в выставке приняло участие около 70 компаний, то в 2013 году мы ожидаем большее число участников. Однако следует понимать, что выставка GasSUF обладает узкой профессиональной спецификой, поэтому мы стремимся сохранять качественный состав посетителей и участников. Стоит отметить, что около 30 % компаний принимают участие в выставке GasSUF более трех лет.

Корр.: Чем выставка GasSUF может быть интересна посетителям, что нового они смогут узнать благодаря ей?

Раиса Газарян: Выставка GasSUF дает посетителям возможность ознакомиться с последними разработками в производстве газотопливной и газобаллонной аппаратуры, методами переоборудования транспорта для работы на газовых видах топлива.

В основном посетителями нашей выставки являются главные должностные лица компаний либо лица, оказывающие влияние на решение о закупках/заказах компаний, которые они представляют. На GasSUF они смогут не только ознакомиться с последними разработками, оценить работу конкурентов, найти новые деловые контакты, но и поучаствовать в ежегодно проводимой Международной конференции «Газ в моторах».

Корр.: Раиса, не могли бы вы рассказать подробнее о деловой программе, которая будет представлена в этом году на выставке GasSUF?

Раиса Газарян: В рамках выставки GasSUF 2013 состоится 6-я Международная конференция «Газ в моторах», посвященная обсуждению основных направлений развития рынка газомоторного топлива в России, в частности, массового перевода общественного транспорта на газ. На конференции будут рассмотрены вопросы использования компримированного природного газа в качестве моторного топлива, перспективы использования сжиженного природного газа, вопросы экологии, опыт развития газомоторного рынка в европейских странах, проблемы потребителей и производителей автомобилей, а также расширения транспортной инфраструктуры.

Корр.: Чем, на ваш взгляд, выставка 2013 года существенно отличается от предыдущих?

Раиса Газарян: Разумеется, за прошедшие годы выставка приобрела устойчивый имидж качественного успешного мероприятия и неповторимую деловую атмосферу. Мы намерены сохранить это и впредь. Тем более что в этом году со стороны государства определены этапы развития газомоторной отрасли.

Корр.: В 2013 году выставка проходит на новой площадке. С чем связан этот переезд?

Раиса Газарян: Как верно замечено, в 2013 году GasSUF пройдет на ВВЦ в новом современном и технологичном павильоне № 75. Переезд на ВВЦ создаст принципиально иные возможности для расширения экспозиционного пространства и деловой программы,

позволит осуществить идеи, которые невозможно было реализовать на прежней площадке. Впервые у нас появится возможность разделить экспозиционную площадь на тематические зоны, каждая из которых будет со своей концепцией, атмосферой и ярким дизайном.

Корр.: Россия занимает одно из ведущих мест по добыче, переработке и распределению газа. Каким образом выставка GasSUF содействует процессу развития отрасли в нашей стране и за рубежом?

Раиса Газарян: Выставка создает возможность для демонстрации и внедрения передового отечественного и зарубежного опыта применения газового оборудования и топлива во всех отраслях промышленности, на транспорте и в быту. Выставка GasSUF позволяет определять перспективные направления совершенствования существующего и создания нового газоиспользующего и газозаправочного оборудования.

Опыт развитых стран показывает, что эффективное развитие рынка газомоторного топлива возможно только при системной работе всех участников рынка и представителей органов власти. Выставка GasSUF способствует этому взаимодействию и является идеальной площадкой для встреч с партнерами и заключения новых контрактов.

Корр.: На сегодняшний день тема перевода транспорта на газ чрезвычайно актуальна. Влияет ли это на проводимую выставку?

Раиса Газарян: Нет сомнений, что заявление Дмитрия Медведева о том, что Российское правительство планирует перевести на газ не менее 50 % общественного транспорта, скажется на развитии отрасли в целом и выставки GasSUF в частности. Ведь GasSUF – единственная в России специализированная выставка по использованию газа на транспорте и одна из ведущих по использованию газомоторного топлива в целях повышения энергоэффективности и экологичности транспорта.

Корр.: Каких результатов вы ожидаете от выставки в 2013 году?

Раиса Газарян: По итогам выставки мы ожидаем большого количества контрактов, заключенных между участниками и посетителями, активного их взаимодействия с целью развития сотрудничества и отрасли в целом. Мы уверены, что для выставки GasSUF открываются новые перспективы, которые, несомненно, принесут пользу ее участникам и посетителям.

Корр.: Хотелось бы услышать несколько слов о Международной выставочной компании МВК, которая является организатором данного мероприятия.

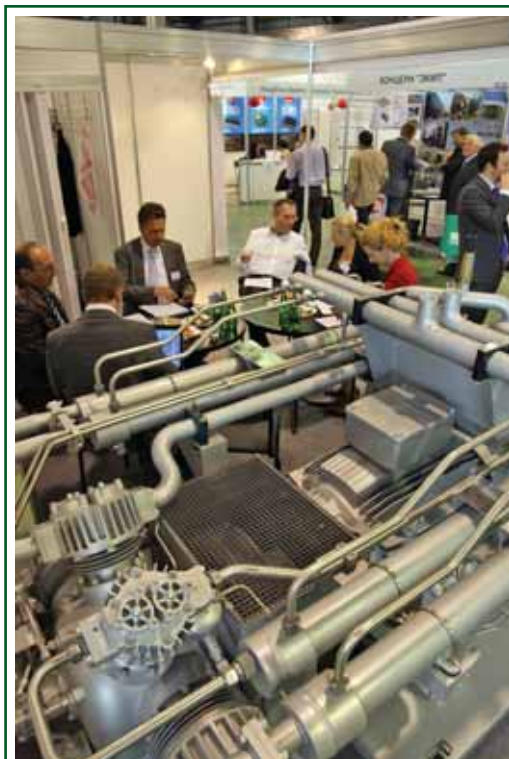
Раиса Газарян: В первую очередь хочу отметить, что наша компания обладает характеристиками, позволяющими говорить о ней как о надежном бизнес-партнере, что является одним из ключевых факторов успеха выставки. Как организаторы, мы всегда ищем способы для совершенствования нашей работы и предоставления участникам наилучшего сервиса.

Используя богатый опыт ITE Group в организации крупнейших выставок в России, а также проанализировав итоги выставок прошлых лет и мнения участников, мы разработали специальную программу, целью которой является повышение эффективности участия в выставках, организуемых МВК в составе группы компаний ITE.

Корр.: Раиса, что бы вы хотели пожелать участникам и посетителям GasSUF 2013?

Раиса Газарян: Мне хочется пожелать всем нашим участникам и посетителям использовать все возможности, предоставляемые выставкой, по максимуму. Вся наша команда трудится в течение года, чтобы участие наших клиентов в выставке было эффективным и принесло большое количество взаимовыгодных контрактов!

Желаю всем отличного настроения и активной работы!



На GasSUF всегда можно найти делового партнера

Использование альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания

С.В. Лохоткин, заместитель директора ООО «Движение», к.т.н.

Предложен способ работы двигателя внутреннего сгорания с преобразованием в полезную работу теплоты, образующейся в результате горения в цилиндре, в котором рабочие такты, основанные на расширении газообразных продуктов сгорания, чередуются с рабочими тактами, основанными на расширении паров сжиженного газа-охладителя (например, жидкий азот). Показана возможность использования газов, полученных из сжиженных углеводородов, одновременно в качестве охладителя и в качестве топлива, когда после такта охлаждения нагретый газ подается в цилиндры уже в качестве топлива.

Ключевые слова: двигатель, альтернативное топливо, жидкий азот, криогенные газы, углеводороды, энергетика, экология, изобретения.

Наметившаяся в последнее время тенденция роста стоимости жидких углеводородов, их ограниченные запасы и перспектива сокращения объемов добычи являются причинами начавшегося активного поиска альтернативных топлив. Особо остро стоит вопрос о замене моторного топлива, так как именно оно занимает львиную долю в общей структуре потребления. Так, в мире число автомобилей приблизилось к 1 млрд, а общая мощность их двигателей превышает мощность всех электростанций на Земле.

Предлагаемые в настоящее время альтернативные топлива, такие как биоэтанол и биодизель, не могут кардинально решить проблему, так как их производство приводит к конфликту «топливо или продовольствие». Кроме того, производство биотоплива имеет ограниченные возможности – его объемы в десятки раз меньше объема потребляемого сейчас углеводородного топлива.

Практически все находящиеся в эксплуатации автомобили приводятся в движение двигателями внутреннего сгорания (ДВС), работающими по принципу, предложенному еще в 1876 г. немецким конструктором

Николаусом Отто, и усовершенствованными в дальнейшем немецкими инженерами Готтлибом Даймлером и Рудольфом Дизелем.

Каждый цикл работы четырехтактного двигателя состоит из следующих этапов (такты):

- впуск горючей смеси;
- сжатие горючей смеси;
- рабочий ход;
- выпуск отработавших газов.

Заметим, что полезная механическая работа совершается двигателем только в течение одного такта – рабочего хода! Остальные три такта являются подготовительными (выпуск, впуск и сжатие) и совершаются они за счет кинетической энергии маховика, вращающегося по инерции.

Вместе с тем с 90-х гг. прошлого века активно ведутся работы по

созданию автомобилей, работающих на альтернативных топливах, в частности, на сжиженном азоте [1, 2].

Автомобили, работающие на сжиженном газе (рис. 1), пока уступают по мощностным и динамическим характеристикам традиционным бензиновым, но обладают экологической чистотой, относительной дешевизной топлива, а также неограниченной возобновляемой сырьевой базой для производства жидкого азота из атмосферного воздуха.

Принцип работы двигателя на жидком воздухе или азоте примерно такой же, как и на углеводородном топливе. Отличие состоит в том, что жидкий азот нагревается и испаряется за счет теплоты окружающей среды, а в обычном двигателе воздух нагревается вследствие сгорания топлива. Азот находится в жидком состоянии при температуре -196°C , поэтому при контакте с любым веществом, обладающим даже нормальной комнатной температурой, он начинает кипеть и интенсивно испаряться с образованием быстро расширяющегося облака газа. Его объем примерно в 1000 раз больше объема исходного жидкого вещества. Самый большой минус азотного двигателя заключается в том,



Рис. 1. Экспериментальный криогенный автомобиль (Университет Северного Техаса, США)

что скорость испарения и нагрева азота в радиаторе очень мала из-за небольшой разницы температур жидкого азота и окружающего воздуха (около 190 °С), а также низкой скорости теплопередачи, доходящей до десятков минут. В топливном двигателе сгорание и нагрев длятся доли секунды при разности температур более 1000°. При этом азотный двигатель экологически чист и пожаробезопасен, азот можно получать в любом месте в любых количествах прямо из воздуха, и после работы он возвращается обратно в атмосферу, не нарушая равновесия окружающей среды.

Принципы работы криогенных и традиционных двигателей схожи, но при работе первых необходим постоянный источник теплоты (например, теплообменник), а вторые требуется защищать от перегрева и отводить избыточную теплоту (обычно с помощью воздушной или жидкостной системы охлаждения). Поскольку в этих двух случаях потоки переноса теплоты разнонаправлены, то была предложена новая идея (на основании которой получен патент России на изобретение RU 2296233 [3] и соответствующий патент Германии DE 20 2007 013002.3) объединить их в одно устройство и подавать в цилиндры попеременно то горючую смесь, то «холодный» сжиженный газ. Тогда в первом случае можно решить проблему охлаждения силовой установки, отказавшись от традиционной системы охлаждения. А во втором случае – увеличить за счет более высокой разности температур скорость нагрева и испарения сжиженного газа (к примеру, азот), что в свою очередь ведет к росту КПД и повышению удельной мощности силовой установки.

Известно, что в современных ДВС только часть энергии, получаемой при сжигании топлива, используется

на совершение полезной работы, а более половины всей теплоты теряется на нагрев деталей двигателя и уходит в продукты сгорания. При этом температура воспламененной рабочей смеси достигает 2200...2500 °С, а средняя температура рабочего цикла составляет 800...900 °С.

При такой высокой температуре необходимо искусственное охлаждение двигателя, для чего обычно применяют систему жидкостного охлаждения с принудительной циркуляцией. Такая система, состоящая из рубашки охлаждения, радиатора, водяного насоса, охлаждающей жидкости и других элементов, сама по себе является достаточно сложной и массивной.

В то же время можно обеспечить эквивалентный отвод теплоты альтернативным способом, задав такой способ работы двигателя, в котором рабочие такты, основанные на расширении газообразных продуктов сгорания, чередуются с рабочими тактами, основанными на расширении паров сжиженного газа-охладителя. В качестве газа-охладителя могут использоваться, например, жидкий азот, жидкий водород или газ из сжиженных углеводородов. Последние в свою очередь могут использоваться одновременно и как горючее, при этом после такта охлаждения нагретый газ подается в цилиндры уже в качестве топлива.

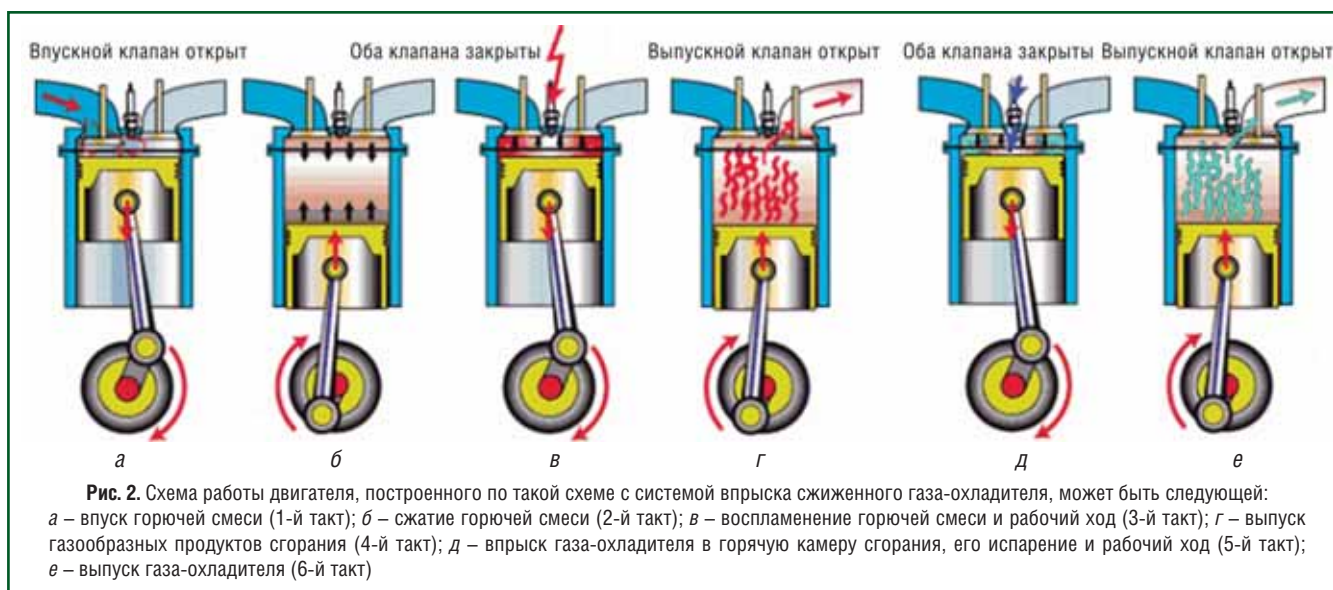
Как правило, переход вещества из жидкого агрегатного состояния в газообразное сопровождается поглощением теплоты, пропорциональной массе вещества и его удельной теплоте парообразования. Также ее поглощение происходит при последующем нагревании паров холодного газа (для азота начальная температура –196 °С) до температуры продуктов сгорания, оставшихся в цилиндре (средняя температура последних около 800 °С).

