



# ТРАНСПОРТ

## НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
№ 3 (9) 2009

НАЦИОНАЛЬНАЯ ГАЗОМОТОРНАЯ АССОЦИАЦИЯ



АФФИЛИРОВАНА  
С МЕЖДУНАРОДНЫМ ГАЗОВЫМ  
СОЮЗОМ



**Автопробег «Голубой коридор» по маршруту  
Ростов-на-Дону – Краснодар – Новороссийск – Сочи»**

**Актуальность принятия Федерального закона  
«Об использовании альтернативных видов моторного топлива»**

**Газодизельные системы питания «РАРИТЭК-1-КАМАЗ»**

**Международный научно-технический журнал  
«Транспорт на альтернативном топливе»  
№ 3 (9) / 2009 г.**

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**  
**Р.О. Самсонов**  
генеральный директор ООО «ВНИИГАЗ», д.т.н.

**Члены редакционной коллегии**  
**О.Ю. Бриллиантов**  
заместитель главного редактора  
**Б.В. Будзуляк**  
председатель комиссии по использованию  
сжиженного нефтяного и природного газа в качестве  
газомоторного топлива, д.т.н.  
**В.И. Ерохов**  
профессор «МАМИ», д.т.н.  
**А.А. Ипатов**  
генеральный директор ФГУП ГНЦ «НАМИ», д.т.н.  
**А.В. Николаенко**  
ректор Московского государственного технического  
университета («МАМИ»), профессор  
**С.И. Козлов**  
заместитель генерального директора  
ООО «ВНИИГАЗ» по науке, д.т.н.  
**Ю.В. Панов**  
профессор МАДИ (ГТУ), к.т.н.  
**Н.Н. Патрахальцев**  
профессор Университета Дружбы народов, д.т.н.  
**Е.Н. Пронин**  
начальник Управления ОАО «Газпром»,  
президент НГА  
**А.Д. Прохоров**  
профессор РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, д.т.н.  
**В.Л. Стативко**  
исполнительный директор НГА, к.т.н.  
**В.Н. Удун**  
генеральный директор ОАО «НПО Гелиймаш», к.т.н.

**Представительство в Украине (г. Киев)**  
**Ю.В. Лысенко**, директор  
(044) 422-88-74, 425-17-78

**Редактор**  
**О.А. Ершова**

**Отдел подписки и распространения**  
**В.Н. Бояринова, В.А. Ионова**

**Корреспондент**  
**М.С. Федорова**

**Компьютерная верстка**  
**Ф.А. Игнащенко**

**Адрес редакции:**  
115304, Москва, ул. Луганская, д. 11, оф. 311.  
Тел./факс: (495) 321-50-44, 363-94-17.  
E-mail: transport.io@oeg.gazprom.ru  
transport.er@oeg.gazprom.ru

Отпечатано с готовых диапозитивов в типографии «ГранПРИ»,  
Ярославская обл., г. Рыбинск, ул. Луговая, д. 7

Номер заказа  
Сдано в набор 17.04.2009 г.  
Подписано в печать 18.05.2009 г.  
Формат 60x90 1/8. Тираж 3000 экз. Бумага мелованная.  
Печать офсетная, печ. л. 5, усл. печ. л. 10.

При перепечатке материалов ссылка на журнал  
«Транспорт на альтернативном топливе» обязательна.  
Редакция не несет ответственности за достоверность  
информации, опубликованной в рекламных материалах.

**На обложке: колонна автомобилей  
автопробега на финише в г. Сочи**

## В НОМЕРЕ:

Автопробег «Голубой коридор» по маршруту Ростов-на-Дону – Краснодар – Новороссийск – Сочи, 20-24.04.2009 г. ....	2
Заседание Комиссии при Правительстве РФ по использованию природного и сжиженного нефтяного газа в качестве моторного топлива, 24.04.2009 г., Сочи .....	6
Заседание «круглого стола» Комитета Торгово-промышленной палаты (ТПП) РФ по энергетической стратегии и развитию ТЭК, 20.04.2009 г., Москва .....	7
XIII Международный газовый форум в Варшаве (Польша), 18-19.03.2009 г. ....	8
3-й Донской нефтегазовый конгресс, 20.04.2009 г., Ростов-на-Дону .....	10
10-е юбилейное ежегодное собрание членов некоммерческого партнерства «Национальная газомоторная ассоциация», 24.04.2009 г., Сочи .....	12
<b>Б.С. Рачевский</b> Развитие энергетики сжатого и сжиженного природного газа, как переходного этапа к водородной энергетике .....	16
<b>А.Ю. Потоцкий</b> Компания «Galileo» .....	20
<b>В.А. Сосницкий</b> В интересах укрепления партнерских связей .....	23
<b>А.А. Ким</b> Актуальность принятия Федерального закона «Об использовании альтернативных видов моторного топлива» .....	24
ОАО «Газэнергосеть» планирует увеличить количество газовых АЗС .....	26
<b>А.Н. Иванов</b> Мировые стандарты в обслуживании топливных карт безналичной оплаты .....	28
Пан или пропан .....	30
<b>В.А. Шишков</b> Использование энергии перепада давления газа на электромагнитных форсунках для улучшения наполнения смесью газового топлива с воздухом цилиндров ДВС с воспламенением от искры .....	31
<b>Р.З. Кавтарадзе</b> Формулы для расчета задержки воспламенения при работе газодизеля на различных газообразных топливах .....	36
Затраты и сроки окупаемости переоборудования на КПГ различных моделей автомобилей .....	43
Новости из регионов .....	44
Фирма ООО «НордВестАвтоТрейд» представляет на российском рынке иранский автобус OM 457G-OSG на КПГ .....	47
Новые газодизельные системы питания с электронным управлением «РАРИТЭК-1-КАМАЗ» .....	48
<b>И.М. Коклин, А.Д. Прохоров</b> Газовая моторизация в границе ответственности ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» .....	52
<b>В.А. Щербинин</b> Автомобильные газовые топливные системы фирмы «САГА» .....	58
Новости из-за рубежа .....	65
<b>Д.Н. Григорович</b> Применение водорода в качестве моторного топлива на железнодорожном транспорте .....	68
<b>М.Ф. Кротов, С.В. Коробцев, В.Н. Фатеев, Р.О. Самсонов, С.И. Козлов</b> Производство водорода из органического сырья .....	73

# Автопробег «Голубой коридор» по маршруту Ростов-на-Дону – Краснодар – Новороссийск – Сочи, 20-24.04.2009 г.



Международный проект «Голубой коридор», инициированный в 2003 г. неправительственным Фондом имени В.И. Вернадского, поддержанный Европейской экономической комиссией ООН, призван способствовать росту парка автотранспорта, работающего на сжиженном природном газе (СПГ), обеспечению надежного движения автотранспорта на природном газе по крупнейшим автомагистралям, соединяющим города и страны Европы.



**Н**ынешний автопробег – третий по счету и проходил он под девизом «Белой олимпиаде – голубой метан».

Организаторами автопробега были ОАО «Газпром», ООО «ВНИИ-ГАЗ», Национальная газомоторная ассоциация и Российское газовое общество.

Фактически автопробег стартовал еще в Москве 17.04.2009 г. на территории ООО «ВНИИ-ГАЗ», ведущего научного центра ОАО «Газпром», по маршруту Москва – Ростов-на-Дону.

Подготовительный этап протяженностью 1100 км в целях удобства участников автопробега был

разбит на два этапа с ночевкой в Воронеже.

Автопробег стартовал с демонстрационно-стартовой площадки комплекса «Вертол Экспо» в Ростове-на-Дону в день начала работы III Донского нефтегазового конгресса 20.04.2009 г. С приветствиями к участникам



автопробега «Голубой коридор» обратились заместитель председателя Федерального Собрания Государственной Думы РФ В.А. Язев и член правления ОАО «Газпром», начальник департамента по транспортировке, подземному хранению и использованию газа О.Е. Аксютин, который отметил, что «...Автопробег «Голубой коридор» должен привлечь внимание местных администраций, автопроизводителей, а также руководителей транспортных предприятий к

природному газу, как к наиболее дешевому, экологически и технически безопасному и доступному углеводородному топливу».

На торжественном старте участников пробега приветствовали заместитель начальника управления департамента по транспортировке, подземному хранению и использованию газа ОАО «Газпром» Е.Н. Пронин, генеральный директор ООО «ВНИИГАЗ» Р.О. Самсонов, заместитель генерального директора ООО «Газпром трансгаз

Кубань» С.П. Сусликов, представители правительства Ростовской области, руководители Российского газового общества.

Организационно-техническую помощь в подготовке и проведении автопробега на всем протяжении маршрута оказывали газотранспортные предприятия группы «Газпром», в частности, ООО «Газпром трансгаз Кубань». Заправка автомобилей КПГ проводилась на АГНКС в населенных пунктах: Развилка (Московская обл.), Новомосковск, Воронеж, Лиски, КС Сохрановка (от ПАГЗ), Шахты, Куцевская, Крымск, Крас-



нодар, Джубга (от ПАГЗ), Лазаревское.

В автопробеге участвовали 22 автомобиля, включая автомобили обеспечения и сопровождения. В составе автоколонны было 16 метановых автомобилей заводского изготовления (легковые, грузовые, коммунальные, а также автобусы) ведущих отечественных и мировых производителей: «КаМАЗ», «ГАЗ», «ЛиАЗ», «НеФАЗ», «ГоЛАЗ», «ПАЗ», «Опель», «Фольксваген», «Мерседес», «Ивеко», «Иран Ходро» на базе автобуса «Мерседес».



В состав автоколонны вошли 100 человек, в том числе 22 представителя средств массовой информации. Информационную поддержку автопробегу оказывали представители газет: «Российская газета», «Трибуна», «МК»; журналов: «Газовая промышленность», «Oil&Gas Journal», «Oil&Gas Eurasia», «Газохимия», «Газпром», «Транспорт на альтернативном топливе» и др. В составе участников автопробега были инженеры и ученые.

По маршруту автопробега в гг. Ростов-на-Дону, Краснодар, Новороссийск, Сочи были проведе-

ны заседания «круглых столов» с участием представителей администраций субъектов Федерации, муниципальных образований, автотранспортных предприятий, компаний и фирм, занимающихся переводом автотранспорта на газомоторное топливо, а также местных средств массовой информации. Демонстрировались образцы газобаллонных автомобилей, участвовавших в автопробеге.

Проведение этих мероприятий вызвало большой интерес у специалистов, предпринимателей и студентов высших учебных заведений.

24.04.2009 г. автопробег «Глобой коридор», прошедший по маршруту Ростов-на-Дону – Краснодар – Новороссийск – Сочи, успешно финишировал. В этот день на площади перед сочинской мэрией выстроился весь автокараван – 22 ед. транспорта.

За время автопробега существенных поломок и дорожно-транспортных происшествий не было. Эксплуатация газобаллонных автомобилей в течение автопробега по маршруту Москва – Сочи показала, что эти автотранспортные средства по своим техническим характеристикам полностью соответствуют паспортным данным. Даже во время движения по сложному горному серпантину



в районе Большого Сочи не было перегрева газовых двигателей автомобилей, хотя в таких тяжелых условиях движения, как правило, бензиновые автомобильные двигатели перегреваются.

Во время автопробега запас по расходу газомоторного топлива (КПГ) у большинства газобаллонных автомобилей позволял успешно преодолевать расстояния на протяжении всего маршрута. Следует также отметить плодотворную работу научной группы сотрудников ООО «ВНИИГАЗ» и МАДИ (ГТУ), в задачу которой входила оценка топливной экономичности участвовавших в



автопробеге газобаллонных автомобилей.

За плечами участников автопробега были сложные переходы, заправки на четырех АГНКС и от ПАГЗов, экологические и научные исследования. Рапорт об успешном завершении автопробега «Голубой коридор» по маршруту Ростов-на-Дону – Краснодар – Новороссийск – Сочи принимали исполняющий обязанности главы администрации муниципального образования г. Сочи А.А. Строев, заместитель председателя Комитета по энергетике Государственной Думы Федерального Собрания РФ В.В. Зиновьев, член правления, начальник департамента по транспортировке, подземному



хранению и использованию газа ОАО «Газпром» О.Е. Аксютин, генеральный директор ООО «Газпром трансгаз Кубань» С.А. Жвачкин, генеральный директор ООО «ВНИИГАЗ» Р.О. Самсонов. Им, как орга-



низаторам и руководителям этой акции, руководитель колонны, начальник АТП ООО «ВНИИГАЗ» С.Ф.Лысенко вручил переходящий флаг пробега, на котором оставили автографы все участники, а также представители городов, через которые проходил автопробег. Эта реликвия будет отправлена на временное хранение в музей истории газовой науки и технологий во «ВНИИГАЗ», до старта следующего автопробега по «Голубому коридору».

Замечательная команда водителей, испытателей, ученых, инженеров осуществила за семь дней сложный автопробег, протяженностью 1800 км, по самым обычным российским дорогам, а один из отрезков пути – по сложней-

шему горному серпантину районе Большого Сочи.

Это мероприятие наглядно подтвердило перспективность автотранспортной техники нового поколения на компримированном природном газе, идея внедрения газомоторного топлива на транспорте приобрела многих сторонников во всех регионах Южного федерального округа.

Сочи – курортный и олимпийский город, поэтому перевод городского автотранспорта на газомоторное топливо как никогда актуален. Поэтому состоявшийся автопробег несомненно является вкладом в решение этой важнейшей и благородной задачи.





## Заседание Комиссии при Правительстве РФ по использованию природного и сжиженного нефтяного газа в качестве моторного топлива, 24 апреля 2009 г., Сочи



**П**редседательствовал: председатель Комиссии Б.В. Будзуляк.

Присутствовали: члены комиссии, представители администрации, предприятий и организаций Южного федерального округа, администрации и дочерних обществ ОАО «Газпром», НП «Российское газовое общество», НП «Национальная газомоторная ассоциация». Всего – 58 чел.

### Повестка дня заседания

О расширении использования природного газа в качестве моторного топлива на транспорте и сельскохозяйственной технике в свете «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г.» и «Основных направлений деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2012 г.», утвержденных распоряжениями Правительства РФ от 17.11.2008 г. №№ 1662-р и 1663-р.

### Заслушаны следующие доклады:

1. Состояние и перспективы развития газомоторного рынка России. Мировая практика использования природного газа в качестве моторного топлива.
2. Газификация транспортного узла г. Сочи, как мера оздоровления окружающей среды к Олимпиаде 2014 г.
3. Использование природного газа на железнодорожных локомотивах.
4. Передвижные средства заправки транспорта природным газом.

В прениях выступили: Лукоянов В.А., Строев А.А., Пронин Е.Н., Самсонов О.Р., Коссов В.С., Гайдт Д.Д., Зиновьев В.В., Жвачкин С.А., Ерошок Д.Б.

Заслушав и обсудив состояние и перспективы развития газомоторного рынка России в свете утвержденных Правительством Российской Федерации «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г.» и «Основных направлений деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2012 г.», участники заседания Комиссии отметили следующее:

■ в России накоплен достаточный опыт и знания для дальнейшего развития газозаправочной сети и увеличения парка транспортных средств и сельскохозяйственной техники, использующих один из наиболее экологически чистых и технологически освоенных видов моторного топлива – компримированный и сжиженный природный газ;

■ на ряде отечественных предприятий возобновлено серийное производство автомобилей в газобаллонном исполнении;

■ пробные поездки на газовом топливе выполнили тепловозы РЖД.

Широкое использование природного газа в качестве моторного топлива на транспортных средствах и сельскохозяйственной технике обеспечено:

■ надежной сырьевой базой – запасы метана в стране составляют более 30% от мировых запасов и существенно превышают запасы нефти;

■ разветвленной трубопроводной системой, через которую поставляется природный газ более чем в 20 тыс. населенных пунктов страны, в том числе в 1500 городов.

Комиссия констатирует, что выполнение задач, поставленных государственными программами расширения использования альтернативных топлив, тесно связано с реализацией национальных проектов, в том числе:

■ в области здравоохранения – это снижение вредных для здоровья и окружающей среды выбросов веществ с отработавшими газами двигателей внутренне-го сгорания автотранспорта;

■ в агропромышленном комплексе – это снижение себестоимости сельскохозяйственной продукции за счет использования более дешевого моторного топлива.

Рассматривая активное развитие российского рынка газового моторного топлива, как антикризисные мероприятия, и в целях выполнения положений распоряжений Правительства Российской Федерации от 17.11.2008 г. №№ 1662-р и 1663-р Комиссия решила:

### 1. Рекомендовать:

1.1. Администрациям субъектов Российской Федерации и дочерним обществ ОАО «Газпром» активизировать работу по пропаганде широкого внедрения альтернативных моторных топлив и, прежде всего, природного газа на всех видах транспорта и в сельскохозяйственном производстве.

1.2. Комиссии проанализировать состояние дел с использованием природного газа в качестве моторного топлива в регионах и в России, подготовить и до 1 июня текущего года направить:

■ в Правительство Российской Федерации – конкретные предложения для включения в разрабатываемые федеральными министерствами и ведомствами мероприятия на 2010-й и последующие годы по выполнению указанных распоряжений;

■ в администрации субъектов Российской Федерации – предложения по повышению эффективности сотрудничества в области использования природного газа в качестве моторного топлива.

3. Принять к сведению информацию члена Комиссии депутата Государственной Думы В.В. Зиновьева о состоянии дел с подготовкой проекта Федерального закона «Об использовании альтернативных видов моторного топлива» и просить Комитет по энергетике Госдумы продолжить эту работу.

4. Рекомендовать НП «Национальная газомоторная ассоциация» опубликовать материалы заседания комиссии в журнале «Транспорт на альтернативном топливе».

Участники заседания поздравляют Комиссию при Правительстве Российской Федерации и ее членов с 15-летием со дня создания и желают дальнейших успехов в реализации возложенных на нее задач и, прежде всего, активного влияния на улучшение экологической обстановки и энергосбережение на основе использования экологически наиболее чистого газового моторного топлива.

Председатель Комиссии **Б.В. Будзуляк**  
Ответственный секретарь  
Комиссии **С.Д. Гавриленко**

## Заседание «круглого стола» Комитета Торгово-промышленной палаты (ТПП) РФ по энергетической стратегии и развитию ТЭК, 20.04.2009 г., Москва

20.04.2009 г. В ТПП РФ состоялось заседание Комитета по энергетической стратегии и развитию ТЭК на тему «О создании условий для развития сферы использования альтернативных видов моторного топлива».



**Н**а заседании были рассмотрены следующие вопросы:

1. Проект Федеральных законов «Об использовании альтернативных видов моторного топлива» и «О внесении изменений в отдельные законодательные акты в связи с принятием Федерального закона «Об использовании альтернативных видов моторного топлива».

2. Проект Федерального закона «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам эффективного использования нефтяного (попутного) газа».

3. Разработка и утверждение в установленном порядке нормативно-правовой базы для развития розничной реализации газомоторного топлива (КПГ, СУГ, СПГ) и автономной газификации (СУГ, СПГ).

Создание рабочей группы с участием всех заинтересованных сторон для разработки технических регламентов:

- для автозаправочных станций, в том числе АГЗС, АГНКС, МАЗС, ТЗК;

- для объектов газораспределения и газопотребления, работающих на СУГ и СПГ.

4. Налогообложение деятельности по реализации СУГ.

5. Автономная газификация на альтернативных видах топлива, в том числе использование их для резервных источников топливообеспечения. Применение альтернативных видов топлива в проектах автономной генерации и когенерации.

6. Транспорт на альтернативном топливе:

- поставка на российский рынок отечественными и зарубежными автопроизводителями автомобилей с газобаллонным оборудованием (ГБО) на СУГ и КПГ;

- аккредитация автопроизводителями специализированных

центров на территории РФ по переоборудованию автомобилей на ГБО для сохранения гарантийных обязательств.

На заседание были приглашены представители Федерального Собрания РФ, заинтересованных министерств и ведомств, администраций субъектов РФ, научных организаций, специалисты компаний, работающих на рынке газомоторного топлива, и компаний-автопроизводителей.

Руководил заседанием «Круглого стола» заместитель председателя Комитета, президент Союза нефтегазопромышленников России Г.И. Шмаль.

В своем выступлении на заседании «Круглого стола» Г.И. Шмаль заявил, что переход транспорта РФ на газомоторное топливо позволит сэкономить средства бюджетов всех уровней в два раза, а также снизить выбросы вредных веществ в атмосферу.

С докладом по рассматриваемым вопросам выступил председатель подкомитета по газомоторному топливу, генеральный директор ОАО «Газэнергосеть» А.И. Дмитриев.

В прениях выступили 10 чел., которые отмечали необходимость срочного принятия Федеральных законов, регламентирующих использование альтернативных видов моторного топлива на транспорте, а также внесения изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам эффективного использования нефтяного (попутного) газа. Отмечалась также необходимость разработки и утверждения нормативно-правовой базы для развития розничной реализации газомоторного топлива и автономной газификации.

Участники заседания «круглого стола» приняли Рекомендации «О создании условий для развития сферы использования альтернативных видов моторного топлива».



# XIII Международный газовый форум в Варшаве (Польша), 18-19.03.2009 г.

18-19.03.2009 г. в Варшаве прошел очередной XIII Международный газовый форум и выставка автомобильного газобаллонного оборудования. Всего в газовом форуме приняли участие специалисты из 54 компаний и фирм различных европейских стран.



Рис. 1. С докладом выступил президент фирмы «Elpigaz», председатель комиссии по использованию автогаза «POGP» Гжегож Яжиньски

женного углеводородного газа) в Евросоюзе остается компримированный природный газ (КПГ) (см. таблицу).

Для специалистов, занимающихся сертификацией ГБО, особый интерес вызвал доклад начальника отдела сертификации и испытаний автомобилей института автомобильного транспорта Польши Адама Маерчика о практике применения 115 правил ЕЭК ООН. В ближайшее время и российским специалистам придется столкнуться с трудностями адаптации экологических показателей ГБО для каждого типа транспортного средства.

Экспозиция, посвященная достижениям на рынке газобаллонного оборудования и автогазозаправочной техники, разместилась на 50 стендах выставочного комплекса отеля «Victoria». На них было представлено, как и в предыдущие годы, газобаллонное оборудование для автотранспорта известных крупных итальянских производителей ГБО: «LANDI RENZO», «BRC», «OMVL», «Lovato», «Autronic» и других. Выставка показала, что многие польские фирмы прочно закрепились не только на внутреннем рынке, но и в странах Восточной Европы. Например, наибольшим спросом пользовалась продукция польских фирм «AC», «AG», «Alex», «Elpigaz», «KME», «Milmet», «Stako» и других.

Следует отметить, что ряд мелких фирм из стран Азии в текущем году на этом представительном форуме не выставлялись.

Как и в предыдущие годы, интерес к выставке не ослабевает, несмотря на кризисное время.

В течение двух дней проходили пленарные заседания форума, на которых было сделано 18 докладов специалистов из стран Евросоюза о стратегии и тактике снабжения альтернативным газомоторным топливом автотранспор-

та в Европе, а также об основных направлениях совершенствования ГБО и методах его испытания (рис. 1).

В докладах отмечалось, что основным альтернативным газомоторным топливом (не считая сжи-

Таблица

## Перспективы роста потребления автотранспортом альтернативных видов моторного топлива на рынке Евросоюза (в % от общего количества топлива)

Год	Биотоплива	КПГ	Водород	Сумма
2005	2	—	—	2
2010	6	2	—	8
2015	7	5	2	14
2020	8	10	5	23



Рис. 2. У стенда выставки специалисты российских фирм

Традиционным стало посещение этой выставки гостями из России, Украины, Белоруссии (рис. 2). Действительно, экспозиция в основном отображает тенденцию внедрения новинок европейского ГБО на рынке восточного направления.

Обзор представленной продукции показывает, что системы распределенного впрыска газа четвертого поколения прочно заняли основное место в ассортименте предлагаемой продукции. В этом году на стендах трудно было найти оборудование для карбюраторных автомобилей. Некоторые фирмы предлагают теперь совершенство-

ванные системы управления ГБО автомобилей с функциями постоянного взаимодействия с Европейской бортовой диагностической системой EOBD или OBD. Польская фирма «Elpigaz» представила на выставке новинки – блоки управления OBD не только для четырехцилиндровых, но и для пяти-, шести- и 8-цилиндровых двигателей. Для бензиновых двигателей с экологическим стандартом «Евро-4» и в особенности «Евро-5», которые поступают в эксплуатацию в России, без блоков такого типа достаточно часто невозможно добиться стабильной работы на газе.

По сравнению с предыдущими годами на европейском рынке растет предложение оборудования распределенного впрыска для метана. Это свидетельствует о том, что и в Европе постоянно усиливается интерес к переводу автотранспорта на КПГ.

Внимание посетителей выставки привлекли предложения немецкой фирмы «TUNAP» по методам защиты клапанов двигателя от износа, а также комплект оборудования для промывки газовых форсунок (рис. 4). Действительно,

наступило время, когда в эксплуатации ГБО автотранспорта должны применяться современные оборудование и материалы для обслуживания газовых форсунок по аналогии с широко распространенными методами для бензиновых инжекторов.

Показателен также интерес к представленному на выставке газодизельному оборудованию. Вместе с тем анализ демонстрировавшихся за последние пять лет экспозиций показывает, что немногочисленные европейские фирмы, представляющие этот вид сложного оборудования, не находя широкого спроса, снимают его с производства. Так было у компаний «Lovato», «Gasotronic» совместно с «КМЕ».

Прошедшая выставка показала также, что в странах Восточной Ев-



Рис. 3. Электронные блоки управления с функцией OBD:  
1 – для четырехцилиндровых двигателей;  
2 – для пяти-, шести- и 8-цилиндровых двигателей



Рис. 4. Комплект оборудования фирмы «TUNAP» для промывки газовых форсунок на автомобиле

ропы по-прежнему высок интерес к газобаллонному автомобильному оборудованию, работающему на газомоторном топливе. Одновременно требования к этому оборудованию и его адаптации на автотранспорте все время возрастают, заставляя производителей постоянно совершенствовать свою продукцию.

## 3-й Донской нефтегазовый конгресс, 20.04.2009 г., Ростов-на-Дону

20.04.2009 г. в столице Дона состоялся ежегодный 3-й нефтегазовый конгресс, ставший авторитетной дискуссионной площадкой для обсуждения вопросов газовой отрасли в Южном Федеральном округе (ЮФО) и выработки конкретных путей ее развития. В этом году открытие нефтегазового конгресса совпало со стартом из Ростова-на-Дону автопробега «Голубой коридор» по маршруту Ростов-на-Дону – Краснодар – Новороссийск – Сочи. Организаторами конгресса выступили Российское газовое общество (РГО) и НП «Газовые предприятия Дона».

**П**риветствие участникам форума направил президент РГО В.А. Язев. Он отметил, что в условиях финансово-экономического кризиса необходима консолидация действий федеральных, региональных, местных органов государственной власти и газовых компаний по преодолению его последствий.

В настоящее время разрабатывается единая схема развития газовой отрасли в ЮФО, и наработанные Донским нефтегазовым Конгрессом материалы будут востребованы и войдут в эту программу.

В работе 3-го Донского нефтегазового конгресса приняли участие около 200 организаций. Состоялась выставка техники, работающей на компримированном природном газе (КПГ), которая вызвала большой интерес у участников форума. В рамках конгресса прошло два «круглых стола», посвященных проблемам малого бизнеса и переводу автотранспорта на газомоторное топливо.

Впервые на конгрессе присутствовали представители автотранспортных предприятий и производители серийных автотранспортных средств,

что в наше время приобретает особую актуальность, ведь внедрение газомоторного топлива в экономику округа имеет большое значение.

Повестка дня конгресса практически полностью совпала с производственными задачами и деловыми интересами участников, что многократно усилило положительный эффект от состоявшихся дискуссий и заседаний.

На пленарном заседании генеральный директор ООО «ВНИИГАЗ» Р.О. Самсонов в своем выступлении отметил, что в настоящее время проведены научно-исследовательские работы по широкому внедрению природного газа на транспорте, созданы эффективные системы управления газодизельными двигателями.

Для популяризации природного газа, дешевого и экологичного топлива, и проводится автопробег «Голубой коридор» по маршруту Ростов-на-Дону – Краснодар – Новороссийск – Сочи.

Заместитель председателя экспертного совета РГО в ЮФО, председатель правления НП «Газовые предприятия Дона» А.Л. Гаврина рассказала, что малые и средние предприятия сегодня являются важнейшей составной частью нефтегазового комплекса и играют значительную роль в обеспечении социальной стабильности регионов в условиях экономического кризиса, обеспечивая не только поддержку и развитие социальной инфраструктуры, но и сохранение и создание новых рабочих мест для профессионально подготовленных специалистов отрасли.

Деятельность малых и средних предприятий нефтегазовой отрасли, не входящих в состав крупных вертикально интегрированных холдингов, направлена на обеспечение конкурентоспособности на региональных рынках.

Действующие нормативные правовые акты (в том числе о государственной поддержке малого предпринимательства, законодательство о налогах и сборах и т. д.) не в полной мере учи-



Пресс-конференция с участниками конгресса

тывают специфику деятельности и особенности малых и средних предприятий нефтегазового комплекса. Основным сдерживающим фактором развития малого предпринимательства в этой сфере является недостаток собственных финансовых средств как на стадии становления, так и на стадии дальнейшего развития. Причины этой проблемы заключаются в сложной процедуре получения банковских кредитов, высоких процентных ставках, неразвитости иных механизмов финансово-кредитной поддержки. Важную роль в этом вопросе играют отраслевые ассоциации и союзы, поддерживающие предпринимателей.

На состоявшейся по итогам конгресса пресс-конференции заместитель начальника управления по газификации ОАО «Газпром», президент Нацио-



Выступает генеральный директор  
ООО «ВНИИГАЗ» Р.О. Самсонов

нальной газомоторной ассоциации Е.Н. Пронин отметил, что топливо – основа мировой хозяйственной автопромышленной деятельности. Темпы добычи и широта использования природного газа динамично растут. В этом смысле с ним не сравнится никакой иной вид топлива. Большие запасы газа в нашей стране позволят нам успешно использовать газовое топливо в ближайшие 20-30 лет. Меры стимулирования применяются к водителям, которые

используют газомоторное топливо. В других странах существует закон, согласно которому строительство АЗС разрешается лишь при условии наличия газового топлива.

Рынок в России тоже развивается. Спрос на газомоторное топливо сейчас доходит до 321 млн. м<sup>3</sup> в год. Проблемы – нехватка АГНКС, недостаточное количество автомобилей, имеющих соответствующие двигатели, малая информированность россиян о преимуществах метана в качестве моторного топлива.

На заседании «круглого стола» было отмечено, что в Ростовской области (РО) созданы необходимые правовые условия для развития малого и среднего бизнеса. Действует ряд областных законов, таких как «О развитии малого и среднего предпринимательства в РО», «О некоторых вопросах налогообложения», «О приоритетном развитии шахтерских территорий в РО», принята и вступила в силу областная целевая программа развития субъектов малого и среднего предпринимательства в Ростовской области на 2009-2011 гг. Было предложено определить критерии субъектов малого предпринимательства в нефтегазовом комплексе по видам деятельности и в дальнейшем разработать комплекс мер адресной поддержки со стороны региональных властей и обеспечить благоприятные условия для эффективного взаимодействия крупных отраслевых концернов с предприятиями малого и среднего бизнеса.