С учетом того, что плотность газа во много раз меньше плотности жидкости (например, плотность жидкого азота 808 кг/м³, а плотность газообразного 1,25 кг/м³ при нормальных условиях), при испарении сжиженного газа в малом замкнутом объеме камеры сгорания возникает избыточное давление, которое действует на поршень, совершая полезную работу (рис. 2).

В дальнейшем процесс работы двигателя непрерывно повторяется в указанном порядке. Таким образом, происходит чередование рабочих тактов, основанных главным образом на расширении газообразных продуктов сгорания (3-й такт), с рабочими тактами, основанными на расширении паров сжиженного газа-охладителя (5-й такт).

Условно такой принцип работы можно назвать чередованием «горячих» (с 1-го по 4-й) и «холодных» (с 5-го по 6-й) тактов. Регулируя (возможно, с помощью электронной системы управления) соотношение расхода топлива и хладагента, можно добиться оптимального теплового баланса работы ДВС в широком диапазоне нагрузок и внешних температур без использования традиционной системы жидкостного охлаждения.

Помимо этого, предлагаемый вариант двигателя имеет два рабочих хода поршня на каждые три оборота коленчатого вала (два такта из шести) против одного рабочего хода на два оборота коленчатого вала (один такт из четырех), как в обычном ДВС, что дает возможность уменьшить массу двигателя на единицу мощности, а также экономить углеводородное топливо, поскольку сгорание происходит только в одном такте из шести. Так как при данном способе происходит более полное преобразование теплоты в полезную работу, то повышается КПД двигателя и уменьшаются



вредные выбросы в атмосферу при использовании для охлаждения безвредных сжиженных газов (например, азот).

Если в качестве газа-охладителя используется само топливо (например, сжиженный метан или сжиженный водород), то после «холодного» такта выпуск паров газа-охладителя необходимо осуществлять не в атмосферу, а подавать его снова в цилиндр уже в качестве топлива.

В зависимости от конкретных видов топлива и хладагента, температуры окружающей среды и других факторов возможны варианты построения двигателя, в котором на один «горячий» такт будут приходиться два или более «холодных» тактов или, наоборот, на один «холодный» – несколько «горячих».

Таким образом, можно добиться заметного уменьшения расхода невозобновляемого углеводородного топлива, которое в значительной мере замещается более дешевым, экологически безопасным и неисчерпаемым жидким азотом либо любым другим подходящим сжиженным газом. Уменьшение же количества сжигаемых нефтепродуктов положительно скажется на экологии, особенно в мегаполисах. Более высокий КПД и меньшая масса двигателя на единицу

мощности позволят создавать более компактные автомобили, что дополнительно поможет разгрузить дороги и уменьшить пробки.

Сейчас для решения этих задач делается упор на гибридные силовые установки, а также водородные двигатели, строятся экспериментальные электромобили и пневмоавтомобили, работающие на компримированном воздухе. Серийно же выпускаются только гибриды, которые дают определенную экономию топлива, но пока слишком дороги для массового потребителя, а изготовление аккумуляторных батарей для таких автомобилей отнюдь не безвредное производство. Предлагаемый 6-тактный двигатель конструктивно мало отличается от традиционных ДВС, и его производство не потребует значительных капитальных затрат, он также может использоваться в схемах с гибридной силовой установкой или работать на водороде.

Отдельно следует упомянуть электрогенерирующие установки. Как правило, мощность электростанций избыточна ночью, но днем сеть испытывает резкие пики потребления. Известно немало способов решения этой проблемы, но идеальных нет. Новый способ накопления энергии

предложили Юйлун Дин (Yulong Ding) из университета Лидса (University of Leeds) и его коллеги [4]. Ученые решили, что оптимальный, чистый и притом дешевый метод аккумуляции – превращение электричества в криогенные газы. Избытки мощности во время спадов ее потребления, по мнению авторов концепции, следует направлять в установки, вырабатывающие жидкие азот и кислород. Последние нужно накапливать в емкостях тут же на территории тепловой электростанции.

Во время пиков нагрузки жидкий азот можно закачивать в теплообменник и доводить до кипения энергией атмосферы, а также бросовой теплотой от обычных энергоустановок. Азот будет крутить резервные турбогенераторы. Как гласит пресс-релиз университета, используя такую интегрированную систему, можно сократить на 50 % количество топлива, необходимого для удовлетворения пикового спроса. И выбросы парниковых газов будут ниже.

Позднее был испытан промышленный вариант хранения энергии в жидком воздухе. Британская компания Highview Power Storage в течение девяти месяцев проводила первую фазу испытаний пилотной установки

CryoEnergy System (CES). Она призвана помогать обычной тепловой электростанции во время пиков энергопотребления, сглаживая нагрузку на основное оборудование.

Опытная установка CES мощностью 300 кВт была смонтирована на одной из электростанций компании SSE, причем систему подключили к национальной энергосети. Как информирует Gizmag [5], к концу 2012 г. Highview планирует запустить в работу коммерческую энергетическую систему на жидком воздухе выходной мощностью 3,5 МВт, а в 2014 г. – нарастить производительность своего комплекса до 8...10 МВт.

По аналогичной схеме можно сглаживать пиковые нагрузки применительно к дизельным или газопоршневым электрогенераторам, если те будут работать по 6-тактной схеме. В ночное время вся избыточная мощность электростанции идет на накопление жидкого азота, а в остальное

время этот азот участвует в работе силовой установки как газ-охладитель. То есть снабжать станцию, возможно, потребуется только одним компонентом топлива.

Похожий механизм может быть применен и к автомобилям – днем они расходуют горючее и сжиженный газ, а ночью, например, в гараже, запас криогенного топлива пополняется за счет работы соответствующей электроустановки. Это позволило бы значительно упростить инфраструктуру по заправке подобных

автомобилей, оставив по сути одни только привычные АЗС.

Таким образом, развитие технологии в этом направлении представляется достаточно перспективным. Полного отказа от сжигания углеводородов в данном случае не происходит, но даже уменьшение этих объемов может стать существенным шагом в направлении улучшения экологии и повышения качества жизни (особенно в больших городах), а также в деле борьбы с глобальным парниковым эффектом.

Литература

1. Knowlen C., Mattick A.T., Hertzberg A., Bruckner A.P. Ultra-low emission liquid nitrogen automobile // Future Transportation Technology Conference and Exposition, Costa Mesa, CA, August 17-19, 1999. SAE Technical Paper Series 1999-01-2932.
2. В. Щербаков. Конкуренты. Криогенный автомобиль? // Информационный экспресс-буллетень «ПерСт» (Перспективные Технологии – наноструктуры, сверхпроводники, фуллерены). – 2001. – № 21.
3. Пат. 2296233 Российская Федерация, МПК F02B75/02; Способ работы двигателя внутреннего сгорания с охлаждением сжиженным газом / С.В. Лохоткин; № 2005118257/06; заявл. 15.06.2005; опубл. 27.03.2007, Бюл. № 9.
4. Haisheng Chen, Yulong Ding, Toby Peters, Ferdinand Berger. Energy storage and generation. United States Patent No. 2009/0282840.
5. <http://www.gizmag.com/liquid-air-energy-storage/18148/>.

БАЛСИТИ

ООО «Балсити» – ведущий производитель автомобильных баллонов для сжиженного углеводородного газа, занимающий лидирующую по позиции на российском рынке. Компания является эксклюзивным поставщиком газовых баллонов на конвейер Горьковского автомобильного завода (ГАЗ).

РЕКЛАМА

ПРОДУКЦИЯ

АВТОМОБИЛЬНЫЕ БАЛЛОНЫ ДЛЯ СУГ:

Тороидальные и спаренные баллоны – от 42 до 95 л
Цилиндрические баллоны – от 30 до 220 л

ГАЗГОЛЬДЕР 480 л



г. Москва, 119071, Ленинский проспект 29,
офис № 628 +7 (495) 955 41 95
balcity@balcity.ru www.balcity.ru



На предприятии компании внедрена и действует система менеджмента качества в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001 2008 (ISO 9001 2008). Баллоны сертифицированы по Международным правилам ЕЭК ООН № 67 01 с дополнениями 1 9, а также на соответствие требованиям Технического регламента «О безопасности колесных транспортных средств».

Перспективы создания нового поколения грузовых газомоторных автомобилей

Я.С. Мкртычан, профессор, д.т.н.,

Р.Р. Батыршин, генеральный директор ООО «РариТЭК»,

С.В. Люгай, директор Центра использования газа ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.,

Д.В. Селиванов, главный специалист ООО «Газпром газэнергосеть»

Приведены результаты разработки принципиальной схемы хранения и подачи природного газа в двигатель транспортного средства, работающего на СПГ и КПП, а также схемы рационального размещения газовых емкостей на борту грузовых автомобилей различной модификации.

Ключевые слова: газомоторный автомобиль, запас хода автомобиля, расход газа, сжиженный природный газ, компримированный природный газ.

Начиная с 2000 г. в мире фактически произошел прорыв метана на газомоторный топливный рынок. С каждым годом наблюдается постоянный рост количества газобаллонных автомобилей (ГБА), работающих на компримированном природном газе (КПП), и соответственно увеличение числа АГНКС и объема потребления КПП [1]. За период с 2000 по 2011 г. число ГБА возросло более чем в 15 раз и достигло 17,2 млн ед., количество АГНКС увеличилось до 21,4 тыс., а объем потребления КПП – до 36,0 млрд нм^3 . Число стран, использующих КПП для транспорта, увеличилось более чем в 2 раза – с 40 до 82.

Колоссальный рост численности метановых машин за последние несколько лет (2009-2012 гг.) произошел в Пакистане (3,10 млн ед.), Иране (3,30 млн ед.), Аргентине (2,17 млн ед.), Бразилии (1,73 млн ед.), Индии (1,7 млн ед.). Однако в настоящее время по объему потребления КПП лидирует Китай. Если во многих странах мира газомоторный парк в основном состоит из легковых автомобилей, то в структуре автопарка Китая преобладают автобусы, потребляющие в

несколько раз больше КПП, чем легковые ГБА. По экспертным оценкам, в течение второго десятилетия XXI в. численность мирового парка метановых автомобилей может быть доведена до 50 млн, то есть возрасти примерно в 3,5 раза.

В России также готовятся к существенному увеличению объема потребления КПП на автотранспорте и доведению его в 2015 г. до 3,0 млрд м^3 . В советский период (1981-1991 гг.) парк газобаллонных автомобилей достиг 54,8 тыс. ед., в том числе 53,1 тыс. грузовых автомобилей, 1,3 тыс. автобусов и 0,4 тыс. легковых автомобилей-такси [2].

Структура автопарков разных стран, в том числе и газомоторных, в большинстве своем представлена легковыми автомобилями. В России газомоторный парк КПП составляют в основном грузовые автомобили, а в Китае – автобусы, работающие на КПП и потребляющие наибольшие объемы топлива. Два этих направления не противоречат друг другу, а скорее дополняют. Однако следует отметить, что увеличение парка грузовых крупнотоннажных автомобилей для работы на КПП сдерживается их ограниченным запасом хода

и пока еще недостаточным числом АГНКС, особенно на междугородных и международных автомагистралях.

При работе на КПП такие автомобили имеют пробег без дозаправки всего 200...250 км, что требует строительства АГНКС через каждые 70...100 км, то есть создания более частой сети газозаправок. Естественно, что реализация такой задачи является долговременным и дорогостоящим процессом.

Одной из эффективных альтернатив применению КПП на магистральных автопоездах, выполняющих дальние и сверхдальние междугородные и международные рейсы протяженностью до 1000 км и более, является использование сжиженного природного газа (СПГ). Однако это следует понимать как использование СПГ наряду с КПП, а не вместо КПП, особенно в период создания широкомащтабной сети заправочных станций и индустрии малотоннажного производства СПГ.

В последние годы в мире и России особенно заметно проявилась тенденция использования СПГ на автомобильном транспорте. Приоритетными автотранспортными средствами для использования СПГ определены

магистральные крупнотоннажные грузовики и автопоезда, выполняющие междугородные и международные (трансконтинентальные) грузоперевозки, автомобили-самосвалы большой грузоподъемности, эксплуатируемые в карьерных горнодобывающих условиях, автомобили-лесовозы и автобусы большого и особо большого класса, в первую очередь, туристические [3].

На сегодня в мире существует довольно развитая сеть крупнотоннажного производства СПГ: мощные заводы по сжижению природного газа, крупные хранилища СПГ, танкеры-метановозы, отгрузочные и приемные терминалы. Наряду с этим идет процесс формирования малотоннажного производства СПГ. Созданы и функционируют заводы средней мощности, производительностью 100...600 тыс. т/год (США, Китай [1, 4]), а также мини-заводы СПГ производительностью 7,0...20 тыс. т/год (Россия), созданные в составе АГНК-500 и ГРС [5-7].

В США и ряде европейских стран построены и функционируют станции заправки СПГ грузового и легкового автотранспорта. Ведущими автомобильными фирмами мира созданы образцы автомобилей, работающих на СПГ.

В России пока только ОАО «КАМАЗ» принимает меры по освоению промышленного производства крупнотоннажных грузовых автомобилей и самосвалов для работы на СПГ. Широкое внедрение СПГ для заправки автотранспорта пока сдерживается малочисленностью технологических установок (мини-заводы) по его производству и почти отсутствием сети заправочных станций.

В настоящее время ОАО «КАМАЗ» и его эксклюзивный дистрибьютор компания ООО «РариТЭК» в основном завершили работу по освоению

серийного производства модельного ряда автомобилей и автобусов с газовым двигателем, выполняющим нормы Евро-4, и продолжают его совершенствовать в направлении достижения Евро-5 [8]. Одновременно с этим в сотрудничестве с ООО «Газпром ВНИИГАЗ» компания «РариТЭК» начала масштабную работу по созданию нового поколения инновационной газомоторной автотехники, использующей в качестве моторного топлива наряду с КПГ и СПГ. Такой подход к использованию двух видов природного газа продиктован необходимостью существенного увеличению запаса хода автомобилей при выполнении дальних пробегов. Пришлось учитывать, что создание сети заправочных станций СПГ потребует значительного времени. В результате возникнет переходный период, в течение которого придется обеспечивать дальние грузоперевозки не только на СПГ.

Для увеличения запаса хода крупнотоннажного грузового двух-

топливного автомобиля (КПГ+СПГ) потребовалось, как минимум, разработать следующее:

- бортовую систему хранения и подачи в двигатель КПГ и СПГ;
- модификацию автомобилей с различными схемами размещения топливных емкостей для СПГ и КПГ разного объема и исполнения;
- подкапотную автосистему двигателя для работы на КПГ и СПГ.

Хранение и подача природного газа в двигатель транспортного средства

В отличие от известных технологических газовых схем крупнотоннажных автомобилей, работающих на КПГ или СПГ, предлагаемая газовая система (рис. 1) предназначена обеспечить последовательную подачу компримированного или сжиженного газа в двигатель автомобиля из бортовых емкостей для хранения СПГ и КПГ [9].