На пресс-конференции говорилось, что необходимым условием развития газовой отрасли Юга России является использование альтернативных видов моторного топлива, в том числе КПГ, СПГ, СУГ, для чего необходимо создание региональной системы стимулирования российских производителей, осуществляющих производство газомоторного топлива и успешно реализующих ресурсообеспечивающие программы. При этом важно обеспечить соответствие региональных программ перевода



На конгрессе выступила председатель  
правления НП «Газовые предприятия Дона»  
А.Л. Гаврина

автотранспорта на природный газ и увеличения парка газобаллонного транспорта промышленного и сельскохозяйственного назначения с комплексной программой ОАО «Газпром», направленной на развитие в России газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе.

Также на конгрессе говорилось, что создание системы государственной поддержки использования газомоторного топлива (в том числе экономического механизма стимулирования перевода автотранспортных средств в газобаллонные), сети сервисного обслуживания топливной аппаратуры газобаллонных автомобилей, разработка мер государственной поддержки как производителей отечественных автотранспортных средств, работающих на природном газе, так и пользователей этих автотранспортных средств станут антикризисными мерами в развитии газовой отрасли региона.

Одна из основных задач конгресса – еще раз обратить внимание руководителей субъектов Федерации и муниципальных образований, автотранспортных и сельскохозяйственных предприятий, представителей СМИ и широкой общественности на природоохранный и экономический потенциал природного газа.

# 10-е юбилейное ежегодное собрание членов некоммерческого партнерства «Национальная газомоторная ассоциация», 24.04.2009 г., Сочи



**24** апреля 2009 г. в г. Сочи состоялось собрание членов НП «Национальная газомоторная ассоциация» (НГА). Присутствовали 39 полномочных представителя предприятий, членов НГА, руководители органов управления и контроля НГА, должностные лица исполнительной дирекции ассоциации, приглашенные.

**Повестка заседания:** утверждение годового отчета, бухгалтерского баланса и заключения ревизора; избрание Совета партнерства и ревизора НГА; утверждение приоритетных направлений деятельности НГА в 2009-2010 гг. и другие вопросы.

С отчетным докладом о работе НГА в 2008 г. выступил на собрании исполнительный директор ассоциации Стативко В.Л.

Производственная деятельность НГА проводилась в соответствии с основными направлениями, утвержденными общим собранием членов НГА 28 мая 2008 г.

Так, с января 2008 г. начат выпуск международного научно-технического журнала «Транспорт на альтерна-

тивном топливе», учредителем и издателем которого является НГА. Журнал является единственным в России отраслевым периодическим изданием, тематика которого полностью посвящена переводу всех видов транспорта на альтернативное топливо.

Подготовлены и распространены по электронной почте 33 выпуска зарубежных газомоторных новостей «МЕТАНовости» в рамках международного информационного центра «Метан-Инфо». Издан новый каталог газоиспользующего оборудования.

НГА полностью обеспечивает работу Комиссий при Правительстве РФ и РГО по использованию сжатого



и сжиженного нефтяного газа в качестве моторного топлива – ведет документацию, содержит архив, выполняет всю переписку. В 2008 г. организовано проведение двух заседаний Комиссий (гг. Горно-Алтайск и Кисловодск). 22 сентября 2008 г. при участии НГА в ООО «ВНИИГАЗ» была проведена международная конференция «Газ в моторах – 2008», посвященная 150-летию двигателя Этьена Ленуара. Конференции предшествовал пробег серийных автомобилей, работающих на природном газе, по маршруту Санкт-Петербург – Москва.

27-30.05.2008 г. была проведена 12-я Международная специализированная выставка газовой промышленности и технических средств для газового хозяйства (г. Санкт-Петербург), а 23-25.09.2008 г. состоялась конференция и выставка «GasSUF-2008» (г. Москва, выставочный комплекс «Сокольники»), которые прошли в рамках международного форума «Неделя эффективного газораспределения и использования газа». Эти мероприятия были организованы при активном участии НГА.

В прошедшем году НГА стала полноправным членом Европейского делового конгресса, который объединяет интересы крупнейших фирм и компаний европейских стран.

С открытием нового офиса исполнительной дирекции НГА в ООО «ВНИИГАЗ» ассоциация получила новые возможности для расширения своей деятельности.

В 2009 г. перед НГА стоят новые задачи. Необходимо усилить пропаганду внедрения природного газа в качестве альтернативного моторного топлива на транспорте. Эта цель будет достигаться путем увеличения количества подписчиков журнала «Транспорт на альтернативном топливе», активного участия в различных фору-

мах, конференциях, выставках, проведении собственных мероприятий с участием отечественных и зарубежных производителей ГБО, потребителей газового топлива по вопросам, связанным с переводом различных видов транспорта на газомоторное топливо. Большое внимание будет также уделено участию в разработках и реализации региональных отраслевых программ газификации различных видов транспорта.

От руководства ОАО «Газпром» выступил начальник департамента ОАО «Газпром» О.Е. Аксютин.

По итогам обсуждения вопросов повестки дня были приняты следующие решения:

1. Считать деятельность НГА в 2008 г. удовлетворительной. Утвердить годовой отчет, бухгалтерский баланс и заключение ревизора по финансово-хозяйственной деятельности НГА в 2008 г.

2. Избрать исполнительным директором НП «Национальная газомоторная ассоциация» Стативко В.Л.

3. Избрать Совет партнерства в количестве семи человек в составе:

- Антипов Б.Н., генеральный директор ДОО «Оргэнергогаз»;

- Гайдт Д.Д., генеральный директор ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»;

- Пронин Е.Н., зам. начальника Управления по газификации и использованию газа ОАО «Газпром»;

- Самсонов Р.О., генеральный директор ООО «ВНИИГАЗ»;

- Седых А.А., генеральный директор ОАО «Автогаз»;

- Семенюга В.В., зам. директора инжинирингового центра ООО «ВНИИГАЗ»;

- Стативко В.Л., исполнительный директор НГА.

4. Избрать ревизором НГА Т.Ф. Бекина.



5. Определить следующие направления деятельности Партнерства в 2009-2010 гг. как приоритетные:

- расширение пропаганды внедрения газа на рынок моторного топлива путем увеличения числа подписчиков научно-технического журнала «Транспорт на альтернативном топливе», распространения научно-технических, аналитических и рекламных материалов на сайте НГА и через электронную почту;

- организация широких дискуссий отечественных и зарубежных производителей газобаллонного оборудования, пользователей газового топлива на мероприятиях, организуемых НГА, по вопросам замены альтернативными видами традиционных жидких моторных топлив;

- организация членов НГА на реализацию «Основных направлений деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2012 года» и «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 г.», утвержденной распоряжением Правительства РФ 17.11.2008 г., в части широкого внедрения альтернативных топлив путем участия в разработке и реализации региональных, отраслевых программ газификации транспорта;

- подготовка и издание нового Каталога газоиспользующего и газозаправочного оборудования – 2009;

- объединение научно-технических, организационных и финансовых

возможностей членов НГА для совместного осуществления капиталоемких разработок;

- продолжение работы по созданию электронной версии свода нормативных документов по вопросам использования газа на транспорте;

- участие в разработке технических регламентов в части производства и использования газовых видов моторного топлива;

- развитие Международного информационного центра «Метан-Инфо»;

- ведение работ по реализации международных проектов «Голубой коридор», предусматривающих организацию грузовых и пассажирских перевозок автомобильным транспортом, работающим на природном газе;

- продолжение сотрудничества с международными организациями;

- содействие участию членов НГА в выставочных мероприятиях, научно-практических конференциях и других аналогичных мероприятиях с целью популяризации использования газа на транспортных средствах;

- участие в организации и проведении выставки «GasSUF-2009» и приуроченных к ней мероприятий;

- активизировать работу экспертного совета НГА и организовать более тесное межотраслевое взаимодействие по совершенствованию нормативно-правовой базы в области производства и использования газомоторного топлива.

# 7-я Международная специализированная выставка оборудования и технологий по газораспределению и эффективному использованию газа



**Gas  
SUF**



Газоснабжение и эффективное  
использование газа



Использование природного газа  
в качестве моторного топлива



Сжиженный природный газ  
и синтетическое жидкое топливо

**13 – 15 октября 2009 г.**

Дирекция выставки:

E-mail: [evb@mvk.ru](mailto:evb@mvk.ru)

Тел.: (495) 925-34-16, 995-05-95

Организаторы:

**MVK**



НАЦИОНАЛЬНАЯ  
ГАЗОМТОРНАЯ  
АССОЦИАЦИЯ

[www.gassuf.ru](http://www.gassuf.ru)



## ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

- переоборудование автомобилей на природный газ;
- демонстрация передовых технологий в производстве газотопливной и газобаллонной аппаратуры;
- передвижные автомобильные газозаправщики;
- энергосберегающие технологии и энергоэффективное оборудование для оснащения предприятий газовой промышленности;
- внутридомовое газовое оборудование, газовые колонки, газовые баллоны, счетчики газа.

**В 2009 году тематика выставки расширяется за счет формирования нового раздела «Криогенные технологии».**

**Предварительно, в рамках деловой программы пройдут следующие мероприятия:**

**13.10.2009**

Международная конференция «Криогенные технологии и оборудование для газификации объектов промышленности, ЖКХ и транспорта»

**14.10.2009**

Международная конференция «Газовое топливо на транспорте – экономика, экология, право»

**15.10.2009**

Международная конференция «Современные газозаправочные и газоиспользующие технологии»

**Организаторы конференций:** ЗАО «МВК», ОАО «Газпром», НГА, ВНИИГАЗ.

**Параллельно пройдут выставки:**



**PCVEXPO**

**НАСОСЫ. КОМПРЕССОРЫ.  
АРМАТУРА**



**РОССВАРКА**



**WASMA**





# Развитие энергетики сжатого и сжиженного природного газа, как переходного этапа к водородной энергетике

**Б.С. Рачевский,**  
председатель правления ГК «Нефтегазтоп», д.т.н.

Последние годы характеризуются усугублением проблемы обеспечения транспортных средств и других энергетических потребителей традиционным нефтяным моторным топливом. Обострение проблемы определяют три причины.

**П**ервая – это истощение запасов нефти. Мировая добыча нефти, по прогнозам международного энергетического агентства (УЕА), достигнет предела в 2030 г. в количестве 100 млн. баррелей (13 млн. т) в день против 87 млн. баррелей (11 млн. т) в день сегодня и начнет снижаться. Разведанные запасы нефти в мире составляют 1000 млрд. баррелей (140 млрд. т). Предположительно 200 млрд. баррелей (26 млрд. т) еще будет разведано, а 300 млрд. баррелей (39 млрд. т) будут получены в результате совершенствования переработки отходов. Анализ показывает, что нефти хватит на 35-40 лет.

Вторая причина – увеличение количества транспортных средств, основного потребителя нефтяного моторного топлива. Только мировой автопарк сегодня состоит из более чем 900 млн. автомобилей, из них 30% грузовых и 70% легковых. Каждый год в мире производится 45 млн. автомобилей. Подсчитано, что за год один автомобиль в среднем потребляет 2,2 т бензина (дизельного топлива), а весь мировой автопарк 2 млрд. т нефтяного моторного топлива, на производство которого идет как минимум 3,5 млрд. т нефти. Если тратить нефть только на производство моторных топлив для автомобилей, то ее хватит не более чем на 40 лет (140 млрд. т : 3,5 млрд. т/г. = 40 лет).

Третья причина – вредные выбросы от растущего парка транспортных средств, работающих на нефтяном

моторном топливе. Автотранспорт лидирует во всех видах негативного воздействия на экологию: загрязнение воздуха – 95%, шум – 50%, воздействие на климат – 65%. Ежегодный экономический ущерб от загрязнения автотранспортом окружающей среды в России оценивается в 4-5 млрд. долл. США. Более чем в 150 городах страны именно автотранспорт является сильнейшим загрязнителем воздушного бассейна.

Увеличение энергопотребления, загрязнение окружающей среды, истощение запасов нефти заставляют развитые страны мира искать выход – заменить нефтяное моторное топливо на альтернативное топливо.

Наиболее привлекательным является перевод транспорта на водородное топливо, поскольку запасы водорода в природе практически не-

исчерпаемы, а продуктом сгорания водорода является обычная вода. И действительно во многих странах усиленно работают в этом направлении. Пионером являются Соединенные Штаты, где уже внедряется проект оснащения трансконтинентальных магистралей цепью водородных заправочных станций. Но внедрение водорода в качестве топлива для транспорта пока влечет за собой применение новых дорогостоящих технологий и оборудования. По этой причине окупаемость инноваций под большим вопросом.

Возникает закономерный вопрос: почему в Америке «водородные» проекты выгодны, а в России нет? Дело в том, что в США существует специальная инвестиционная программа, которая не только дотирует научные разработки, но и позволяет владельцам транспортных средств получать выплаты из бюджета страны. США видят стратегическую перспективу в развитии этого направления и всячески стимулируют владельцев транспортных средств перестраивать свой бизнес. Сходные программы существуют в Евросоюзе, а также в Японии и Китае.

Перспективным и реальным вариантом для России является перевод

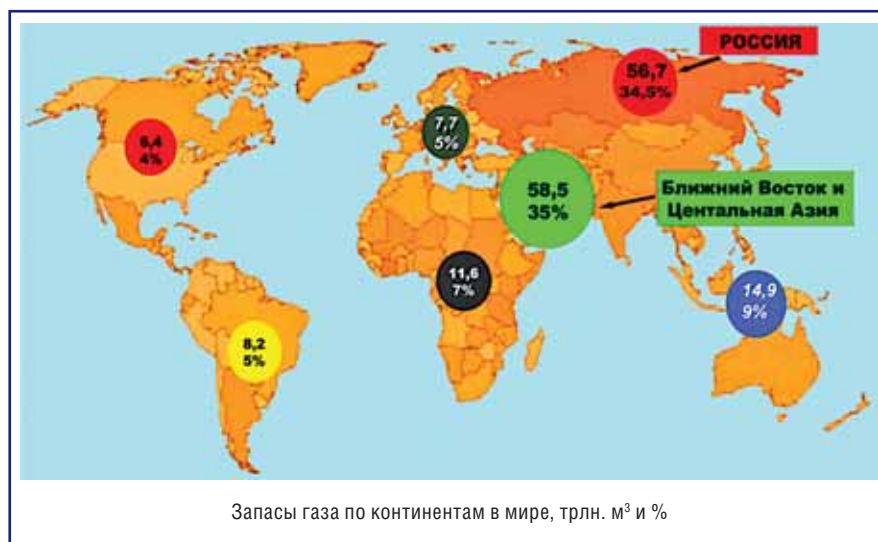


Таблица 1

**Распределение мировых запасов газа по странам мира на 01.01.2008 г.**

Страна	Доказанные запасы на 01.01.2008 г., трлн. м <sup>3</sup>	Доля от мировых запасов, %
Россия (СПГ)	56,7	34,5
Иран	23,2	14,1
Катар (СПГ)	14,4	8,7
Саудовская Аравия	6,4	3,9
ОАЭ (СПГ)	6,0	3,6
США (СПГ)	5,2	3,1
Алжир (СПГ)	4,5	2,7
Венесуэла	4,2	2,5
Нигерия (СПГ)	3,5	2,1
Ирак	3,1	1,9
Индонезия (СПГ)	2,6	1,6
Австрия (СПГ)	2,5	1,5
Норвегия	2,2	1,4
Малайзия	2,1	1,3
Туркмения	2,0	1,2
Узбекистан	1,9	1,1
Казахстан	1,8	1,1
Нидерланды	1,8	1,1
Канада	1,7	1,1
Египет	1,7	1,1
Китай	1,5	0,9
Ливия (СПГ)	1,3	0,8
Оман (СПГ)	0,9	0,5
Боливия	0,7	0,4
Тринидад и Тобаго	0,7	0,4
Йемен	0,5	0,3
Бруней (СПГ)	0,4	0,3
Перу	0,3	0,2
Экваториальная Гвинея	0,1	0,0
Остальные страны	10,8	6,6
<b>Всего</b>	<b>164,6</b>	<b>100</b>

Таблица 2

**Прогноз добычи газа в России до 2030 г. по макрорегионам, млрд. м<sup>3</sup>**

Регион/год	2010	2015	2020	2025	2030
Западная Сибирь	640	630	670	670	670
В том числе Ямало-Ненецкий АО	600	590	634	634	635
Ханты-Мансийский АО	33	32	28	28	27
Томская область	7	8	8	8	8
Европейская часть	40	52	80	88	90
Восточная Сибирь и Республика Саха	11	85	115	117	120
Дальний Восток (Сахалин)	20	23	25	30	30
<b>Россия, всего</b>	<b>711</b>	<b>790</b>	<b>890</b>	<b>905</b>	<b>910</b>

транспорта и других потребителей топлива на сжатый или сжиженный природный газ. Поскольку запасы природного газа в нашей стране составляют 34,5%, от мировых а добыча – 20%, являясь самыми высокими в мире, то природный газ в сжатом или сжиженном виде является наиболее близким аналогом водороду для использования в качестве моторного топлива [1].

Объем добычи газа в России в 2008 г. составил 665 млрд. м<sup>3</sup>. Вместе с тем в ближайшие годы намечено начать освоение месторождений полуострова Ямал и Штокмановского месторождения на шельфе Баренцева моря. В ближайшие годы и в среднесрочной перспективе (10-15 лет) должны быть введены в промышленную разработку крупнейшие месторождения шельфа острова Сахалин, Иркутской области, Красноярского края, Республики Саха. Добыча газа в Западной Сибири может быть доведена до 90 млрд. м<sup>3</sup> в год, в Европейской части – до 70 млрд. м<sup>3</sup>, Восточной Сибири – до 120 млрд. м<sup>3</sup>, на Дальнем Востоке – до 30 млрд. м<sup>3</sup> в год (табл. 2).

Кроме того, промышленные исследования по производству сжиженного природного газа (СПГ) впервые в мире были начаты в СССР. Еще в 1937 г. в Харькове и Днепропетровске были построены резервуары для хранения СПГ, установки для сжижения природного газа и проведена работа по использованию СПГ в качестве моторного топлива для тракторов.

Первая установка сжижения природного газа в Европе была построена в 1954 г. на Московском газоперерабатывающем заводе [2].

И, наконец, в феврале 2009 г. начались поставки с завода СПГ в поселке Пригородное в рамках проекта «Сахалин-2». Весной 2007 г. ОАО «Газпром» вошел в проект, купив у акционеров 50% плюс одна акция компании-оператора «Sakhalin Energy».

К этому времени практически весь СПГ завода мощностью 9,6 млн. т в год был законтрактован. Покупателями выступили Япония (более 50%), Южная Корея и США. На данном этапе компания «Sakhalin Energy» изучает вариант строительства третьей линии мощностью 7 млн. т в год, газ для кото-



Завод «Sakhalin Energy» – первое в России крупнотоннажное производство по сжижению природного газа

рой, возможно, поступит с месторождений «Сахалина-1».

Конкретные параметры и сроки обрели и планы по поставкам СПГ в рамках Штокмановского проекта (запасы газа 3,5 трлн. т). Предполагается, что первый газ с завода в Териберке под Мурманском будет отгружен покупателю в 2014 г. Мощность первой очереди составит 7,5 млн. т в год, в дальнейшем производство СПГ может вырасти до 30 млн. т в год. Целевым рынком для Штокмановского СПГ выбрана Северная Америка, на восточном побережье которой ОАО «Газпром» ищет возможность участия в проектах регазификационных терминалов. В ближайшем будущем ОАО «Газпром» станет полноценным учас-

тником мирового рынка сжиженного природного газа.

Производство СПГ – весьма быстро развивающаяся отрасль энергетической системы мира. В настоящее время примерно треть добываемого газа перевозится в сжиженном виде. Ежегодный мировой рост объемов такой транспортировки равен 7-8%. Предполагается, что в ближайшие годы СПГ будет играть все более важную роль в газовой промышленности и на мировых энергетических рынках. Этому способствуют высокие мировые цены на природный газ, быстрый рост спроса на газ в Северной Америке, Европе и Азии (особенно в Китае), стремление стран-производителей СПГ выгодно использовать свои за-

пасы природного газа. Уже к 2015 г. объем мировой торговли может достигнуть 300 млн. т в год.

Наряду с крупнотоннажным сжижением природного газа, основанном на применении внешних холодильных установок большой холодопроизводительности, когда мощности компрессоров достигают сотни тысяч кВт, мировая индустрия СПГ определенное внимание уделяет и малотоннажному производству сжиженного газа на малых установках с мощностью оборудования в несколько сотен кВт.

В настоящее время малотоннажные установки СПГ (мини-заводы) построены и эксплуатируются в 12 странах мира (например, в США 24 установки, в России – 5).

Малотоннажное производство СПГ представляет значительный интерес при освоении малоресурсных месторождений природного газа, поскольку около 80% месторождений природного газа в мире и в России относятся к малоресурсным месторождениям [3].

Создание технологий освоения малоресурсных месторождений со строительством малотоннажных заводов позволит на местном уровне решить проблему энергоснабжения богатых газом регионов, куда ежегодно завозится большое количество нефтяного жидкого топлива, повысить энергетическую безопасность как отдельных регионов, так и страны в целом.

Малотоннажное производство позволяет снабжать энергоносителем не только район расположения мини-завода СПГ, но и другие регионы, вплоть до поставок СПГ на экспорт.

Проблема с поставками топлива, в частности газа, заставила ряд стран, в том числе и Европейский союз (ЕС), задуматься о создании стратегических запасов газа. Об этом, выступая перед журналистами, сообщил еврокомиссар по энергетике Андрис Пиебалгс [4], который отметил, что страны, обладающие соответствующими запасами топлива, меньше пострадали от конфликта вокруг транзита российского газа через территорию Украины. Страны, не имеющие таких ресурсов, например, Болгария, пострадали значительно. Создание стратегических запасов природного газа возможно толь-

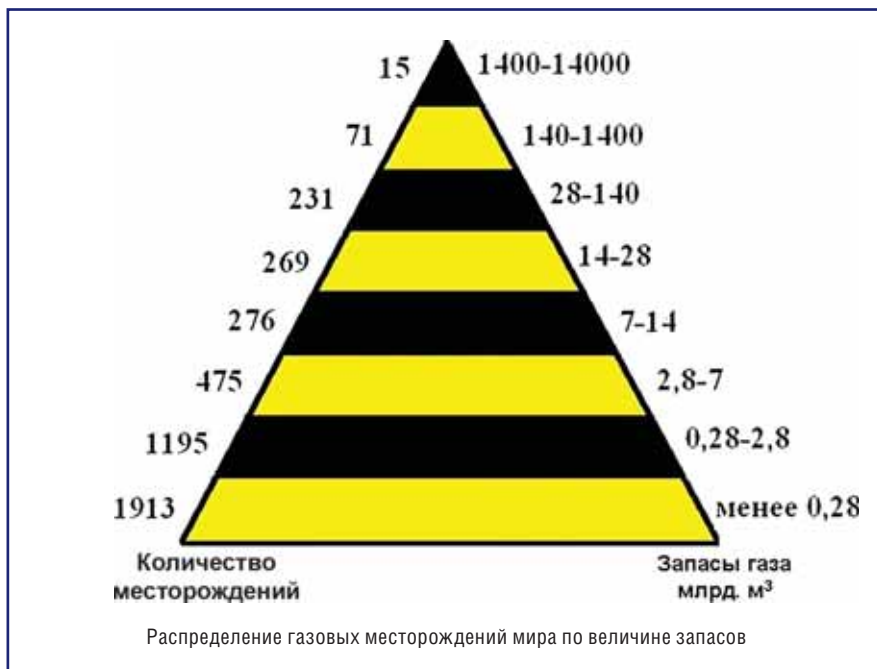


Таблица 3

**Распределение разведанных запасов газа в России по величине запасов**

Запасы газа в месторождении, млрд. м <sup>3</sup>	Месторождения	
	Число	%
До 1	285	37,3
1-10	284	37,2
10-30	74	9,6
30-100	58	7,6
100-500	47	6,2
Более 500	16	2,1
<b>Итого</b>	<b>764</b>	<b>100</b>

ко с применением технологий сжатого и сжиженного природного газа.

В настоящее время в России налажено не только производство сжатого и сжиженного природного газа, но и выпуск оборудования для использования этих продуктов в качестве моторного топлива транспортных средств и энергоносителей при автономном газоснабжении населенных пунктов и промышленных объектов [5, 6, 7].

Опыт эксплуатации технических средств (автомобиля) на сжатом и сжиженном природном газе позволит успешно перейти к работе на самом перспективном виде альтернативного топлива – водороде.

Россия имеет приоритет в области использования водорода в качестве моторного топлива для автомобилей с 1941 г., когда техник-лейтенант Ленинградского полка Б.И. Шелищ из-за нехватки бензина предложил и реализовал применение водорода из азростатов воздушного заграждения для топлива автомобилей [8]. Схема, предложенная изобретателем, была предельно проста. Отработанный

водород из матерчатого газгольдера объемом 125 м<sup>3</sup> по дюймовому шлангу подводился к всасывающему коллектору двигателя ГАЗ-АА через технологическую пробку. Минуя карбюратор, газ поступал в рабочие цилиндры. Дозировка водорода и воздуха обеспечивалась дроссельной заслонкой или педалью акселератора. Водитель грузовика управлял работой двигателя теми же способами, как и при использовании бензина.

В начале 1942 г. необычный автомобиль с двигателем, работавшим на водороде, демонстрировался на выставке техники, приспособленной к условиям блокады. Хотя двигатель несколько часов работал в закрытом помещении, посетители выставки не почувствовали ни дыма, ни гари, ни необычных запахов, поскольку отработавшие газы представляли собой обыкновенный водяной пар. Б.И.Шелищ вернулся к своему блокадежному изобретению лишь в середине 1970-х гг., когда получила широкое признание концепция «водородных» перспектив в мировой энергетике и

стало известно о ведущихся с 1969 г. в США экспериментах по использованию водорода в качестве автомобильного топлива. В 1970-е гг. в Балашихе и Загорске Московской области появились первые «водородные» легковушки, а в Харькове даже ездили «водородные» такси.

Самый большой в мире ресурс природного газа, развитие энергетики сжатого и сжиженного природного газа, а также приоритет в области использования водорода в качестве моторного топлива позволяют надеяться, что Россия будет лидировать в замене нефтяных моторных топлив альтернативными топливами, в том числе и водородом.

**Литература**

1. **Rachevskiy Boris.** Small Scale vs. Large Scale Production and Project Development of LNG in Russia. – Russian LNG 15-16 February 2007. – Brussels Marriot, Brussels.
2. **Рачевский Б.С.** Изучение мирового опыта строительства и эксплуатации морских терминалов СПГ. Журнал «Транспорт на альтернативном топливе», 2008, №5 (5). С. 60-63.
3. **Арутюнов В.С., Липидус А.Л.** Газохимия, как ключевое направление развития энергохимических технологий XXI века им. Д.И. Менделеева. Журнал «Российское химическое общество», 2003. Т. XI, VII, № 2. – С. 23-32.
4. Еврокомиссар по энергетике не исключает, что Евросоюзу придется создавать стратегические запасы газа. Вестник ТЭК № 1, 2009. – С. 58.
5. **Рачевский Б.С.** Передовые технологии в области производства и распределения сжатого и сжиженных углеводородных газов в высокоэффективные проекты для реализации. Доклад на конференции «Автокомплекс – 2004». – М., 2004. – С. 9.
6. **Рачевский Б.С.** «Автономное газоснабжение». Материалы тематических конференций в рамках выставки «Газовая промышленность России. Актуальные аспекты». – М., 14-17 сентября 2004. – С.101-104.
7. **Рачевский Б.С.** Использование газа в качестве моторного топлива и автономного источника энергии в больших городах. Материалы II Международной конференции «Альтернативные источники энергии для больших городов». – М., 2007. – С. 44-45.
8. **Гусев А.Л.** Водородная энергетика в Великой Отечественной войне. Журнал «Альтернативная энергетика и экология», № 9, 2008 г. – С. 11-16.



Заправка автомобиля водородом из азростата воздушного заграждения

# Компания «Galileo»

**А.Ю. Потоцкий,**

региональный представитель компании «GNC Galileo S.A.» (Аргентина)  
в странах СНГ и Балтии

Компания «GNC Galileo S.A.» (далее «Galileo») – лидер в производстве технологий, связанных с природным газом, она производит оборудование для перевода автомобилей на газ, компрессии, хранения и транспортировки природного газа. При этом применяются наилучшие современные технологии, что позволяет произвести доступное оборудование, отличающееся высокой производительностью. Компания «Galileo» располагает международной сетью дочерних компаний, дистрибьюторов и представителей в более чем 65 странах мира.



отличающейся надежностью и высокой производительностью.

«Galileo» – это всемирный технологический лидер и единственная компания, которая предлагает полную линейку продукции для КПГ.

Ассортимент продукции «Galileo» включает: пригодные к немедленной эксплуатации АГНКС, компрессорные системы («Микробокс», «Микроскид» и «Нанобокс»), модульные заправочные колонки, оборудование для хранения газа, комплекты для переоборудования транспортных средств на ком-



**К**омпания «Galileo» экспортирует свою продукцию в следующие страны мира: Бангладеш, Бельгию, Боливию, Бразилию, Болгарию, Чили, Китай, Колумбию, Южную Корею, Эквадор, Гватемалу, Гайану, Индию, Индонезию, Мьянму, Мозамбик, Нигерию, Пакистан, Перу, Польшу, Португалию, Испанию, Россию, Сингапур, Таиланд, Танзанию, Тринидад и Тобаго, Украину.

## Наша история

В 1983 г. правительство Аргентины запустило проект «Сжатый

природный газ», учредив компанию «Galileo» первым национальным поставщиком оборудования для компримированного природного газа (КПГ).

В 1987 г. появилась торговая марка «GNC Galileo®», под которой начало продаваться различное оборудование для перевода автомобилей на КПГ.

## Опыт и технология

Двадцать лет опыта и применение технологических инноваций позволили компании создать широкую номенклатуру продукции,



примированный природный газ и установки для регулирования давления. Вся продукция компании «Galileo» постоянно экспортируется в другие страны.

### Компрессорные системы

Компания «Galileo» разработала систему модульных компрессорных станций для продажи сжатого природного газа. Они содержат все необходимые компоненты, которые гарантируют отличные эксплуатационные характеристики, выраженные в таких показателях, как легкость в установке, высокая производительность, безопасность, компактность и экономный удельный расход энергии.

В настоящее время компании «Galileo» принадлежит одна из самых широких и простых рыночных линий по компрессии и заправке КПГ на мировом рынке.

### Переоборудование транспортных средств на КПГ

Компания «Galileo» представляет оборудование для перевода автомобилей на сжатый природный газ. Более 140 тыс. автомобилей, автобусов и коммерческих транспортных средств уже используют нашу продукцию.

Нашей компании принадлежит широкая сеть мастерских по переоборудованию автомобилей в Аргентине и во многих других странах.

### Регулирующие установки

Компания «Galileo» разработала и запустила в производство станции по регулированию и измерению давления для использования в газовой промышленности.

### Виртуальный газопровод®

Там, где расстояние и уровень спроса не оправдывают строи-

тельство газопроводов, лучшим альтернативным решением для потребителей и предприятий-распределителей газа станет система транспортировки КПГ.

Комбинируя последние технологии компрессии и декомпрессии природного газа, компания «Galileo» разработала систему транспортировки КПГ автодорогами и снабжения природным газом городов, населенных пунктов, промышленных предприятий и АГНКС.

### Научно-исследовательские работы

Научно-исследовательские работы составляют существенную часть нашего бизнеса, поскольку вся продукция компании, включая самые лучшие образцы, может быть усовершенствована.

Чтобы гарантировать применение в своем оборудовании





для природного газа самых современных технологий, компания «Galileo» вкладывает в производство значительные финансовые средства. Такие принципы позволяют предложить нашим клиентам инновационную, надежную, безопасную продукцию, которая отличается высокой производительностью и простотой эксплуатации и является подходящим экономически выгодным решением.