Схема включает: криогенный баллон 5; трубопровод 3,

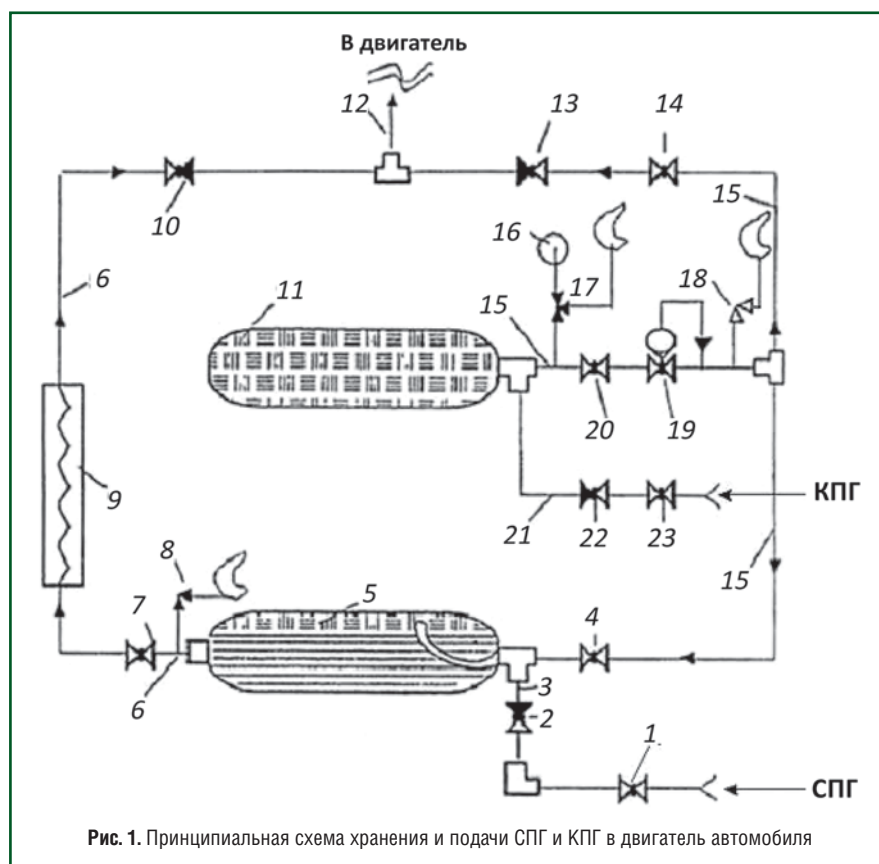


Рис. 1. Принципиальная схема хранения и подачи СПГ и КПГ в двигатель автомобиля

соединенный с баллоном 5 и устройством его заправки сжиженным природным газом (на рис. 1 не показано) через обратный клапан 2 и входной кран 1; трубопровод 6 подачи сжиженного газа (через испаритель 9), оснащенный предохранительным клапаном 8, запорным краном 7 и обратным клапаном 10, соединенным с трубопроводом 12, по которому газообразный газ поступает в двигатель транспортного средства; баллон 11 для сжатого газа высокого давления; трубопровод 21, соединенный с баллоном 11 и устройством его заправки компримированным газом высокого давления 20...32 МПа (на рис. 1 не показано) через обратный клапан 22 и выходной кран 23. Схема включает также трубопровод 15 подачи КПГ в баллоны 5 и 11, оснащенный манометром 16 со сбросным краном 17, запорным краном 20, редуктором газа 19 и предохранительным клапаном 18, соединенный с криогенным баллоном 5 через запорный кран 4 и с трубопроводом 12 подачи газообразного газа в двигатель через запорный кран 14 и обратный клапан 13.

Описанная система работает следующим образом.

Для заправки криогенного баллона 5 сжиженным природным газом трубопровод 3 присоединяют к гибкому рукаву заправочного пункта или станции (на рис. 1 не показано). Краны 7 и 4 закрывают, а кран 1 открывают. После окончания заправки баллона 5 СПГ кран 1 закрывают.

Для заправки баллона 11 компримированным природным газом высокого давления трубопровод 21 присоединяют к гибкому рукаву заправочного пункта или станции (на рис. 1 не показано). Кран 20 закрывают, а кран 23 открывают. После окончания заправки баллона 11 газом высокого давления кран 23 закрывают.

Система может осуществлять подачу природного газа в двигатель

либо из криогенного газового баллона 5, либо из газового баллона 11 высокого давления.

Для подачи СПГ в двигатель через испаритель 9 открывают вначале кран 7, а затем краны 20 и 4. Поступающий из баллона 11 по газопроводу 15 через открытый кран 20, редуктор 19 и открытый кран 4 в баллон 5 газ с давлением, сниженным до 1,0 МПа, начинает вытеснять сжиженный газ через испаритель 9 к двигателю. После полного расхода СПГ из криогенного баллона 5 краны 7 и 4 закрывают. При необходимости для дальнейшей работы двигателя используют КПГ из баллона 11. Для его подачи в двигатель открывают кран 14.

Возможны варианты использования только СПГ или только КПГ в зависимости от наличия тех или иных заправочных станций по пути следования транспорта. Данная схема двухтопливной системы хранения и подачи газа в двигатель транспортного средства (ТС) позволяет следующее:

- обеспечить необходимую дальность пробега (запас хода) транспортных средств, особенно в условиях редкой сети заправочных станций, и уменьшить число рейсовых заправочных станций;
- снизить потери рабочего времени на заправки газовым топливом;
- повысить гибкость и маневренность грузоперевозок за счет увеличения запаса хода;
- минимизировать расходы на сооружение, обслуживание и ремонт системы.

Особенно важно отметить, что в предлагаемой технологической схеме газовой системы крупнотоннажного двухтопливного автомобиля КПГ является не только вторым наряду с СПГ топливом, но он еще выполняет и технологическую функцию – вытесняет СПГ из автомобильного криобака в подкапотную газовую

систему и исключает необходимость в криогенном насосе с приводом. Таким образом в данной схеме реализуется универсальный принцип «СПГ не вместо, а наряду с КПГ», что позволяет получить ряд ранее отмеченных преимуществ в сравнении с принципом «СПГ или КПГ». Создание таких двухтопливных автомобилей чрезвычайно важно не только для увеличения пробега и расширения географии грузоперевозок, но и для повышения загрузки газозаправочных станций с учетом необходимости использования существующей сети АГНКС и целесообразности ее реконструкции для обеспечения заправки автотранспорта наряду с КПГ и сжиженным природным газом.

Система хранения природного газа на грузовых крупнотоннажных автомобилях

Основной технической задачей при разработке новой системы хранения газа явилось радикальное увеличение газового объема емкостей с целью повышения запаса хода автомобиля для обретения возможности выполнения дальних и сверхдальних грузоперевозок на разных стадиях развития системы газоснабжения автотранспорта на междугородных и международных автомагистралях.

Для решения поставленной задачи разработаны три варианта системы хранения КПГ и СПГ на борту шасси (рис. 2) автомобиля. Для последующей модернизации за базовый был принят вариант шасси с системой хранения только КПГ (базовая модификация). По первому и второму вариантам система предназначена для автомобилей, совершающих без дозаправки дальние грузоперевозки, по третьему – для автомобилей, выполняющих сверхдальние грузоперевозки, включая трансконтинентальные.

Система хранения природного газа для ТС **по первому варианту** содержит газовые емкости для хранения СПГ и КПГ, каждая из которых снабжена устройством заправки газом, запорно-регулирующей арматурой и соединена газопроводами с системой питания двигателя транспортного средства. От базовой она отличается тем, что емкости для хранения КПГ выполнены в виде кассет с баллонами высокого давления, которые установлены и закреплены на раме за кабиной автомобиля и с одной из сторон рамы транспортного средства, а емкость для хранения СПГ выполнена в виде криогенного бака с газовым объемом, примерно равным газовому объему баллонов для хранения КПГ, который закреплен на одной из наружных сторон рамы транспортного средства.

Система хранения природного газа **по второму варианту** отличается

тем, что емкость для хранения КПГ, выполненная в виде кассет с баллонами высокого давления, установлена только с наружных сторон рамы транспортного средства, а емкость для хранения СПГ выполнена в виде кассеты с криогенными баками общим газовым объемом, превышающим более чем в 3 раза газовый объем баллонов для хранения КПГ, и установлена на раме ТС за кабиной автомобиля.

Система хранения природного газа **по третьему варианту** отличается тем, что емкость для хранения КПГ, выполненная в виде кассеты с баллонами высокого давления, установлена только с одной из наружных сторон транспортного средства, а емкости для хранения СПГ, выполненные в виде кассет с общим газовым объемом, превышающим более чем в 9 раз газовый объем баллонов для хранения КПГ, установлены за

кабиной автомобиля и с одной из наружных сторон рамы ТС.

В описанной системе хранения газа СПГ в конечном итоге со временем станет основным моторным топливом, а КПГ – резервным и технологическим топливом, используемым для подачи сжиженного природного газа из криобаков в двигатель автомобиля. Размещение криогенных баков за кабиной и на раме автомобиля позволяет максимально увеличить их газовый объем (рис. 3). Согласно выполненным расчетам в процессе предпроектной проработки предлагаемой системы хранения природного газа применительно к самосвалу КАМАЗ-6520-34 установлены следующие ее преимущества.

По первому варианту (для дальних грузоперевозок на расстояния до 850 км):

- общий объем хранимого на борту автомобиля газа возрос с 304 до 467 м^3 , то есть более чем в 1,5 раза (см. рис. 3);

- пробег автомобиля на двух видах газового топлива без дозаправки возрос с 550 до 849 км, то есть тоже более чем в 1,5 раза (рис. 4);

- общая масса газовых емкостей уменьшена на 15,0 %.

По второму варианту (для дальних грузоперевозок на расстояния до 1200 км):

- общий объем хранимого на борту автомобиля газа возрос с 304 до 646 м^3 , то есть более чем в 2 раза (см. рис. 3);

- пробег автомобиля на двух видах топлива без дозаправки возрос с 550 до 1175 км, то есть тоже более чем в 2 раза (см. рис. 4);

- общая масса газовых емкостей уменьшена на 25 %.

По третьему варианту (для сверхдальних грузоперевозок на расстояния до 1500 км):

- общий объем хранимого на борту автомобиля газа возрос с 304



Рис. 2. Внешние виды шасси для крупнотоннажных грузовых автомобилей и самосвалов КАМАЗ с новыми системами хранения КПГ и СПГ:

а – объем КПГ 304 м^3 , запас хода 553 км;

б – объем КПГ 224 м^3 , объем СПГ 243 м^3 , пробег на КПГ 408 км, пробег на СПГ 441 км, запас хода 849 км;

в – объем КПГ 160 м^3 , объем СПГ 486 м^3 , пробег на КПГ 291 км, пробег на СПГ 884 км, запас хода 1175 км;

г – объем КПГ 80 м^3 , объем СПГ 729 м^3 , пробег на КПГ 145 км, пробег на СПГ 1326 км, запас хода 1471 км

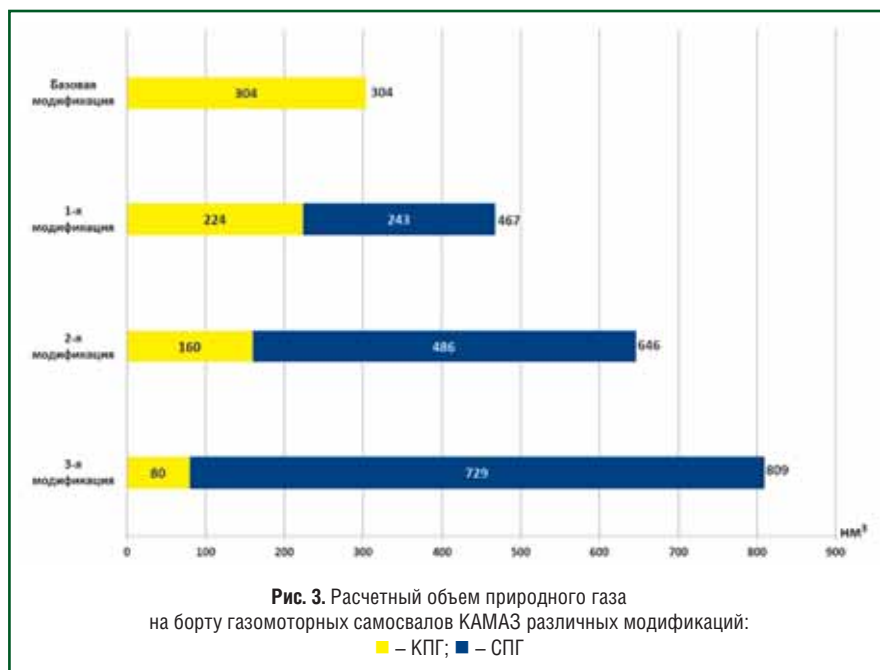


Рис. 3. Расчетный объем природного газа на борту газомоторных самосвалов КАМАЗ различных модификаций: ■ – КПГ; ■ – СПГ

до 809 м³, то есть почти в 2,7 раза (см. рис. 3);

- пробег автомобиля на двух видах газового топлива без дозаправки возрос с 550 до 1471 км, то есть тоже почти в 2,7 раза (см. рис. 4);
- общая масса газовых емкостей уменьшена на 30,0 %.

Благодаря этим трем вариантам исполнения системы хранения газа для автомобилей появилась реальная возможность выбора транспортного средства, исходя из его

стоимости и дальности пробега без дозаправок газом.

В настоящее время специалистами ООО «РариТЭК» уже создан опытный образец седельного тягача (1-я модификация, см. рис. 2) и проводятся его всесторонние испытания. Наряду с этим идет предпроектная подготовка к созданию опытных образцов автомобилей и других модификаций.

Таким образом, во многих странах мира сформировалась тенденция

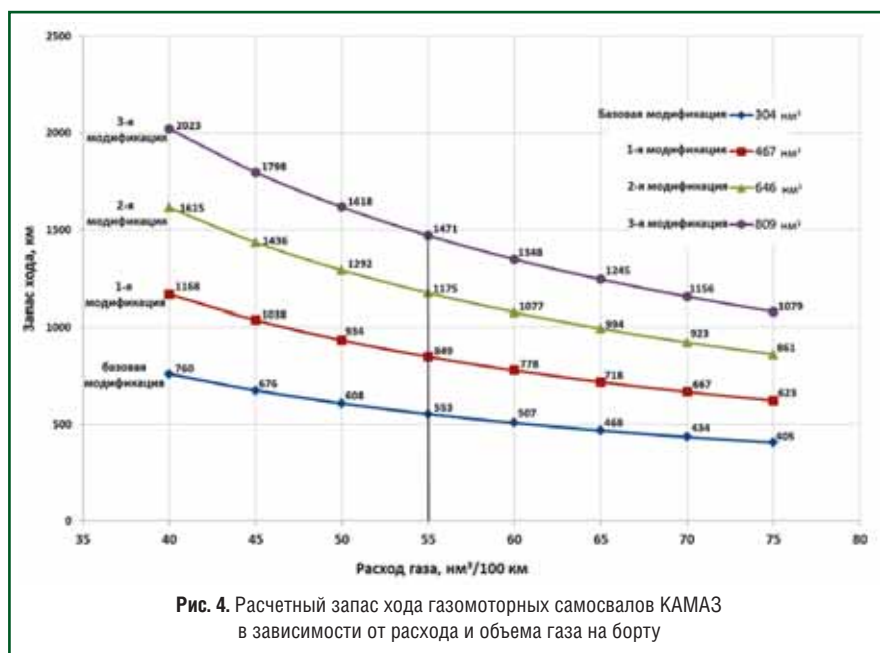


Рис. 4. Расчетный запас хода газомоторных самосвалов КАМАЗ в зависимости от расхода и объема газа на борту

использования СПГ на крупнотоннажных грузовиках и автобусах большой вместимости для междугородного сообщения и в связи с этим начаты или намечены следующие мероприятия:

- освоение и развитие промышленного производства крупнотоннажных газовых грузовиков и туристических газовых автобусов большой вместимости;
- создание заводов средней мощности по производству СПГ производительностью до 600 тыс. т/год (Китай, США и др.);
- создание мини-заводов по производству СПГ производительностью 10...20 тыс. т/год на АГНКС и ГРС (Россия);
- использование хранилищ СПГ отгрузочных и приемных прибрежных терминалов в качестве источника поставки СПГ на автозаправочные станции (Испания, Португалия, Франция, Италия, Швеция и др.);
- создание более эффективного оборудования для газозаправочных станций СПГ – криогенных насосов, регазификаторов, криогенных емкостей и др. (США, Германия, Франция, Россия и другие страны);

• расширение сети станций СПГ для заправки автотранспорта сжиженным природным газом (в том числе привозным).

Перспективность применения в России СПГ для транспорта и автономной газификации (включая регазифицированный СПГ) определяется следующими его потребительскими свойствами [8]:

- высокой экологической безопасностью – сокращение выбросов оксидов азота на 85...90 %, серы на 100 %, парниковых газов на 15...20 %;
- развитой газотранспортной системой – протяженность магистральных газопроводов ОАО «Газпром» превышает 160 тыс. км, а

протяженность всех распределительных газопроводов – 750 тыс. км;

- благоприятной розничной ценой – 50 % цены дизельного топлива;
- приемлемой энергетической эффективностью – удельное энергопотребление криогенного насоса минимум на 10 % меньше, чем у компрессора аналогичной производительности;
- высокой скоростью заправки автомобилей СПГ – до 200 л/мин;
- более высокой энергетической емкостью, обеспечивающей большой пробег на одной заправке – сосуд высокого давления 20,0 МПа вместимостью 50 л содержит до 10 нм³ природного газа, криобак для СПГ той же вместимости содержит около 30 нм³ метана;
- широким спектром потребителей, позволяющим создавать логистические центры (хабы) для автомобилей, судов, локомотивов, автономной газификации;
- продолжающимся развитием мировой инфраструктуры СПГ – промышленное сжижение (21 завод работает и 47 заводов находятся на различных стадиях планирования и строительства), регазификационные приемные терминалы (62 работают и 127 находятся на различных стадиях планирования и строительства);
- высокой мобильностью, маневренностью и географической адаптивностью комплексов малотоннажного производства и использования СПГ;
- универсальностью технологического оборудования для любых категорий потребителей;
- продолжающимся расширением спектра транспортных средств, использующих СПГ;
- высокой степенью освоения криогенных технологий.

В России есть все предпосылки для организации широкомасштабного малотоннажного производства и

внедрения СПГ на транспорте – автомобильном, сельскохозяйственном, железнодорожном, авиационном и водном. Для организации такого производства СПГ по всей стране надо использовать мощные АГНКС, ГРС и ГПЗ.

В качестве одной из первоочередных задач следует считать создание междугородной и международной системы снабжения СПГ и КПП крупнотоннажных грузовиков и автобусов большой пассажироместимости, совершающих средние (до 500 км), дальние (до 1000 км) и сверхдальние (свыше 1000 км) рейсы. Прежде всего, это касается освоения автомагистралей «Золотое кольцо» и «Голубые коридоры» (Москва – Берлин, Москва – Рим, Москва – Хельсинки, Москва – Стокгольм, Москва – Сочи и др.).

Благодаря постоянной работе, проводимой компанией «РаритЭК» с заинтересованными организациями и предприятиями, в первую очередь с ОАО «Газпром» и руководством субъектов РФ, удалось в кратчайшие сроки освоить

серийное производство модельного ряда газомоторных автомобилей (Евро-4) для работы на КПП, включая дорожно-строительную, сельскохозяйственную, коммунальную и специальную технику, а также автобусы и тягачи.

Ведутся работы по выполнению газовыми двигателями КАМАЗа норм Евро-5.

Начаты работы по созданию нового поколения инновационной газомоторной техники – самосвалов и тягачей для большегрузных автомобилей и автопоездов, использующих в качестве моторного топлива наряду с КПП и СПГ. Создание модельного ряда таких автомобилей позволит, в первую очередь, повысить эффективность грузоперевозок по междугородным и международным автомагистралям, а также эффективность работы самосвалов, автоспецтехники и сельхозтехники.

Выпуск и распределение газомоторной автотехники следует синхронизировать с ростом числа и сроками ввода в эксплуатацию газозаправочных станций.

Литература

1. **Мкртычан Я.С.** «Газификация и газоснабжение транспорта России», книга 1 «Проблемы и перспективы». – М.: Нефть и Газ, 2012. – 240 с.
2. **Бекетов Б.В.** Перспективы развития газобаллонного автомобильного транспорта России // АГЗК+АТ. – 2003. – № 6. – С. 15-17.
3. **Аксютин О.Е.** Актуальные задачи по замене муниципального автотранспорта автомобилями на газомоторном топливе и расширению сети газовых заправок // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 1. – С. 33-36.
4. **Порожняков С.А., Пронин Е.Н.** Развитие газомоторного рынка США // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 3. – С. 10-11.
5. **Сазонов П.М., Гайд Э.Д., Кузнецов П.В.** Применение СПГ в Уральском регионе // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 1. – С. 54-58.
6. **Сердюков С., Ходорков И.** Перспективы создания демонстрационной зоны технологии и бизнеса СПГ в России. Санкт-Петербург и Ленинградская область // АГЗК+АТ. – 2003. – № 1. – С. 56-59.
7. **Пронин Е.Н., Поденок С.Е.** Малотоннажное производство сжиженного природного газа в ОАО «Газпром» – спектр возможностей и перспектив // Транспорт на альтернативном топливе. – 2009. – № 2. – С. 68-69.
8. «Газомоторные автомобили КАМАЗ на природном газе», информационный материал ООО «РаритЭК», 2012, 20 с., www.raritek.ru
9. **Мкртычан Я.С., Самсонов Р.О.** «Система хранения и подачи газа в двигатель транспортного средства», патент на изобретение РФ, № 2400645 с приоритетом от 6 февраля 2009 г.

Использование холода газификации природного газа для кондиционирования на транспорте

В.И. Карагузов, профессор Омского государственного технического университета, д.т.н.,

В.Л. Юша, профессор Омского государственного технического университета, д.т.н.,

И.В. Карагузов, аспирант Омского государственного технического университета

Рассматривается возможность кондиционирования воздуха на транспорте за счет холода газификации природного газа. При газификации сжиженного природного газа на транспортных средствах требуется достаточно большое количество теплоты для его испарения и нагрева при подаче в двигатели. Холода, запасенного в сжиженном природном газе, достаточно для кондиционирования салонов и других объемов многих транспортных средств.

Ключевые слова: сжиженный природный газ, транспорт, газификация, кондиционирование.

При использовании на транспорте сжиженного природного газа (СПГ) его необходимо газифицировать и нагревать для подачи в двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Как правило, газификация и нагрев осуществляются теплотой отработавших газов, охлаждающей жидкости или продувкой забортным воздухом. При этом выбрасывается в атмосферу достаточно большое количество энергии, которая ранее была затрачена на сжижение природного газа [1, 2].

С другой стороны, для кондиционирования салонов и других объемов транспортных средств отбирается мощность от их ДВС, что ведет к увеличению расхода СПГ. В итоге в атмосферу сбрасывается эксергия криогенной жидкости (СПГ), а затем эксергия (теплота сгорания) затрачивается на кондиционирование природного газа. Использование холода СПГ позволяет решить следующие проблемы на транспорте:

- уменьшение расхода СПГ;

- увеличение пробега на одной заправке;

- уменьшение затрат на приобретение, монтаж и эксплуатацию систем кондиционирования воздуха (СКВ);

- исключение применения фреонов.

Такой подход имеет и недостаток, который связан с эксплуатацией транспортных средств в

холодный период, когда СКВ не задействована. В холодных условиях газификация СПГ должна осуществляться традиционными способами.

При кондиционировании на транспортных средствах требуется значительно большая холодопроизводительность (табл. 1) по сравнению с жилыми и офисными помещениями при равных

Таблица 1

Максимальная холодопроизводительность транспортных СКВ

Транспортное средство	Холодопроизводительность СКВ, кВт
Легковой автомобиль	0,5...2,0
Минивэн, крупный внедорожник	2,0...4,0
Грузовые автомобили Газель 3302 и аналогичные по кабине КАМАЗ 53208 и аналогичные по кабине	2,0...2,5 2,5...3,0
Автобусы	10,0...20,0
Комбайны (Енисей-950, Дон-1500 и аналогичные по кабине)	4,0...6,0
Тракторы	3,0...6,0
Магистральные тепловозы	2 × (4,0...5,0)
Суда (РТ-722, РТ-771 и аналогичные)	6,0...10,0

кондиционируемых объемах, что обусловлено худшей теплоизоляцией и более интенсивным конвективным теплообменом с окружающим воздухом [3].

Количество холода, вырабатываемого при газификации СПГ, зависит от расхода топлива, который можно соотнести с мощностью ДВС на типовых режимах. Это количество холода состоит из двух слагаемых:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{исп}} + Q_{\text{нагр}},$$

где Q_{Σ} – суммарная холодопроизводительность; $Q_{\text{исп}}$ – теплота испарения СПГ; $Q_{\text{нагр}}$ – теплота нагрева СПГ.

Средняя теплота испарения сжиженного природного газа $Q_{\text{исп}} = 514$ кДж/кг.

$$Q_{\text{нагр}} = m C_p (T_{\text{исп}} - T_{\text{кв}}),$$

где m – масса газифицируемого СПГ; C_p – теплоемкость СПГ (2,26 кДж/кг·К); $T_{\text{исп}}$ – температура испарения СПГ (113 К); $T_{\text{кв}}$ – температура воздуха, подаваемого в объем кондиционирования (293 К).

Следует отметить, что максимальная суммарная холодопроизводительность от газификации СПГ для различных транспортных средств на типовых режимах (табл. 2) отличается от реальной холодопроизводительности на 10...30 % из-за неизбежных потерь, которые будут определяться при конкретной технической реализации [4]. С другой стороны, в табл. 1 приведена максимальная холодопроизводительность для самых тяжелых условий эксплуатации, а в большинстве случаев требуется меньшая.

Таблица 2

Максимальная суммарная холодопроизводительность от газификации СПГ на транспортных СКВ

Транспортное средство	Холодопроизводительность от газификации СПГ, кВт
Легковой автомобиль	0,2...1,5
Минивэн, крупный внедорожник	1,5...4,0
Газель 3302	2,93
КАМАЗ 53208	4,63
МАЗ-500	4,09
Автобус ПА3-4230	3,09
Комбайн Енисей-950 Дон-1500	4,07 3,85
Трактор Беларус-82 Беларус-320 К-704 К-710	1,92 0,86 7,49 5,53
Магистральный тепловоз 2ТЭ70 ТЭП70БС 2ТЭ116	88,2 179,5 134,6
Судно РТ-722 РТ-771	6,93 8,14

Как видно из табл. 2, холода от газификации СПГ достаточно для кондиционирования большинства транспортных средств, а для тепловозов – с большим запасом. Исключение составляют автобусы, так как они имеют большие салоны при сравнительно малой мощности двигателей.

Для легковых автомобилей, минивэнов и крупных внедорожников в первую очередь необходимо определить целесообразность применения в них СПГ, а затем рассматривать соотношение потребляемого топлива и размера салона.

В заключение следует отметить, что наиболее целесообразно использовать такие СКВ на транспортных средствах, которые большей частью эксплуатируются на магистральных режимах, – тепловозах, судах, автомобилях на междугородных перевозках, комбайнах, сельскохозяйственных тракторах.

Литература

1. **Карагусов В.И., Мальцев П.С.** Бортовой термоакустический кондиционер на природном газе // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 4. – С. 45–47.
2. **Карагусов В.И.** Магнитокалорические двигатели внешнего сгорания на речных судах // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 2. – С. 38–41.
3. **Карагусов В.И., Ланьков Н.И., Маянков И.В.** Магнитокалорический кондиционер на природном газе для речных судов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 2. – С. 44–46.
4. **Карагусов В.И.** Реконденсация паров СПГ на речном транспорте // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 1. – С. 11–12.

Изучение особенностей кинетики окисления азота в двигателе с послойным смесеобразованием

В.М. Фомин, профессор МГМУ «МАМИ», д.т.н.,

Ф.А. Шустров, аспирант МГМУ «МАМИ»

Предлагается математический метод исследования механизма образования оксидов азота в камере сгорания автомобильного двигателя с непосредственным впрыскиванием бензина для режимов с послойной организацией заряда. Проведена тестовая проверка достоверности метода.

Ключевые слова: непосредственное впрыскивание бензина, расслоение смеси, кинетика окисления азота, теплообмен, скорость сгорания смеси, локальные зоны, оксиды азота.

Основным стимулом, определяющим постоянно растущее применение на легковом автотранспорте двигателя с непосредственным впрыскиванием бензина (НВБ), является высокий уровень топливно-экономических показателей, которые достигаются благодаря возможности создавать в камере сгорания (КС) систему горения с послойным распределением смеси. При работе автомобильного двигателя с НВБ на режиме послойного смесеобразования обеспечивается высокая полнота сгорания заряда, и суммарная токсичность продуктов сгорания определяется главным образом содержанием в них оксидов азота (NO_x).

Общепринятое математическое описание процесса сгорания в бензиновом ДВС предполагает наличие однородных полей температуры, коэффициента избытка воздуха α , следовательно, и концентрации компонентов смеси в объеме КС. Такая идеализация процесса суживает диапазон возможностей по поиску мер снижения эмиссии токсических веществ, в частности, оксидов азота. В условиях системы горения расслоенных смесей целевой задачей моделирования процесса образования NO_x является выявление пространственного поля температур и коэффициента избытка воздуха α в объеме КС и его влияния на этот процесс. Отсюда вытекает необходимость разработки нового подхода к математическому представлению полей температур и α , а также горению в этих полях.

Для кинетики окисления азота характерна сильно выраженная нелинейная зависимость ее от соотношения топлива и воздуха в исходной смеси. В связи с этим важно рассмотреть возможность решения пространственных задач горения для изучения особенностей локальных кинетических процессов окисления азота, происходящих в отдельных областях (зоны) КС с различным коэффициентом избытка воздуха в смеси. С учетом этого предлагается математический метод исследования, согласно которому предусматривается разделить весь объем КС по пути распространения фронта пламени на

зоны с различными локальными коэффициентами избытка воздуха, при этом число выделенных расчетных зон может быть принято практически неограниченным. Область пространства фронта пламени охватывает последовательно одну за другой зоны выделенных объемов КС.

Подобный подход, предложенный в работе [1], позволяет решить задачу по определению локальных температур и кинетики окисления азота для каждой из зон (по мере подхода фронта горения) и получить представление о распределении концентрации оксидов азота по объему КС. Такая задача может быть традиционно описана уравнением энергии для определения температуры зоны по тепловым эффектам процесса сгорания топлива с учетом тепловых потерь через локальные поверхности теплообмена стенок КС. Далее по полученным данным можно спрогнозировать состав продуктов сгорания и уровень эмиссии NO_x .

Из зарубежных публикаций известно [2, 3], что на режиме работы ДВС с послойным распределением заряда процессы впрыска, испарения, перемешивания и горения в небольшом объеме камеры сгорания протекают интенсивно и практически одновременно. Поэтому при разработке модели было принято, что продукты сгорания оказываются полностью перемешанными уже в начале расширения [2]. В результате во время расширения в цилиндре находится однородно-перемешанная (гомогенная) смесь.