### Наша компания

Компания «Galileo» состоит из трех производственных предприятий, на которых занято 200 производственных рабочих и более 200 вспомогательных, которые работают исключительно на это производство. Еще около 500 чел. заняты во всемирной сети сбыта и технического обслуживания. 90% продукции компании «Galileo» экспортируется на все пять континентов.

Производственный цех компании располагает современным автоматизированным центром, где используется технология многопрофильного киберпроизводства. Она позволяет изготавливать большое разнообразие деталей, составляющих ассортимент компрессоров и клапанов марки «Galileo», отличающихся высоким уровнем прочности и точности и отвечающих стандарту Sig-Sigma, то есть обладающих всеми качествами, присущими японской автомобильной промышленности.

Оснащенный последними новинками автоматики механизированный цех позволил полностью отказаться от человеческого труда при изготовлении деталей. Производственная система дополнена измерительными роботами-контроллерами, что гаран-

тирует высокое качество всем изготовленным деталям.

Компания «Galileo» занимает передовые позиции в газовой промышленности, обладая самыми современными заводами из существующих ныне и производственными мощностями, превосходящими текущий спрос. Это позволяет гарантировать короткие сроки поставки и производить оборудование, качество которого не имеет себе равных.

### Сертификаты



- Сертификат ISO 9001 и ISO 15500
- Сертификат CE (EC)
- Korea Factory Registration

### Награды



- Award Export.-Ar 2002
- Award Magnus – Pimex
- Award to The Technology Innovation ADIMRA 2004
- Award Export.-Ar 2005
- Award to Trajectory 2006 – EL Cairo Expo NGV
- Award to The Exporting Excellence 2006 – Newspaper La Naciy.



## В интересах укрепления партнерских связей

**В.А. Сосницкий**, вице-президент СПГТ

Союз потребителей газового топлива (СПГТ) завершил работу над своим новым информационным проектом: вышел в свет корпоративный отраслевой каталог оборудования, запасных частей и услуг компаний, ведущих деятельность на отечественном рынке сжиженного углеводородного газа (СУГ).

**В** отраслевом каталоге представлен широкий спектр предложений ведущих отечественных и зарубежных производителей оборудования, поставщиков услуг в сфере газомоторного топлива. Большинство из представленных образцов оборудования и запасных частей демонстрировалось на ведущих профильных выставках России, Европы и Америки, прошло всестороннее испытание в ходе практической эксплуатации. Поэтому можно с уверенностью предположить, что новый содержательный каталог позволит отраслевым партнерам сделать наиболее эффективный выбор в интересах динамичного и успешного развития бизнеса, подобрать качественное оборудование для конкретных условий его применения. А размещенная в издании контактная информация наверняка послужит укреплению партнерских связей между предприятиями и организациями отрасли, позволит получить дополнительные консультации непосредственных производителей по каждому из их предложений.

Общий тираж каталога, насчитывающий 2000 экземпляров, будет направлен бесплатно по адресной рассылке руководителям крупных компаний, представителям среднего и малого бизнеса отрасли и в профильные структуры администраций субъектов Федерации. Это дает повод надеяться, что новый каталог оборудования и услуг станет хорошим подспорьем для руководителей и менеджеров, принимающих решение о выборе надежных

партнеров для перспективного сотрудничества.

Правление СПГТ высказывает глубокую заинтересованность в откликах по своему новому проекту, так как в ближайших планах Союза – развитие информационного направления

деятельности СПГТ по продвижению лучших образцов продукции членов сообщества и их партнеров в сфере газомоторного топлива. Поэтому замечания и пожелания пользователей каталога будут с благодарностью приняты по адресу электронной почты: **union@spgt.ru**.

Читатели журнала по этому же адресу могут заказать бесплатный экземпляр каталога, который будет выслан им по почте наложенным платежом. Кроме того, электронная версия каталога размещена на сайте СПГТ.

Члены СПГТ уверены, что энергия общественно-профессионального объединения, реализованная в новом информационном проекте, станет дополнительным импульсом развития отечественного производства и рынка перспективного во всех отношениях газового топлива.

### *Уважаемые коллеги!*

*Союз потребителей газового топлива (СПГТ) считает главной задачей защиту интересов членов своей организации. Поэтому мы разделяем озабоченность наших коллег в связи с участившимися фактами использования административного давления в конкурентной борьбе на рынке газового оборудования.*

*К примеру, при выдаче разрешительной документации и лицензировании чиновники разрешительных органов могут навязывать использование оборудования конкретного производителя в ущерб интересам покупателя. В случае несогласия с таким предложением предприниматели могут сталкиваться с проволочками и необоснованными отказами в выдаче разрешений.*

*В связи с этим Правление СПГТ просит всех членов Союза, их единомышленников и партнеров сообщать о случаях административного давления, коррупционных действий и других проявлениях чиновничьего произвола по e-mail: **press@spgt.ru**. Только решительное солидарное противодействие может ограничить чиновничий произвол в системе рыночных отношений нашей отрасли.*

*С уважением и надеждой на сотрудничество,  
Председатель Правления СПГТ*

**Магомед Толбоев, Герой России**



## Актуальность принятия Федерального закона «Об использовании альтернативных видов моторного топлива»



**А.А.Ким,**  
начальник управления отраслевых программ  
ОАО «Газэнергосеть»

Проект Федерального закона подготовлен с учетом положений модельного закона, принятого Межпарламентской Ассамблеей СНГ и направленного в парламенты стран Содружества для использования в национальных законодательствах (протокол МПА СНГ от 15.11.2003 № 22-10).

Указанный законопроект соответствует ратифицированному Российской Федерацией Киотскому протоколу и Рамочной конвенции ООН об изменении климата, а также итоговым документам, принятым на саммите «Большой восьмерки» в Санкт-Петербурге в июле 2006 г. В их числе план действий «Энергетическая безопасность», предусматривающий увеличение использования сжиженного природного, сжиженного углеводородного газа и синтетических видов жидкого топлива на транспорте и продолжение работ по проекту «Голубой коридор» ЕЭК ООН (транспортные средства на природном газе).

Необходимо учесть также поручение Президента Российской Федерации В.В. Путина «О стимулировании ширококомасштабного перевода сельскохозяйственной техники на газомоторное топливо» (№ Пр-1686 ГС от 18.10.2004 г.), поручение первого заместителя Председателя Правительства Российской Федерации Д.А. Медведева «О необходимости развития рынка газомоторного топлива»

(ДМ-П9-5169 от 02.11.2006 г.), резолюцию ЕЭК ООН от 12.12.2001 г., предусматривающую перевод к 2020 г. 23% автомобилей парка стран Европы на альтернативные виды моторного топлива.

Об актуальности тематики экономики углеводородного топлива и использования его альтернативных видов свидетельствует принятие Указа Президента РФ № 889 от 4.06.2008 г. «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» и утверждение распоряжением Правительства РФ от 8.01.2009 г. № 1-р «Основных направлений государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года».

Данный законопроект нацелен на решение двуединой задачи.

Использование альтернативных, экологически более чистых видов моторного топлива – компримированного и сжиженного природного газа (КПГ и СПГ), сжиженного углево-

дородного газа (СУГ), диметилэфира, водорода, биогаза и других его видов – это, прежде всего, сохранение здоровья граждан и окружающей среды на основе повышения экологической безопасности транспортных средств, имеющих двигатели внутреннего сгорания (ДВС).

В настоящее время в России основными альтернативными видами моторного топлива являются КПГ и СУГ, которые используются в основном на автомобильном транспорте.

Отработавшие газы ДВС, использующих природный газ, по наиболее вредным компонентам в 2-5 раз менее опасны, чем отработавшие газы двигателей, работающих на традиционных жидких нефтяных топливах. Использование природного газа сокращает выбросы парниковых газов транспортными средствами более чем на 25%.

Не менее важная цель законопроекта – это достижение долгосрочной обеспеченности Российской Федерации невозобновляемыми ископаемыми энергоносителями.

В Российской Федерации имеются достаточно благоприятные условия для газификации автотранспортных и других средств, прежде всего за счет использования природного газа. Его запасы составляют 32% от мировых и дают возможность рассматривать его как надежный энергоресурс. Единая система газоснабжения обеспечивает надежную подачу природного газа более чем в 20 тыс. населенных пунктов России, в том числе в 700 городов, автотранспорт которых является потенциальным потребителем этого вида моторного топлива.

В настоящее время мировой парк автомобилей оценивается примерно в 900 млн. ед., из которых около 30% – грузовой транспорт и около 70% – легковые автомобили и общественный транспорт (в России свыше 35 млн. ед. автотранспорта). К 2020 г. это число

превысит 1 млрд. ед. Ввиду прогнозируемого истощения запасов нефти в ближайшие 30-50 лет перед человечеством встанет задача по широкомасштабному переводу транспорта на альтернативные источники топлива. Уже сегодня очевидно, что решение этой задачи потребует десятилетий.

В развитых странах постоянно проводится государственная политика по использованию альтернативных видов моторного топлива, в первую очередь газомоторного топлива.

Все вышесказанное свидетельствует об острой необходимости разработки нормативной базы для развития использования альтернативных видов моторного топлива в Российской Федерации.

Особенностью отечественного пути использования альтернативных видов моторного топлива, связанной с климатическими условиями и проблемами сельскохозяйственного производства, должен стать предусмотренный законопроектом запрет на использование сельскохозяйственной продукции пищевого назначения для производства альтернативных видов моторного топлива. Одно это положение делает необходимым принятие такого рамочного закона.

История использования природного газа в СССР и Российской Федерации в качестве моторного топлива для автотранспорта насчитывает уже более 20 лет. Отечественное направление использования преимущественно природного газа показало возможность применения его для двигателей различных марок автомобилей практически без изменения их конструкции.

Данным законопроектом предусматривается передача субъектам Российской Федерации и органам местного самоуправления ряда полномочий в области стимулирования использования альтернативных видов моторного топлива. Для обоснования передачи этих полномочий вносится параллельно настоящему законопроекту сопутствующий проект федерального закона «О внесении изменений в отдельные законодательные акты в связи с принятием Федерального закона «Об использовании альтернативных видов мотор-

ного топлива». Этим законопроектом вносятся изменения в ст. 26 3 Федерального закона «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации» и ст. 15 и 16 Федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».

Также законопроектом предусматривается право субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления разрабатывать программы и осуществлять мероприятия по переводу на альтернативные виды моторного топлива отдельных категорий транспортных средств, находящихся как в государственной и муниципальной, так и в частной собственности. Для снятия противоречия со ст. 209 ГК в данном случае в тексте законопроекта уточнено, что указанные программы и мероприятия должны стимулировать такой перевод, а не предписывать владельцам его в директивном порядке.

Необходимо констатировать, что использование альтернативных видов моторного топлива в России остается пока незначительным, и эффект от их применения в масштабах государственной экономики малозаметен.

Для широкомасштабного перевода различных видов транспорта на альтернативные виды моторного топлива недостаточно простой разницы в ценах на бензин и газ. Для получения существенного экономического эффекта необходимо динамичное развитие инфраструктуры использования газомоторного топлива: сети сервисного обслуживания по оснащению транспортных средств оборудованием для использования газа, сеть автозаправочных станций, организации газоснабжения и выделения лимитов газа для функционирования этих станций, особенно в сельской местности. Такие инфраструктурные изменения возможны только при активной политике государства в этом вопросе.

Это должно выразиться в создании законодательной и нормативно-правовой базы, регулирующей и стимулирующей использование альтернативных видов моторного топлива.

Действующее в настоящее время постановление Правительства Российской Федерации от 15.01.1993 г. № 31 «О неотложных мерах по расширению замещения моторных топлив природным газом» во многом утратило актуальность и недостаточно эффективно влияет сегодня на развитие этого сегмента экономики.

Реализация положений законопроекта «Об использовании альтернативных видов моторного топлива» не требует бюджетного финансирования.

За расчетный период налоговые поступления от реализации комплексной программы ОАО «Газпром» составят около 30 млрд. руб., в том числе около 26 млрд. руб. – в федеральный бюджет и около 4 млрд. руб. – в бюджеты краевых, областных и городских уровней (в ценах 2007 г.).

Расчетное увеличение числа рабочих мест составит по сети АГНКС и ее инфраструктуре 850-1000 ед., по автотранспортной инфраструктуре – 150-200 тыс. ед. Масштабное использование природного газа в качестве моторного топлива позволит существенно уменьшить экологический ущерб.

Расчеты, проведенные в соответствии с Методикой ФГУП «НАМИ» («Сборник научных трудов НАМИ», «Экология двигателя и автомобиля», г. Москва, 1998 г.), показывают, что предотвращенный экологический ущерб только от 100 тыс. ед. автомобилей, переведенных на использование в качестве моторного топлива природного газа, за шесть лет составит около 5 млрд. руб.

Как показывает мировая практика, практически всеми странами в период внедрения альтернативных видов моторного топлива приняты пакеты законодательных актов, стимулирующих и регулирующих их использование.

Многочисленные отзывы, поступившие на предыдущие версии законопроекта, показывают положительное, заинтересованное отношение к нему субъектов Российской Федерации. Принятие настоящего закона РФ будет способствовать принятию аналогичных законодательных актов в субъектах Российской Федерации.

## ОАО «Газэнергосеть» планирует увеличить количество газовых АЗС

Дочерняя структура ОАО «Газпром» – ОАО «Газэнергосеть» – рассчитывает довести количество автозаправочных комплексов по реализации сжиженного углеводородного газа (СУГ) до 450 ед., что почти в пять раз больше уже имеющихся.

По прогнозам «Газэнергосети», розничная цена СУГ в текущем году выровняется и будет существенно выше оптовой. По мнению аналитиков, если стоимость нефтепродуктов в течение ближайших лет повысится, спрос перераспределится в сторону СУГ, и у компании будут все шансы оправдать затраты. По различным оценкам, для достижения поставленной задачи «Газэнергосети» потребуется от 180 до 370 млн. долл. США.

Сейчас компания располагает 81 автозаправочной станцией по реализации СУГ и 38 многотопливными станциями, сообщил заместитель генерального директора по реализации ОАО «Газэнергосеть» Дмитрий Миронов. Он пояснил, что компания, помимо строительства новых АЗС, планирует заниматься их модернизацией. Эксперты счи-

тают, что для реализации проекта компания будет привлекать заемные средства.

В текущем году в планах компании – реализация на внутреннем рынке 1,5 млн. т СУГ. Для сравнения, в 2008 г. этот показатель составил 1,3-1,4 млн. т. В целом ежегодный объем потребления СУГ внутренним рынком, по различным оценкам, составляет 3 млн. т.

ОАО «Газэнергосеть» прогнозирует стоимость СУГ в текущем году на внутреннем оптовом рынке в размере 6-7 тыс. руб. за тонну, что соответствует ценам 2005 г. По словам Дмитрия Миронова, сейчас цена на СУГ начала выравниваться, хотя еще в декабре прошлого года на оптовом рынке она составляла всего 3,8 тыс. руб. за тонну, в то время как до кризиса, в середине прошлого года, она была 12-13 тыс. руб.



за тонну. При этом объемы потребления не снижались, а остались на уровне, соответствующем сезонному потреблению прошлых лет.

Виталий Крюков отмечает, что спрос на газовое топливо поддерживается его относительной дешевизной, экономичностью и экологичностью. Кроме того, в настоящее время многие предприятия постепенно переводят свой автомобильный парк на пропан-бутан, что также стимулирует спрос. В конце прошлого и начале этого года отмечалось снижение спроса на нефтепродукты в рознице по отдельным регионам на 10-15%, поэтому не исключено, что в краткосрочном периоде это может коснуться и пропан-бутана. Тем не менее, в долгосрочной перспективе спрос скорее всего будет оставаться на высоком уровне.

По словам аналитика ИФК «Метрополь» Александра Назарова, все «дочки» «Газпрома», занимающиеся производством СУГ, стараются увеличивать объемы реализуемой продукции, в том числе благодаря строительству автозаправочных станций. Таким образом, решение «Газэнергосети» оправданно даже в условиях финансового кризиса.

<http://energyland.info/news-show-20406>





# Комплекс учета СУГ методом взвешивания для АГЗС и ГНС

## Функции комплекса



**Внедрение комплекса учета СУГ методом прямого взвешивания упрощает отчетность и повышает экономические показатели продаж**

- ведение учета СУГ в резервуарах с высокой точностью за счет прямого взвешивания в реальном времени;
- получение оперативной информации о количестве СУГ в резервуарах в килограммах;
- погрешность измерительного канала — менее 0,1%;
- получение достоверной информации о количестве СУГ в резервуарах независимо от его состояния (соотношения паровой и жидкой фаз);
- в сочетании с газозаправочными колонками FAS-230 — проведение учета СУГ на всех этапах движения внутри АЗС в килограммах (отпуск клиентам — в литрах);
- запрет на несанкционированный отпуск СУГ;
- интеграция с существующими системами учета



ОСТАТКИ НЕИЗЛЕПРОДУКЦИИ В РЕЗЕРВУАРНОМ ПАРКЕ ЗА ПЕРИОД с 00:00 08.03.2009 по 23:59:59 11.03.2009

Наименование	Остаток на начало периода		Поступление		Расход за период		Остаток на конец периода	
	л	кг	л	кг	л	кг	л	кг
Паров. Бутан	4981,26	2679,94	3050,00	2111,4	4221,61	2085,87	4659,29	2858,27

О комплексах учета и другом оборудовании для СУГ узнайте подробнее по телефонам

**(831) 456 4727 • (812) 335 4950**

**FAS**  
Flüssiggas-Anlagen  
www.fas.su



## ООО «ВНИИГАЗ» приглашает пройти обучение по программе «Актуальные проблемы использования природного газа на транспорте» (72 учебных часа)

### Программа:

- разработана с учетом последних научных и технологических достижений в области производства компримированного и сжиженного природного газа и его использования на транспорте, опыта эксплуатации, диагностики и ремонта АГНКС;

- включает экономические аспекты применения газомоторной техники, технологии переоборудования автотракторной техники;

- согласована с ОАО «Газпром» и включена в план повышения квалификации специалистов дочерних обществ и организаций ОАО «Газпром».

Занятия проводят ведущие специалисты ООО «ВНИИГАЗ», ведущих вузов, компаний группы «Газпром».

Слушатели обеспечиваются комплектом учебных материалов и нормативных документов. Возможно размещение в комфортабельной гостинице на территории института.

По окончании обучения выдается Удостоверение о повышении квалификации.

ООО «ВНИИГАЗ» – ведущий научно-исследовательский центр ОАО «Газпром» и разработчик:

- комплексных отраслевых и региональных программ развития газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе;

- новых технологий производства компримированного и сжиженного природного газа для автомобильных ГКС;

- федеральных и отраслевых технических требований и стандартов в области газопроизводящей и газоиспользующей техники;

- газовых и газодизельных двигателей для автомобилей и тракторов, работающих на компримированном и сжиженном природном газе.

**По вопросам участия в курсовой подготовке обращаться по телефонам: (+7 495) 355-92-17, (+7 495) 719-61-75, www.vniigaz.ru, раздел «Обучение и карьера»**

## Мировые стандарты в обслуживании топливных карт безналичной оплаты



**А.Н. Иванов,**  
генеральный директор ООО «ФЛИТ КАРДС»,  
группа компаний «CITYNET»

Многие компании, занимающиеся продажей топлива в России, используют карты безналичной оплаты топлива или топливные карты (ТК) для обслуживания главным образом корпоративных клиентов. История ТК в России уже отсчитывает не один десяток лет, но российский рынок решений и услуг в этой области нельзя назвать сформировавшимся.

С одной стороны, технологии ТК, методы их внедрения и структура услуг очень близки к аналогичным вещам в банковской сфере – выпуск и обслуживание пластиковых платежных карт. С другой стороны, указанный рынок решений и услуг в области ТК очень специфичен. Рынок специфичен главным образом узким кругом компаний, предлагающих решения для работы с ТК, и более чем скромным набором компаний, предлагающих услуги операторов ТК (процессоров ТК). Речь идет о двух-трех компаниях на всем российском просторе. Для примера – на рынке поставщиков решений и услуг для банков работают десятки компаний.

Низкий уровень конкуренции приводит к логичным последствиям: высокая стоимость владения сервисом ТК, инертность некоторых поставщиков решений и услуг в отношении миграции на современные технологии, отвечающие современным тенденциям и мировым стандартам в обслуживании корпоративных клиентов топливных компаний. Как следствие – низкая эффективность

внедрения систем ТК в российских топливных компаниях, «сложное» отношение к данным технологиям со стороны как крупных корпоративных клиентов, общий уровень автоматизации и темп жизни которых намного выше, чем предлагаемые решения ТК, так и средних и мелких транспортных предприятий, которых отпугивает сложность и «вязкость» предлагаемых карточных продуктов. Собственно, распространенность в России бумажных талонов и ведомостей в настоящее время, как «технологической базы» обслуживания безналичных клиентов и является индикатором несостоятельности предложений на рынке ТК в России.

Что же сегодня определяет мировые тенденции в обслуживании безналичных клиентов топливных компаний? Для ответа на этот вопрос необходимо определить, что же такое «топливная карта» или «fleet card». В международной терминологии «топливная карта» – это совокупность инфо-коммуникационных технологий, позволяющих автоматизировать отпуск топлива корпоративным клиентам и физическим лицам, и последую-

щий расчет с контрагентами на безналичной основе.

Будучи базовым механизмом автоматизации взаимодействия звена «топливная компания – безналичный клиент», технология ТК, в широком смысле слова, должна предусматривать:

- полную и «бесшовную» интеграцию как в бизнес-процессы «продавца», так и в бизнес-процессы «покупателя», удовлетворяя требованиям современного бизнеса обеих сторон и автоматизируя взаимодействие с ИТ-системами бухгалтерского учета и т.п.;

- максимальную автоматизацию использования ТК и минимизацию затрат ресурсов сотрудников топливной компании на обслуживание ТК;

- работу корпоративных клиентов с системой управления картами в режиме реального времени, как правило, через обычный Интернет-сайт топливной компании или оператора ТК (процессора ТК);

- обслуживание карт со стороны топливной компании или оператора ТК (процессора ТК) в режиме реального времени (мгновенное зачисление топлива на счет клиента, единый топливный счет клиента, мгновенная блокировка / разблокировка карт и т.п.).

В целом внедрение ТК в сети АЗС, АГЗС или АГНКС топливной компании означает установку и монтаж платежного и коммуникационного оборудования, внедрение определенных программных систем в бухгалтериях и учетных службах топливной компании и корпоративных клиентов, обучение операторов станций, сотрудников бухгалтерий, сотрудников клиентов, поддержание уровня готовности оборудования и персонала во времени. То есть речь идет о развертывании и поддержании некоторой специализированной инфраструктуры.

Естественно, с точки зрения экономики предприятия, чем больше сервиса можно обеспечить в рамках данной инфраструктуры, тем эффективнее будут инвестиции в данную инфраструктуру. Таким образом, решения и услуги ТК должны предполагать не только узкую задачу обслуживания ТК, но и обеспечивать работу с программами лояльности и банковскими платежными картами без дополнительных затрат.



## МИРОВЫЕ СТАНДАРТЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ КАРТ ВАШИХ КЛИЕНТОВ



### Услуги

- ✍ Процессирование топливных карт (расчётных карт, карт лояльности), обслуживание банковских платёжных карт в режиме реального времени.
- ✍ Доступ клиентов к системе управления картами в режиме реального времени (VPN, Интернет, терминал).
- ✍ Круглосуточная поддержка Вашего бизнеса.

### Технологии

- ✍ Оснащение АЗС, АГЗС, АГНКС системой безналичной оплаты под ключ (для приёма топливных карт, банковских платёжных карт, карт программ лояльности). 100%-ная интеграция с системами учёта топлива и бухгалтерией.
- ✍ Оснащение процессингового центра под ключ (система управления картами реального времени, программы лояльности, банковские платёжные карты, удалённая работа клиентов со своими картами через VPN, Интернет, платёжный терминал).

### ООО ФЛИТ КАРДС

123060 Россия,  
г. Москва, ул. Берзарина,  
д.36, стр. 11  
Тел.: +7(495) 380 07 97  
+7(495) 970 59 74  
info@fleetcards.ru



## Пан или пропан

Правила эксплуатации автомобилей с газобаллонным оборудованием часто нарушаются. В уральских городах и поселках автомобиль с газовым баллоном вместо бензобака давно стал привычным. Вот только перевод автомобилей на экологически чистое и недорогое моторное топливо зачастую таит серьезную угрозу.

**Ц**ена – определяющий момент для многих автовладельцев. По некоторым оценкам, только в Екатеринбурге на газе ездит порядка 70 тыс. автомобилей, в том числе маршрутные такси, более половины которых оснащены газобаллонным оборудованием (ГБО).

Между тем каждому приходилось слышать об авариях и даже взрывах «газифицированных» автомобилей. К сожалению, найти статистику подобных происшествий не удалось ни в ГИБДД, ни в других контролирующих структурах.

По словам главного специалиста по баллонам Российского научно-исследовательского трубного института (Челябинск) А.Губина, одна из причин аварий – многочисленные «серые» схемы при установке и техническом освидетельствовании газовой аппаратуры на автотранспорте. По закону эти виды услуг лицензируются и регистрируются в Ростехнадзоре. Контрольный орган дает разрешение на работу лишь при наличии необходимого оборудования и аттестованного персонала. Исполнители должны пройти курс обучения в спецшколах, имеющих сертификат на преподавание от того же Ростехнадзора.

На практике бывает, увы, иначе: сегодня много фирм-однодневок, которые работают подпольно и не платят налогов. Но главное – их деятельность попросту опасна: как известно, утечка сжиженного газа чревата возгоранием и взрывом баллона.

– Выявление таких «подпольщиков» должным образом не отлажено, – считает А.Губин. – В функции Ростехнадзора это не входит: у него нет полномочий на проведение следственных действий. «Пираты» иногда попадают в поле зрения силовых структур, но подобные случаи можно пересчитать по пальцам.

По сути, это мнение подтвердила пресс-служба межтерриториального управления Ростехнадзора по Уральскому федеральному округу:

– Контролируем промышленные предприятия, которые эксплуатируют

опасные производственные объекты, – сообщили там. – Автотранспорт с газобаллонным оборудованием к ним не относится.

Ничем не порадовала и пресс-служба управления ГИБДД Свердловской области. Ее информация свелась к цитированию ГОСТа, которым, как заверили в пресс-службе, руководствуются неукоснительно: единственный в Екатеринбурге пункт технического осмотра автомобилей с ГБО работает без нареканий.

Между тем, по словам С.Катышева, руководителя мастерской, производящей техническое освидетельствование газовых баллонов, в том числе автомобильных, по линии ГИБДД проверяется лишь та часть ГБО, что находится под капотом, но не сами баллоны и газовая разводка. Порой в мастерскую приходят допущенные к эксплуатации автомобили с грубейшими нарушениями правил установки ГБО. Например, расходная газовая магистраль находится недопустимо близко от горячей выхлопной трубы. Весьма разношерстны крепления: это тросы, мотоциклетные цепи, металлические ленты. Зачастую баллоны подвешиваются на слишком тонких лентах и на двух, а не на трех, как диктует инструкция.

Из-за неправильной установки баллонов они непрерывно трутся о раму и кузов. В результате их стен-

ки местами истончаются (по нормам допускается потеря не более 3% толщины, первоначально составляющей 3 мм, но на практике износ может быть значительно больше). Сплошь и рядом расходная магистраль зажата между баллоном и кузовом. Все это очень опасно. Однако некоторые транспортные организации Екатеринбурга годами не направляют на техническое освидетельствование автопарк с ГБО.

Автоперевозчики, что вполне понятно, придерживаются другой точки зрения:

– Каждый баллон проходит техническое освидетельствование один раз в два года, – рассказывает руководитель пассажирского автопредприятия В.Зыков. – Разрешение на эксплуатацию представляет собой пронумерованное свидетельство с водяными знаками – такой документ не подделается.

При этом перевозчики согласны с критикой организации техосмотров. Одного специализированного пункта на миллионный город, по их мнению, явно недостаточно: машины с ГБО ждут очереди иной раз неделю.

**«Российская газета»,  
16 апреля 2009 г.**

<http://www.rg.ru/2009/04/16/reg-ural/avto.html>

### КОМПЛЕКС УСЛУГ ПО ОФОРМЛЕНИЮ АЗС и АГЗС

- Проектирование
- Производство
- Монтаж
- Гарантийное и постгарантийное обслуживание



г. Пермь, ул. Героев Хасана, 105, корп. 70  
Тел: +7 (342) 249-44-26, 249-44-27  
[www.paritet.org](http://www.paritet.org)

Серийное качество  
Индивидуальный подход



# Использование энергии перепада давления газа на электромагнитных форсунках для улучшения наполнения смесью газового топлива с воздухом цилиндров ДВС с воспламенением от искры

**В.А. Шишков,**

доцент Самарского государственного аэрокосмического университета им. С.П. Королева, начальник технического отдела ООО «Рекар», к.т.н.

Использование энергии перепада давления газового топлива на электромагнитных форсунках для улучшения с помощью эжекции наполнения цилиндров топливоздушной смесью зависит от выбора места впрыска, его направления и перепада давления газа на форсунках. Для оптимизации этих параметров разработан алгоритм расчета на основе элементарной схемы. Проведен оценочный расчет его работоспособности, а результаты сравнены с экспериментальными данными.

**К**ак известно, двигатели внутреннего сгорания, работающие на газовом топливе (например, КПГ), имеют потери мощности и крутящего момента на уровне 20-28%. Это связано с ухудшением наполнения цилиндров воздухом по объективной причине – объемный коэффициент стехиометрии для метана и воздуха составляет 9,53. Это говорит о том, что почти 10% объема занимает газовое топливо и 90% объема воздух, поступающий в цилиндр двигателя внутреннего сгорания. Соответственно по сравнению с двигателем, работающим на бензине, минимальные потери мощности и крутящего момента, которые можно получить, находятся на уровне 10%. Поэтому возникает важная задача: минимальными средствами (без использования компрессора для наддува цилиндров с турбо- или электроприводом) добиться повышения мощности и крутящего момента двигателя, работающего на газе.

Результаты испытаний автомобилей, работающих на КПГ [1, 2], показали значительное повышение эффективной мощности и крутящего момента двигателя (на 2-10% в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя) при перепаде давления на форсунках 300 кПа и установке штуцеров впуска газового топлива по потоку воздуха во впускном коллекторе двигателя. Для теорети-

ческого обоснования данного факта была разработана модель расчета и выбора оптимальных характеристик форсунок для впрыска газового топлива во впускную систему двигателя внутреннего сгорания в момент открытия впускного клапана камеры сгорания.

## Расчет эжектора для заданной его геометрии и степени эжекции при различных величинах перепада давления на газовых форсунках

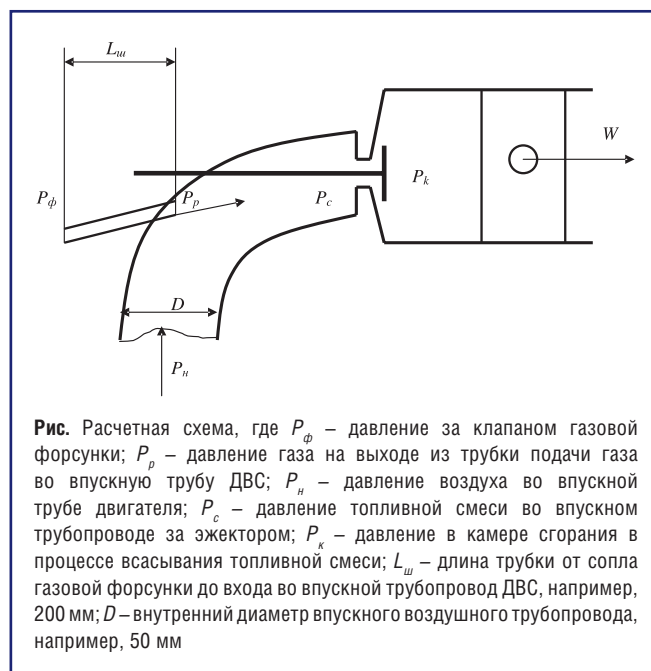
1. Определение скорости движения поршня в процессе всасывания воздушно-топливной смеси в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя. Получение серии кривых скоростей в зависимости от угла положения и частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Скорость движения поршня:

$$W = R_{ш} \cdot \omega (\sin \alpha + 0,5 \delta \sin 2\alpha),$$

где  $R_{ш}$  – радиус вращения оси шейки шатуна по отношению к оси коленчатого вала двигателя или половина хода поршня, м;

$\alpha$  – угол положения коленчатого вала двигателя, начиная с верхней мертвой точки, град;



**Рис.** Расчетная схема, где  $P_{\phi}$  – давление за клапаном газовой форсунки;  $P_p$  – давление газа на выходе из трубки подачи газа во впускную трубу ДВС;  $P_n$  – давление воздуха во впускной трубе двигателя;  $P_c$  – давление топливной смеси во впускном трубопроводе за эжектором;  $P_k$  – давление в камере сгорания в процессе всасывания топливной смеси;  $L_{ш}$  – длина трубки от сопла газовой форсунки до входа во впускной трубопровод ДВС, например, 200 мм;  $D$  – внутренний диаметр впускного воздушного трубопровода, например, 50 мм



$\omega$  – угловая скорость коленчатого вала, *радиан/с*;

$\delta$  – отношение радиуса кривошипа к длине шатуна (принимается для приближенного расчета 0,3).

2. Построение серии кривых расхода газовой воздушно-топливной смеси в зависимости от частоты вращения и положения коленчатого вала двигателя (или величины подъема впускного клапана) с учетом коэффициента сопротивления движению на впускном клапане (как дросселирующая шайба) и поворота потока воздуха при его движении из впускного трубопровода в цилиндр ДВС, а также положения дроссельной заслонки.

Принимаем мгновенную линейную вертикальную скорость движения воздушно-топливной смеси, поступающей в цилиндр, равной  $A \cdot W$  от скорости движения поршня. Коэффициент  $A = 1 - (\cos \alpha)/10$  показывает запаздывание нарастания скорости воздушно-топливной смеси от скорости движения поршня на участке от ВМТ до 90° после ВМТ и зависит от проходного сечения впускного клапана и количества впускных клапанов.

Максимальное количество воздушно-топливной смеси, поступившей в цилиндр, зависит от объема цилиндра и коэффициента наполнения, который, в свою очередь, зависит от частоты вращения коленчатого вала двигателя и многих других параметров, указанных в соответствующей литературе.

Вся интегральная составляющая массы поступившей в цилиндр воздушно-топливной смеси в процессе всасывания (по времени или по углу положения коленчатого вала двигателя) распределяется примерно по закону синуса, начиная с ВМТ.

Масса воздушно-топливной смеси, поступившей в цилиндр:

$$M = V k \rho_{\text{твс}} t$$

где  $V$  – объем цилиндра,  $\text{м}^3$ ;  $k$  – коэффициент наполнения цилиндра в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя;  $\rho_{\text{твс}}$  – плотность воздушно-топливной смеси,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Поэтому мгновенный расход воздушно-топливной газовой смеси по времени будет равен:

$$dG_g = (dM/dt) \sin \alpha (1 - (\cos \alpha)/10)$$

или по углу положения коленчатого вала двигателя, начиная с ВМТ:

$$dG_g = (dM/da) \sin \alpha (1 - (\cos \alpha)/10).$$

По расходу воздушно-топливной смеси определяется ее мгновенная скорость движения в сечении впускного клапана  $W_k$ :

$$dW_k = dG_g / (\mu \rho_{\text{твс}} F_k),$$

где  $F_k$  – площадь проходного сечения впускного клапана,  $\text{м}^2$ ;  $\mu$  – коэффициент расхода (для шайб обычно равен 0,6-0,7).

Вычисляем потери полного давления на впускном клапане:

$$\Delta P_k = P_c - P_k = \xi \rho_{\text{твс}} (dW_k)^2 / 2,$$

где  $\xi$  – коэффициент сопротивления для шайб.

3. Определение скорости движения воздуха во впускном трубопроводе (в сечении подвода газового топлива) в зависимости от положения коленчатого вала двигателя и его частоты вращения.

По расходу воздушно-топливной смеси определяется ее мгновенная скорость движения в сечении впускного трубопровода перед впускным клапаном  $W_{\text{вмк}}$ :

$$dW_{\text{вмк}} = dG_g / (\rho_{\text{твс}} F_{\text{вмк}}),$$

где  $F_{\text{вмк}}$  – площадь сечения впускного трубопровода перед впускным клапаном.

Вычисляем потери полного давления во впускном трубопроводе от места впрыска газового топлива до впускного клапана:

$$\Delta P_c = P_{cp} - P_c = \lambda (L/d_g) \rho_{\text{твс}} W_{\text{вмк}}^2 / 2,$$

где  $\lambda$  – коэффициент гидравлического трения по формуле Альтшуля при  $Re < 500 * d_g / \Delta$  равен:

$$\lambda = 0,11 (68/Re + \Delta/d_g)^{1/4},$$

где  $\Delta$  – шероховатость поверхности впускного трубопровода,  $\text{мм}$ ;

$L$  – расстояние от места впрыска газового топлива до впускного клапана,  $\text{мм}$ ;

$d_g$  – эквивалентный диаметр впускного трубопровода,  $\text{мм}$ ;

$P_{cp}$  – давление смеси в сечении впрыска газа,  $\text{кПа}$ ;

$P_c$  – давление смеси перед впускным клапаном,  $\text{кПа}$ ;

$Re$  – среднее число Рейнольдса во впускном трубопроводе от места впрыска топливного газа до впускного клапана.

4. Определение скорости движения газового топлива на входе во впускной воздушный трубопровод ДВС.

При перепаде давления на клапане газовой форсунки выше критического значения в ее минимальном сечении реализуется скорость звука, при заданном давлении и температуре газового топлива  $W = a_{3\phi}$ .

При течении топливного газа в гибком трубопроводе возникает гидравлическое сопротивление  $\Delta P_z$ , в результате чего скорость газа снижается при входе в воздушный впускной коллектор.

$$\Delta P_z = P_{\phi} - P_p = \lambda_{ш} (L_{ш}/d_{шз}) \rho_{\text{твс}} a_{3\phi}^2 / 2,$$

где  $\lambda_{ш}$  – коэффициент гидравлического трения по формуле Альтшуля, который при  $Re_z < 500 * d_{шз} / \Delta$  равен:

$$\lambda_{ш} = 0,11 (68/Re_z + \Delta/d_{шз})^{1/4},$$

где  $\Delta$  – шероховатость поверхности топливных шлангов,  $\text{мм}$ ;

$L_{ш}$  – расстояние от места клапана газовой форсунки до места входа газового топлива во впускной воздушный коллектор,  $\text{мм}$ ;

$d_{шз}$  – эквивалентный диаметр шланга для газового топлива,  $\text{мм}$ ;

$P_{\phi}$  – давление газового топлива на выходе из клапана газовой форсунки,  $\text{кПа}$ , в первом приближении для сверхкритического истечения газа принимаем равным давлению перед клапаном форсунки, для докритического истечения находим по [4];

$P_p$  – давление газового топлива при его входе в воздушный впускной коллектор, *кПа*;

$Re_z$  – среднее число Рейнольдса в шланге от клапана газовой форсунки до места его выхода во впускной воздушный коллектор.

Определяем давление:  $P_p = P_\phi - \Delta P_z$ .

Определяем скорость топливного газа на входе во впускной воздушный коллектор для докритического истечения:

$$W_p = \sqrt{(2/\rho_m) \Delta P_p}$$

где  $\Delta P_p = P_p - P_n$  – перепад давления топливного газа при его входе во впускной воздушный коллектор, *кПа*.

5. Определение по [3, 4] эффективности (серии кри- вых) эжектора газового топлива (для различных перепа- дов давления газового топлива на форсунке) для различ- ных режимов работы ДВС, то есть зависимость от частоты вращения коленчатого вала двигателя и его положения.

Определяем достижимую степень сжатия по [3] при заданном коэффициенте инжекции  $U=9,53$ :

$$(P_c/P_n)_{np2} = C/q_{c3},$$

где  $q_{c3} = q(\lambda_{c3})$  – газодинамическая функция смеси газо- вого топлива с воздухом перед входом во впускной кла- пан камеры сгорания при коэффициенте скорости  $\lambda_{c3}$ ;

$$C = (1 + U\sqrt{\Theta}) / (P_n / (P_p q_{ps}) + U\sqrt{\Theta}),$$

$$\text{где } \Theta = T_n / T_p = a_n^2 / a_p^2;$$

$T_n, a_n$  – температура, *К*, и местная скорость звука, *м/с*, соответственно воздушного потока перед смешением его с газовым топливом;

$T_p, a_p$  – температура, *К*, и местная скорость звука, *м/с*, соответственно газового топлива перед его смешением с воздушным потоком;

$q_{ps} = q(\lambda_{ps})$  – газодинамическая функция на выходе газа во впускную трубу двигателя при коэффициенте скорости  $\lambda_{ps}$ .

Величина  $(P_c/P_n)$  определяется из соотношения (1) по [3]:

$$P_c/P_n = (k_1 \lambda_{pn} + \varphi_3 \cdot a + U\sqrt{\Theta} (k_2 \lambda_{n2} + \varphi_3 b) - (1 + U\sqrt{\Theta}) \lambda_{c3}) / (\varphi_3 \Pi_{c3} (a + U\sqrt{\Theta} c)), \quad (1)$$

$$\text{где } a = \Pi_{pn} / (\Pi_{kp} k q_{pn});$$

$$b = \Pi_{n2} / (\Pi_{kp} k q_{pn});$$

$$c = 1 / (\Pi_{kp} k q_{n2});$$

$\Pi_{pn} = \Pi(\lambda_{pn}), q_{pn2} = q(\lambda_{pn2})$  и  $\Pi_{n2} = \Pi(\lambda_{n2}), q_{n2} = q(\lambda_{n2})$  – газодина- мические функции для газа и воздуха соответственно пе- ред их смешением,  $\Pi_{kp} = 0,52828$ , показатель адиабаты при- нимается равным в первом приближении  $k_1 = k_2 = k = 1,4$ ;

$\varphi_3 = \varphi(\lambda_{c3}) = 1 / (\lambda_{c3}^2 + 2 \ln(\lambda_{c3}))$  – функция влияния трения при смешении газа с воздухом;

$\Pi_{c3}$  – газодинамические функции для смеси газа и воз- духа перед впускным клапаном камеры сгорания.

Принимая предварительно искомое значение  $(P_c/P_n)' = (P_c/P_n)_{np2}$  находим газодинамическую функцию  $q_{n2}$  по вы- ражению из [3].

$$q_{n2} = (U' \sqrt{\Theta}) / ((P_c/P_n) (1 + U' \sqrt{\Theta}) / q_{c3} - \Pi_{pn} / q_{pn}).$$

Определяем коэффициент скорости  $\lambda_{n2}$  любым числен- ным методом, при этом должно быть выполнено условие

$\lambda_{n2} < 1$ , из выражения, которое получено из газодинамичес- кой функции  $q(\lambda)$  – относительной массовой скорости, то есть отношение массовой скорости  $\rho \cdot W$  адиабатно дви- жущегося потока в данном сечении к массовой скорости  $\rho \cdot a_{зв}$  этого потока в критическом сечении.

$$\lambda_{n2}^{k+1} - \lambda_{max}^2 \lambda_{n2}^{k-1} + (2/(k+1)) \lambda_{max}^2 \theta_{n2}^{k-1} = 0,$$

где  $\lambda_{max} = W/a_{зв} = \sqrt{(k+1)/(k-1)}$  – приведенный коэффици- ент скорости (отношение скорости газа при адиабатном течения к критической скорости звука).

$$\theta_{n2} = \lambda_{n2}^2 / \lambda_{max}^2 = \lambda_{n2}^2 (k-1)/(k+1).$$

По  $\lambda_{n2}$  определяем функцию  $\Pi_{n2}$  по выражению  $\Pi_{n2} = (1 - \lambda_{n2}^2 (k-1)/(k+1))^{k/(k-1)}$ .

Уточняем значение  $P_c/P_n$  по соотношению (1). Если  $(P_c/P_n)' > (P_c/P_n)_{np2}$  то принимаем  $(P_c/P_n)' = (P_c/P_n)_{np2}$ .

В противном случае задаются новым значением  $(P_c/P_n)' = (P_c/P_n)$  и повторяют расчет до тех пор, пока не будет до- стигнуто:

$$(P_c/P_n)' - (P_c/P_n) \leq 10^{-3}.$$

По полученным значениям  $(P_c/P_n)'$  строятся харак- теристики в зависимости от угла положения и частоты вращения коленчатого вала двигателя, то есть от режима работы двигателя и перепада давления на газовой фор- сунке.

6. Вычисление интегрального значения эффективнос- ти эжектора  $(P_c/P_n)'$  по углу положения коленчатого вала двигателя на нескольких выбранных частотах вращения коленчатого вала двигателя (от частоты вращения КВ на холостом ходу до максимальной частоты вращения КВ двигателя):

$$(P_c/P_n)'_{интегр} = \int_0^{220} (P_c/P_n) \cdot d\alpha,$$

где  $\alpha$  – угол положения коленчатого вала двигателя по отношению к верхней мертвой точке поршня, *град*; 220 – примерная величина угла по положению коленчатого вала открытия впускного клапана камеры сгорания, *град*.

7. Оценка влияния эффективности эжектора на напол- нение цилиндров воздушно-топливной смесью.

Массовое цикловое наполнение цилиндра воздушно- топливной смесью:

$$G_{ц} = \int_{t_{откр.вп.кл}}^{t_{закр.вп.кл}} G_t dt,$$

где  $G_t$  – мгновенный расход воздушно-топливной сме- си через впускной клапан, *кг/с*;

$t_{откр.вп.кл}$  – время начала открытия впускного клапана (или угол положения коленчатого вала двигателя относи- тельно верхней мертвой точки в момент начала открытия впускного клапана), *с* или *град. к.в.*;

$t_{закр.вп.кл}$  – время начала закрытия впускного клапана (или угол положения коленчатого вала двигателя относи-

тельно верхней мертвой точки в момент начала закрытия впускного клапана), *c* или град. к.в.

Мгновенный расход воздушно-топливной смеси через впускной клапан:

$$G_t = \rho_{\text{мвс}} \cdot W_{\kappa} \cdot F_{\kappa}$$

Оценка влияния эффективности эжектора на наполнение цилиндров воздушно-топливной смесью определяется разностью циклового наполнения при инжекции воздуха газовым топливом минус цикловое наполнение без инжекции воздуха с помощью газового топлива, выраженное в процентах:

$$\Delta G_{\text{ц}} = 100(G_{\text{цз}} - G_{\text{ц}})/G_{\text{цз}}$$

Величина  $\Delta G_{\text{ц}}$  определяется в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя, а также в зависимости от перепада давления газового топлива на клапанах газовых форсунок, температуры газового топлива (разная скорость звука), диаметра эжектора или скорости газового топлива перед входом в воздушный поток во впускной трубопровод, а также от диаметра впускного коллектора и других геометрических и физических факторов.

8. Оценка влияния повышения наполнения цилиндров воздухом за счет газового топливного эжектора на крутящий момент и мощность двигателя по ВСХ в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя.

По полученной из предыдущего пункта серии кривых изменения циклового наполнения цилиндров топливной смесью  $\Delta G_{\text{ц}}$  оценивается изменение мощности и крутящего момента, так как его изменение прямо пропорционально вышеназванным величинам, выраженным в процентах:

$$\Delta M_{\text{кр}} \% \sim \Delta G_{\text{ц}} \%$$

$$\Delta N_{\text{д}} \% \sim \Delta G_{\text{ц}} \%$$

9. Оценка погрешности выполнения расчетов по вышеприведенной методике.

Погрешность выполнения расчетов складывается из погрешности задания расчетных параметров, погрешности выполнения вычислений, погрешности измерения параметров и погрешности управления параметрами.

К параметрам, заданным в расчете, относятся:

- тригонометрические функции по углу положения коленчатого вала двигателя (точность задания можно выбирать, например, 0,2%);

- погрешность определения хода поршня (складывается из погрешности размерной цепи изготовления конкретных деталей: шейки коленчатого вала двигателя; зазора между шейкой шатуна и коленчатым валом; погрешности изготовления длины шатуна; зазора между пальцем и шатуном; высоты поршня и т.д.) можно принять, например, 0,1%;

- погрешности изготовления объема камеры сгорания, например, 0,4%;

- погрешности определения длины впускного канала, например, 0,6%;

- погрешности диаметра и высоты подъема впускного клапана, например, 0,2%.

Погрешность выполнения расчетов определяется:

- порядком чисел (одинарной или двойной точности), например, для одинарной точности 0,01%;

- погрешностью результатов, полученных по физическим и эмпирическим зависимостям (число Рейнольдса – *Re*; плотности газа и воздуха; газодинамических функций и т.д.), например, 4%;

- заданной степенью точности расчетов ( $P_{\text{ц}}/P_{\text{н}}$ ) в цикле, например, 0,1%.

Погрешность измерения параметров складывается из погрешностей измерения:

- температуры и давления для вычисления плотности воздушно-топливной смеси, газового топлива и воздуха на впуске, например, для температуры 2%, для давления 3%, соответственно погрешность определения плотности составит 1,5%;

- массового расхода воздуха на входе в двигатель (для линейной области расходов воздуха от холостого хода до максимального для ДМРВ допуск составляет  $\pm 3\%$ );

- частоты вращения коленчатого вала двигателя (по датчику положения коленчатого вала составляет половину ширины зуба, что, например, при количестве зубьев 64+1 пропуск зуба соответствует  $2,76923^\circ$  по углу положения коленчатого вала или 0,7692%).

Погрешность управления параметрами включает:

- погрешность дозирования газового топлива электромагнитными форсунками (обычно допуск по линейному диапазону расходной характеристики газовой форсунки составляет  $\pm 2\%$ );

- погрешности подачи воздуха через регулятор холостого хода, например, 3%.

С учетом того, что погрешности складываются по среднеквадратичному закону, суммарная погрешность определения изменения наполнения цилиндров воздушно-топливной смесью и изменения мощности и крутящего момента будет равна корню квадратному из суммы квадратов всех вышеназванных погрешностей. В данном примере она составляет 6,439%, что говорит о достаточности принятых допущений.

## Результаты полученных расчетов

Для определения максимальной эффективности эжектора в расчете принимались следующие условия: звуковое сопло эжектирующего газа при перепаде давления газа на форсунке от 300 до 700 кПа (газодинамическая функция  $q(\lambda_{\text{ps}})=1$ ) и дозвуковое сопло при перепаде дав-

ления газа на форсунке 100 кПа, при этом газодинамическая функция  $q(\lambda_{ps})=0,6$ ;  $T_n=T_p+10^\circ\text{C}$ ; показатели адиабаты для воздуха и газа в первом приближении одинаковы и равны 1,4; теплоемкости для воздуха, газа и их смеси одинаковы.

Например, максимальные значения  $P_c/P_n$  при частоте вращения коленчатого вала двигателя для получения максимальной мощности при степени эжекции 9,53 и при перепаде газового топлива на форсунках от 100 до 300 кПа и далее до 700 кПа составляют соответственно от 1,015 до 1,0754 и далее до 1,0891. Увеличение перепада давления на газовой форсунке с 20 кПа (для эжекторных газовых систем первого поколения) до 100 кПа и далее до 300 кПа (для впрысковых газовых систем четвертого поколения) приводит к увеличению давления топливоздушной смеси в цилиндре соответственно на 1,5% и 7,54%. На эту величину улучшается наполнение цилиндров топливоздушной смесью, а значит возрастают мощность и крутящий момент по сравнению с вариантом, где не используется энергия давления газа для инжекции воздуха в цилиндр двигателя. Дальнейшее повышение перепада давления газа на форсунке с 300 до 700 кПа увеличивает давление топливоздушной смеси всего на 1,41%, то есть эффективность эжекции воздуха газом не приводит к существенному улучшению наполнения цилиндров топливоздушной смесью.

Наиболее оптимальный перепад давления газа на электромагнитной форсунке, с точки зрения получения максимальной мощности двигателя и полной выработки газа из баллона, находится в диапазоне 250-400 кПа. Низкий перепад давления газа на форсунке (ниже критического значения) незначительно улучшает наполнение цилиндров топливоздушной смесью, при этом увеличение эффективной мощности и крутящего момента двигателя также незначительно (около 1,5%, что соизмеримо с точностью измерений этих параметров). Высокий перепад давления газа на форсунке снижает выработку газового топлива из баллона из-за необходимости поддержания давления за редуктором (например, при давлении 700 кПа при минимально возможном коэффициенте редукции 3 давление на входе в редуктор должно быть не менее 2100 кПа, что соответствует примерно 10% массы КПГ в баллоне). Кроме этого, повышаются требования по прочности и герметичности к газовым форсункам, трубопроводам и их соединениям.

Сравнивая экспериментальные результаты повышения максимальных мощности и крутящего момента на 2-10% во всем диапазоне частоты вращения коленчатого вала двигателя и на 7% при  $n=5600 \text{ мин}^{-1}$  по [1, 2] (при этом перепад давления газа на форсунках для эжекции воздуха в цилиндры двигателя составлял 300 кПа) с максимально возможным значением повышения наполнения

цилиндров топливоздушной смесью, которое по расчетам для  $n=5600 \text{ мин}^{-1}$  составляет 7,54%, можно сказать о хорошем совпадении эксперимента и вышеописанной теоретической модели расчета.

### Выводы

1. Для повышения эффективности наполнения цилиндров воздухом с помощью эффекта эжекции для ДВС с воспламенением от искры необходимо впрыск газового топлива осуществлять с помощью газовой форсунки по направлению движения воздушного потока при сверхкритическом перепаде давления газа на ее клапане.

2. Для увеличения скорости выхода газового топлива во впускной воздушный коллектор до местной скорости звука необходимо уменьшать расстояние  $L$  от сопла газовой форсунки до места его впрыска, а также штуцер впрыска газа выполнять в виде сопла Ловаля для разгона потока газа до скорости звука при входе его в воздушный поток.

3. Увеличение эффективности наполнения цилиндров воздушно-топливной смесью приводит к повышению мощности и крутящего момента двигателя при увеличении перепада давления газового топлива на клапане электромагнитной газовой форсунки до критического значения. Дальнейшее увеличение перепада давления на клапане газовой форсунки выше критического значения приводит к незначительному увеличению эффективности наполнения цилиндров воздухом, снижает выработку газового топлива из баллона и повышает требования к элементам топливной газовой системы.

### Литература

1. **Шишков В.А.** Особенности алгоритма электронного управления ДВС при минимизации потерь мощности и крутящего момента при работе на сжатом природном газе. Сборник материалов международной НТК, 17-19 ноября 2005 г., НГТУ, Нижний Новгород. – С. 211-213.
2. **Шишков В.А.** Минимизация потерь мощности и крутящего момента двигателя с электронной системой управления при работе на сжатом природном газе. Сборник материалов международной НТК, 17-19 ноября 2005 г., НГТУ, Нижний Новгород. – С. 214-216.
3. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий. Ч.1 – С.-Пб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. – С. 848, ил.
4. **Абрамович Г.Н.** Прикладная газовая динамика. Издание третье, переработанное. Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», Москва, 1969. – С. 824.

# Формулы для расчета задержки воспламенения при работе газодизеля на различных газообразных топливах

**Р.З. Кавтарадзе,**

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

Важнейшая роль, которую играет время задержки воспламенения в обеспечении высокоэффективного рабочего цикла поршневого двигателя, обуславливает необходимость наличия и применения при доводке существующих, а также при создании перспективных двигателей формул для определения времени  $\tau_i$  задержки воспламенения, позволяющих прогнозировать с достаточной для практики точностью момент начала сгорания (тепловыделения).

Известные до настоящего времени формулы для определения времени задержки воспламенения можно условно разделить на две группы [1]. К первой из них отнесем формулы, основанные на фундаментальных теориях цепных реакций, в частности на уравнении Н.Н. Семенова

$$\tau_i = \text{const} \cdot p^{-n} \cdot e^{\frac{E}{RT}}, \quad (1)$$

связывающего задержку воспламенения  $\tau_i$  с давлением  $p$ , температурой  $T$  и энергией активации  $E$  ( $R$  – универсальная газовая постоянная,  $n$  – постоянная). В некоторых известных формулах в отличие от (1) вводятся дополнительные коэффициенты, учитывающие специфику рабочего цикла поршневого двигателя, как, например, в формуле Н. Hiroyasu и др. [2]. Однако они тоже являются вариациями формулы (1) и, как правило, содержат экспоненциальную функцию. Вторая группа эмпирических формул отличается от (1) не только по структуре (отсутствием экспоненциальной функции) и наличием других специфических параметров, кроме  $p$  и  $T$ , но в некоторых случаях даже отсутствием  $p$  и  $T$ . К этой группе можно отнести, например, формулы Н.Ж. Oberg, В.С. Семенова, а также формула N.A. Henein и J. Bolt [1]. Самая распространенная в русскоязычной технической литературе формула А.И. Толстова [3] получена больше чем полвека тому назад, когда давления впрыскивания топлива по сегодняшним понятиям были почти на порядок ниже. Кроме того, эта формула предусматривает задания энергии активации в очень широких пределах  $E = 20000 - 25000$  Дж/моль (если учесть, что  $E$  входит в экспоненциальную функцию), что осложняет ее применение для современных дизелей, особенно на стадии их проектирования. Обзор этих, а также других, наиболее распространенных в теории поршневых двигателей формул для определения  $\tau_i$ , дается в [1].

Следует подчеркнуть, что все из упомянутых выше формул получены по результатам исследования дизелей,

и не одна из них не соответствует особенностям задержки воспламенения в газодизельном (по другой терминологии – газожидкостном) цикле. Отсутствие формул для расчета времени задержки воспламенения для газообразных топлив приводит к тому, что в известных монографических изданиях, посвященных работе дизеля на этих топливах, применяют формулы, полученные для обычных дизелей [4], или ограничиваются обзором некоторых из упомянутых выше формул [5], не имеющих никакого отношения к альтернативным видам моторных топлив. В связи с этим задачей данного исследования было получение удобных для расчета формул задержки воспламенения при работе дизеля на различных газообразных топливах.

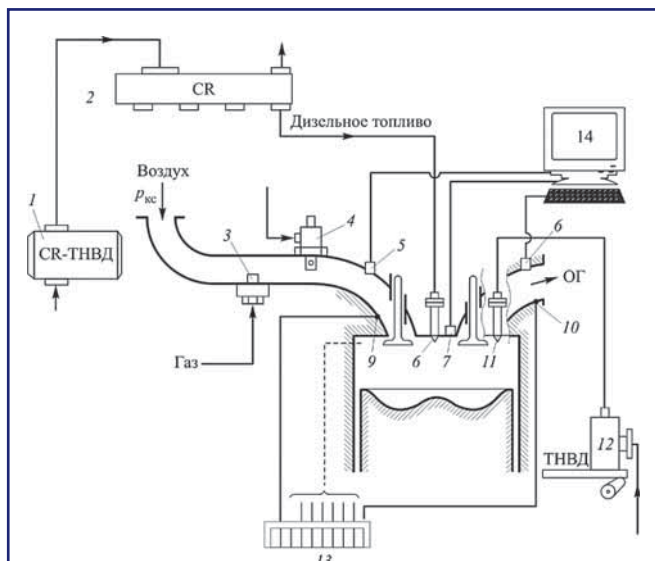
Ниже коротко изложен метод исследования и предложены формулы для расчета задержки воспламенения, полученные при впрыскивании запальной дозы дизельного топлива в конце процесса сжатия в газодизеле, использующем в качестве топлива природный газ и различные синтез-газы. Предложены также формулы для расчета задержки воспламенения в обычном дизеле, в том числе и при его работе с рециркуляцией отработавших газов.

## Краткое описание экспериментальной установки и метода экспериментального исследования\*

На рис. 1 приведена схема экспериментальной установки с одноцилиндровым отсеком четырехтактного дизеля MAN 24/30. Установка позволяет исследовать рабочий процесс, в частности, задержку воспламенения, при работе двигателя как на жидких, так и на газообразных топливах самого различного вида, а также процесс сгорания обедненной газозвушной смеси. При этом на природном газе и на различных синтез-газах двигатель работает как газодизель, то есть газозвушная смесь подается в цилиндр в процессе впуска, затем сжимается, и в конце сжатия через форсунку Common Rail (CR) впрыскивается запальная доза дизельного топлива. Природный газ или синтез-газ подводится во впускной системе через специальный инжектор 3 фирмы «Woodward», там смешивается с воздухом, и эта смесь поступает в цилиндр двигателя.

Горючий газ подводится под давлением, при этом перепад между давлениями горючего газа и наддувочного воздуха не превышает 1,5 бар. В конце процесса сжатия смеси горючего газа и воздуха в целях обеспечения воспламенения в цилиндр подается запальная доза дизельного топлива, для чего двигатель оснащен системой топливоподачи CR. Эта система, в отличие от традиционной, позволяет сво-

\* Экспериментальные исследования автором данной статьи были проведены в институте двигателей внутреннего сгорания Мюнхенского технического университета совместно с доктором К.Цайлингером (K. Zeilinger) и доктором Г.Цитцлером (G. Zitzler) [6].



**Рис. 1.** Схема экспериментальной установки для исследования рабочего процесса газодизеля MAN 24/30:

1 – топливный насос высокого давления CR-системы (CR-ТНВД); 2 – гидроаккумулятор CR-системы; 3 – инжектор для подачи горючего газа; 4 – свеча накаливания; 5, 7, 8 – датчики давления; 6 – электрогидравлическая форсунка давления CR-системы; 9, 10 – термодатчики; 11 – серийная форсунка; 12 – серийный топливный насос высокого давления (ТНВД); 13 – пульт регистрации температуры; 14 – компьютер

можно регулировать момент и величину цикловой подачи топлива. Ее основные элементы показаны на рис. 1: топливный насос высокого давления CR-системы (CR-ТНВД) 1 фирмы «Bosch», гидроаккумулятор CR 2 с датчиком и регулированием давления, электрогидравлическая форсунка 6

фирмы «Lucas», расположенная в центральной части головки цилиндра. Как видно из табл. 1, система топливоподачи CR обеспечивает впрыскивание минимальной запальной дозы топлива под большим давлением за короткий промежуток времени. Значение цикловой запальной дозы топлива при продолжительности  $\Delta\varphi_{впр} = 4^\circ$  и давления  $p_{впр} = 800$  бар впрыскивания удалось уменьшить до  $34,2 \text{ мм}^3$ .

Опытный двигатель оснащен также стандартной системой подачи топлива, содержащей серийный ТНВД 12 с кулачковым приводом от распределительного вала и серийную форсунку 11, расположенную на периферийной части головки цилиндра. С помощью этой системы двигатель запускается в обычном дизельном режиме на дизельном топливе, а потом переключается на природный газ, синтез-газ или водород. Важно, что дизельный привод двигателя независим от электронного управления газового привода, что при возможных неполадках в газовом приводе позволяет сохранять контроль над двигателем. Кроме того, возможно одновременное сжигание двух различных топлив, то есть работа в так называемом режиме Dual-Fuel.