Продолжительность интервала активного горения и время его подхода к каждой выделенной зоне КС могут быть установлены по известному закону тепловыделения, определенному, например, на основе обработки индикаторной диаграммы. После чего внутри этого интервала можно выделить макроточки начала горения в центрах каждой из выделенных зон.

С учетом сильной зависимости скорости химических реакций окисления азота от температуры необходимо использовать не среднюю (индикаторная) по объему КС тем-

пературу, а ее локальное значение в выделенной зоне, которое определяет местную кинетику процесса образования NO_x . Расширяя в первом приближении макроточку до размеров зоны, считаем, что температура внутри каждой зоны одинакова. Это позволяет решить задачу кинетики окисления азота для каждой из выделенных зон (по мере подхода фронта горения) и получить представление о распределении концентрации NO_x по объему КС и ее текущем изменении.

Значение локальной текущей (по времени тепловыделения) температуры T_n для каждой выделенной зоны КС с различным локальным коэффициентом избытка воздуха α_n в смеси можно рассчитать согласно зависимости [4]

$$\frac{dT_n}{d\tau} = \frac{1}{m_n \frac{\partial u_n}{\partial T_n}} \left[\left(1 - \frac{u_n}{H_u} \right) \frac{dQ_{\text{лх}}}{d\tau} - \frac{dQ_{\text{лв}}}{d\tau} - p \frac{dV_n}{d\tau} - m_n \left(\frac{\partial u_n}{\partial \alpha_n} \right) \frac{d\alpha_n}{d\tau} + (u_{\text{вп}} - u_n + R_{\text{вп}} T_{\text{вп}}) \frac{dm_{\text{вп}}}{d\tau} - RT \frac{dm_{\text{вып}}}{d\tau} \right],$$

где T_n – температура локальной зоны; τ – время; m_n – масса рабочего тела в локальной зоне; u_n – внутренняя энергия рабочего тела локальной зоны; H_u – низшая теплота сгорания топлива; $Q_{\text{лх}}$ – тепловыделение в локальной зоне; $Q_{\text{лв}}$ – количество теплоты, отведенной от рабочего тела локальной зоны; p – давление; V_n – объем локальной зоны; α_n – локальный коэффициент избытка воздуха; $u_{\text{вп}}$ – внутренняя энергия рабочего тела на впуске цилиндра; $m_{\text{вп}}$ и $m_{\text{вып}}$ – масса рабочего тела на впуске и выпуске; R и T – газовая постоянная и температура ОГ.

Масса рабочего тела в локальной зоне определяется как:

$$m_n = m_{\text{лц}} + m_{\text{лв}},$$

где $m_{\text{лц}}$ – масса топлива, впрыснутого в локальную зону за цикл; $m_{\text{лв}}$ – масса воздуха локальной зоны.

Зависимость выведена на основе закона сохранения энергии с учетом характера тепловыделения (сгорание) и тепловых потерь через поверхности теплообмена стенок КС. Следует отметить, что приведенная выше зависимость, в отличие от исходной [4], упрощена – изменение внутренней энергии рабочего тела локальной зоны u_n в зависимости от давления не учитывалось (с допускаемой ошибкой не более 1,5 %, [4]), и u_n рассматривалась только как функция локальных значений температуры и коэффициента избытка воздуха: $u_n = f(T_n, \alpha_n)$.

Сгорание происходит при закрытых органах газораспределения, поэтому

$$\frac{dm_{\text{вп}}}{d\tau} = \frac{dm_{\text{вып}}}{d\tau} = 0,$$

тогда окончательно имеем:

$$\frac{dT_n}{d\tau} = \frac{1}{m_n \frac{\partial u_n}{\partial T_n}} \left[\left(1 - \frac{u_n}{H_u} \right) \frac{dQ_x}{d\tau} - \frac{dQ_{\text{лв}}}{d\tau} - p \frac{dV_n}{d\tau} - m_n \left(\frac{\partial u_n}{\partial \alpha_n} \right) \frac{d\alpha_n}{d\tau} \right]. \quad (1)$$

Массы цикловой подачи топлива m_u , воздуха m_b и рабочего тела m для всего объема КС в исследуемом режиме

конкретного ДВС могут быть определены по его техническим (или опытным) характеристикам. С учетом принятого допущения объемы зон одинаковы, поэтому массы содержащегося в них воздуха соответственно будут равны m_b/z , где z – число выделенных зон. В соответствии с предварительно заданным составом смеси в каждой зоне (α_n) распределение массы впрыснутого за цикл топлива по выделенным зонам КС к началу сгорания $m_{\text{лц}}$ определится по формуле

$$m_{\text{лц}} = \frac{m_{\text{лв}}}{\alpha_n I_0} = \frac{m_b}{\alpha_n I_0} \frac{1}{z}.$$

Таким образом, масса рабочего тела в отдельно взятой локальной зоне будет равна (без учета остаточных газов)

$$m_n = m_{\text{лц}} + m_{\text{лв}} = m_{\text{лц}} + 1/z m_b.$$

В соответствии с зависимостью (1) температурное состояние рабочего тела в каждой выделенной зоне в значительной степени зависит от интенсивности двух конкурирующих процессов – тепловыделения и теплоотвода. В этих условиях особую значимость приобретает точность определения теплоты $Q_{\text{лв}}$, воспринимаемой теплообменными поверхностями стенок КС, соприкасающихся с рабочим телом отдельной зоны. Все известные формулы для расчета нестационарного коэффициента теплоотдачи содержат усредненную по объему КС нестационарную температуру. При принятом разделении объема КС на зоны с различным составом смеси требуется рассчитать эту температуру и теплообмен обособленно для каждой зоны, что несколько усложняет задачу.

Изменение суммарного теплового потока для всех зон в общем виде запишем в виде уравнения теплового баланса:

$$\frac{dQ_w}{d\tau} = \sum_1^z \frac{dQ_{iw}}{d\tau}.$$

Количество теплоты, переданной через поверхность стенок КС рабочим телом одной из локальных зон, может быть определено традиционно численным интегрированием уравнения Ньютона–Рихмана:

$$\Delta Q_{\text{лв}} = \alpha_{w,n} (T_n - T_w) F_{\text{лв}} \Delta \tau,$$

где $F_{\text{лв}}$, T_w – локальная площадь и температура теплопринимающей поверхности для отдельной выделенной зоны КС; T_n – текущая температура рабочего тела в объеме локальной зоны; $\alpha_{w,n}$ – коэффициент теплоотдачи для выделенной локальной зоны.

Точное определение текущих площадей теплообмена для каждой из выделенных зон представляет собой трудную, еще не решенную в теории теплообмена ДВС, задачу. Поэтому в первом приближении можно принять [5], что величины локальных площадей теплообмена пропорциональны соответствующему объему локальной зоны:

$$F_{\text{лв}}/F_w = V_n/V,$$

или с учетом того, что объем КС был разделен изначально на z равных частей, теплообменные площади для каждой локальной зоны

$$F_{\text{лв}} = 1/z F_w.$$

Суммарная площадь F_w тепловоспринимающей поверхности КС находится как сумма площадей поверхностей головки поршня, головки цилиндра и цилиндра:

$$F_w = F_{\Pi} + F_{Г} + F_{Ц}.$$

Площадь теплообменной поверхности цилиндра является функцией времени

$$F_{Ц}(\varphi) = \frac{4V_c}{D} + \pi D S_x(\tau),$$

где V_c – объем пространства сжатия цилиндра; D – диаметр цилиндра; $S_x(\tau)$ – текущее (по времени) перемещение поршня.

Одним из важнейших параметров, который определяет условия теплообмена в КС двигателя, является текущий коэффициент теплоотдачи α_w . Для его определения целесообразно использовать зависимость проф. Р.З. Кавтарадзе [5], с помощью которой, на наш взгляд, можно наиболее корректно описать условия нестационарного теплообмена в отдельно взятой локальной зоне КС. С учетом [5] выражение для коэффициента теплоотдачи α_{wn} для каждой выделенной локальной зоны может быть преобразовано как

$$\alpha_{wn} = \frac{b_{\lambda}}{\sqrt{\pi}} \left[\frac{1}{\sqrt{\tau}} + \frac{2\sqrt{\tau}}{c_{p,\lambda} (T_{\lambda} - T_w)} H_u \frac{\Delta x}{\Delta \tau} \right], \quad (2)$$

где $b_{\lambda} = \sqrt{\lambda_{\text{рл}} c_{\text{рл}} \rho_{\lambda}}$ – коэффициент проникновения теплоты для пограничного слоя теплообменной поверхности локальной зоны; $\lambda_{\text{рл}}$ – теплопроводность рабочего тела в локальной зоне; $c_{\text{рл}}$ – изобарная теплоемкость рабочего тела в локальной зоне; ρ_{λ} – плотность рабочего тела локальной зоны.

Согласно выражению (2), коэффициент теплоотдачи α_{wn} рассматривается как функция тепловыделения $\Delta x/\Delta t$. Относительная доля тепловыделения в локальной зоне Δx для каждого расчетного шага определяется с учетом принятого при моделировании закона тепловыделения. Это позволяет определить значение α_{wn} для каждой выделенной зоны в интервале времени $[\tau_i, \tau_{i+1} = \tau_i + \Delta\tau]$. При известном для каждого расчетного шага значении α_{wn} производится численное интегрирование зависимости (1), которое позволяет определить текущую температуру $T_{\lambda}(\tau)$ рабочего тела для каждой выделенной зоны.

Далее по полученным данным рассчитывается локальная концентрация NO_x в составе продуктов сгорания каждой зоны с использованием традиционных методов, например, [1, 2].

Применительно к экспериментальному двигателю с НВБ проведена апробация данной методики расчета. Как известно, в двигателях с НВБ в зависимости от условий эксплуатации предусмотрены режимы работы с различными способами организации рабочего процесса. На высоких нагрузках ДВС работает на гомогенных смесях стехиометрического состава, а на частичных – на обедненных смесях с расслоением заряда. Для указанного ДВС в соответствии со штатной программой управления (Motronic MED 7.1.1. фирмы Bosch) установлен предельно максимальный режим работы с послойной организацией заряда, который реализуется при среднем эффективном давлении $p_e = 0,4$ МПа и частоте

вращения вала ДВС $n = 3000$ мин⁻¹. Для данного режима, который характеризуется максимальным уровнем эмиссии NO_x , предварительно были проведены тестовые расчеты на основе разработанной методики.

Предполагалось, что для более наглядного понимания влияния характера расслоения заряда на эмиссию NO_x пространство КС двигателя достаточно разделить на три характерные локальные зоны (рис. 1). Оксиды азота образуются в трех выделенных зонах (n, c и k) КС с различными значениями коэффициентов избытка воздуха (см. рис. 1). Объемы выделенных зон одинаковы.

Для выбранного расчетного режима среднее по объему КС значение коэффициента избытка воздуха известно и равно $\alpha_{\text{ср}} = 2,3$. Поэтому с учетом того, что горение во фронте пламени начальной (n) выделенной зоны протекает при оптимальном избытке воздуха $\alpha = 0,9$, соответствующем максимальной скорости горения, можно принять следующее распределение состава смеси по зонам: $\alpha = 0,9 / 2,0 / 4,0$. Оно обеспечивает $\alpha_{\text{ср}} \approx 2,3$. Принято, что сгорание инициируется свечой зажигания в обогащенной начальной (n) зоне (см. рис. 1) и далее последовательно распространяется на другие зоны.

Кривые расчетных температур для трех выделенных зон, полученные по уравнению (1), приведены на рис. 2. Горение смеси продолжается всего ~ 20 мкс и изображается вертикальным участком температурной кривой. Пунктиром изображены расчетные кривые температур горения – максимальные температуры соответствуют окончанию горения в каждой из зон. Начало этих кривых соответствует времени прихода фронта горения в центры выделенных зон n, c, k .

Конечная температура горения и ее максимальное значение T_{max} в начальной зоне для богатых смесей ($\alpha = 0,9$) достигаются быстрее, чем для бедных. В начале процесса ($\tau < 10^{-7}$ с) скорость изменения температуры горения непрерывно растет и при достижении максимальной температуры стабилизируется на уровне, определяемом исходным коэффициентом избытка воздуха. После окончания горения ($\tau \approx 1,7$ мс) считаем, что продукты сгорания в КС быстро перемешиваются, при этом усредняются температура

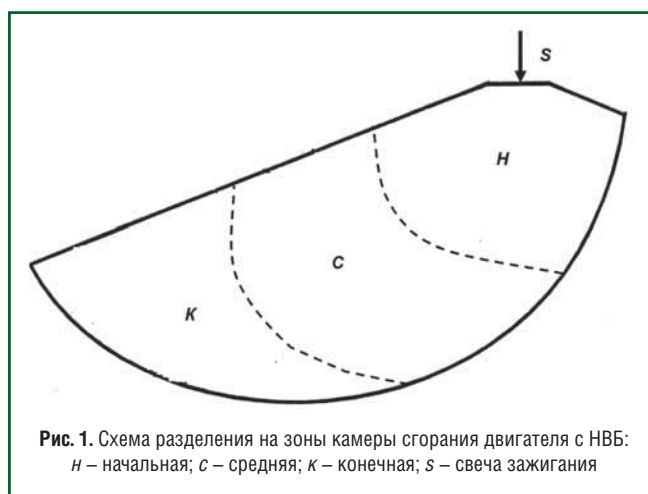
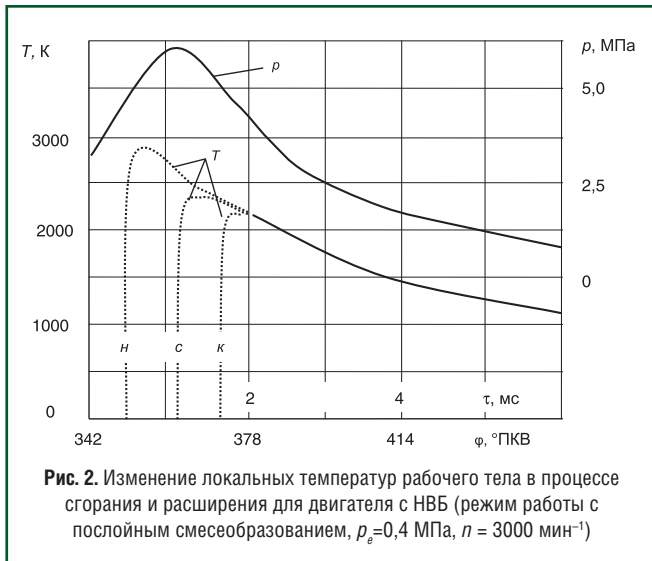


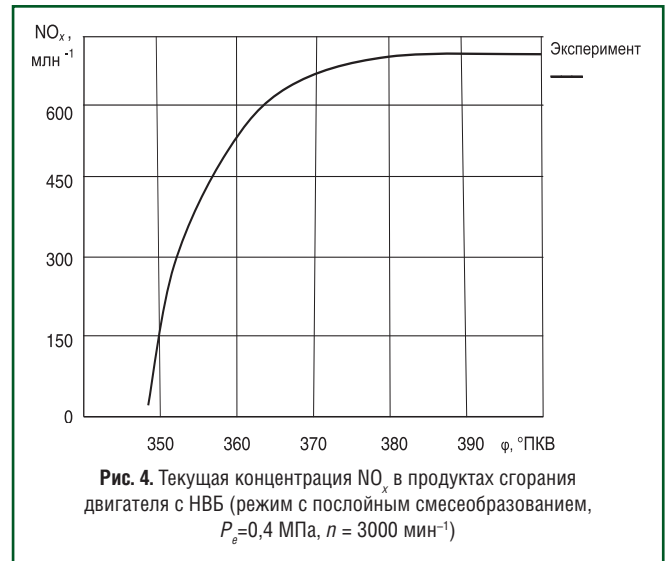
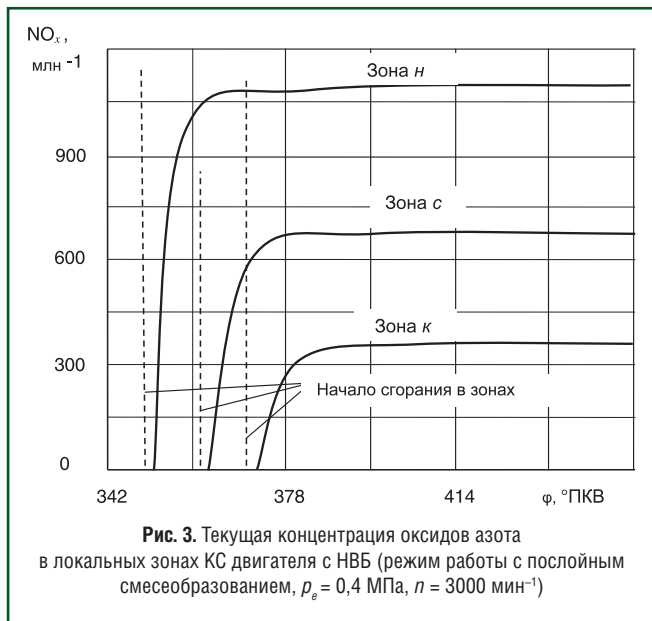
Рис. 1. Схема разделения на зоны камеры сгорания двигателя с НВБ: n – начальная; c – средняя; k – конечная; s – свеча зажигания



и состав смеси. Эти данные могут быть использованы в качестве исходных при решении задачи для однородно-перемешанной смеси в процессе ее расширения. Результаты этого решения изображены сплошной линией на рис. 2.