Для облегчения запуска двигателя при его работе на природном газе или синтез-газе во впускной системе, недалеко от впускных клапанов, установлена свеча накаливания 4, которая включается за  $\sim 30$  с до запуска двигателя. За это время в результате электрического нагревания температура горячего штифта свечи достигает  $900^\circ\text{C}$  и на него через электромагнитный клапан, приводимый в действие от стартера, подводится небольшая порция дизельного топлива, которая, попадая на раскаленную поверхность, воспламеняется. Для того, чтобы двигатель быстрее вышел на нормальный температурный режим, свеча накаливания

Таблица 1

**Технические данные дизеля MAN 24/30 и созданного на его базе газодизеля**

Параметры	Стандартные (дизель)	Измененные (газодизель)
D, мм	240	–
S, мм	300	–
n, мин <sup>-1</sup>	900	800
Степень сжатия	13,5	16,75; 15,57. Повышенные значения степени сжатия гарантируют воспламенение газообразных топлив
Давление впрыскивания $p_{впр}$ , бар	350	800 (для запальной дозы дизельного топлива); 300 (для газообразного водорода)
Продолжительность впрыскивания, $\Delta\varphi_{впр}$ , град. упкв	20	4 (для запальной дозы дизельного топлива)
Подача жидкого топлива в цилиндр	Серийный ТНВД, серийная форсунка $z=4 \times 0,25$	Форсунка Common Rail $z=10 \times 0,15$ мм; инжектор для водорода: $z=6 \times 0,7$ ; $z=12 \times 0,5$ ; $z=6 \times 0,85$ ; $z=4 \times 0,5/4 \times 0,7$
Подача газообразного топлива во впускную систему	–	Газовый инжектор Woodward
Головка цилиндра	Четырехклапанная, без закрутки заряда	Четырехклапанная, с закруткой (один из впускных клапанов имеет ширму)
Топливо	Дизельное топливо	Дизельное топливо, природный газ ( $\sim 96\% \text{ CH}_4$ ), водород, два вида синтез-газа: 1) $60\% \text{ H}_2 + 20\% \text{ CH}_4 + 20\% \text{ N}_2$ ; 2) $70\% + 30\% \text{ CH}_4$

с электромагнитным клапаном работает еще 3 мин после запуска двигателя, продолжая подогрев заряда перед впуском. После запуска двигателя с помощью электронного управления в отдельных циклах (с промежуточными пропусками) начинается подача газообразного топлива, дальше в случае стабилизации работы двигателя частота «газовых циклов» повышается, и двигатель постепенно переходит на газообразное топливо.

Таким образом, при работе двигателя на газообразном топливе имеет место внешнее смесеобразование, так как оно начинается во впускной системе. Далее смесь горючих газов и воздуха сжимается в цилиндре, а в конце сжатия в результате подвода запальной дозы дизельного топлива происходит воспламенение. Здесь следует аккуратно подобрать величину объема между газовым инжектором 3 и камерой сгорания, которая чем больше, тем лучше с точки зрения гомогенизации смеси, однако, может привести к неприятным последствиям. Дело в том, что после закрытия впускного клапана в этом объеме остается определенное количество горючего газа, который может воспламениться как во впускной системе, так и в выпускной, попадая туда на горячие поверхности во время продувки (перекрытие клапанов на данном двигателе равно 74°). Необходимо также предусмотреть вентиляцию картера.

Следует подчеркнуть, что экспериментальный двигатель может работать и как водородный дизель. В таком случае система подачи дизельного топлива CR заменяется специально разработанной системой для подачи водорода непосредственно в цилиндр в конце процесса сжатия. Газообразный водород подается непосредственно в цилиндр с помощью специального электрогидравлического инжектора, разработанного фирмой «MAN B&W Diesel AG» и предоставленного для проведения опытов [6]. Водородный инжектор располагается в центральной части головки цилиндра (на месте электрогидравлической CR форсунки 6) и подобно обычной форсунке имеет иглу, которая управляет открытием проходного сечения. Подача газообразного водорода из специальных баллонов к инжектору обеспечивается с помощью мембранного нагнетателя фирм «Linde AG» и «Burton Corblin».

Заметим, что подача водорода в конце такта сжатия устраняет возможность возникновения обратных выбросов и вспышек во впускном коллекторе, а опасность заброса продуктов сгорания в систему подачи водорода можно ликвидировать повышением давления подачи, превышающим максимальное давление в цилиндре. В этих целях, а также для того, чтобы обеспечить постоянный, независимый от давления в цилиндре, расход водорода через сопло, следует на срезе сопла создавать сверхкритический перепад давления. Тогда, пользуясь формулой для

критического истечения  $\left(\frac{p_u}{p_{H_2}}\right)_{кр} = \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$ , с учетом

того, что максимальное давление в цилиндре при работе не превышает  $p_z=150$  бар, получим, что водород следует подавать в камеру сгорания под давлением  $p_{H_2} \geq 285$  бар (принято, что для водорода  $k=1,41$ ). Система питания водородом обеспечивала его подачу в цилиндр под давлением

300 бар. Как известно, концентрационные пределы воспламенения водорода в воздухе составляют 4-75% по объему, а температура самовоспламенения, например, смеси 70%  $H_2 + 30\%$  воздуха равна 889 К. Очевидно, что для обеспечения короткой задержки воспламенения и стабильного сгорания температура сжатого воздуха в конце сжатия (в момент подачи водорода) должна быть больше температуры самовоспламенения. Так как степень сжатия  $\epsilon=13,5$  недостаточна для гарантированного воспламенения, были использованы конструкции поршней, обеспечивающие повышенные степени сжатия (см. табл. 1), при этом форма камеры сгорания (типа Гессельмана) сохранялась.

Установка была оснащена системой наддува с автономным приводом и тремя параллельно включенными осевыми компрессорами. Она, в отличие от турбонаддува, не связана с газодинамическими процессами во впускной и выпускной системах и позволяет легко обеспечивать желаемые параметры наддувочного воздуха ( $p_k = 0,02-4$  бар). Серийный двигатель имеет однофункциональные впускные каналы, не обеспечивающие завихрение потока при впуске. В целях исследования влияния вихревого движения воздуха на рабочий процесс часть экспериментов проводилась с использованием клапана с ширмой, вставленного на место одного из двух впускных клапанов. Это позволило повысить интенсивность вихря воздуха от серийного значения  $D_n = 0,42$  до  $D_n = 1,36$ .

Индицирование высокого давления осуществлялось охлаждаемым датчиком 7 типа Kistler 7061, расположенного в головке цилиндра. После обработки сигнала от датчика полученные значения давления для каждого угла поворота коленчатого вала двигателя хранятся в памяти компьютера. В целях исключения случайных отклонений в измерениях регистрировались минимум 50 последовательных циклов, затем измеренные значения усреднялись.

В системе газообмена одноцилиндрового двигателя колебания давления имеют по сравнению с многоцилиндровыми двигателями, как правило, более выразительный характер. Для гашения этих колебаний в системе впуска был включен ресивер большого объема (на схеме не указан). Измерения нестационарных давлений во впускной и выпускной системах проводились соответственно датчиками 5 (Kistler 4075A) и 8 (Kistler 7001A), которые регистрировали нестационарные давления во впускной и выпускной системах одновременно. Кроме того, в целях исследования задержки воспламенения, а также влияния температуры заряда при впуске на эффективные и экологические показатели двигателя в систему впуска был включен теплообменник для охлаждения наддувочного воздуха, позволяющий бесступенчато варьировать температуру заряда при впуске от 20 до 65°C.

Термометрирование гильзы и головки цилиндра производилось с помощью термпар типа К (алюмель-хромель). На гильзе вдоль образующей линии были расположены 12 термпар (глубина заделки – 0,6 мм от зеркальной поверхности), при этом часть из них располагалась в плоскости, проходящей на оси поршневого пальца, а часть – в перпендикулярной плоскости (плоскость действия боковой силы). На тепловоспринимающей поверхности головки также

были вставлены четыре термопары. На рис. 1 указаны только термопары 9 и 10, расположенные перед впускным клапаном и после выпускного клапана соответственно.

Период  $\tau_1$  задержки воспламенения в газодизеле определяется, как интервал времени между моментами впрыскивания дизельного топлива и самовоспламенения горючей смеси жидкого и газообразного топлив и воздуха. Точность определения  $\tau_1$  зависит, прежде всего, от метода и точности определения момента воспламенения. В настоящее время существует несколько методов определения этого момента, которые подробно изложены в [1]. В данной работе использовался метод, основанный на анализе скорости тепловыделения. После индицирования дви-

гателя изменение скорости тепловыделения  $\frac{dQ_x}{d\varphi} = f(\varphi)$

в течение рабочего процесса (рис. 2) определяется в результате обработки индикаторной диаграммы. Парообразование сопровождается процессом поглощения теплоты

$\frac{dQ_x}{d\varphi} < 0$ , который после воспламенения переходит в процесс тепловыделения  $\frac{dQ_x}{d\varphi} > 0$  (рис. 2). Момент времени, при котором  $\frac{dQ_x}{d\varphi} = 0$ , когда поглощение теплоты

заменяется тепловыделением, принимается моментом начала воспламенения.

В каждой серии опытов был выделен параметр, который менялся в широком диапазоне (насколько это допускало условие эксперимента), и анализировалось его влияние на задержку воспламенения. В качестве таких параметров были приняты: температура воздуха при впуске  $T_k$ , момент подачи топлива  $\varphi_{впр}$ , коэффициент избытка воздуха  $\alpha_a$ , среднее индикаторное давление  $p_i$ , частота вращения КВ двигателя  $n$ . В целях повышения достоверности опытных данных и исключения случайных отклонений каждое измерение проводилось как минимум три раза, после чего определялись средние значения зарегистрированных величин. Для получения статистически надежных данных, как уже отмечалось выше, обрабатывались индикаторные диаграммы 50 и более последовательно протекающих рабочих циклов,

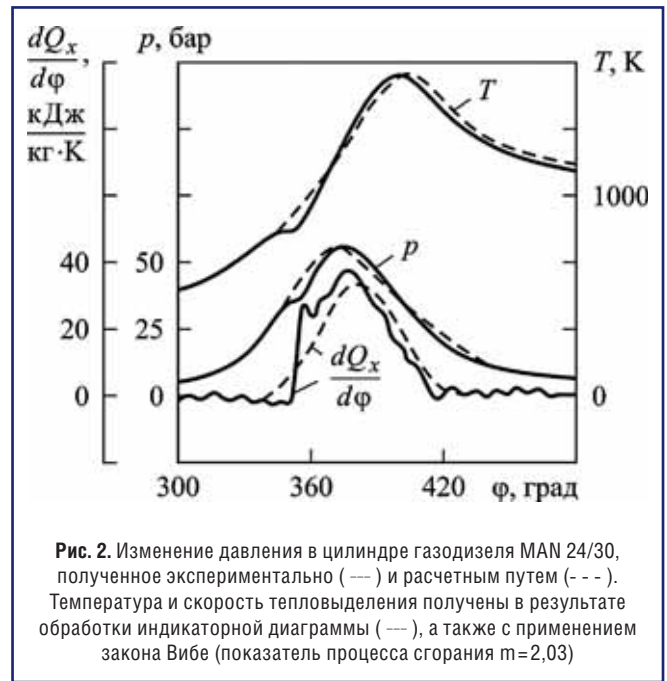


Рис. 2. Изменение давления в цилиндре газодизеля MAN 24/30, полученное экспериментально (—) и расчетным путем (---). Температура и скорость тепловыделения получены в результате обработки индикаторной диаграммы (---), а также с применением закона Вибье (показатель процесса сгорания  $m=2,03$ )

после чего определялась усредненная для данного режима работы двигателя индикаторная диаграмма.

### Задержка воспламенения при работе газодизеля на различных газообразных топливах

**Синтез-газ 60% H<sub>2</sub> + 20% CH<sub>4</sub> + 20% N<sub>2</sub>.** В первой серии экспериментов с помощью теплообменника менялась температура воздуха при впуске  $t_k$  от 30 до 55°C при условии, что  $p_k \approx const$ . Это позволило соблюдать почти постоянное давление в цилиндре в момент впрыскивания топлива  $p = (19,74 \div 20,65) \cdot бар \approx const$ . Результаты измерений приведены в табл. 2. График, построенный по результатам измерений, подтверждает линейный характер функции  $\ln \tau_i = f(1/T)$ . Используя значения времени задержки воспламенения для двух режимов, например,  $t_k=30^\circ C$  и  $t_k=55^\circ C$ , получаем уравнение прямой линии

$$\ln \tau_i = 3076,3171 \cdot \frac{1}{T} - 0,2688843, \text{ откуда следует, что}$$

$$\tau_i = 0,764 \cdot e^{\frac{3076}{T}}. \quad (2)$$

Таблица 2

Режим	Результаты измерения и обработки индикаторной диаграммы										Расчет	Разница	
	$T_k, ^\circ C$	$n, \text{ мин}^{-1}$	$p_i, \text{ бар}$	$\alpha_a$	$p_{впр}, \text{ бар}$	$\varphi_{впр}, \text{ град. улкв}$	$\Delta \varphi_{впр}, \text{ град. улкв}$	$p, \text{ бар}$	$T, \text{ К}$	$\varphi_{вспл}, \text{ град. улкв}$			$\varphi_i, \text{ град. улкв}$
$t_k=55^\circ C$	800	9,12	2,16	800	335	4	20,65	774	352,3	17,33	3,61	3,39	+ 6,2
$t_k=50^\circ C$	800	9,06	2,19	800	335	4	20,50	762	353,3	18,33	3,82	3,61	+ 5,6
$t_k=45^\circ C$	800	9,04	2,19	800	335	4	20,24	750	355,3	20,33	4,24	3,88	+ 8,3
$t_k=40^\circ C$	800	9,03	2,23	800	335	4	20,22	733	356,3	21,33	4,44	4,28	+ 3,8
$t_k=35^\circ C$	800	8,87	2,27	800	335	4	19,96	711	358,3	23,33	4,86	4,88	- 0,32
$t_k=30^\circ C$	800	8,43	2,29	800	335	4	19,74	698	361,7	26,67	5,55	5,3	+ 4,6



Таблица 3

Режим	Результаты измерения и обработки индикаторной диаграммы											Расчет	Разница
$\varphi_{\text{впр}} = \text{var}$ , град. упкв	$n$ , мин <sup>-1</sup>	$p_i$ , бар	$\alpha_b$	$P_{\text{впр}}$ , бар	$\Delta\varphi_{\text{впр}}$ , град. упкв	$p$ , бар	$T$ , К	$\varphi_{\text{вспл}}$ , град. упкв	$\varphi_r$ , град. упкв	$\tau_r$ , мс	$C$	$\tau_r$ , мс	$\left[ \left( \tau_{\text{эксп}} - \tau_{\text{расч}} \right) : \tau_{\text{эксп}} \right] \cdot 100$ %
330	800	9,42	2,20	800	4	16,95	722	353,3	23,34	4,861	0,068	4,86	+ 0,02
335	800	9,37	2,17	800	4	20,26	757	352,0	17,0	3,54	0,061	3,73	- 5,3
339	800	9,33	2,17	800	4	23,38	790	354,0	15,0	3,125	0,0635	3,0	+ 4,0
342	800	9,28	2,18	800	4	25,80	807	355,0	13,0	2,71	0,0598	2,67	+ 1,4
345	800	9,11	2,16	800	4	28,13	826	357,0	12,0	2,5	0,0605	2,36	+5,5
347	800	9,98	2,17	800	4	29,69	836	357,7	10,67	2,22	0,056	2,217	+ 0,14
350	800	8,72	2,18	800	4	31,45	843	361,0	11,0	2,29	0,0595	2,172	+ 5,2

Однако эта зависимость была получена для случая, когда давление в цилиндре в момент впрыскивания топлива постоянно  $p = \text{const}$ , а температура  $T = \text{var}$ . Поэтому предэкспоненциальный множитель 0,764 и уравнение в целом справедливы именно при  $p = \text{const}$ . В случае  $p = \text{var}$  время задержки воспламенения (2) в общем виде можно

$$\text{представить так: } \tau_i = C \cdot e^{\frac{3076}{T}}, \quad (3)$$

где константа  $C$  справедлива для произвольного давления, то есть для  $p = \text{var}$ , и ее можно определить из следующих соображений. Сравнение последнего выражения с фундаментальным уравнением (1) дает, что  $C = \text{const} \cdot p^{-n}$ , откуда следует линейная зависимость

$$\ln C = \ln(\text{const}) - n \ln p, \quad (4)$$

с помощью которой и определяется значение  $C$ . Для этого из проведенных серий экспериментов были выбраны режимы с  $\varphi_{\text{впр}} = \text{var}$ , в которых давление в цилиндре в момент впрыскивания изменялось в относительно широких пределах  $p = (16,95 \div 31,45)$  бар (табл. 3). Так как значения  $\tau_i$  на каждом режиме  $\varphi_{\text{впр}} = \text{var}$  известны по данным эксперимента, получаем значения константы  $C$

$$\ln C = -1,6714286 - 0,357 \cdot \ln p. \quad (5)$$

Последнее выражение дает значение  $C$  с хорошей точностью на всех режимах с изменением давления  $p$  в цилиндре в момент впрыскивания топлива. Достаточно отметить, что максимальное отклонение  $\Delta \ln C = 2,1\%$  от прямой линии получается при позднем впрыскивании топлива  $\varphi_{\text{впр}} = 350^\circ$ , когда воспламенение происходит после ВМТ при  $\varphi_{\text{вспл}} = 361^\circ$ . Из последнего выражения следует, что  $\text{const} = 0,188$  и  $n = 0,357$ . Тогда согласно фундаментальному выражению (1) с учетом (5) окончательно получим формулу для расчета задержки воспламенения при работе дизеля на синтез-газе  $60\% \text{H}_2 + 20\% \text{CH}_4 + 20\% \text{N}_2$  с применением запальной дозы дизельного топлива

$$\tau_i = 0,188 \cdot p^{-0,357} e^{\frac{3076}{T}}. \quad (6)$$

Тогда условная энергия активации для реакции горения данного синтез-газа с запальной дозы дизельного топлива равна  $E = 3076 \cdot 8,314 = 25\,774$  Дж/моль. В табл. 2, 3 занесены расчетные значения  $\tau_{i \text{ расч}}$ , полученные с помощью форму-

лы (6), а также приведены их относительные отклонения от экспериментальных значений  $\tau_{i \text{ эксп}}$ . Видно, что эти отклонения не превышают 8,3%. Формула (6) была использована также для расчета времени задержки воспламенения на следующих режимах: с изменением суммарного коэффициента избытка воздуха в пределах  $\alpha_b = 1,95 - 3,44$ , частоты вращения коленчатого вала двигателя  $n = 700 - 850$  мин<sup>-1</sup>, среднего индикаторного давления  $p_i = 6,87 - 12,32$  бар. При всех этих опытах определялись также значения  $\tau_{i \text{ эксп}}$ , которые потом сравнивались со значениями, полученными формулой (6). Установлено, что формула (6) дает хорошее согласование с экспериментом (максимальные отклонения в любом случае не превышают 10%), что подтверждает ее практическую пригодность.

Описанный выше метод исследования времени задержки воспламенения без каких-либо принципиальных изменений был применен и для других газообразных топлив, в результате были получены формулы для расчета  $\tau_i$ , приведенные ниже.

**Синтез-газ 30% CH<sub>4</sub> + 70% N<sub>2</sub>.** Воспламенение здесь также происходит с помощью запальной дозы дизельного топлива, впрыскиваемого в цилиндр в конце процесса сжатия. Полученная формула для времени задержки воспламенения имеет следующий вид:

$$\tau_i = 18,165 \cdot p^{-1,196} e^{\frac{1640}{T}}. \quad (7)$$

Условная энергия активации в данном случае равна  $E = 13\,635$  Дж/моль.

**Природный газ (~ 96% CH<sub>4</sub>).** Формула для времени задержки воспламенения, полученная при применении запальной дозы дизельного топлива, в данном случае имеет вид:

$$\tau_i = 1,76 \cdot p^{-0,866} e^{\frac{2490}{T}}, \quad (8)$$

а условная энергия активации равна  $E = 20\,700$  Дж/моль.

Практическая значимость формул (6-8) обусловлена тем, что они не имеют аналогов в научно-технической литературе и могут быть использованы при доводке рабочего процесса дизеля, конвертированного в газодизель. Действительно, известные до настоящего времени формулы для расчета задержки воспламенения были получены для

дизельного процесса и их использование для газодизелей необоснованно. Доказательством этому утверждению служит табл. 4, в которой наряду с экспериментальными данными, полученными на вышеописанной экспериментальной установке для газодизельного процесса (топливо – природный газ), приведены и расчетные значения  $\tau_i$ , полученные по различным известным формулам (подробный анализ этих, а также других формул для расчета  $\tau_i$  приведен в [1]). Необходимость наличия специальных формул при исследовании сгорания в газодизеле различных синтез-газов подчеркивается в работе [7], в которой анализируются формулы (6-8) и отмечается их относительно простая и удобная (для практического использования) форма.

### Задержка воспламенения при работе двигателя на дизельном топливе

Эксперименты, проведенные при непосредственном впрыскивании дизельного топлива и работе дизеля в обычном режиме (рис. 1), дают формулу

$$\tau_i = 0,55 \cdot p^{-1,3} e^{\frac{4400}{T}} \quad (9)$$

В случае применения рециркуляции отработавших газов в этой формуле вводится дополнительный эмпирический коэффициент  $K$ , значение которого определяется в зависимости от доли рециркуляции. Долю рециркуляции  $z$  (ее также называют степенью рециркуляции), как правило, определяют как отношение объемного количества рециркулируемых газов к количеству свежего заряда. Тогда (9) принимает вид

$$\tau_i = 0,55 \cdot K \cdot p^{-1,3} e^{\frac{4400}{T}}, \quad (10)$$

где  $K = 3,2 \cdot z^{0,09}$ , а доля рециркуляции  $z$  задается в процентах. Формула (10) справедлива при  $z = 5 \div 40\%$ . В качестве  $p$  и  $T$  в этой формуле, как и в предыдущих формулах, используются значения давления и температуры в цилиндре в момент впрыскивания топлива, однако, в этой формуле они определяются для цикла без рециркуляции. Работе двигателя без рециркуляции отработавших газов соответствует  $K = 1$ . Такая структура формулы (10) позволяет оценить величину периода задержки воспламенения при работе двигателя как без рециркуляции отработавших газов, так и в случае различных ее долей. Кроме того, эта формула может быть использована при моделировании воспламенения в цилиндре дизеля, в частности, для определения местоположения и момента возникновения очага

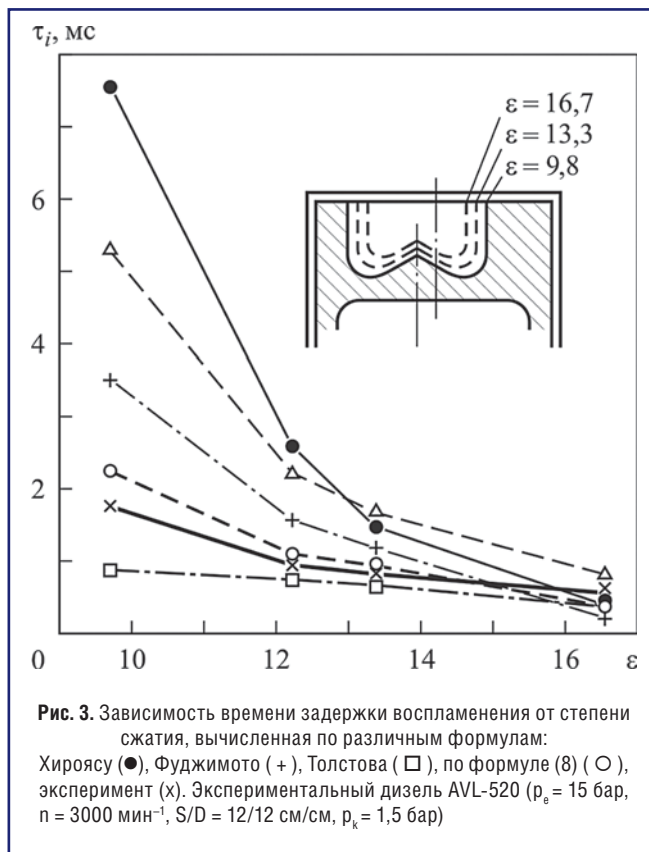


Рис. 3. Зависимость времени задержки воспламенения от степени сжатия, вычисленная по различным формулам: Хироюасу (●), Фуджимото (+), Толстова (□), по формуле (8) (○), эксперимент (x). Экспериментальный дизель AVL-520 ( $p_e = 15$  бар,  $n = 3000$  мин<sup>-1</sup>,  $S/D = 12/12$  см/см,  $p_c = 1,5$  бар)

самовоспламенения [8, 9], а также при моделировании локальных температур рабочего тела в объеме камеры сгорания [10]. На рис. 3 приводится сопоставление расчетных значений, полученных по формуле (9), а также по другим известным формулам, с экспериментальными данными, полученными для широких диапазонов изменений степени сжатия. Приведенные на рис. 3 экспериментальные значения времени задержки воспламенения были получены на фирме «AVL» по результатам опытного исследования четырехтактного дизеля с непосредственным впрыскиванием. Степень сжатия измерялась путем изменения объема камеры в поршне (рис. 3). Как видно, с уменьшением степени сжатия растет не только отклонение от экспериментальных данных, но и расхождение между результатами, полученными с использованием известных формул. Предложенная выше формула (9) хорошо согласуется с опытами во всем диапазоне изменения степени сжатия.

Таблица 4

Режим	Эксперимент			Расчет $\tau_i$ [мс] по различным формулам							
	$\varphi_{впр} = \text{вар}$ , град. упкв	$p$ , бар	$T$ , К	$\tau_i$ , мс	По формуле (8)	Wolfer [1]	Sitkei [1]	Hironoyasu [2]	Anisits [1]	Schmidt [1]	Spadacini [1]
325	15,62	690	5,83	6,023	14,16	16,5	36,06	2,09	32,84	149,7	3,12
330	18,96	727	4,375	4,23	7,95	9,66	16,5	1,81	16,61	21,33	2,18
335	22,86	767	3,125	3,01	4,56	5,91	7,8	1,58	8,63	3,28	1,98
340	27,02	786	2,5	2,41	3,23	3,87	5,05	1,45	5,91	1,22	1,32
345	31,31	804	1,875	1,97	2,23	2,89	3,405	1,33	4,19	0,494	0,75
350	35,31	839	1,667	1,565	1,62	2,55	2,03	1,22	2,67	0,134	0,11

## Заключение

1. Предложен расчетно-экспериментальный метод исследования задержки воспламенения в газодизеле и дизеле, предусматривающий изменение характерных параметров рабочего процесса двигателя (температура воздуха при впуске, угол опережения впрыскивания дизельного топлива, коэффициент избытка воздуха, среднее индикаторное давление, частота вращения коленчатого вала) в широком диапазоне.

2. На основе фундаментальных зависимостей теории цепных реакции, а также результатов специально поставленных экспериментов впервые предложены формулы для расчета задержки воспламенения природного газа, а также синтез-газов ( $60\% \text{H}_2 + 20\% \text{CH}_4 + 20\% \text{N}_2$ ) и ( $30\% \text{CH}_4 + 70\% \text{N}_2$ ) при их использовании в газодизельном процессе.

3. Предложены формулы для расчета задержки воспламенения дизельного топлива при работе дизеля в обычном режиме, а также при его работе с рециркуляцией отработавших газов.

4. Все предложенные зависимости прошли проверку путем сопоставления с экспериментальными данными, полученными на специальном стенде с дизелем, описанным в данной работе, а также с данными других исследователей. В результате установлена высокая для практики достоверность предложенных формул, что позволяет рекомендовать их для практического использования при конвертировании дизелей в газодизель и при усовершенствовании их рабочего процесса.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 08-08-00348а и № 09-08-00279а).

## Литература

1. **Кавтарадзе Р.З.** Теория поршневых двигателей. Специальные главы. Москва, изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2008. – С. 720.
2. **Hiroyasu H., Kadota T., Arai M.** Supplementary Comments: Fuel Spray Characterisation in Diesel Engines, in Mattavi J.N. and Amann (eds). Combustion Modeling in Reciprocating Engines. Plenum Press. – 1980. – P. 369-408.
3. **Толстов А.И.** Индикаторный период запаздывания воспламенения и динамика цикла быстроходного двигателя с воспламенением от сжатия. – Труды НИЛД «Исследование рабочего процесса и подачи топлива в быстроходных дизелях», № 1, М., Машгиз, 1955. – С. 5-55.
4. **Кудряш А.П., Пашков В.В., Маринин В.С., Москаленко Д.А.** Природный газ в двигателях. Киев, Наукова думка, 1990. – С. 200.
5. **Льотко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С.** Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. – С. 311.
6. **Kavtaradze R.Z., Zeilinger R., Zitzler G.** Ignition Delay in a Diesel Engine Utilizing Differenz Fuels. High Temperature. Vol. 43, № 6, 2005. – P. 951-960.
7. **Boehman A.L., Le Corre O.** Combustion on Syngas in Internal Combustion Engines. – Combustion Science and Technology, № 6 (180). – 2008. – P. 1193-1206.
8. **Скрипник А.А., Фролов С.М., Кавтарадзе Р.З., Эфрос В.В.** Моделирование воспламенения в струе жидкого топлива. – РАН. Химическая физика. Том 23, № 1. – 2004. – С. 54-61.
9. **Frolov S.M., Scripnik A.A., Kavtaradze R.S.** Modeling of Diesel Spray Ignition. Semenov Memorial. Combustion and Atmospheric Pollution. Moscow: Torus Press Ltd. – 2003. – P. 220-227.
10. **Кавтарадзе Р.З.** Локальный теплообмен в поршневых двигателях (второе издание). М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – С. 472.



## ГАЗОБАЛЛОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Продажа современного газобаллонного оборудования (ГБО) для пропан-бутана, метана – итальянского производства

Система последовательного впрыска газа 4 поколения STELLA, ELISA и AEB

Широкий выбор баллонов для пропан-бутана POLMOKON (цилиндрические, тороидальные)

Электронные редукторы ELPIGAZ, современная электроника AEB (все оборудование сертифицировано)

Установка ГБО на автомобили отечественного и зарубежного производства (карбюратор, инжектор, с лямбда-зондом)

Сервисное обслуживание (высококвалифицированный персонал)

Обучение специалистов по монтажу ГБО: Карбюраторы, инжекторы, электроника и впрысковые системы



Предлагается сотрудничество по продаже оборудования по регионам России.



[www.elpigaz.com](http://www.elpigaz.com)

ЗАО «МАКРОГАЗ» г. Москва, ул. Горбунова, д.8 стр.1  
тел./факс (8-495) 447-46-12 тел.(8-495) 507-54-25  
e-mail: [Inforu@elpigaz.com](mailto:Inforu@elpigaz.com), [manager1.ru@elpigaz.com](mailto:manager1.ru@elpigaz.com)

### Затраты и сроки окупаемости переоборудования на КПГ различных моделей автомобилей (Оборудование фирм «Автосистема» и «САГА» по ценам февраля 2009 г.)