Вследствие недостатка кислорода и несмотря на высокую температуру в начальной зоне скорость реакций окисления азота незначительна. В зонах же с бедным составом смеси температура сгорания существенно ниже, что способствует пониженному содержанию NO_x в продуктах сгорания даже при избытке окислителя. Совокупное влияние температурного и концентрационного факторов в данном случае проявилось следующим образом. Содержание NO_x в начальной зоне составляет 1100 млн⁻¹, что в 1,64 раза превышает концентрацию NO_x в средней зоне и в 2,9 раза концентрацию в конечной зоне (рис. 3).

На рис. 4 представлены результаты расчета совокупного, усредненного по объему КС, текущего образования NO_x . После перемешивания ($\tau > 1,7$ мс) концентрация оксидов азота NO_x достигает максимума и в дальнейшем при



температурах ниже 2000...2200 К практически не изменяется (рис. 4). Причиной является уменьшение скорости ведущих реакций окисления азота практически на два порядка, поэтому относительно процесса окисления азота имеет смысл говорить о температуре «замораживания» реакций образования NO_x на последующем участке такта расширения.

Усредненное по объему КС расчетное содержание NO_x в продуктах сгорания после их перемешивания соответствует 710 млн⁻¹ (см. рис. 4). Здесь же приведены данные по экспериментально замеренной концентрации NO_x в выпускных газах на выходе из ДВС, из которых видно, что расхождение результатов расчета с экспериментом не превышает 9 %, подтверждая тем самым удовлетворительную адекватность расчетной методики.

Заметим, что полученные данные для расслоенной смеси не соответствуют традиционному варианту при горении однородно-перемешанной горючей смеси. В варианте системы горения однородной смеси концентрация оксидов азота оказалась в 2 раза выше, чем в варианте горения с послойным распределением заряда.

Литература

- 1. Чесноков С.А.** Моделирование высокотемпературных реакций горения. – Тула: Изд-во Тульского гос. ун-та, 2002. – 163 с.
- 2. Teodorczyk A., Rychter T.J.** Mathematical model of nitric oxide formation in an SI piston engine // J. Techn. Phys. – 1987. – № 28. – P. 47-65.
- 3. Eichseder H., Baumann E., Mtiller P.** Chancen und Risiken von Ottomotoren mit Direkteinspritzung // MTZ. – 2000. – № 3. – S. 144-152.
- 4. Кавтарадзе Р.З.** Теория поршневых двигателей. Учебник для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 720 с.
- 5. Кавтарадзе Р.З.** Локальный теплообмен в поршневых двигателях. 2-е изд. испр. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 592 с.

Определение дополнительных энергетических потерь при движении поезда по кривой

И.К. Александров, профессор Вологодского государственного технического университета (ВоГТУ), д.т.н.

В статье представлена связь между фрикционными силами, возникающими в контакте колесной пары с рельсом, и характером кривой. Исследование выполнено на основе формулы Эйлера, которая устанавливает энергетическое соотношение в паре канат – цилиндр (кнехт).

Ключевые слова: колесная пара, рельс, кривая.

Хорошо известно, что движение железнодорожного состава по кривой требует дополнительных энергетических затрат и является причиной интенсивного износа колесных пар и головки рельсов. В связи с этим разработана нормативная

вдаваясь в подробности расчета по этим методикам, рассмотрим сам принцип компенсации бокового воздействия на экипаж центробежной силы за счет наклона рельсового пути в сторону поворота.

На рис. 1 представлена схема сил, действующих на экипаж при движении по кривой.

Используем известные физические закономерности:

$$F_{ц} = \frac{mv^2}{r} \text{ и } G = mg,$$

где m – масса экипажа, кг; v – скорость движения, м/с; r – радиус кривой, м; g – ускорение свободного падения, м/с².

Определяем искомую величину φ

$$\varphi = \arctg \frac{mv^2}{rmg} = \arctg \frac{v^2}{rg}. \quad (1)$$

Например, при $v = 100$ км/ч (27,78 м/с) и $r = 800$ м получаем компенсирующий угол наклона рельсового пути $\varphi \approx 6^\circ$.

Итак, мы избавились от бокового действия центробежной силы. Кроме того, за счет конусности (1:20) поверхности катания колес исключаем их буксование в повороте (благодаря конусности при движении в повороте внешнее колесо имеет большую окружную скорость, чем внутреннее [3]). Однако реальный интенсивный боковой износ головки рельсов, уложенных на криволинейных участках, и износ гребней колес свидетельствуют о том, что данных мероприятий явно недостаточно (рис. 2, 3).

Интенсивный износ гребней и боковой поверхности головки рельса вполне объясним.

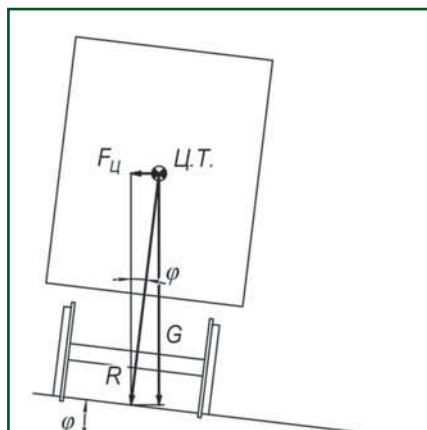


Рис. 1. Компенсация боковой центробежной силы за счет наклона рельсового пути в сторону поворота:
 $F_{ц}$ – центробежная сила; G – сила тяжести экипажа; R – результирующая сила; φ – расчетный угол наклона рельсового пути, градус; Ц.Т. – центр тяжести экипажа

документация, регламентирующая требования к устройству кривых с учетом скоростного режима и вида состава [1, 2]. В частности, используют методики расчета превышения внешнего рельса, благодаря чему компенсируется боковое действие центробежной силы, возникающей при движении поезда по кривой. Не



Рис. 2. Нормативные требования по износу гребня колесной пары

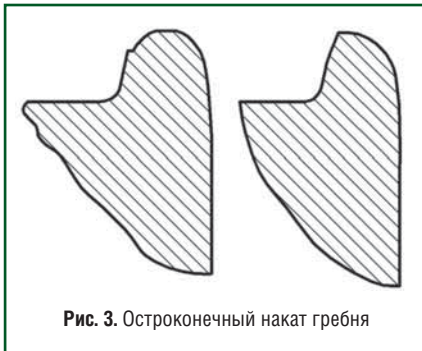


Рис. 3. Остроконечный накат гребня

Если основная часть колеса, контактируя с рельсом по поверхности катания, имеет окружную скорость очень близкую к переносной скорости колесной пары, и в этом случае силу сопротивления движению можно оценить величиной коэффициента трения качения, то гребень, контактирующий с боковой гранью головки рельса, имеет окружную скорость, существенно превышающую переносную скорость колесной пары (рис. 4). Следовательно, в последнем случае между контактирующими телами возникает проскальзывание, что уже следует оценивать коэффициентом трения скольжения.

Согласно триботехническим исследованиям [4] коэффициент трения скольжения на порядок больше, чем коэффициент трения качения, что и определяет причину повышенного износа гребней и боковой грани головки рельса.

О появлении дополнительного сопротивления движению поезда на кривой свидетельствует также ощутимая потребность в увеличении тяги локомотива по сравнению с силой тяги при движении того же состава на прямолинейном участке. Естественно, возникает вопрос: почему же необходимо увеличивать мощность локомотива для сохранения заданного скоростного режима на кривой, если мы компенсировали боковую центробежную силу и устранили буксование колес? Значит, все же что-то не учли?

И действительно, неучтенным оказался весьма существенный фактор, а именно – при передаче тягового усилия от локомотива к колесным парам в кинематической цепи поезда при движении его по кривой происходит трансформация потока мощности (кинематическая цепь поезда подробно рассмотрена в работах [5, 6]).

Для начала отметим, что движение поезда по кривой с сохранением заданной (расчетная) скорости невозможно в режиме выбега и тем более в режиме торможения. В этих случаях происходит непрерывное снижение скорости движения состава, а значит пропадает и компенсирующий эффект наклона рельсового пути. Более того, по мере снижения скорости ниже расчетного значения наклон рельсового пути начинает играть отрицательную роль. Следовательно, сохранение заданной (расчетная) скорости возможно только при движении поезда

в режиме тяги, а это неизбежно приводит к возникновению иных дополнительных боковых сил, противодействующих движению состава, ведомого головным локомотивом.

Следует обратить внимание на то, что силы реакции рельсового пути, обеспечивающие поворот состава, действуют строго в горизонтальной плоскости. Это действие совершается со стороны боковой грани головки рельса на гребень внешнего колеса, то есть передается именно через область контакта *B* (см. рис. 4), где и возникает, как было указано, сила трения скольжения. Назовем эти дополнительные силы сопротивления движению силами второго рода.

Появление сил второго рода не зависит от скоростного режима состава, то есть они возникают и при движении поезда со скоростью пешехода, когда действием центробежной силы можно пренебречь. Самое интересное заключается в том, что эти силы (в отличие от центробежных) мы не можем компенсировать ни наклоном рельсового пути, ни каким-либо другим способом, так как, устранив их, мы исключаем и саму возможность поворота состава.

Причина возникновения сил второго рода заключается в следующем.

Вектор тягового усилия *P* локомотива постоянно меняет направление по длине состава, движущегося по кривой (рис. 5). Изменение направления действия силы может быть вызвано только действием другой внешней силы, и при этом процессе, безусловно, затрачивается энергия. В данном случае такой внешней силой является сила реакции R_p рельсового пути. Собственно говоря, поворот любого наземного транспортного средства осуществляется за счет реакции дороги, и поезд в этом отношении не является исключением.

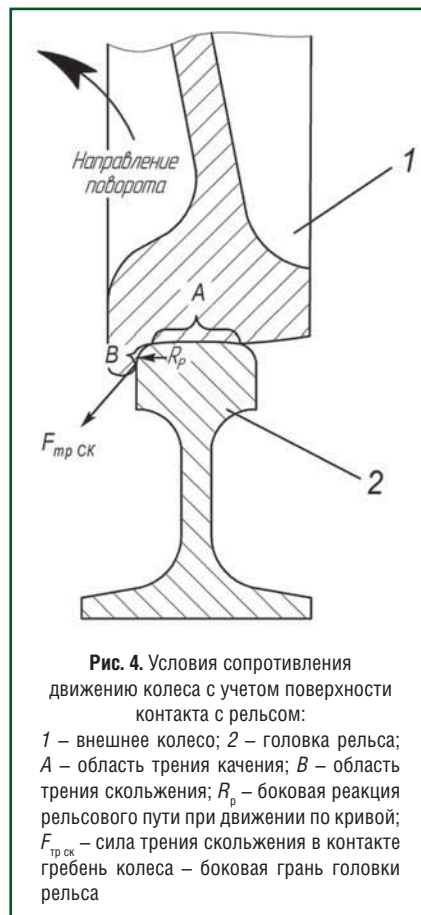


Рис. 4. Условия сопротивления движению колеса с учетом поверхности контакта с рельсом:
1 – внешнее колесо; 2 – головка рельса;
А – область трения качения; В – область трения скольжения; R_p – боковая реакция рельсового пути при движении по кривой;
 $F_{тр\ СК}$ – сила трения скольжения в контакте гребень колеса – боковая грань головки рельса

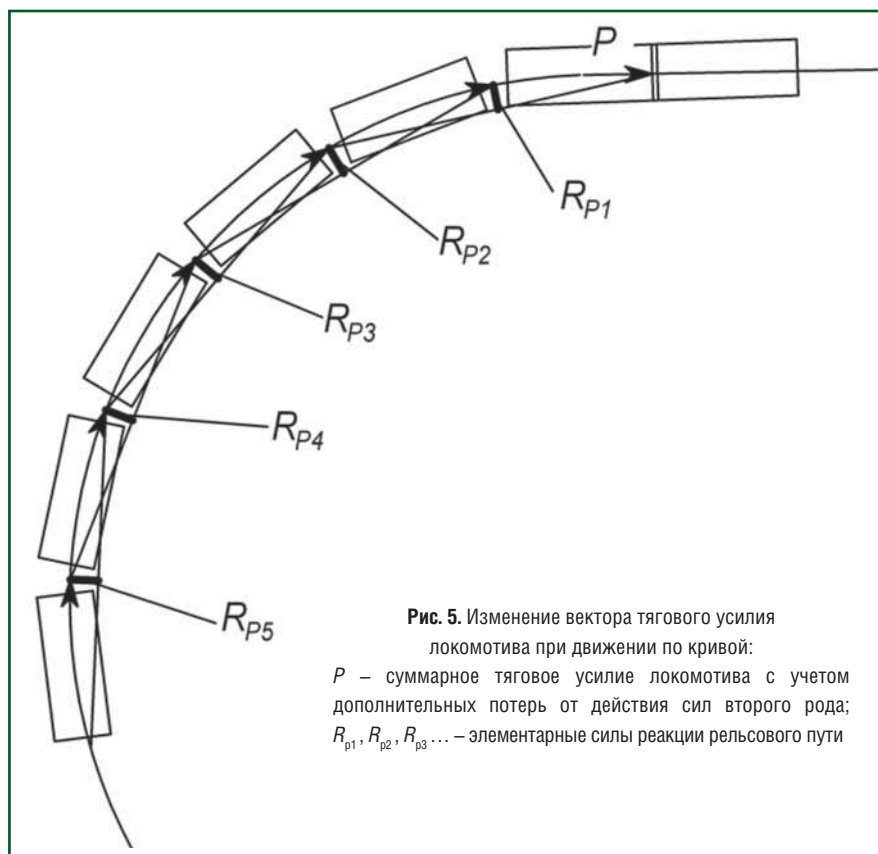


Рис. 5. Изменение вектора тягового усилия локомотива при движении по кривой:

P – суммарное тяговое усилие локомотива с учетом дополнительных потерь от действия сил второго рода;
 $R_{P1}, R_{P2}, R_{P3}, \dots$ – элементарные силы реакции рельсового пути

Допустим, что мы имеем состав из 100 вагонов, который содержит 400 колесных пар. Следовательно, вектор тягового усилия изменит свое направление 400 раз. Это является особенностью механизма поворота поезда, которая не характерна для других наземных транспортных средств.

Очевидно, что представлять трансформацию тягового усилия P как дискретную функцию в зависимости от числа колесных пар в составе не имеет смысла. Вполне допустимо, применив понятие бесконечно малых величин, представить изменение P в виде непрерывной функции в зависимости от длины состава, движущегося по кривой. В таком случае можно воспользоваться уже решенной задачей, представив поезд в виде каната, контактирующего с частью цилиндрической поверхности – кривой рельсового пути.

Великий ученый Л.Эйлер установил, что при контакте каната с

цилиндрической поверхностью (кнехт) между силой P , натягивающей канат за один конец, и силой Q , удерживающей этот канат за другой конец, действует соотношение (знаменитая формула Эйлера)

$$Q = P e^{-\mu\alpha}, \quad (2)$$

где μ – коэффициент трения покоя в паре трения (канат–кнехт); α – угол обхвата цилиндра канатом, рад.

Зависимость (2) установлена для неподвижного состояния системы.

Проведем небольшую манипуляцию с данной системой – выведем ее из статического состояния. Это сделать несложно, достаточно уменьшить удерживающую силу на некоторую величину ΔQ . Тогда канат придет в движение относительно неподвижного кнехта. При этом изменятся условия трения в паре канат–цилиндр, а именно – уменьшится величина коэффициента трения, так как в соответствии с исследованиями того же Эйлера и современной наукой

трибология [4] коэффициент трения покоя существенно больше коэффициента трения скольжения: $\mu > \mu_{ск}$.

Представим новое состояние системы в следующем виде:

$$Q - \Delta Q = P e^{-\mu_{ск}\alpha};$$

$$Q - \Delta Q = Q_{дв},$$

где $Q_{дв}$ – величина усилия, обеспечивающая движение системы с постоянной скоростью.

Таким образом, вместо статической системы мы получили передаточный механизм, энергетическую эффективность которого можно оценить с помощью КПД (η), который, как известно, определяют отношением некоего энергетического показателя на выходе передаточного механизма к аналогичному энергетическому показателю на его входе. В данном случае в качестве энергетических показателей используем силы $Q_{дв}$ и P :

$$\eta = Q_{дв}/P = 1/e^{\mu_{ск}\alpha}. \quad (3)$$

Представляется удобным использовать также такую характеристику как относительные потери в передаче: $k=1-\eta$. Тогда, располагая величиной тягового усилия $P_{пр}$, необходимого для движения поезда на прямом участке пути ($P_{пр}$ находится обычным тяговым расчетом), можно определить величину дополнительного тягового усилия ΔP , необходимого для преодоления сил второго рода при движении по кривой:

$$\Delta P = k P_{пр}. \quad (4)$$

Используя полученные зависимости, попробуем в первом приближении оценить влияние параметров кривой на увеличение энергетических затрат при движении поезда по кривой. Примем коэффициент трения в контакте гребень – боковая поверхность головки рельса $\mu_{ск}=0,15$ (согласно [4] такая величина определяет коэффициент трения скольжения сталь по стали).

Допустим, что поезд движется по кривой с углом обхвата $\pi/2$

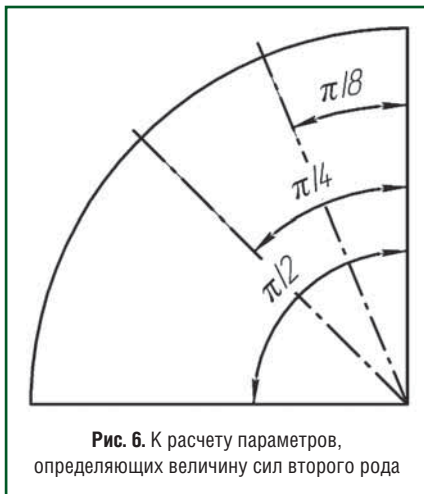


Рис. 6. К расчету параметров, определяющих величину сил второго рода

(рис. 6), в результате расчета получаем: $\eta = 0,7901$; $k = 0,2099$.

Теперь представим, что вместо поезда, ведомого головным локомотивом, используется состав из двух модулей. Тогда угол обхвата для каждого модуля составит $\pi/4$ (см. рис. 6). В результате расчета получаем: $\eta = 0,8889$; $k = 0,1111$.

Увеличим число модулей в составе до четырех $\alpha = \pi/8$. Получаем: $\eta = 0,9428$; $k = 0,0572$.

На рис. 7 представлены результаты расчета в виде графиков.

Вывод очевиден: мотор-вагонная схема состава практически сво-

бодна от возникновения сил второго рода.

Представленные исследования еще раз доказывают перспективность модульной схемы комплектования состава и неэффективность тяжело-весных грузовых поездов с головным локомотивом [5, 6]. Показав закономерности возникновения сил второго рода при движении поезда по кривой, автор не претендует на высокую достоверность полученных цифровых значений η и k , так как явление проскальзывания не равноценно абсолютному скольжению. Необходимы экспериментальные исследования в отношении определения фактической величины $\mu_{ск}$ в паре гребень – боковая грань головки рельса. Измерение данного показателя

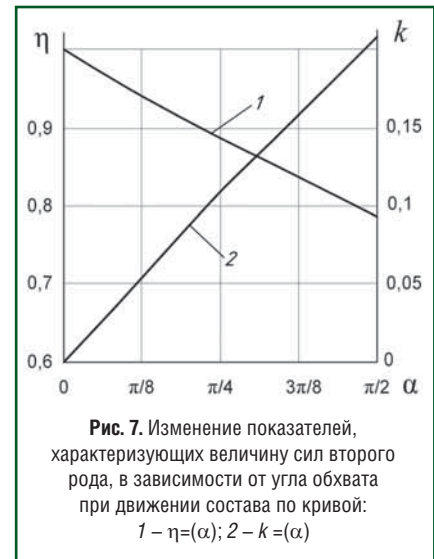


Рис. 7. Изменение показателей, характеризующих величину сил второго рода, в зависимости от угла обхвата при движении состава по кривой:
1 – $\eta = \eta(\alpha)$; 2 – $k = k(\alpha)$

не требует изготовления дорогостоящих установок. Это может быть выполнено в результате натурных испытаний с использованием стандартной измерительной аппаратуры.

Литература

1. Строительные нормы и правила РФ. Железные дороги колеи 1520 мм. СНиП 32-01–95. Минстрой России, 1995.
2. Железнодорожный путь / Под ред. Т.Г. Яковлевой. – М.: Транспорт, 2001.
3. Большая Советская Энциклопедия / Гл. ред. А.М. Прохоров, 3-е изд. Т.12. Кварнер – Коигур. – М.: Советская энциклопедия, 1973. – 634 стр.
4. Гаркунов Д.Н. Триботехника. – М.: Машиностроение, 1985. – 424 с.
5. Александров И.К. Грузовой железнодорожный поезд модульного типа // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 2 (26). – С. 19-24.
6. Александров И.К. Использование поездов модульного типа на основе современных электровозов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 6 (30). – С. 66-68.



Требования по подготовке статей к опубликованию в журнале

Все научно-технические статьи должны иметь на русском и английском языках следующие составляющие:

заголовок, ФИО авторов полностью, их должности, ученая степень (при наличии), контакты (e-mail, телефоны), аннотации, ключевые слова.

Авторы остальных публикаций (информационных, рекламных и т.д.) представляют на русском и английском языках: **заголовок, ФИО авторов полностью, их должности, адрес и контакты (e-mail, телефоны).**

Материалы статей должны быть представлены по электронной почте в программе WinWord. Текстовый материал с иллюстрациями и таблицами должен иметь сквозную нумерацию. Графический материал должен быть выполнен в формате, обеспечивающем ясность всех деталей рисунков. **На рисунках цифры на осях графиков даются только прямым шрифтом, позиции на рисунках – только курсивным.**

Формулы и символы должны быть четкими и понятными. Все обозначения в формулах необходимо расшифровать. В формулах и на рисунках **все латинские буквы должны быть курсивными**, за исключением тригонометрических функций, чисел Рейнольдса, Нуссельта и некоторых других величин. **Греческие, русские буквы и цифры в формулах даются только прямым шрифтом.** Нумеруются только те формулы, на которые сделаны ссылки в тексте.

Обозначения физических величин и единиц измерений необходимо давать в Международной системе единиц (СИ). Обязательно соблюдение действующих ГОСТов.

Текст, таблицы и графические рисунки должны быть выполнены в программе Word в формате doc, rtf. Фотографии (не менее 300 dpi, CMYK)

– в формате jpg, jpeg, tiff, pdf. Не следует форматировать текст самостоятельно.

При пересылке материалов по e-mail следует сопровождать их пояснительной запиской (от кого, перечень файлов и т.д.). Объемные файлы должны быть заархивированы.

При подготовке статей к печати необходимо руководствоваться документами, определяющими правила передачи информации через СМИ. Авторский коллектив должен указать ответственного лица, с которым редакция будет вести переговоры в процессе подготовки статьи к изданию.

В список литературы включаются источники, на которые есть ссылки в статье. Ссылаться можно только на опубликованные работы. Список литературы составляется в порядке употребления. В нем приводятся следующие сведения: фамилия и инициалы авторов, название работы; для журнала – название, год издания, номер, страницы, на которых размещена статья; для книг – место и год издания, издательство, общее число страниц.

Редакция оставляет за собой право редакторской правки и не несет ответственности за достоверность публикации. Все внесенные изменения и дополнения в представленную к изданию статью согласовываются с автором или представителем авторского коллектива.

Редакция также оставляет за собой право размещать опубликованные статьи на сайтах журнала и Национальной газомоторной ассоциации. Редакция не передает и не продает материалы для публикации в других печатных и электронных изданиях без согласования с автором (представителем авторского коллектива).



Abstracts of articles

C. 7

Agricultural tractors running on CNG

**Gennady Savelyev, Alexander Shapkayts,
Viacheslav Podosinnikov, Alexander Medvedev**

The results of the work on creation of pilot samples of agricultural tractors running on compressed and liquefied natural gas, presented the results of bench, acceptance and operational testing. Comparative results of tests of gas-diesel tractors with mechanical and electronic systems of gas supply control. The results of the commercial efficiency of tractors with the gas-diesel mode and gas engine with the ignition spark.

Keywords: compressed and liquefied natural gas, gas-diesel engine, the spark-ignition gas engine, system of gas supply control.

C. 14

Economic indicators comparison of using liquid motor fuel and gas motor fuel

Stanislav Lyugai, Andrey Evstifeev, Vladimir Timofeev, Michail Balashov, Yulia Drygina

The decision to adopt natural gas as a motor fuel for the transportation company requires detailed analysis of economic aspects. In article it is told about economic characteristics of the transportation company for transportation of a firm household waste.

Keywords: Gas motor vehicles, transportation company economy, compressed natural gas.

C. 20

Concept of Automobile Transportation Company Bus Fleet Renovation by Substitution of the Diesel Buses for CNG-Buses

Vladimir Konoplyov, Andrey Latyshev, Alexander Lysenko, Konstantin Miroschnikov

Bus transport is an industry leader among the other modes of public transport in the transportation structure. Bus transportation were the only segment of the travel market, in which the leading role retain state and municipal enterprises (79% of total passenger traffic) and use as a motor

fuel compressed natural gas will significantly strengthen the competitiveness of the domestic automotive industry.

Keywords: PAZ 3237, CNG bus YAXING BUS JS6811, Compressed Natural Gas Powered, Compressed Natural Gas (CNG), Payback Period (of the Bus).

C. 24

Comparative Evaluation of Alternative Fuels for Diesel Engines

**Vladimir Markov, Eugeny Bebenin,
Eugeny Pozdnyakov**

Comparative evaluation of efficiency of using various alternative fuels for diesel engines is carried out. Efficiency of natural gas wide usage for agricultural equipment is shown.

Keywords: diesel engine, diesel fuel, alternative fuel, natural gas, rapeseed oil, propane-butane mixture.

C. 30

Feed Control LNG in the Fuel System of Engine

Aleksey Tsaplin, Sergey Bochkarev, Igor Druzyakin

The article presents the mathematical model to predict of the frequency of external influences on the engine fuel system with LNG in automated dynamic mode. Shows the functional scheme of engine control, which reacts adequately to changes in pressure in the fuel system.

Keywords: liquefied natural gas, engine, algorithm of management, calculation.

C. 33

The Lada Car the World Record-holder on Fuel Efficiency

Viktor Moskovkin, Michail Gurov, Andrey Shkel

The technique of application of the MVK computer program for creation, on the basis of cars VAZ, the world record-holder on fuel efficiency is stated.

Keywords: fuel balance of the car, thermal losses, software package of MVK, car.

C. 45***The Golden Age of Methane on the March*****Sergey Sakharov, Eugene Pronin**

Experts from the United Nations Development Program (UNDP) predict the world population to grow from 6.1 billion in 2000 to 7.8 billion by 2030 and to 8.9 billion by 2050. Population growth translates into further global economic development complemented, among other things, by rising demand for transportation services, equipment and motor fuel, which in turn will result into heavier environmental burden. Demand for motor fuel in the transportation sector of the world economy will keep growing. Growing use of alternative transportation fuels is one of the global development trends.

Keywords: compresses and liquefied natural gas, on-road transport, fuel price, environmental safety.

Keywords: natural gas vehicle, range, gas flow, liquid natural gas (LNG), compressed natural gas (CNG).

C. 56***The Use of Alternative Fuels in Internal Combustion Engines*****Sergey Lokhotkin**

According to proposed method of operation of internal combustion engine with conversion of heat generated at combustion of fuel in cylinder into useful, working strokes of expansion of gaseous combustion products alternate with working strokes of expansion of vapors of liquefied gas-cooler. Gas of liquefied hydrocarbons can be used as gas cooler which, in its, is used simultaneously as fuel. After cooling stroke, heated gas is delivered into cylinders as fuel. Potential effects: increased efficiency of engine, no adverse effect on environment.

Keywords: engine, alternative fuel, liquid nitrogen, cryogenic gases, hydrocarbons, energy, ecology, inventions.

C. 66***The Use Cold of Gasification of Natural Gas for Air Conditioning on Transport*****Vladimir Karagusov, Vladimir Yusha, Ivan Karagusov**

The article considers the possibility of air conditioning on transport through the cold gasification of natural gas. Gasification of liquefied natural gas vehicle requires a fairly large amount of heat for evaporation and heat supply in engines. Cold, deposited in liquefied natural gas, enough for the conditioning of salons and other volumes of many vehicles.

Keywords: liquefied natural gas, transport, gasification, air conditioning.

C. 68***Study of the Peculiarities of the Kinetics of the Oxidation of Nitrogen in the Engine with Stratified Mixture Formation*****Valery Fomin, Fedor Shustrov**

In the article a mathematical method of investigation of the mechanism of formation of nitric oxides in the combustion chamber of the engine with gasoline direct injection for the modes with stratified organization of charge. Conducted a test verification method.

Keywords: gasoline direct injection, stratification of the mixture, the kinetics of oxidation of nitrogen, heat exchange, the rate of combustion of the mixture, the local zone, nitrogen oxides.