Марка автомобиля, средний годовой пробег	Стоимость 1 комплекта ГБА, руб.	Стоимость баллонов, руб.	Стоимость услуг по переоборудованию, руб.	Общая стоимость переоборудования, руб.	Норма расхода ЖМТ, л/100 км	Годовая экономия на покупке ЖМТ, руб.	Увеличение годовых эксплуатационных затрат, в том числе амортизационных	Срок окупаемости		Суммарный пробег за срок окупаемости, тыс. км
								лет	месяцев	
ВАЗ, АЗЛК (30 000 км/г.)	22 326	15 640 2 шт.	4 465	42 431	10,4	26 584,4	6 040,7 3 661	2,7	32	79,6
ГАЗ-31029 «Волга» (30 000 км/г.)	27 473	23 460 3 шт.	5 495	56 428	13,5	32 122,2	7 882,5 4 777	3,1	37	93,1
УАЗ-3303 (30 000 км/г.)	34 625	34 500 3 шт.	6 925	76 049	16,7	30 660,0	9 416,8 5 707	4,9	59	147,6
ГАЗ-3302 «Газель» (100 000 км/г.)	34 958	34 500 3 шт.	6 992	76 449	17,2	146 214,1	8 614,3 5 221	0,8	9	77,7
ГАЗ-53 (3307) (30 000 км/г.)	41 414	80 500 7 шт.	8 283	130 197	25,0	45 990,0	14 390,0 8 721	5,9	71	178,2
ЗИЛ-130 (431410) (35 000 км/г.)	47 055	92 000 8 шт.	11 764	150 819	32,3	69 304,4	16 653,0 10 093	4,1	49	141,8
ЗИЛ-131 (35 000 км/г.)	48 163	92 000 8 шт.	12 041	152 204	42,7	91 660,6	16 872,0 10 225	2,9	34	99,9
КамАЗ, МА3 (40 000 км/г.)	68 440	92 000 8 шт.	17 110	177 550	31,3	98 531,3	20 896,3 12 664	3,2	38	127,0
ПАЗ-3205 (30 000 км/г.)	45 637	69 000 6 шт.	11 409	126 046	31,5	57 947,4	14 538,5 8 811	4,1	49	121,9
ЛАЗ-695 Н (50 000 км/г.)	52 729	92 000 8 шт.	13 182	157 911	44,8	137 331,3	17 774,0 10 772	1,8	22	92,0
ЛиАЗ-677 (100 000 км/г.)	68 760	92 000 8 шт.	17 190	177 950	56,3	344 925,0	20 960,2 12 703	0,8	9	76,7
Икарус-250 (100 000 км/г.)	73 079	103 500 9 шт.	18 270	194 849	35,4	190 949,0	22 727,8 13 774	1,6	19	161,2
Цены на топливо по состоянию на февраль 2009 г.										Дизтопливо 20,1 руб./л КПГ 8,0 руб./м³
										Аи-92 19,1 руб./л Аи-80 16,6 руб./л

## Заседание комитета «Промышленность и строительство» Европейского делового конгресса

**14.**04.2009 г. на базе ООО «Газпром трансгаз Томск» состоялось очередное заседание Комитета «Промышленность и строительство» Европейского делового конгресса (ЕДК). Открыл заседание комитета губернатор Томской области Виктор Мельхиорович Кресс. Тема заседания Комитета – «Развитие Единой системы газоснабжения (ЕСГ) на Восток».

Сегодня Томск можно назвать столицей этого восточного движения, поскольку именно ООО «Газпром трансгаз Томск» поручено реализовывать планы развития.

Два доклада были посвящены проблемам использования природного газа в качестве моторного топлива. Заместитель начальника управления по газификации и использованию

газа ОАО «Газпром» Е.Н. Пронин и генеральный директор ООО «Аналитические бизнес системы» Е.Н. Гуцева рассказали о возможностях применения технологий радиочастотной идентификации для повышения безопасности эксплуатации газобаллонных транспортных средств и для мониторинга газомоторного рынка. Исполнительный директор Национальной газомоторной ассоциации (НГА) В.Л. Стативко доложил о потенциале развития рынка КПП на восток России и продолжении западных транспортных коридоров в Сибирь и на Дальний Восток.

МЕТАИнфо

## Рынок КПП в России

**Р**еализация компримированного природного газа (КПП) в Российской Федерации в 2008 г. продолжила свой рост и составила 321 млн. м<sup>3</sup>, что на 4% больше, чем в предыдущем году. Центры наибольшего потребления КПП расположены на юге России, Урале и в Западной Сибири.

Традиционно наибольшим спросом метан пользуется у автомобилистов Ставропольского края. За год тут было продано более 33 млн. м<sup>3</sup>, что составляет более 10% от общероссийского рынка КПП. На втором месте находится Свердловская область – 28,2 млн. м<sup>3</sup>, на третьем Краснодар-

ский край – 23,2 млн. м<sup>3</sup>, затем Челябинская область – 19,7 млн. м<sup>3</sup>, Ростовская область – 16,1 млн. м<sup>3</sup>. Самый впечатляющий рост спроса в 2008 г. по сравнению с 2007 г. отмечен в Башкирии – 80% (7,6–13,6 млн. м<sup>3</sup>). За последние семь лет спрос на автомобильный метан вырос в 15 раз! Почти на 60% вырос спрос на КПП в Республике Адыгее и Оренбургской области.

МЕТАИнфо

## В Нижегородской области будет новое предприятие по переводу автотранспорта на КПП

**В**ближайшее время департамент транспорта и связи Нижегородской области совместно с ОАО «Газпром» подготовит бизнес-план по созданию предприятия для перевода автотранспорта на газомоторное топливо. В настоящее время подготовлен проект договора между правительством Нижегородской области и ОАО «Газпром» о расширении возможности использования сжиженного газа как моторного топлива.

Кроме того, в ходе визита делегации ОАО «Газпром» в Нижний Новгород было принято решение, что площадка НПАП № 1 подходит для размещения станции по переоборудованию автотранспорта на газомоторное топливо.

«Возможность одной станции для переоборудования составляет 500 ед. автотранспорта в год. Это позволит нам значительно экономить средства автотранспортных предприятий, потому что заправка метаном в два раза дешевле заправки бензином. Кроме того, газ – экологически чистый вид топлива», – отметил директор департамента транспорта и связи Нижегородской области Александр Зубарев.

По его данным, в Нижегородской области планируется перевести на газомоторное топливо около 50% существующего парка автобусов. Стоимость переоборудования, например, одного автобуса «ПАЗ» составляет 120-140 тыс. руб. Срок окупаемости

(при пробеге автобуса «ПАЗ» 100 тыс. км в год) составляет чуть более года. Кроме автобусов, на газомоторное топливо планируется переводить коммунальную и дорожно-строительную технику, а в перспективе – и сельскохозяйственную. Газозаправочные станции предполагается размещать рядом с автопарками, либо на их территории.

По состоянию на февраль 2009 г. в Нижегородской области действовали три АГНКС. Две из них находятся в Нижнем Новгороде, одна – в Дзержинске. В ходе совещания рассматривалась возможность увеличения количества АГНКС до 33 ед.

А.Крючков также отмечал необходимость разработки дополнительных мер экономического стимулирования потребителей. Согласно изменениям в ст. 7 Закона Нижегородской области «О транспортном налоге» от 3.11.2006 г., для организаций и индивидуальных предпринимателей, имеющих автомобили, оборудованные

для использования газомоторного топлива, ставка налога на одну лошадиную силу снижается на 50%.

Основная задача рабочей группы правительства Нижегородской

области по разработке программы по развитию газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе, на территории области – подготовка соответствующих пред-

ложений по строительству автогазозаправочных комплексов на территории Нижегородской области на 2010 г. для включения в целевую комплексную программу ОАО «Газпром».

<http://www.nta-nn.ru/news/item/?ID=151739>

## В Ульяновской области будет усилен контроль над работой автомобильных газозаправочных станций

**Т**акое решение было принято на заседании комиссии по безопасности дорожного движения, прошедшей в правительстве Ульяновской области.

В заседании правительственной комиссии по обеспечению безопасности дорожного движения приняли участие представители министерства промышленности и транспорта Ульяновской области, ОГУ «Департамент автомобильных дорог», ОГУП «Ульяновскавтодор»,

Ростехнадзора, муниципальных образований, дорожных и строительных организаций, ГИБДД, УГАДН, МЧС.

Основными вопросами совещания стали повышение безопасности движения, сохранение жизни и здоровья людей, снижение количества ДТП. Как сообщила пресс-служба губернатора и правительства области, особое внимание было уделено установке и эксплуатации газобаллонного оборудования.

Правительственной комиссией по безопасности дорожного движения было принято решение усилить проверки на дорогах, а также установить жесткий контроль над работой автомобильных газозаправочных станций.

Будет тщательно, в первую очередь на пассажирском автотранспорте, проверяться правильность и безопасность установки газовых баллонов, соблюдение условий их эксплуатации установленным требованиям. На АГЗС заправка газом будет производиться исключительно при наличии у водителей действующих удостоверений на право вождения автомобилем, оборудованным ГБО, и других необходимых документов.

<http://mosaica.ru/news/society/14780.html>

## Инженерное решение

**К**уйбышевская магистраль предлагает ОАО «РЖД» перевести локомотивы ЧМЭЗ на природный газ.

По словам заместителя начальника дороги по локомотивному и вагонному хозяйствам Сергея Шиняева, переход на использование природного газа значительно сократит затраты дороги на топливно-энергетические ресурсы. Только в прошлом году КбшЖД потратила на дизельное топливо для тяги поездов свыше 3,3 млрд. руб. Выгода от перехода с дизельного топлива на газ очевидна – на одном литре дизельного топлива ценой 17-18 руб. тепловоз выполняет ту же работу, что и на 1,5 м<sup>3</sup> метана стоимостью 11 руб.

Еще одно преимущество перевода машин на газ – меньшая токсичность выхлопных газов. По словам ведущего инженера отдела охраны природы КбшЖД Михаила Галкина, содержание вредных веществ в отработавших газах дизельного топлива в 1,5-2,2 раза выше, чем у метана. Это очень важный

аспект, так как маневровые локомотивы работают, как правило, вблизи населенных пунктов.

В 2008 г. маневровые и магистральные тепловозы КбшЖД выбросили в атмосферу 5,7 тыс. т загрязняющих веществ, уточнил Михаил Галкин.

– Ожидать резкого подъема экологии пока не приходится, поэтому надо готовить инфраструктуру и ресурсы к работе в сложившихся условиях. Перевод локомотивов на газ – хорошее инженерное решение. Это позволит существенно снизить затраты на дизельное топливо, а также сократить выплаты за выбросы вредных веществ в атмосферу и загрязнение окружающей среды, – уверен и начальник КбшЖД Сергей Кобзев.

Переоборудование одного локомотива обойдется примерно в 3,2 млн. руб. По предварительной оценке, все затраты на переоснащение парка маневровых тепловозов составят около 100 млн. руб. при сроке окупаемости

5-6 лет. Всего на КбшЖД парк маневровых тепловозов составляет 370 ед., в том числе 177 ед. ЧМЭЗ.

Плюсы использования метана подтвердила опытная эксплуатация маневрового газотепловоза ТЭМ18Г на Свердловской магистрали.

– Машины, оборудованные двумя системами, запускаются и работают в некоторых напряженных режимах на дизельном топливе, остальные режимы обеспечиваются газом. В среднем около 40% продолжительности рейса тепловоза обеспечивается за счет газа, но этот показатель может быть доведен и до 50%, – говорит директор Уральского филиала ОАО «ВНИИ-ЖТ» Александр Белоногов.

– Опытная эксплуатация выявила ряд недостатков в работе газотепловоза – частый выход из строя электрических преобразователей, газовых клапанов, вентиляторов. «Кроме того, заправлять газом машину приходилось каждые двое суток, притом что сам процесс заправки еще не отлажен, – сказал Александр Белоногов. – Однако большинство проблем уже решено – разработан новый преоб-

разователь, способный действовать в температурных режимах от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ . Время работы машины между заправками увеличено до 3,5 суток.

– Важно создать стационарные системы, на которых будет готовиться газ для заправщика, исходя из посылы, что экипировщик должен приехать к локомотиву, а не наоборот. Следующий момент – оснащение локомотивных депо и сервисных центров датчиками пожаротушения и загазованности. И еще одно немаловажное замечание: газ имеет смысл применять в регионах, где организовано его

производство, и затраты на создание инфраструктуры снабжения оправданы достаточным количеством газотепловозов, – сказал Сергей Кобзев.

Полигон КбшЖД как раз и расположен на территории трех регионов – Самарской области, Башкирии и Татарстана, где развита нефтегазовая промышленность.

Как сообщил начальник отдела новых локомотивов департамента технической политики ОАО «РЖД» Константин Иванов, у компании существует ряд разработок по переводу локомотивов на природный газ. В частности,

создан газотурбовоз, который провел на экспериментальном кольце ВНИИ-ЖТ состав весом 15 тыс. т. Есть также ряд передовых технологий по использованию сжиженного газа в качестве топлива для локомотивов в целях повышения экологичности тяги. Сейчас разрабатывается несколько моделей газотепловозов, предназначенных для маневровых работ. «Направление использования природного газа в качестве топлива перспективное и имеет большие резервы для использования в будущем», – отметил Константин Иванов.

<http://www.gudok.ru/index.php/70329>

## Пресекли незаконное предоставление земельного участка под строительство газозаправочной станции

30 марта 2009 г. прокуратура Уйского района Челябинской области пресекла незаконное предоставление земельного участка под строительство газозаправочной станции, сообщили в пресс-службе прокуратуры области.

Прокуратурой Уйского района по сообщению территориального отдела управления Роснедвижимости по Челябинской области проведена проверка законности предоставления зе-

мельного участка под строительство газозаправочной станции. Установлено, что главой Уйского муниципального района издано постановление об утверждении акта комиссии по выбору земельного участка под строительство АГЗС. Согласно постановлению ООО «АЗК Спутник» для производства проектно-изыскательских работ был предоставлен земельный участок сельскохозяйственного назначения площадью 1 га недалеко от села Уйское.

В соответствии с Земельным кодексом РФ земли сельскохозяйственного назначения могут использоваться только для ведения сельскохозяйственного производства, создания защитных насаждений, научно-исследовательских работ. Производство проектно-изыскательских работ, строительство и эксплуатация автомобильной газозаправочной станции не относятся к категории пользования сельскохозяйственного назначения и могут быть разрешены только после перевода земельного участка в категорию промышленных земель.

По протесту прокурора района незаконное постановление главы района отменено.

<http://eanews.ru/index.php?page=news&pid=42005>

## ООО «ИТЭК» отказано в получении лицензии на эксплуатацию опасных производственных объектов

В марте 2009 г. управление Ростехнадзора по Ивановской области отказало ООО «ИТЭК» в получении лицензии на эксплуатацию взрывопожароопасных производственных объектов (ООО принадлежит две автомобильных газозаправочных станции в Ивановском районе). Связано это с тем, что при проверке возмож-

ности выполнения лицензионных требований и условий инспекторами управления было установлено более 15 нарушений требований промышленной безопасности. Об этом сообщила пресс-служба надзорного органа.

На предприятии не проводятся текущий ремонт запорной арматуры и

проверка сигнализаторов загазованности. Кроме того, не производится техническое обслуживание дополнительного оборудования, установленного на полуприцепах цистерн. К выполнению работ на опасных производственных объектах допущен персонал, необученный в соответствии с требованиями действующих правил по безопасности.

По мнению сотрудников регионального Ростехнадзора, выявленные нарушения настолько серьезны, что могут стать причиной взрывов, пожаров, сопровождающихся человеческими жертвами.

<http://www.chastnik.ru/info.html?section=20&id=31436>

## Фирма ООО «НордВестАвтоТрейд» представляет на российском рынке иранский автобус OM 457G-OSG на КПГ

**А**втобус OM 457G-OSG изготовлен в Иране местной фирмой «Iran Khodro Diesel» по лицензии немецкой фирмы «Мерседес».

Фирма «НордВестАвтоТрейд», занимающаяся пассажирскими перевозками в Ленинградской области, эксплуатирует в г. Каменногорск с 2007 г. на маршруте «Каменногорск – Выборг» два иранских автобуса этой марки. Работая в очень сложных дорожных условиях, они зарекомендовали себя достаточно надежными и простыми в ремонте.

При пробеге 80-90 тыс. км не было серьезных поломок, за исключением замены тормозных колодок и сайлентблоков.

Пневмоподвеска и двигатель «Мерседес» с автоматической коробкой передач обеспечивают мягкий ход автобуса, а ретарда – плавное торможение. Автобус отвечает экологическим требованиям «Евро-3».

В апреле этого года иранский «Мерседес» принял участие в автопробеге «Голубой коридор», организованный ОАО «Газпром», ООО «ВНИИГАЗ» и Национальной газомоторной ассоциацией по маршруту Москва – Ростов-на-Дону – Краснодар – Новороссийск – Сочи. За 12 дней было пройдено в общей сложности более 3000 км при средней скорости 85-95 км/ч. По горным перевалам на участке Джубга – Сочи автобус прошел с легкостью, при этом все сидячие места были заняты представителями прессы и сопровождающими лицами.

В Иране автобусы этого класса эксплуатируются более пяти лет. В настоящее время ведется работа по организации сервисного обслуживания этих автобусов на территории России. В скором времени автобусы будут на площадке продаж. Условия достаточно просты и выгодны для покупателей.

Максимальная скорость .....	85 км/ч
Вместимость автобуса:	
- при двойном ряде .....	46 мест
- при двойном	
и одинарном ряде .....	35 мест
- стоячих мест .....	60
Диаметр поворота .....	20,6 м
Расход топлива:	
210 м <sup>3</sup> (семь газовых баллонов	
по 30 м <sup>3</sup> ) на 300 км.	
Двигатель OM 457 G,	
мощность 299 л. с., n = 2 000 мин <sup>-1</sup> .	
Рабочий объем цилиндров 11 967 см <sup>3</sup> ,	
число цилиндров – 6 (рядное).	
Масса:	
- общая (незагруженная) ..	11680 кг
- максимум (с грузом) .....	18 000 кг
Размеры:	
- общая длина .....	11 975 мм
- общая ширина .....	2 500 мм
- высота .....	2 980 мм

### ООО «ИранРосАвто» & ООО «НордВестАвтоТрейд»

Иранский автобус OM 457G – OSG , изготовленный по лицензии немецкой компании «Мерседес»



- Автобус на КПГ обеспечивает требования «Евро-3»
- Высокая надежность
- Простота эксплуатации и ремонта
- Выгодные условия
- Разумные цены
- Рассрочка платежа

188950, Ленинградская область, Выборгский район, г. Каменногорск, ул. Песчаная Промплощадка  
Тел/факс 8 (81378) 49 991 e-mail: rfgaziev@mail.ru  
Контактное лицо: Гетьман Виктор Васильевич +7 906 276-74-07





## Новые газодизельные системы питания с электронным управлением «РАРИТЭК-1-КАМАЗ»

В настоящее время в эксплуатации находится большое количество автомобилей «КамАЗ» (рис. 1, 2) с турбированными двигателями и механическими регуляторами топливного насоса высокого давления (ТНВД) (740.11.240, 740.13.260 и др.).

**Т**радиционные механические газодизельные системы, хорошо зарекомендовавшие себя на безнаддувных модификациях двигателей «КамАЗ», были применены с небольшими доработками и для турбированных двигателей, но не смогли обеспечить оптимальное соотношение и равномерность подачи запальной дозы дизельного топлива и газозооушной смеси, что приводило, в отдельных случаях, к возникновению аварийных ситуаций в процессе эксплуатации – детонации и прогару поршней. Учитывая большую популярность механических газодизельных систем, специалисты ООО «РаритЭК» провели их глубокую модернизацию – внедрено электронное управление подачей газа с учетом давления, температуры и режима работы двигателя. Новый газоди-

зельный комплект с электронным управлением получил торговое название «РАРИТЭК-1-КАМАЗ».

Штатная дизельная система питания при использовании газодизельного комплекта с электронным управлением подвергается также большим переделкам и дорабатывается до современного уровня – насос заменяется на топливный насос с рейкой, управляемой электромагнитом, на двигателе устанавливаются датчики и исполнительные механизмы. Такая дизельная система может обеспечивать более высокие требования по выбросам вредных веществ с отработавшими газами. Поэтому на практике комплект газодизельного ГБО с ЭСУ-ГДД «РАРИТЭК-1-КАМАЗ» не только позволяет двигателю работать в газодизельном режиме, экономя при этом дорогостоящее

и дефицитное жидкое дизельное моторное топливо, но и существенно улучшает работу дизеля в штатном режиме на дизельном топливе, а за счет встроенных функций позволяет оснастить двигатель и автомобиль рядом дополнительных возможностей, повышающих потребительскую привлекательность автомобиля с установленной на него газодизельной системой с ЭСУ-ГДД. В настоящее время газодизельный комплект «РАРИТЭК-1-КАМАЗ» прошел испытания в НТЦ «КамАЗ» и сертификационные испытания.

### Описание газодизельной системы питания с ЭСУ-ГДД «РАРИТЭК-1-КАМАЗ»

Комплект газодизельного оборудования «РАРИТЭК-1-КАМАЗ» рассчитан на применение с двигателями мощностью от 180 до 300 л.с. моделей КамАЗ-740; -7403; -7408; -740.11-240; -740.13-260; -740.30; -740.62-280 и их модификаций (рис. 3).



Рис. 1. Автомобиль «КамАЗ-65116»



Рис. 2. Автомобиль «КамАЗ-65115»



Рис. 3. Участок установки ГБО «РАРИТЭК-1-КАМАЗ» на автомобиль с дизельным двигателем

### Работа газодизельной системы под управлением ЭСУ-ГДД

Принципиальная схема газодизельной системы с ЭСУ-ГДД для автомобилей «КамАЗ» с двигателями 740.11-240 и 740.13-260 показана на рис. 4.

Электронный блок управления 1 (ЭБУ) управляет ТНВД и подачей газа по сигналу электронной педали 2, установленной в кабине водителя. Штатный ТНВД с механическим регулятором доработан: крышка, рычаги и грузики регулятора удалены

из топливного насоса. Изготовлена оригинальная крышка, в которой установлен электромагнитный привод рейки 3 и датчик положения рейки 4. Дизельное топливо подается через отсеchnый клапан 6, на котором установлен датчик температуры дизельного топлива 5. Водитель нажимает на педаль 2, сигнал поступает в ЭБУ, блок которого подает команду передвинуть рейку на требуемую подачу дизтоплива. Отсеchnый клапан выполняет защитную функцию – отключает подачу дизтоплива в случае, когда мотор «уходит в разнос» на повышенные частоты вращения коленчатого вала (КВ) двигателя. Датчик температуры корректирует подачу дизтоплива, в частности, при пуске (пуск холодного двигателя или прогретого). Датчик синхронизации 7 является основным, если с датчика

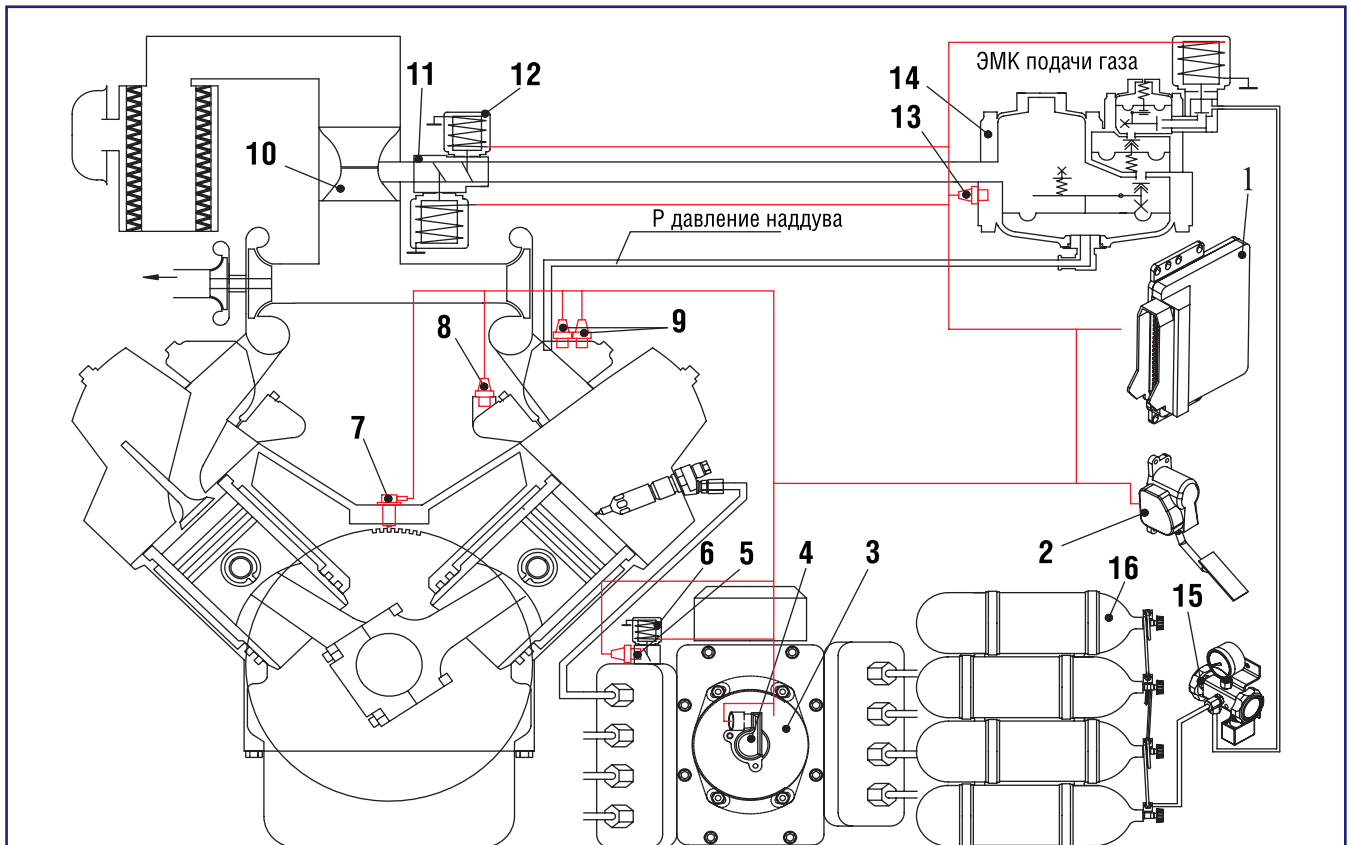


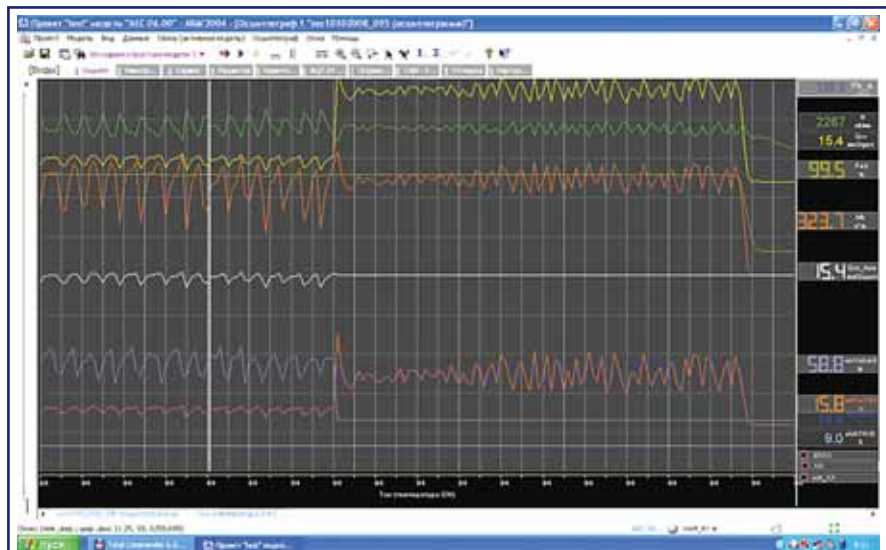
Рис. 4. Принципиальная схема газодизельной системы питания с ЭСУ-ГДД для автомобилей «КамАЗ» с двигателями 740.11-240, 740.13-260: 1 – электронный блок управления; 2 – электронная педаль; 3 – электромагнитный привод рейки ТНВД; 4 – датчик положения рейки ТНВД; 5 – датчик температуры дизельного топлива; 6 – отсеchnый клапан дизтоплива; 7 – датчик синхронизации частоты вращения КВ двигателя; 8 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 9 – датчики температуры и давления воздуха; 10 – смеситель газа; 11 – регулятор подачи газа; 12 – отсеchnый клапан подачи газа; 13 – датчик температуры газа; 14 – газовый редуктор; 15 – заправочная крестовина; 16 – газовый баллон

не поступает сигнал о вращении коленчатого вала двигателя, система не работает. В зависимости от подаваемого с датчика синхронизации сигнала корректируется количество подаваемого дизтоплива и соответственно газа и запальной дозы в газодизельном режиме. Датчик температуры охлаждающей жидкости 8 и датчик давления и температуры воздуха 9 нужны для коррекции количества топлива (контроль соотношения топлива и воздуха) в обоих режимах. Датчик температуры газа 13 служит для расчета и коррекции количества газа и разрешения перехода в газодизельный режим после прогрева двигателя и газа. Количество газа, поступающего в двигатель, зависит от угла открытия регулятора подачи газа 11. Регулятором управляет ЭБУ по заложенным в его памяти алгоритмам и сигналу от педали 2. Отсечной клапан подачи газа 12 выполняет дополнительные защитные функции: прекращает подачу газа в режиме принудительного холостого хода, когда необходимо закрыть регулятор подачи газа на высоких частотах вращения КВ двигателя синхронно с отключением подачи дизтоплива. Электромагнитный клапан на входе в редуктор открыт постоянно при включенной клавише газодизельного режима и включенном ключе зажигания.

### **Калибровка газодизельной системы питания с ЭСУ-ГДД**

#### **Окно программного комплекса АКМ2004 «осциллограф»**

Осциллограф, встроенный в АКМ2004, во время движения автомобиля записывает показания датчиков и параметры работы двигателя (синий – давление наддувочного воздуха; желтый – подача дизтоплива, мм<sup>3</sup>/цикл; зеленый – частота вращения коленчатого вала двига-



**Рис. 5.** Осциллограмма показателей датчиков и параметров работы двигателя дизельного автомобиля в газодизельном режиме

теля; красный – крутящий момент; белый – запальная доза дизтоплива; голубой – подача газа, в % открытия газовой заслонки; оранжевый и синий – ход рейки ТНВД). График желтого цвета демонстрирует величину подачи дизтоплива при переходе с газодизеля в дизельный режим с 16 мм<sup>3</sup>/цикл на 100 мм<sup>3</sup>/цикл на номинальных частотах вращения КВ двигателя 2200 мин<sup>-1</sup> (рис. 5).

Осциллограмма может записывать и сохранять параметры работы двигателя в процессе отладки и существенно упрощает процедуру регулировки за счет наглядного представления основных параметров работы двигателя, что позволяет оперативно диагностировать состояние газодизеля во время движения автомобиля, сравнивать работу в дизельном и газодизельном режимах, оптимизировать настройки в условиях офиса на основе анализа сохраненного материала.

### **Диагностика и обслуживание газодизельной системы питания с ЭСУ-ГДД**

Диагностика состояния системы управления и отдельных датчиков

производится постоянно в процессе работы двигателя с встроенной системой.

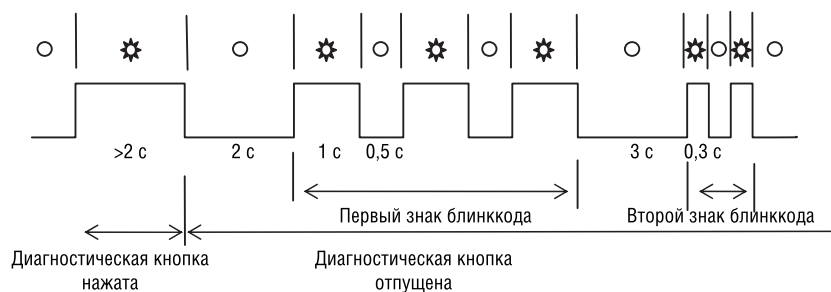
После каждого включения зажигания проводится тест диагностической лампы двигателя – лампа загорается на 3 с. Если диагностическая лампа продолжает светиться более 3 с или загорается в процессе работы двигателя, то это означает, что в системе управления двигателем возникла неисправность. Информация о данной неисправности хранится в электронном блоке и может быть считана в любое время с помощью диагностического прибора или с помощью лампы и кнопки диагностики. После устранения неисправности диагностическая лампа перестает светиться.