C. 60***Perspectives of Creation a New Generation Commercial Gas Motor Vehicles*****Yakov Mkrtychian, Rafael Batyrshin,****Stanislav Lyugai, Daniil Selivanov**

The development of the principal scheme of the natural gas store and supply to the vehicle engine running on LNG and CNG, and rational distribution scheme of gas tanks on the trucks board of various modifications.

C. 72***Identification of Additional Energy Loss when Driving a Train on a Curve*****Igor Alexandrov**

The paper presents the dependence of frictional losses in contact wheel pair - rail from character of a curve. Research is executed on the basis of Euler's formula which establishes a ratio of forces in pair rope - cylinder (bollard).

Keywords: wheel pair, rail, curve.

Авторы статей в журнале №5 (35) 2013 г.

Александров Игорь Константинович,

д.т.н., профессор, зав. кафедрой ГОУ ВПО
Вологодский государственный технический
университет, Вологда, 3 Интернационала,
д. 5-80, м.т. 8 921 714-91-40,
e-mail: alex@mh.vstu.edu.ru

Балашов Михаил Леонидович,

ведущий инженер ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
115583, Москва, а/я 130,
тел.: (498) 657-43-92,
email: M_Balashov@vniigaz.gazprom.ru

Батыршин Рафаэль Римович,

генеральный директор ООО «РариТЭК»,
423822, Россия, Татарстан,
г. Набережные Челны, а/я 168,
р. т. (8552) 77-88-78, e-mail: info@raritek.ru

Бebenin Евгений Викторович,

к.т.н., доцент кафедры «Коммерция в АПК»
Саратовского государственного аграрного
университета им. Н.И. Вавилова,
м.т. 8 902 710-29-00, e-mail: bebenin@bk.ru

Бочкарев Сергей Васильевич,

д.т.н., профессор Пермского ГТУ,
тел./факс (342) 2391200,
м.т. 8 912 881-00-77,
e-mail: bochkarev@msa.pstu.ru

Гуров Михаил Николаевич,

зав. лабораторией Московского
государственного университета
приборостроения и информатики,
тел. (926) 764-94-89,
email: gurov-mn@yandex.ru

Друзьякин Игорь Георгиевич,

к.т.н., доцент кафедры
«Микропроцессорные средства
автоматизации» Пермского национального
исследовательского политехнического
университета, 614990, г. Пермь,
Комсомольский проспект, д. 29,
р.т. (8342) 239-12-00; м.т. 8 919 488-05-26;
e-mail: druzhakin@msa.pstu.ru

Дрыгина Юлия Николаевна,

специалист 1-й категории ООО
«Газпром ВНИИГАЗ», 115583, Москва, а/я 130,
тел.: (498) 657-4392,
email: Y_Drygina@vniigaz.gazprom.ru

Евстифеев Андрей Александрович,

начальник лаборатории ООО
«Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н., 115583, Москва,
а/я 130, тел.: (910) 460-78-86,
email: A_Evstifeev@vniigaz.gazprom.ru

Карагусов Владимир Иванович,

д.т.н., профессор Омского Государственного
Технического Университета,

E-mail: karvi@mail.ru,
тел. 8-913-971-3715

Карагусов Иван Владимирович,

аспирант Омского Государственного
Технического Университета,
E-mail: mrcounter@mail.ru,
тел. 8-983-622-4461

Коноплев Владимир Николаевич,

профессор кафедры «Автомобили и
двигатели» МГИУ, д.т.н., м.т. 903 950-36-90,
e-mail: konopl-v@mail.ru

Латышев Андрей Петрович,

зам. гл. конструктора АМО ЗИЛ,
тел. 8 903 780-11-26

Лохоткин Сергей Владимирович,

к.т.н., заместитель директора ООО
«Движение», тел. 8 903 776-75-11

Лысенко Александр Евгеньевич,

ген. директор ООО «Газовая индустрия»,
тел. 8 925 509-37-40

Люгай Станислав Владимирович,

к.т.н., директор Центра использования газа
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
р.т. (498) 657-4205, 8 916 107-98-09,
e-mail: S_Lyugai@vniigaz.gazprom.ru

Марков Владимир Анатольевич,

д.т.н., профессор кафедры «Теплофизика»
МГТУ им. Н.Э. Баумана, м.т. 8 917 584-49-54,
р.т. (499) 263-69-18,
e-mail: markov@power.bmstu.ru

Медведев Александр Алексеевич,

гл. инженер ФГБУ Поволжская МИС, к.т.н.,
тел. 8 927 209-54-91

Мирошников Константин Сергеевич,

заместитель директора по экономике ООО
«Газовая индустрия»,
тел. 8 925 339-14-89

Мкртычан Яков Сергеевич,

профессор, д.т.н.,
м.т. 8 985 863-02-65

Московкин Виктор Владимирович,

д.т.н., профессор, главный научный
сотрудник НАМИ, ведущий научный
сотрудник НИИАТ, профессор МГУПИ,
тел. 574-71-48, м.т. 8 910 425-53-08

Подосинников Вячеслав Васильевич,

к.т.н., тел. 8 916 539-54-48

Поздняков Евгений Федорович,

к.т.н., директор ЗАО «Форант-Сервис»
(г. Ногинск), тел. (495) 773-57-72

Пронин Евгений Николаевич,

главный специалист ООО «Газпром
экспорт», руководитель РК5
Международного газового союза, 127006,
Москва, Страстной бульвар, д. 9,
тел.: (499) 503 62 52, e-mail: e.pronin@mail.ru

Савельев Геннадий Степанович,

заведующий лабораторией «Двигатели
и применения альтернативных видов
топлив» ГНУ Всероссийский научно-
исследовательский институт механизации
сельского хозяйства Россельхозакадемии,
д.т.н., тел. (499) 174-87-63; 8 916 694-71-54

Сахаров Сергей Александрович,

начальник Департамента ООО «Газпром
экспорт», тел. (499) 503-62-64

Селиванов Даниил Владимирович,

главный специалист 2 категории отдела
перспективных разработок ООО «Газпром
газэнергосеть», факс: +7 (495) 777-77-97,
e-mail: d.selivanov@gazpromimp.ru

Тимофеев Владимир Валентинович,

ведущий инженер ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
115583, Москва, а/я 130,
тел.: +7 (498) 657-42-05,
e-mail: V_Timofeev@vniigaz.gazprom.ru

Фомин Валерий Михайлович,

д.т.н., профессор Московского
государственного машиностроительного
университета (МАМИ), 107023, г. Москва,
ул. Большая Семеновская, д. 38,
р.т. (495) 434-02-12, м.т. 8 915 211-44-15,
e-mail: mixalichdm@mail.ru

Цаплин Алексей Иванович,

д.т.н., декан факультета Пермского ГТУ,
профессор, р.т. (342) 219-82-12,
м.т. 8 902 801-20-83, e-mail: tai@pstu.ru

Шапкайц Александр Давидович,

ведущий научный сотрудник ЗАО «НПП
Криосервис», к.т.н., тел. 8 903 623-75-66

Шкель Андрей Сергеевич,

к.т.н., преподаватель Московского
государственного университета
приборостроения и информатики,
тел. (926) 018-38-44,
e-mail: shkel-as@yandex.ru

Шустров Федор Андреевич,

аспирант Московского государственного
машиностроительного университета
(МАМИ), м.т. 8 903 678 30 28,
E-mail: shustrov@yandex.ru,
shustrovf@gmail.com

Юша Владимир Леонидович,

д.т.н., профессор Омского Государственного
Технического Университета,
E-mail: yusha@omgtu.ru,
тел. 8-906-990-2703

Contributors to journal issue No.5 (35) 2013

Alexandrov Igor,

PhD. Tekhn. Sciences, professor of Technical University (Vologda),
phone: + 7 921 714-91-40,
e-mail: alex@mh.vstu.edu.ru

Balashov Michail,

Leading engineer of Gazprom VNIIGAZ,
office phone: +7 (498) 657-43-92,
e-mail: M_Balashov@vniigaz.gazprom.ru

Batyrshyn Rafael,

General Director RariTEK,
office phone: (8552) 77-88-78,
e-mail: info@raritek.ru

Bebenin Eugene,

PhD, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, phone: +7 902 710-29-00,
e-mail: bebenin@bk.ru

Bochkarev Sergey,

Dr. Sci. Tech., professor of Perm State Technical University, t/f + 7 (342) 2391200,
e-mail: bochkarev@msa.pstu.ru

Druzyakin Igor,

Ph. D. (Eng.), Associate Professor of dean of the Perm State Technical University,
office phone: + 7 (8342) 239-12-00;
phone: + 7 919 488-05-26;
e-mail: druzakin@msa.pstu.ru

Drygina Yulia,

LLC Gazprom VNIIGAZ,
office phone: +7 (498) 657-43-92,
e-mail: Y_Drygina@vniigaz.gazprom.ru

Evstifeev Andrey,

PhD, JSC «Gazprom VNIIGAZ», p/o 130,
Moscow, Russia, 115583,
e-mail: A_Evstifeev@vniigaz.gazprom.ru

Fomin Valery,

Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «Moscow state university of mechanical engineering (MAMI)»,
office phone: + 7 (495) 369-90-48,
m.t.: + 7 915 211-44-15,
e-mail: mixalichdm@mail.ru,
shustrov@yandex.ru.

Gurov Michail,

manager of laboratory, Moscow state university instrumentation and informatics,
ph.: + 7 (926)-764-94-89,
e-mail: gurov-mn@yandex.ru

Karagusov Ivan,

graduate student of Omsk State Technical

University, E-mail: mrcounter@mail.ru,
phone: +7 983-622-4461

Karagusov Vladimir,

professor of Omsk State Technical University,
PhD, Engng, e-mail: karvi@mail.ru,
phone: +7 913 971-3715

Konoplyov Vladimir,

Moscow State Industrial University,
Doctor of Sc., Full Professor,
ph.: + 7 903 950-36-90,
e-mail: konopl-v@mail.ru

Latyshev Andrey,

AMO ZIL (ZIL, Moscow JSC), Deputy Chief Designer Manager,
ph.: + 7 903 780-11-26

Lokhotkin Sergey,

Ph.D., «Dvizhenie» Ltd, deputy director,
phone: + 7 903 776-75-11

Lysenko Alexander,

OOO «Gas Industry», Director General,
tel.: +7 925 509-37-40

Lyugai Stanislav,

PhD, Director of the Centre «Gas Use»,
JSC «Gazprom VNIIGAZ»
tel.: +7 (498) 657-4205,
e-mail: S_Lugay@vniigaz.gazprom.ru

Markov Vladimir,

PhD, Engng, professor of «Heat Physics» department of the Bauman Moscow State Technical University,
phone: + 7 917 584-49-54

Medvedev Alexander,

Ch. Engineer FGBU Volga MIS, PhD. tehn. Science,
ph.: + 7 927 209-54-91

Miroshnikov Konstantin,

OOO «Gas Industry», Deputy Director General,
Economics, tel.: +7 925 339-14-89

Mkrtychian Yakov,

PhD, professor, phone: + 7 985 863-02-65

Moskovkin Viktor,

phD, prof., the main research assistant NAMI, the leading research assistant NIAT, prof. MGUPI, phone: + 7 (495) 574-71-48,
+ 7 910-425-53-08

Podosinnikov Viacheslav,

Cand. tehn. of Sciences,
phone: + 7 916 539-54-48

Pozdnyakov Evgeny,

General Director of «Forant-Service» venture,
Ph.D., phone: (495) 773-57-72

Pronin Eugene,

Chief Specialist, Gazprom Export, IGU WOC5 Chairman, + 7 499 503 62 52,
e-mail: e.pronin@mail.ru

Sakharov Sergey,

Head of Department, Gazprom Export,
phone: +7 499 503-62-64

Savelyev Gennady,

The laboratory chief «Engines and applications of alternative kinds fuel» the All-Russia scientific research institute of mechanization of agriculture of Rosselhozokademii, a Dr.Sci. Tech., ph. +7 (499) 174-87-63;
+7 916 694-71-54

Selivanov Daniil,

Chief Specialist 2nd category, JSC «Gazprom gazenergoset»,
phone: +7 (495) 777-77-97,
e-mail: d.selivanov@gazpromplg.ru

Shapkayts Alexander,

Leading researcher of the JSC «NPP Krioservis», PhD,
phone +7 903 623-75-66

Shkel Andrey,

c.t.s., teacher, Moscow state university instrumentation and informatics,
ph.: (926)-018-38-44
e-mail: shkel-as@yandex.ru

Shustrov Fedor,

Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «Moscow state university of mechanical engineering (MAMI)»,
e-mail: mixalichdm@mail.ru,
shustrov@yandex.ru

Timofeev Vladimir,

leading engineer of Laboratory of forecasting gas motor fuel use and economics of the Centre «GAS USE» of LLC «Gazprom VNIIGAZ», Ph.D.,
phone: + 7 (498) 657-42-05,
e-mail: V_Timofeev@vniigaz.gazprom.ru

Tsaplin Aleksey,

Dr. Sci. Tech., professor, dean of the Perm State Technical University
office phone: + 7 (342) 2198212,
phone: + 902 801-20-83, e-mail: tai@pstu.ru

Yusha Vladimir,

professor of Omsk State Technical University,
PhD, Engng,
E-mail: yusha@omgtu.ru,
phone: +7 906-990-2703

Подписка – 2014

Международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе»

Россия, 142717, Московская обл., Ленинский р-н., п. Развилка, а/я 253
Тел.: (498) 657-41-35, e-mail: transport.1@ngvrus.ru, transport.2@ngvrus.ru • www.ngvrus.ru

Уважаемые читатели!
Начинается подписка на 2014 г.

Подписчики	Годовая, 6 номеров	I полугодие, 3 номера
Россия	3630 руб. (включая 10 % НДС)	1815 руб. (включая 10 % НДС)
Страны СНГ	3630 руб. (включая 10 % НДС)	1815 руб. (включая 10 % НДС)
Страны дальнего зарубежья	190 евро / 250 долл.	120 евро / 170 долл.

Отдельные экземпляры журнала (550 руб. + 10% НДС = 605 руб.) можно приобрести в редакции.

Электронная версия журнала (формат PDF, 6 номеров):

- для РФ и стран СНГ – 1700 руб., включая НДС 18 %.
- для стран дальнего зарубежья – 100 евро / 140 долл. США.

Подписку на 2014 г. можно оформить по факсу, электронной почте или непосредственно в редакции; также через агентства «Роспечать» (подписной индекс **72149**), «Межрегиональное агентство подписки» (Каталог Российская пресса – Почта России, подписной индекс **12718**).

Стоимость размещения рекламных полноцветных материалов в журнале:

В текстовом блоке	В рублях	В долларах США	В евро
1 страница (210×290 мм)	20 тыс. + 18 % НДС	850	625
½ страницы (125×176 мм)	12 тыс. + 18 % НДС	500	350
¼ страницы (70×176 мм)	7 тыс. + 18 % НДС	290	200
Презентация (1 стр.)	10 тыс. + 18 % НДС	300	170
Специальный раздел (1 стр.)	1,5 тыс. + 18 % НДС	–	–
На обложке			
1-я страница (150×210 мм)	20 тыс. + 18 % НДС	850	625
2-я или 3-я страницы (290×210 мм)	25 тыс. + 18 % НДС	1350	1000
4-я страница (290×210 мм)	30 тыс. + 18 % НДС	1450	1100

Технические требования к рекламным модулям:

Макет должен быть представлен в электронном виде: форматы eps, tiff, jpeg, pdf.

Требуемые разрешения: полноцветные и монохромные материалы не менее 300 dpi.