Диагностика двигателя с помощью лампы диагностики проводится в следующей последовательности:

1. Нажать и удерживать кнопку диагностики более 2 с.

2. Отпустить кнопку диагностики – лампа диагностики начинает индцировать блинккод (двухзначное число) неисправности двигателя в виде нескольких длинных вспышек (первая цифра знака блинккода) и нескольких коротких

**Пример:** при физической ошибке датчика температуры наддувочного воздуха (блинккод 32) лампа диагностики просигналиит три длинные вспышки – 1 с, и после трехсекундной паузы две короткие вспышки длительностью 0,3 с.



**Например:**

Описание неисправности	Блинккод	Ограничения	Порядок устранения неисправности
Неисправность педали газа	11	$n_{\max} = 1900 \text{ мин}^{-1}$	Проверить подключение педали газа. Обратиться в сервисный центр
Неисправность датчика атмосферного давления	12	$N_{\max} \approx 300 \text{ л.с.}$	Можно продолжать движение. Обратиться в сервисный центр
Физическая ошибка датчика атмосферного давления	13		

вспышек (вторая цифра знака блинкокода).

3. Следующее нажатие кнопки диагностики покажет блинккод следующей неисправности. Таким образом, выводятся все неисправности, хранящиеся в электронном блоке. После вывода последней сохраненной неисправности выводится первая неисправность.



Рис. 6. Диагностический тестер «Аскаан-10» 24В

Для стирания неисправностей из памяти блока управления при нажатой кнопке диагностики следует включить зажигание и удерживать кнопку диагностики около 5 с.

Для более детальной диагностики и определения состояния рабочих параметров отдельных исполнительных механизмов и датчиков необходимо воспользоваться диагностическим тестером «АСКАН-10» 24В (рис. 6). Для работы с газодизелем необходимо прогрузить специальную прошивку. Информацию по тестеру и прошивкам можно найти по адресу <http://www.abit.spb.ru/ascan10.htm>.

Дополнительные возможности системы в дизельном и газодизельном режимах:

- диагностика неисправностей с помощью кнопки диагностики неисправностей и наличие блинккодов, указывающих на неисправность;

- переключатель фиксированного ненагруженного холостого хода №1 на частотах вращения КВ двигателя  $1000 \text{ мин}^{-1}$  используется для ускоренного прогрева двигателя;

- переключатель фиксированного ненагруженного холостого хода № 2 на частотах вращения КВ двигателя  $1500$  или  $2000 \text{ мин}^{-1}$  используется при наличии привода от отбора мощности оборудования;

- круиз-контроль;
- контроль работы сцепления, тахометра, тахографа;
- блокировка стартера;
- стояночный и моторный тормоза и АБС.

В настоящее время дальнейшее развитие электронных газодизельных систем питания ведется в направлении совершенствования алгоритмов управления, повышения надежности и точности регулирования и разработки специализированных исполнительных механизмов. Ведутся также работы по адаптации системы на двигатели отечественного производства – двигатели ЯМЗ (комплект ГБО «РАРИТЭК-1-ЯМЗ») и двигатели Д-245/247 (комплект ГБО «РАРИТЭК-1-Д245»). По результатам маркетинговых исследований, формирования значительного потребительского спроса и наличию большого заказа возможна также адаптация на другие модели двигателей как отечественного, так и импортного производства.

**Материалы предоставлены  
ООО «РаритЭК»**

## От редакции

Редакция журнала просит подписчиков журнала высылать подписанные накладные с печатями по адресу: 113304, г. Москва, ул. Луганская, д. 11, оф. 304

# Газовая моторизация в границе ответственности ООО «Газпром трансгаз Ставрополь»

**И.М. Коклин,**  
зам. директора НЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Ставрополь»,  
**А.Д. Прохоров,**  
зав. кафедрой РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, д.т.н.

В статье рассмотрены вопросы и проблемы газовой моторизации Северного Кавказа в зоне ответственности ООО «Газпром трансгаз Ставрополь», излагаются выводы и даются предложения по расширению использования газомоторного топлива, как наиболее доступного альтернативного вида топлива в Южном Федеральном округе.

ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» – крупнейшее газотранспортное предприятие Юга России, представляет собой многоуровневую, сложную, организационно-технологическую систему, обеспечивающую поставку газа потребителям Северного Кавказа государствами ближнего и дальнего зарубежья (Кавказские республики и Турцию).

Развитие системы магистральных и распределительных газопроводов в регионе предопределило условия создания сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), включающей 12 станций с общей производительностью 4250 заправок в сутки, по объему 85 млн.  $\text{м}^3$  в год и возможностью заправки транспорта, кроме внутригородского, следующего по Федеральной автодороге «Кавказ» [1].

Мощность АГНКС (рис. 1) позволяет ежегодно экономить не ме-

нее 90 тыс. т жидкого нефтяного топлива, что значительно снижает себестоимость перевозок и существенно уменьшает вредные выбросы в атмосферу. А это для региона с уникальной природой очень важно. Особенно важную роль в оздоровлении окружающей среды играют АГНКС, эксплуатируемые в городах-курортах (Пятигорск, Ессентуки, Минеральные Воды), относящихся к эколого-охраняемому региону Кавказских Минеральных Вод – природной жемчужине Земли!

Газовую моторизацию необходимо рассматривать, как параллельное (синхронное) решение двух задач: разработка газозаправочных технологий и перевод технических средств на газомоторное топливо (ГМТ).

Что касается первой задачи, то в ООО «Газпром трансгаз Ставрополь», как и во всей России, она была решена в течение 10 лет – газотранспортная

сеть динамично загружалась за счет планового перевода автотранспорта крупных автотранспортных предприятий региона на газомоторное топливо. Но в начале 90-х гг. прошлого века в связи с распадом Советского Союза общеэкономическая обстановка в России оказала влияние на существенное уменьшение промышленного производства, что значительно снизило грузоперевозки автотранспортом. Крупные автотранспортные предприятия остались без заказов, из-за этого существенно снизилась загрузка АГНКС, и заправочная сеть оказалась убыточной.

В такой ситуации РАО «Газпром» приняло важное решение (приказ № 43 от 29.09.1994 г.) «О неотложных мерах по расширению использования сжатого природного газа в качестве моторного топлива», которое ориентировало предприятия газовой промышленности на переоборудование техники на КПГ (прежде всего собственной), создание пунктов сервисного обслуживания автомобилей с газобаллонными установками (ГБУ), организацию совмещенных заправок (СУГ и КПГ), повышение уровня информированности местных региональных органов власти, руководителей предприятий и населения о свойствах, преимуществах и опыте использования природного газа в качестве моторного топлива в разных областях и, в первую очередь, на автотранспорте и в сельском хозяйстве.

Уже в декабре 1994 г. в компании создаются два пункта по переоборудованию автомобилей, в последующем еще четыре пункта. Все эти пункты сертифицированы в соответствии с требованиями ОКУН 017601-017604, в гг. Невинномысск, Георгиевск и Моздок работают пункты по переосвидетельствованию газовых баллонов [2].

Итоги газовой моторизации в регионе необходимо рассматривать по трем направлениям использования газомоторного топлива: собственным



Рис. 1. Заправка автотранспорта КПГ на АГНКС

Количество пунктов по переоборудованию автотехники и реализация КПГ в 1994-2008 гг.

Показатели	Годы															Итого
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Переоборудовано всего, ед.	39	125	159	148	176	268	362	208	266	197	310	334	210	198	133	3129
В том числе ООО «Кавказтрансгаз»	21	47	107	25	64	40	32	17	13	16	2	23	19	24	12	354
Сторонними организациями и частными лицами	18	78	52	123	112	228	330	191	253	181	188	311	191	174	121	2775
Реализация КПГ, млн.м <sup>3</sup>	8,5	9,1	7,2	6,5	6,7	8,2	11,4	16,4	20,4	25,5	31,2	47,2	60,2	65,3	62,1	354,6

(ведомственным) автотранспортом и специальной техникой; транспортом общепромышленного назначения, пассажирским и легковым; транспортом сельскохозяйственного назначения и сельхозмашинами [3-5].

Действующие пункты переоборудования техники, функционирующие линии по переосвидетельствованию газовых баллонов в совокупности с использованием передвижных автогазозаправщиков (ПАГЗ) существенно влияют на итоги газовой моторизации в ООО «Газпром трансгаз Ставрополь».

В табл. 1 приведены результаты работы пунктов и динамика роста реализации КПГ.

Создание участков по переоборудованию позволило вести планомерно работы по установке ГБО на автомобили практически всех марок и типов.

Особенно результативно работает невинномысский пункт, где освоена технология установки ГБО на 57 типах автотранспортных средств (АТС): грузовые, пассажирские, специальные, грузоподъемные. На этом пункте освоена технология переоборудования тракторной техники для работы на КПГ.

Так, в 1997 г. совместно со специалистами ООО «ВНИИГАЗ» на участке по переоборудованию проведены работы по переводу трактора К-700А для работы на КПГ. Испытания трактора в Кубанском научно-исследовательском институте по испытанию тракторов и сельскохозяйственных машин показали, что на работах общего назначения и транспортных работах производительность трактора повышается до 11%, экономия жид-

кого топлива достигает 22%, а в стоимостном выражении – до 25%.

В последующем были переведены на КПГ тракторы К-701, МТ-380, МТ-382.

Необходимо подчеркнуть и тот факт, что впервые в России специалистами ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» был оснащен газобаллонной установкой гусеничный трактор ДТ-75.

Производственный и интеллектуальный потенциал участка по переоборудованию АТС позволяет выполнять научно-опытные работы по перспективным направлениям развития газовой моторизации.

Совместно с ООО «ВНИИГАЗ» и МАДИ (ГТУ) были проведены работы по конвертированию дизельных двигателей отечественного и зарубежного производства («RABA-MAN», «КамАЗ-740») в газовый [6], а сотруд-

ничество с Саратовским предприятием «Дизельавтоматика» обогатило опытом монтажа и наладки микропроцессорной системы регулирования газодизелей.

Наряду с переоборудованием автотракторной техники на участке была введена в строй линия по освидетельствованию газовых баллонов с возможностью выполнения сервисного обслуживания газобаллонных установок.

В начальный период на участке устанавливалось на автомобили газобаллонное оборудование (ГБО) отечественного производства – заводов «Аскольд», РЗАА, ОАО «НЗГА». В настоящее время участок оснащен диагностическим оборудованием, что позволяет освоить технологию переоборудования для работы на КПГ автомобилей зарубежного производства таких фирм, как «Мерсе-



Рис. 2. ПАГЗ-3000-25-1 заправляется на АГНКС (г. Ставрополь)

дес», «Хьюндай», «Дэу», «Мицубиси», «Пежо», «Фольксваген», «Тойота».

Тесное сотрудничество с ЗАО «Автосистема» (г. Москва) дает возможность устанавливать газоиспользующее оборудование нового поколения и переводить на газодизельный цикл дизели производства заводов «КамАЗ», «ЯМЗ», а также ЗИЛ-5301 «Бычок». Совместно с ЗАО «Автосистема» выполнена большая работа по разработке схем размещения баллонов на спецавтомобилях: поливомоечном, мусоровозе, автогидропогрузчике, автокране, пескоразбрасывателе, автобусе А-4612.

Важным результатом такой работы является разработка и освоение способов размещения ГБО на специальных машинах, обслуживающих сельскохозяйственное производство.

В рыночно-кризисных условиях газификация ведомственного транспорта имеет важную роль с точки зрения собственной выгоды и служит реальным примером для потенциальных потребителей. Большое значение для популяризации использования КПГ имеет и то, что газификация автомобилей, принадлежащих работникам компании, производится на льготных условиях [7].

Результативность газовой моторизации в ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» во многом определяется использованием передвижных автомобильных газозаправщиков. В настоящее время в ООО эксплуатируется шесть ПАГЗов, в том числе ПАГЗ-5000-25-1; ПАГЗ-2-800-4; ПАГЗ-3000-25-1 (завод «Баррикады», г. Волгоград) (рис. 2).

Интерес представляет опыт эксплуатации первого ПАГЗ-5000-25 с двигателем ОКБ «Союз» (г. Казань), который эксплуатируется в Невинномысском ЛПУМГ с 1996 г. За этот период проведены пусконаладочные работы, обучен персонал, разработана эксплуатационная документация. Проводились пробные заправки на автотрассе Ростов – Баку (16 км от АГНКС), организовывалась полевая газозаправка газодизельных автомобилей автоколонн 1202 и 1316 (г. Ставрополь) при уборке урожая свеклы в колхозе им. Чапаева Кочубеевского района, что позволило уменьшить холостые пробеги.

ПАГЗ используется как резервный источник заправок на Черкесской АГНКС во время аварийного выхода из строя силового электрокабеля, а также при плановых остановах АГНКС (рис. 3).

С 1997 г. началась доставка КПГ в колхоз-племзавод «Казьминский», расположенный от АГНКС на расстоянии 40 км. На основании опыта разработана и используется стационарно-передвижная схема работы ПАГЗ-5000-25 [8].

В период подготовки к функционированию данной схемы выполнены мероприятия, определенные приказом по ЛПУМГ № 279/п от 25 октября 1999 г.:

- оборудована площадка базирования ПАГЗ с подводом кабеля и монтажом блока сигнализации;

- обучены и аттестованы операторы-надомники газораспределительной станции (ГРС) по профессии «наполнитель баллонов»;

- разработана инструкция по функционированию схемы;

- подготовлена эксплуатационная документация (схемы, журналы передачи ПАГЗ, инструкции по безопасности, графики и т.п.) по заправке ПАГЗ на Невинномысской АГНКС;

- произведен допуск к самостоятельной работе операторов Казьминской ГРС;

- определен порядок доплаты операторам ГРС за обслуживание ПАГЗ.

Схема позволила рационально использовать тягач автогазозаправщика, внедрив «челночный» принцип, сократить время на переезды, уменьшить обслуживающий персонал, расширить зону использования КПГ в сельской местности, в том числе и для сельхозмашин. Использование такой схемы существенно повышает загрузку АГНКС, поднимает эффективность работы ПАГЗов. Принцип схемы позволяет использовать персонал ГРС малой производительности, дает возможность решать задачу установки мини-АГНКС с привязкой их к ГРС и обслуживать АГНКС операторами ГРС.

Работа подобных схем может быть использована при заправках КПГ на предприятиях, эксплуатирующих малоподвижную технику (автопогрузчики, бульдозеры, маневровые тепловозы и т.п.).

Практический опыт подтвердил необходимость оснащения малозагруженных АГНКС ПАГЗами, как способа вывода станций из зоны убыточности [9], а также для газоснабжения потребителей при отказах на ГРС и их остановках на ремонт.

Следует отметить такой элемент газовой моторизации, как использование мини-АГНКС типа МКЗУ-50,



Рис. 3. ПАГЗ заменяет АГНКС, которая находится на профилактике

Таблица 2

### Результаты использования ГМТ на АТС в колхозе «Руно» в 2003-2008 гг.

Показатели	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Количество автомобилей в хозяйстве, шт.	20	20	20	20	20	17
В том числе газобаллонных, шт.	9	10	10	11	11	11
Пробег газифицированных автомобилей за год, тыс. км	146,2	105,4	173,5	171,0	148	130,8
Сумма прибыли от использования газа, тыс. руб.	365	197	340	322	771,9	477,9
Величина снижения себестоимости перевозок (услуг), %	42	38	36	26,3	25	24

Таблица 3

### Результаты использования ГМТ на АТС в колхозе «Казьминский» в 2003-2008 гг.

Показатели	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Количество автомобилей в хозяйстве, всего шт.	159	226	226	228	240	229
В том числе газобаллонных, шт.	98	122	129	130	127	123
Пробег газифицированных автомобилей за год, тыс. км	1548	1716	1638	1557	1791	2202
Сумма прибыли от использования газа, тыс. руб.	1069	2540	3386	4409	5636	7648
Величина снижения себестоимости перевозок (услуг), %	34,6	28	26,3	24,4	25,5	31,6

смонтированной на КС Сальская (рис. 4).

Результаты эксплуатации в 2008 г. характеризуются следующими показателями:

- количество заправок – 800 ед.;
- отработано моточасов – 200;
- общий объем выработанного ГМТ – 37 382 м<sup>3</sup>;
- количество АТС на промплощадке – 21 ед., из них используют ГМТ – 8;
- экономическая эффективность за год составила 594 150 руб.

На промплощадке эксплуатируются почти 40% АТС с использованием природного газа с весьма ощутимым экономическим эффектом.

Одной из проблем, сдерживающих применение природного газа в качестве моторного топлива, является недостаточно развитая региональная автогазозаправочная сеть. Решение этой важной задачи, имеющей общегосударственное значение, возможно только путем разработки методологии построения такой сети с использованием принципов комбинированности [10].

Создание охватывающей системы газозаправок может базироваться на разветвленной сети магистральных газопроводов в сочетании с существующими и проектируемыми поселковыми и межпоселковыми распределительными газопроводами. Для повышения их надежности следует использовать методы секционирования и кольцевания, подключение к многониточным магистральным газопроводам с установкой разделительной запорной арматуры там, где имеется двухстороннее питание, и т. п.

Предлагается комбинированный комплексный подход к созданию газозаправочной сети районов и городов со следующими мерами: возможностью использования существующих АГНКС; привязкой АГНКС к магистральным газопроводам, размещением их на подземных хранилищах газа (ПХГ), КС, ГРС, РЭП; размещением ожигателей на ГРС с использованием сжиженного природного газа (СПГ) для заправки техники и коммунально-бытовых нужд; размещением газонаполнительных станций сжиженного углеводородного газа (СУГ) на АГНКС;

размещением блочных мини-АГНКС в городах и населенных пунктах с подключением их к межпоселковым сетям низкого давления (0,3; 0,6; 1,2 МПа); использованием межпоселковых газопроводов и сети предприятий для подключения когенерационных установок для автономного электро- и теплоснабжения предприятий и населения.

Предлагаемая идея позволяет создать разветвленную сеть газозаправок, широко внедрять высокоэффективные установки с газовыми двигателями внутреннего сгорания, что дает возможность обеспечить газовым моторным топливом значительное количество техники (автомобилей, сельхозмашин, тепловозов, самолетов), решить две взаимосвязанные народнохозяйственные задачи, связанные с экологией и энергообеспеченностью страны.

Особо важную роль построения комбинированной схемы играет обеспечение газомоторным топливом потребителей села. Доказано, что использование ГМТ может повысить

эффективность сельхозпроизводства путем использования следующих возможностей: снижение удельных затрат на производство до 30-50%; полное и надежное энергообеспечение по доступным ценам; повышение финансовой устойчивости предприятий; снижение техногенного воздействия машинотракторной техники на почву и окружающую среду.

Подтверждением этому могут служить результаты использования ГМТ автотранспортом в таких хозяйствах, как колхозы «Казьминский» и «Руно» Кочубеевского района Ставропольского края (табл. 2, 3).

Поучительным примером в деле использования КПГ в районе является колхоз «Руно», в хозяйстве которого 20 ед. АТС, из них в течение нескольких лет работает 50% на КПГ, и заправка производится на Невинномысской АГНКС, расположенной в 20 км от центральной усадьбы колхоза. Себестоимость снижена на 30%. Наряду с высокой экономической эффективностью существенно повысилась надежность автомобилей. И,



пожалуй, самым значимым для хозяйства является его независимость от поставщиков жидкого нефтяного топлива, особо ощутимо это в сезон уборки урожая.

Как видно, ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» постоянно проводит целенаправленную работу по проблемам газовой моторизации, добивается расширения использования КПГ, получив в 2008 г. следующие результаты:

- переоборудовано АТС – 141 ед;
- переосвидетельствовано газовых баллонов – 2113 шт.;
- общее количество АТС, работающего на КПГ, – 174 ед.;
- сэкономлено жидких нефтяных топлив: бензина – 599,3 тыс. л; дизельного топлива – 68,5 тыс. л;
- получена экономия от использования КПГ ведомственным транспортом – 10,3 млн. руб.;
- реализовано КПГ – 62,2 млн. м<sup>3</sup>;
- прибыль от реализации КПГ – 17 431 тыс. руб.;
- общая загрузка АГНКС – 70,6%.

Необходимо подчеркнуть, что постановлением совместного заседания комиссии при Правительстве Российской Федерации и НП «Российское газовое общество» по использованию природного сжиженного нефтяного газа в качестве моторного топлива, проходившего 21-22 октября 2008 г. в Кисловодске, одобрен опыт ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» в производстве и использовании природного газа в качестве моторного топлива на автотранспорте и сельскохозяйственной технике.

Перспективные задачи газовой моторизации в зоне деятельности ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» вытекают из условий выполнения «Целевой комплексной программы развития газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе, на 2007-2015 гг.» ОАО «Газпром». В соответствии с этой программой газозаправочная сеть Общества расширится почти вдвое, предусмотрено ввести в эксплуатацию еще 22 АГНКС, в том числе в городах Изобильный, Светлоград, Буденовск, Нефтекумск, Кисловодск, Пятигорск, Минеральные Воды, в сельских населенных пунктах Майский, Новоалек-



Рис. 4. Заправка автотранспорта МКЗУ-50

сандровское, Ипатово, Казьминское. Наряду с развитием газозаправочной сети целевой программой предусматривается создание инфраструктуры, в составе которой восемь пунктов по переоборудованию и обслуживанию газоиспользующей техники.

Необходимо отдельно отметить важность строительства АГНКС в селе Казьминское, что даст возможность решить задачу стратегического значения – перевод сельхозтехники колхоза «Казьминский» на газомоторное топливо.

Эколого-охраняемый регион, каким являются Минеральные Воды, уникальная природа Северного Кавказа диктуют необходимость решать проблему сжижения природного газа для широкого использования его в сельском хозяйстве, в аэропортах региона и населенных пунктах горных районов.

Существенным моментом, обеспечивающим успех в газовой моторизации предприятия ООО «Газпром трансгаз Ставрополь», является организация подготовки квалифицированного персонала для эксплуатации как газозаправочной, так и газоиспользующей техники на базе собственных учебных заведений – учебно-производственного центра (пос. Рыздвяный), учебно-курсового комбината (г. Невинномысск) и Невинно-

мысского филиала кафедр РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина [10].

Следует указать на сложности в решении задачи газовой моторизации, с которой сталкивается предприятие:

- длительность сроков получения оборудования через «Газэмпэкс» с разницей в цене приобретения в 2-3 раза выше, чем от заводов-изготовителей;
- высокая стоимость газовых баллонов, заказываемых дочерними обществами мелкими партиями;
- непомерно длительная процедура оформления разрешительных документов по землеотводу, повышающая длительность строительно-монтажных работ АГНКС в 3-4 раза.

### Выводы и предложения

1. Опыт работы по газовой моторизации ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» требует обобщения и распространения.

2. Ставропольский край, как аграрный регион, необходимо определить опорным в Южном Федеральном округе по выполнению решений Госсовета Российской Федерации (от 18.10.2004 г., Пр. № 1686 ГС) по переводу на ГМТ сельскохозяйственной техники.

3. Использовать накопленный опыт применения ГМТ в Кочубеев-

ком районе, считать его базовым на Ставрополье по использованию КПГ в сельскохозяйственном производстве, разработав полигон внедрения на базе колхоза «Казьминский».

4. Для практических работ по переводу дизельных двигателей на ГМТ определить пункт перевода техники в г. Невинномысск «Кавказавтогаз» ООО «Газпром трансгаз Ставрополь», как базовый центр Северного Кавказа по переводу автотракторной техники на газомоторное топливо, внедрению, апробации нового газоиспользующего оборудования и обучения персонала.

5. В целях расширения применения сжиженного природного газа в качестве моторного топлива в аэропортах Северного Кавказа ООО «ВНИИГАЗ» разработать научно-технические мероприятия по использованию СПГ в авиации с учетом оздоровления окружающей среды региона.

6. Рекомендовать администрации Ставропольского края разработать мероприятия по практическому выполнению «Целевой комплексной программы развития газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе, на 2007-2015 гг.» ОАО «Газпром» и инициировать принятие Думой края закона «Об использовании природного газа в качестве моторного топлива в Ставропольском крае».

7. Для обеспечения выполнения целевой комплексной программы просить Правительство РФ издать распоряжение, обязывающее власти на местах оформлять земли под строительство АГНКС в сроки не более трех месяцев со дня поступления заявления.

8. Просить ОАО «Газпром» (департамент по транспортировке, хранению и использованию газа) решить вопрос централизованного заказа газовых баллонов на заводах-изготовителях по заявкам дочерних обществ.

9. С учетом высокой эффективности использования КПГ на КС Сальская, где эксплуатируется мини-АГНКС, и для выполнения антикризисных мероприятий, по нашему мнению, необходима постановка задачи и создание

условий для ее выполнения – внедрение на КС ОАО «Газпром» газозаправочных установок отечественного производства подобно МКЗУ-90, что позволит довести уровень газификации моторной техники в отрасли до 50%. А это – около 20 тыс. ед.

10. С учетом важности газовой моторизации на селе в деле его воз-

рождения просить зам. председателя правительства РФ, председателя совета директоров ОАО «Газпром» Зубкова В.А. взять под личный контроль выполнение хода реализации «Целевой комплексной программы развития газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе, на 2007-2015 гг.».

## Литература

1. **Зиновьев В.В., Коклин И.М., Величко Н.Н., Воробьев А.В.** Опыт переоборудования и эксплуатации газобаллонной техники в ООО «Кавказтрансгаз». – Газовая промышленность. – М., 2001, № 9.

2. **Коклин И.М.** Система практической работы в области расширения использования газа в качестве моторного топлива в ООО «Кавказтрансгаз» на примере опыта Невинномысского ЛПУМГ. – М.: ООО ИРЦ «Газпром». Обз. инф. Сер. Газификация. Природный газ в качестве моторного топлива. Использование газа. – 2002.

3. **Коклин И.М.** Использование природного газа на ведомственном транспорте. – М.: ООО ИРЦ «Газпром». НТС. Сер. Газификация. Природный газ в качестве моторного топлива. Подготовка, переработка и использование газа. – 1999, № 3.

4. **Коклин И.М.** Опыт эксплуатации газобаллонных тракторов. Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2000, № 7.

5. **Коклин И.М., Наумов О.П., Савельев Г.С.** Эксплуатационные испытания тракторов, переоборудованных для работы на компримированном природном газе. – М.: Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008, № 10.

6. **Коклин И.М., Прохоров А.Д., Хачиян А.С.** Эксплуатационные испытания автотранспортных средств, работающих на газомоторном топливе. Газификация транспорта Сочинского узла: материалы заседания секции «Распределение и использование газа». – НТС. М.: ООО ИРЦ «Газпром» (г. Сочи 21-23 мая 2008). – 2008.

7. **Коклин И.М.** Газификация собственной техники в Невинномысском ЛПУМГ. – М.: ОАО «Газпром» ИРЦ. Материалы НТС «Опыт эксплуатации газовой аппаратуры транспортных средств и пути ее совершенствования». Сер. Газификация. Природный газ в качестве моторного топлива. Подготовка, переработка и использование газа. – 1999, № 7-9.

8. **Коклин И.М., Лагашкин М.И.** Стационарно-передвижная схема работы ПАГЗ-5000-25 – фактор загрузки АГНКС и повышения эффективности использования заправщика. – М.: ООО ИРЦ «Газпром». НТС. Сер. Газификация. Природный газ в качестве моторного топлива. Подготовка, переработка и использование газа. – 2001, № 6.

9. **Коклин И.М., Прохоров А.Д., Черепенников А.Н.** Пути вывода крупногабаритных АГНКС из зоны убыточности. – Газовая промышленность. – 2001, №9.

10. **Коклин И.М.** Комбинированная схема обеспечения газомоторным топливом. – М.: ООО ИРЦ «Газпром». НТС. Сер. Газификация. Природный газ в качестве моторного топлива. Подготовка, переработка и использование газа. – 2001, № 4.

11. **Коклин И.М., Кубышев С.Н., Прохоров А.Д., Пятибрат А.Ф.** Газораспределительные станции. Опыт эксплуатации, модернизации и реконструкции. ГРС как элемент сети обеспечения газомоторным топливом. – М.: ООО ИРЦ «Газпром». НТС. Сер. Транспорт и подземное хранение газа. – 2001.

12. **Коклин И.М.** Подготовка персонала ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» – фактор роста использования КПГ. – М.: ООО ИРЦ «Газпром». НТС. Сер. Транспорт и подземное хранение газа. – 2008, № 2.



# Автомобильные газовые топливные системы фирмы «САГА»

В.А. Щербинин, главный конструктор НПФ «САГА»

В предыдущей статье в журнале № 2 (8) 2009 г. изложены особенности конструкторских решений элементов АГТС «САГА-7» и ее применение. Рассмотрим выполнение требований Правил № 110 ЕЭК ООН и отечественных нормативных документов по обеспечению пожарной безопасности при установке АГТС «САГА-7» на транспортные средства.

## 1. Выполнение требований Правил № 110 ЕЭК ООН с учетом особенностей конструкторских решений АГТС «САГА-7»

Текст о выполнении требований в настоящей выписке из Правил № 110 ЕЭК ООН выделен жирным курсивным шрифтом.

### Разд. 17. Требования к установке элементов специального оборудования для использования сжатого природного газа в двигателе транспортного средства.

17.3.1. Система СПГ должна иметь, по крайней мере, следующие элементы оборудования:

17.3.1.15. Газонепроницаемый кожух для элементов оборудования, установленных внутри багажного отделения и пассажирского салона.

**Элементы специального оборудования АГТС «САГА-7» не требуют дополнительных газонепроницаемых кожухов, так как сбор и отвод возможных утечек газа за пределы транспортного средства выполнен в самой конструкции элементов и монтажной схеме АГТС «САГА-7» на транспортном средстве.**

17.5. Вспомогательное оборудование баллона (баллонов) или резервуара (резервуаров).

17.5.5. Газонепроницаемый кожух на баллоне (баллонах).

**Роль газонепроницаемого кожуха на баллоне выполняет ventиль баллона специальной конструкции и монтажная схема АГТС «САГА-7» на транспортном средстве.**

17.5.5.1. Газонепроницаемый кожух, надеваемый поверх арматуры баллона (баллонов) и отвечающий требованиям пунктов 17.5.5.2-17.5.5.5, устанавливается на топливном баллоне, за исключением случаев, когда баллон (баллоны) устанавливается (устанавливаются) с внешней стороны транспортного средства.

**Газонепроницаемый кожух (ventили баллонов АГТС «САГА-7») установлен на каждом баллоне, которые располагаются с внешней стороны транспортного средства для обеспечения пожарной безопасности и простоты эксплуатации ТС.**

17.5.5.2. Газонепроницаемый кожух должен иметь открытый выход в атмосферу, при необходимости через соединительный шланг и отводящий патрубок, которые должны быть стойкими к действию СПГ.

17.5.5.3. Вентиляционный канал газонепроницаемого кожуха не должен отводить газы в надколесную арку или в направлении источника тепла, например, системы выпуска отработавших газов.

**Вентиляционный канал системы «САГА-7» отводит газ утечки в**

**атмосферу за пределы транспортного средства или систему питания двигателя воздухом, через соединительные шланги (рукава гофрированные), которые стойки к СПГ.**

17.5.5.4. Минимальная площадь сечения любого соединительного шланга или отводящего патрубка, проходящего по дну кузова механического транспортного средства и предназначенного для вентиляции газонепроницаемого кожуха, должна составлять 450 мм<sup>2</sup>.

**Площадь сечения соединительного шланга (гофрированного рукава) системы «САГА-7» – 800 мм<sup>2</sup>.**

17.5.5.5. Кожух, надеваемый поверх арматуры баллона (баллонов), и соединительные шланги должны обеспечивать герметичность при давлении 10 кПа, не подвергаясь при этом какой-либо постоянной деформации.

**Роль герметичного кожуха на баллоне выполняет ventиль баллона специальной конструкции.**

**Ventиль баллона специальной конструкции АГТС «САГА-7» и соединительные шланги обеспечивают герметичность при давлении более 10 кПа, не подвергаясь при этом какой-либо постоянной деформации.**

17.5.5.6. Соединительный шланг крепится с помощью хомутов или других средств к газонепроницаемому кожуху и отводящему патрубку, причем соединение между ними должно быть газонепроницаемым.

**Соединительные шланги (гофрированные рукава) крепятся к элементам системы «САГА-7» с помощью хомутов, соединения между ними герметичны.**

17.5.5.7. Газонепроницаемый кожух должен обеспечивать защиту всех элементов оборудования, установленных в багажном отделении или пассажирском салоне.

**Элементы системы «САГА-7» не требуют дополнительных газонепроницаемых кожухов, так как сбор и вывод возможных утечек газа выполнен в самой конструкции элементов и монтажной схеме АГТС «САГА-7».**

17.7. Фитинги или газовые соединения между элементами оборудования.

17.7.2. Трубки из нержавеющей стали должны соединяться только с помощью фитингов из нержавеющей стали.

**В АГТС «САГА-7» применяют трубки из нержавеющей стали 12Х18Н10Т, бесшовные, по ГОСТ 9941–81, обеспечивающие многократное соединение и разъединение.**

**Концы труб развальцованы для соединений трубопроводов по наружному конусу согласно ГОСТ 13954–74, ГОСТ 13956–74, ГОСТ 13957–74.**

17.7.5. Количество соединений должно быть минимальным.

**Элементы специального оборудования системы «САГА-7» сконструированы в крупные агрегаты (многофункциональные элементы оборудования) – количество соединений уменьшено в три раза.**

17.7.7. Топливопроводы, проходящие через пассажирский салон или замкнутое пространство багажного отделения, должны иметь обоснованную необходимую длину и в любом случае должны быть защищены газонепроницаемым кожухом.

**Все топливопроводы системы «САГА-7» защищены газонепроницаемым кожухом – гофрированным рукавом.**

17.7.7.1. Приложения п. 17.7.7. не применяются к транспортным средствам категорий М2 или М3, если топли-

вопроводы и соединения помещены в защитную трубку, стойкую к действию СПГ и имеющую выход в атмосферу.

**Все трубопроводы системы «САГА-7» защищены газонепроницаемым кожухом – гофрированным рукавом, стойким к действию СПГ, имеется выход в атмосферу или систему питания двигателя воздухом.**

17.10. Система переключения вида топлива и электрооборудования.

17.10.3. Конструкция электрических соединений и элементов электрооборудования внутри газонепроницаемого кожуха должна исключать возможность образования электрической искры.

**Датчики утечки газа, находящиеся внутри сборников утечек газа, исключают возможность образования электрической искры, так как к ним подводится импульсное напряжение питания 1,5 В, ограниченное по току до 10 мА.**

## **II. Выполнение «Требований пожарной безопасности для предприятий, эксплуатирующих автотранспортные средства на компримированном природном газе».**

### **Руководящий документ РД 3112199-1069-98**

В соответствии с п. 3.8 РД 3112199-1069-98 предлагаем обоснованные отступления (выделены жирным курсивным шрифтом) от настоящего РД на основании особенностей конструкции АГТС «САГА-7».

**Разд. 4. Требования пожарной безопасности при организации технологических процессов эксплуатации, технического обслуживания и хранения газобаллонных автомобилей.**

4.1. Каждый баллон, установленный на автомобиль, должен иметь вентиль, снабженный предохранительным устройством.

**Баллонный вентиль АГТС «САГА-7» снабжен предохранительным устройством (срабатываемым при определенной температуре). Это металлическая мембрана, которая срабатывает при избыточной температуре и/или давлению.**

4.2. Проверка герметичности газового оборудования и его соединений, а также исправности установленной на автомобиле системы сигнализации утечки газа, должна осуществляться каждый раз после возвращения автомобиля с линии, а также перед выездом на линию в случаях, когда автомобиль находится в предприятии более трех суток.

**Система сигнализации утечки газа СУГ-3 имеет встроенный постоянный контроль исправности. Если на блоке сигнализации и управления СУГ-3 индикаторы светятся зеленым светом – сигнализация исправна, утечки газа нет.**

Проверка герметичности газобаллонного оборудования выполняется с помощью течеискателя. Допускается применение мыльных растворов, **а также установленной на автомобиле системы сигнализации утечки газа.**

Данные о герметичности (негерметичности) газобаллонного оборудования должны фиксироваться диспетчером (проверяющим) в листе проверки герметичности газобаллонного оборудования автомобиля.

**Герметичность газобаллонного оборудования и его соединений проверяется с помощью установленной на автомобиле системы сигнализации утечки газа (СУГ-3), входящей в состав АГТС «САГА-7».**

**Система сигнализации утечки газа (СУГ-3) имеет встроенную систему диагностики, которая позволяет автоматически выявлять неисправности системы, если индикаторы на блоке сигнализации светятся зеленым светом – система исправна. При возникновении утечки индикаторы на**

блоке сигнализации мигают красным светом, слышен прерывистый звуковой сигнал. Диспетчер (проверяющий) определяет герметичность (негерметичность) газобаллонного оборудования по состоянию (свечению) индикаторов каналов блока сигнализации СУГ-3, затем эти данные фиксируются в листе проверки герметичности газобаллонного оборудования автомобиля.

4.6. Въезд ГБА на мойку или открытую стоянку может осуществляться при работе двигателя как на нефтяном топливе, так и на газе после проверки герметичности газобаллонного оборудования ГБА.

**При въезде ГБА на мойку или открытую стоянку на газе водитель контролирует герметичность ГБО с помощью СУГ-3, при переходе нормального режима в режим «утечка газа на блоках сигнализации» водитель прекращает мойку ГБА и переезжает на пост проверки герметичности для выяснения причины срабатывания СУГ-3.**

При этом помещение мойки должно быть оборудовано в соответствии с требованиями п. 8.5 настоящего РД.

4.7. Хранение ГБА может осуществляться как на площадках открытого хранения, так и в закрытых помещениях с соблюдением требований разделов 5, 6, 7, 8 и 9 настоящего РД.

Постановка ГБА на стоянку вне зависимости от ее типа осуществляется после проверки герметичности газобаллонного оборудования и аппаратуры.

После постановки ГБА на стоянку вне зависимости от типа стоянки следует закрыть вентили и выработать газ из системы питания до остановки двигателя.

**Постановка ГБА на стоянку вне зависимости от ее типа производится после проверки герметичности газобаллонного оборудования и аппаратуры с помощью системы сигнализации утечки газа СУГ-3.**

**После постановки ГБА на стоянку вне зависимости от типа стоянки следует закрыть магистральные вентили ВМ-1, ВМ-2, ВМ-3 и выработать газ из системы питания до остановки двигателя.**

**Герметичность газобаллонного оборудования и аппаратуры ГБА, находящихся на стоянке вне зависимости от ее типа, можно контролировать постоянно диспетчером (проверяющим) по радиолинии аналогично передаче информации пожарных или охранных систем сигнализации. При этом на ГБА необходимо запитать СУГ-3 напряжением 8-32В, потребляемый ток не более 0,1А.**

Пуск двигателя на КПП после длительной стоянки производить при открытом капоте.

**Перед пуском двигателя убедиться в отсутствии утечки газа с помощью СУГ-3, повернув замок зажигания в положение 1, затем произвести пуск двигателя.**

4.8. Въезд ГБА в помещение хранения, ТО и ТР и их перемещение внутри помещений осуществляется как при работе двигателя на нефтяном топливе, так и на газе после проверки герметичности газотопливного оборудования, если его работа на нефтяном топливе невозможна, при условии, что давление в рабочем баллоне не превышает 5,0 Мпа. Вентили остальных баллонов должны быть закрыты.

**Въезд ГБА в помещение хранения, ТО и ТР и их перемещение внутри помещений на газе после проверки герметичности газобаллонного оборудования системой сигнализации утечки газа СУГ-3, при условии, что давление в рабочем баллоне не превышает 5,0 МПа. Вентили остальных баллонов должны быть закрыты.**

Так как герметичность ГБО на АТС контролируется системой сигнализации утечки газа СУГ-3 постоянно и автоматически при

работающем двигателе, то перекрытие остальных семи баллонов можно выполнять магистральным вентилем МВ-2, специально для этого установленным на автомобиле.

## **Разд. 8. Требования пожарной безопасности для производственной зоны предприятия.**

8.1.1. При организации работ по ТО и ТР ГБА на КПП, а также их хранению в закрытых помещениях возможны две принципиально различные схемы:

■ **СХЕМА 1**, при которой ГБА поступают в зону ТО и ТР и на хранение с опорожненными от газа баллонами;

■ **СХЕМА 2**, при которой ГБА поступают в зону ТО и ТР и на хранение без предварительного выпуска газа из баллонов автомобиля при условии герметичности газотопливного оборудования и выполнения требований пп. 4.2, 4.7, 4.8 настоящего РД.

**С учетом выполнения раздела 4 пп. 4.2, 4.7, 4.8 на основании особенностей конструкции АГТС «САГА-7» организация работ по ТО и ТР ГБА на КПП, а также их хранению в закрытых помещениях возможна по СХЕМЕ 2.**

8.3.7. САК воздушной среды должна срабатывать при достижении в помещениях концентрации природного газа (по метану), составляющей 20% от нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР).

**Согласно «Расчету эффективности системы сигнализации утечки газа (СУГ-3) и системы автоматического контроля (САК) воздушной среды с установкой датчиков до взрывных концентраций в салоне автобуса Икарус-280» – эффективность СУГ-3 выше чем САК в 400-270 раз.**

На основании этого предлагаем следующее отступление от РД: система сигнализации утечки газа (СУГ-3), установленная на автомобиле и обеспечивающая сбор газа утечки и отвод его за пределы автомобиля, при этом датчики

установлены в рукавах дренажа, должна срабатывать при достижении в рукавах дренажа концентрации природного газа (по метану), составляющей 10-15% от общего объема рукавов дренажа.

8.3.9. Сигналы о достижении опасного уровня концентрации газа от системы автоматического контроля САК **или СУГ-3** должны поступать в помещения, где осуществляется круглосуточное дежурство обслуживающего персонала (диспетчерская, контрольно-пропускной пункт, помещение охраны и т.п.).

Световая сигнализация, кроме того, должна устанавливаться с наружной стороны входов служебных помещений, упомянутых выше.

8.3.10. Включение аварийной вентиляции следует предусматривать от приборов САК **или СУГ-3**, сигнализирующих об опасной концентрации газа в воздухе в помещении или объеме рукавов дренажа автобуса, дублированных ручным пуском. Одновременно с этим должно обеспечиваться отключение других приемников электрической энергии в помещении, а также приточной вентиляции рассматриваемого и смежных с ним помещений.

8.3.11. Электрооборудование смежных помещений, расположенное в пятиметровой зоне от дверных проемов помещений при выполнении его во взрывонезащищенном исполнении (по ПУЭ), при срабатывании САК **или СУГ-3** должно отключаться одновременно с электрооборудованием соответствующего участка.

### III. Выполнение требований «Руководства по организации эксплуатации газобаллонных автомобилей, работающих на компримированном природном газе».

#### Руководящий документ РД 3112194-1095-03

Выписка требований о проверке герметичности газобаллонного оборудования из РД 3112194-1095-03.

В выписке из РД 3112194-1095-03 подчеркнуты технические виды воздействия, когда необходимо проверять герметичность газобаллонного оборудования ГБА при проведении ТО и ТР.

Предложения (выделены жирным курсивным шрифтом) по организации технического обслуживания и ремонта ГБА на основании особенностей конструкции элементов АГТС «САГА-7» и систем сигнализации утечки газа СУГ-3.

#### Разд. 1. Общие положения.

Въезд ГБА на технологические участки, посты и линии, включая специализированные участки ТО и ТР газовой аппаратуры, следует осуществлять после обязательной проверки герметичности вентиляй, переходников, соединительных трубопроводов газобаллонного оборудования.

Герметичность запорной и соединительной арматуры проверяют на специальных площадках или контрольно-пропускных пунктах (КПП) специальными приборами (течеиска-

телями) или визуально – путем омыливания мест соединений арматуры водомыльной эмульсией.

**Если на АТС установлена система сигнализации утечки газа СУГ-3, то герметичность газобаллонного оборудования проверяется постоянно при работающем двигателе или при повороте ключа зажигания в положение I. При обнаружении утечки газа автомобиль направляется на специализированный пост для устранения утечки газа.**

#### Разд. 5. Техническое обслуживание и текущий ремонт газобаллонных автомобилей, работающих на КПГ.

5.1. Организация технического обслуживания и ремонта ГБА.

Для предприятий (автовладельцев), имеющих не более трех ГБА на КПГ, должны быть организованы только работы ежедневного обслуживания (ЕО), связанные в основном с проверкой надежности и герметичности узлов и соединений газовой системы питания на автомобиле. Другие работы по техническому обслуживанию

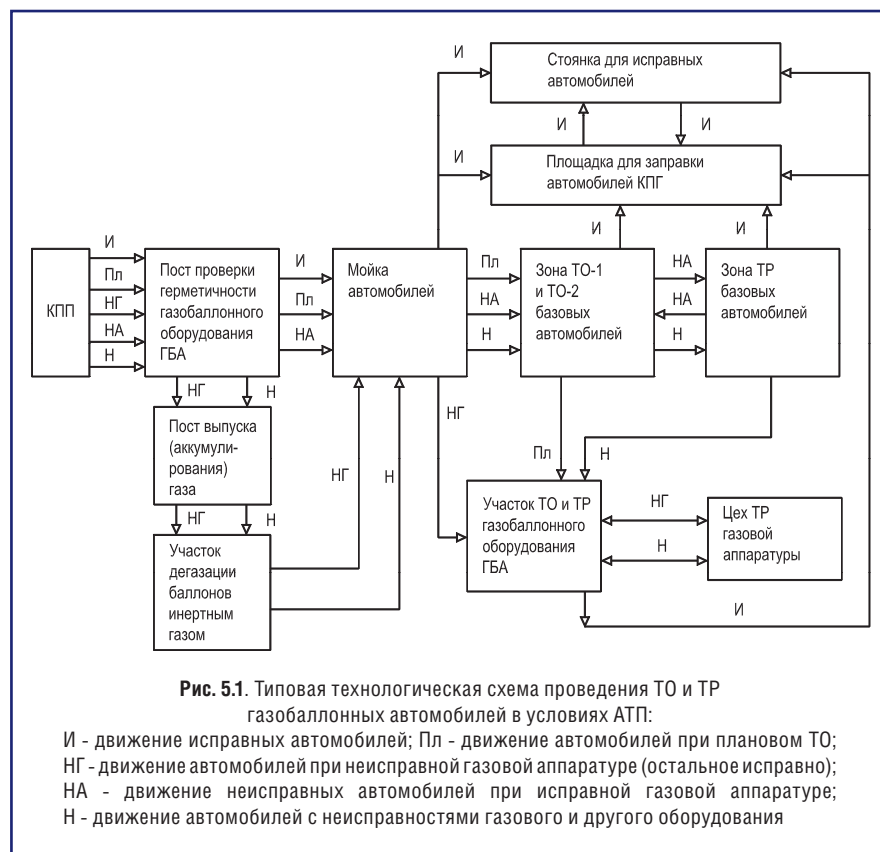


Рис. 5.1. Типовая технологическая схема проведения ТО и ТР газобаллонных автомобилей в условиях АТП:

И - движение исправных автомобилей; Пл - движение автомобилей при плановом ТО; НГ - движение автомобилей при неисправной газовой аппаратуре (остальное исправно); НА - движение неисправных автомобилей при исправной газовой аппаратуре; Н - движение автомобилей с неисправностями газового и другого оборудования

(ТО-1, ТО-2) и ремонту газобаллонного оборудования (ГБО) проводятся в этом случае на специализированных предприятиях или станциях технического обслуживания ГБА.

Типовая схема проведения работ по ТО и ТР на КПП представлена на рис. 5.1.

На территории предприятия должны быть организованы:

- пост проверки герметичности газобаллонного оборудования;
- пост выпуска (аккумулирования) газа и дегазации баллонов;
- специализированный участок по ТО и ТР газовой аппаратуры.

Проверка герметичности газобаллонного оборудования на посту при въезде автомобиля на территорию проводится с помощью течеискателя или путем омыливания соединений мыльной пеной.

В случае, если на АТС установлена система сигнализации утечки газа, она проверяется согласно требованиям инструкции по ее эксплуатации.

**Система сигнализации утечки газа СУГ-3 имеет встроенный постоянный контроль исправности. Если на блоке сигнализации и управления СУГ-3 индикаторы светятся зеленым светом – сигнализация исправна, утечки газа нет.**

Согласно технологической схеме проведения ТО и ТР газобаллонных автомобилей необходимые технические виды воздействия разработаны применительно к различным состояниям ГБА.

**Газобаллонная аппаратура исправна, автомобиль исправен**

Автомобиль при возвращении в АТП после прохождения технического осмотра на контрольно-пропускном пункте направляют для проверки герметичности газобаллонного оборудования на специализированный пост.

**На контрольно-пропускном пункте по свечению индикаторов на блоке сигнализации и управления СУГ-3 определяют герметичность газобаллонного оборудования. При обнаружении утечки газа автомо-**

**биль направляется на специализированный пост для устранения утечки газа.**

Проверке герметичности подвергаются все соединения газовых трубопроводов, резьба горловины газовых баллонов, запорно-предохранительная арматура и т.п. При проверке на герметичность давление в баллонах должно быть не менее 2,0 МПа (20 кгс/см<sup>2</sup>), что определяется по показанию манометра газовой системы питания.

При отсутствии неисправностей и при наличии герметичности газовой системы питания автомобиль направляют на мойку, далее (при необходимости) на заправку КПП и стоянку.

#### **Плановое техническое обслуживание**

При проведении планового технического обслуживания (ТО-1 и ТО-2) автомобиль, после возвращения с линии, поступает на пост проверки герметичности газобаллонного оборудования.

**При проведении планового технического обслуживания (ТО-1 и ТО-2) автомобиля после возвращения с линии на контрольно-пропускном пункте по свечению индикаторов на блоке сигнализации и управления СУГ-3 проверяется герметичность газобаллонного оборудования. При обнаружении утечки газа автомобиль направляется на специализированный пост для устранения утечки газа.**

При наличии герметичности ГБО автомобиль направляют на мойку и, в зависимости от плановых технических воздействий, в соответствующую зону технического обслуживания (ТО-1 и ТО-2).

**При проведении планового технического обслуживания (ТО-1 и ТО-2) и текущего ремонта газобаллонного оборудования и газовых автомобилей контроль герметичности ГБО выполняется системой сигнализации утечки газа**

**при запитке СУГ-3 от автономного источника питания. Сигналы об утечке газа, а также исправности или неисправности передаются диспетчеру автопарка по радиолинии аналогично пожарной сигнализации.**

Газовая аппаратура исправна, автомобиль неисправен.

После проверки герметичности ГБО, с помощью системы сигнализации утечки газа СУГ-3, автомобиль направляется на мойку, далее в зону текущего ремонта базовых автомобилей для устранения неисправности.

Газовая аппаратура неисправна, автомобиль исправен.

В случае обнаружения неисправностей газовой аппаратуры, в том числе связанной и с ее негерметичностью, автомобиль направляют на пост выпуска (аккумулирования) газа и освобождают баллоны от газа.

Газовая аппаратура неисправна, автомобиль неисправен.

В этом случае после проверки герметичности, с помощью системы сигнализации утечки газа СУГ-3, автомобиль направляется на пост выпуска газа и дегазации баллонов и выполняются операции по выпуску газа и дегазации баллонов.

Далее автомобиль направляется на мойку и зону текущего ремонта для устранения неисправностей, не связанных с ГБО. После устранения неисправностей автомобиль направляется на участок ТО и ТР газобаллонного оборудования, где устраняют неисправности ГБО. Исправный автомобиль направляют на заправку КПП и стоянку.

5.3. Виды, периодичность, нормы и содержание технического обслуживания газовой аппаратуры.

Для газобаллонных автомобилей установлены следующие виды технического обслуживания:

- ежедневное техническое обслуживание (ЕО);
- первое техническое обслуживание (ТО-1);

- второе техническое обслуживание (ТО-2);
- сезонное обслуживание (СО);
- техническое освидетельствование газовых баллонов.

5.3.1. Ежедневное техническое обслуживание.

ЕО выполняется перед выездом автомобиля на линию и после возвращения на АТП. Проверить состояние газовой аппаратуры и герметичность соединений газовой системы питания.

5.3.2. Первое техническое обслуживание автомобилей, работающих на КПГ.

Проверить герметичность газовой системы питания.

5.3.3. Второе техническое обслуживание автомобилей, работающих на КПГ.

Проверить герметичность газовой системы питания.

5.3.4. Сезонное обслуживание автомобилей, работающих на КПГ. Выполняется один раз в год и совмещается с очередным ТО-2.

Проверить герметичность газовой системы питания.

**Если на АТС установлена система сигнализации утечки газа СУГ-3, то герметичность газовой системы питания проверяется этой системой.**

## Разд. 9. Испытания систем питания газобаллонных автомобилей на герметичность и их опрессовка.

### 9.1. Общие положения.

Испытания систем питания ГБА должны производиться:

- у автомобилей после установления газобаллонного оборудования;
- у автомобилей, на которых произошла смена баллонов вследствие истечения срока их освидетельствования;
- у автомобилей, попавших в дорожно-транспортное происшествие и имеющих отказы, связанные с необходимостью демонтажа и последующего монтажа газовых баллонов, соединительных газопроводов и запорной арматуры (по заключению органа ГАИ МВД РФ);

■ после ТО и ТР, если технические воздействия по некоторым причинам привели к потере герметичности газовой системы питания (по заключению службы ОТК или главного инженера предприятия).

Испытания систем питания ГБА на КПГ проводятся по единой технологии на специализированных предприятиях по испытанию газобаллонных автомобилей (пункты ОБИТС) или на газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС), имеющих специальное разрешение (сертификат) на проведение этих работ.

Для проведения испытаний ГБО могут применяться следующие способы:

- проверка герметичности и опрессовка природным газом на специально оборудованной для этих целей открытой площадке АГНКС;

- проверка герметичности и опрессовка сжатым воздухом в специально оборудованном помещении пункта ОБИТС.

Проверка герметичности на всех этапах испытаний выполняется с помощью мыльного раствора или специальных приборов – течеискателей различных типов.

**Если на АТС установлена система сигнализации утечки газа, а испытание ГБО проводится на специально оборудованной для этих целей открытой площадке АГНКС, то герметичность газовой системы питания проверяется системой сигнализации утечки газа СУГ-3.**

9.2. Организация и виды работ по испытаниям газовых систем питания автомобилей на КПГ.

Технологический процесс испытаний газовой системы питания автомобилей на КПГ включает в себя следующие операции:

- подготовка автомобиля и оборудования поста к испытаниям;
- проверка герметичности и опрессовка природным газом или воздухом под высоким давлением;
- проверка работоспособности и регулировка двигателя на природном газе проводится на АГНКС или от

постороннего источника КПГ (ПАГЗа, поста аккумулирования газа и др.).

Проверка герметичности и опрессовка газовых систем питания производится в следующей последовательности:

- закрывают наполнительный, магистральный и расходный баллонные вентили системы;

- заправочное устройство источника давления (газа или воздуха) соединяют с заправочным штуцером системы, включают подачу природного газа или воздуха под давлением 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>) и омыливанием или течеискателем проверяют герметичность соединения заправочного штуцера с заправочным устройством;

- открывают наполнительный вентиль, трубопровод высокого давления между наполнительным вентилем, расходным и баллонным вентилями и магистральным вентилем заполняют газом (или воздухом) при давлении, последовательно: 1,0; 2,5; 4,9; 9,8 и 19,6 МПа (10, 25, 50, 100 и 200 кгс/см<sup>2</sup>). \*

При значении давления 1,0 МПа следует также проверить герметичность уплотнительной пары в магистральных и расходных баллонных вентилях. Для этого выключают зажигание и переключатель вида топлива устанавливают в положение «газ». В случае, если после закрытия магистрального вентиля давление в трубопроводе высокого давления падает и стрелка манометра, установленного на редукторе, отклоняется от нулевой отметки, – магистральный вентиль негерметичен.

Если же стрелка манометра стоит на нуле, а давление в трубопроводе снижается, пропускают один или оба расходных баллонных вентиля;

- проверку герметичности соединений системы между магистральным вентилем и двухступенчатым редуктором производят при открытом

\* – герметичность соединений проверяется нанесением мыльного раствора или с помощью течеискателя, **а также установленной на АТС системой сигнализации утечки газа СУГ-3.**



магистральном вентиле, включенном зажигании и положении переключателя вида топлива на отметке «газ»;

■ проверку герметичности электромагнитных клапанов газовой и бензиновой топливных систем производят после работы двигателя соответственно на газе или бензине при перемещении переключателя соответственно на «газ» или «бензин» и при перемещении переключателя вида топлива в нейтральное положение. В случае герметичности клапанов двигатель должен остановиться.

В случае появления признаков утечки при любом указанном значении давления соединение следует разобрать, отремонтировать и повторить испытание.

По окончании опрессовки воздухом газовую систему следует отвакуумировать до давления 10000 Па (0,1 кгс/см<sup>2</sup>).

При испытаниях с помощью КПГ вакуумирование баллонов не требуется.

**Если на АТС установлена система сигнализации утечки газа, а опрессовка газовой системы питания производится газом, то проверка герметичности всех элементов газовой системы питания осуществляется постоянно в процессе опрессовки при давлении, последовательно: 1,0; 2,5; 4,9; 9,8 и 19,6 МПа (10, 25, 50, 100 и 200 кгс/см<sup>2</sup>).**

## Разд. 11. Требования техники безопасности при эксплуатации газобаллонных автомобилей на КПГ.

11.2. Требования техники безопасности для водителей газобаллонных автомобилей.

11.2.2. Водитель должен:

■ перед выездом на линию произвести осмотр автомобиля с целью обнаружения неисправностей и утечек газа, проверить крепление газовой аппаратуры и баллонов;

**Утечка газа определяется установленной на АТС системой сигнализации утечки газа СУГ-3.**

■ при обнаружении утечки газа закрыть магистральный вентиль и эвакуировать автомобиль в безопасное для людей место;

■ при проявлении запаха газа во время движения остановить автомобиль, устранить, если возможно, неисправность или сообщить о происшедшем на АТП;

**При срабатывании системы сигнализации утечки газа СУГ-3 во время движения индикатор мигает красным светом, включается прерывистый звуковой сигнал. Необходимо остановить автомобиль, высадить пассажиров, устранить, если возможно, неисправность или сообщить о происшедшем на АТП.**

■ производить выпуск газа на специальной площадке при неработающем двигателе и отключенной бортовой электросети (массе); категорически запрещается выпуск газа в помещениях, в непосредственной близости от места стоянки автомобилей или вблизи от источников огня и мест нахождения людей;

■ пуск двигателя на КПГ после длительной стоянки производить при открытом капоте;

**Пуск двигателя на КПГ после длительной стоянки производить при свечении индикатора зеленым светом системы сигнализации утечки газа СУГ-3.**

■ отогревать газовую аппаратуру в зимнее время только горячей водой, паром, горячим воздухом или с применением инфракрасных беспламенных горелок; применение открытого огня недопустимо;

■ в случае пожара на автомобиле выключить зажигание, закрыть магистральные и баллонные вентили; тушить пожар огнетушителем, песком или струей распыленной воды; во избежание взрыва во время пожара баллоны следует интенсивно охлаждать холодной водой, не допуская повышения в них давления.

11.3. Требования техники безопасности для технического персонала при обслуживании и ремонте газобаллонных автомобилей.

11.3.2. **Запрещается:**

■ запускать двигатель при утечке газа;

■ проверять пламенем герметичность соединений и пользоваться

открытым огнем для каких-либо технологических целей при техническом обслуживании и ремонте ГБА.

При возникновении утечек газа на автомобиле, находящемся в помещении, и невозможности их устранения автомобиль необходимо отбуксировать на улицу, а помещение проветрить.

**При срабатывании системы сигнализации утечки газа СУГ-3 (индикатор мигает красным светом, включается прерывистый звуковой сигнал) на автомобиле, находящемся в помещении, автомобиль необходимо отбуксировать на улицу, а помещение проветрить.**

## Выводы

1. Многофункциональные элементы оборудования и система сигнализации утечки газа АГТС «САГА-7» позволяют:

■ выполнять требование Правил № 110 ЕЭК ООН без применения газонепроницаемого кожуха, как отдельного обязательного элемента оборудования системы сжатого природного газа;

■ упрощать процесс контроля герметичности газобаллонного оборудования, который сводится к осмотру индикаторов каналов блока сигнализации СУГ-3;

■ сокращать затраты на выполнение требований пожарной безопасности при организации технологических процессов эксплуатации, технического обслуживания и хранения газобаллонных автомобилей.

2. В целях качественного выполнения работ по совершенствованию нормативно-технического и нормативно-правового обеспечения безопасного и эффективного использования КПГ в качестве альтернативного топлива для автотранспортных средств, предлагаем привлечь в качестве соисполнителей работ специалистов по противопожарной обороне, сертификационным испытаниям ГБО и ГБА, разработке и производству ГБО и ГБА, монтажу ГБО на автотранспортных средствах, эксплуатации газобаллонных автомобилей на автопредприятиях.

## Новости из-за рубежа

### США:

#### Новый газомоторный законопроект

1 апреля 2009 г. двухпартийная группа членов Палаты представителей Конгресса США внесла проект нового закона, направленного на стимулирование производства и использования природного газа в качестве моторного топлива.



Президент Американской газомоторной ассоциации (NGVAmerica) сообщил, что главными целями разработчиков являются сокращение зависимости США от импортной нефти, улучшение окружающей среды, стимулирование инвестиций в альтернативную энергетику, создание новых рабочих мест. Проект закона предусматривает продление срока действия льгот на альтернативное топливо до 2027 г. При покупке газобаллонного автомобиля, работающего только на газовом топливе, покупателю будут компенсированы 80% дополнительных затрат, а покупателю двухтопливного (газобензинового или газодизельного) автомобиля – 50%. Льгота по налогу на покупки (снижение налогооблагаемой базы) при приобретении легкового автомобиля на природном газе вырастет до 12,5 тыс. долл. США, а для автомобилей других категорий – удвоится.

Льгота по налогу на имущество при строительстве АГНКС вырастет с 50 до 100 тыс. долл. США. На создание газобаллонных автомобилей и газовых двигателей выделяются гранты, а изготовителям этой техники предоставляются новые налоговые льготы. Не позднее 31 декабря

2014 г. по крайней мере 50% автомобилей, покупаемых за федеральный счет, должны использовать в качестве моторного топлива КПП или СПГ.

МЕТАИнфо

### Италия:

#### Концерн «FIAT» вывела на рынок метановую новинку

Концерн «FIAT» начал продажу нового автомобиля на природном газе – «Ducato 140». Эта модель продолжает гамму метановых моделей, выпускаемых компанией: «Panda Van 1.2», «Punto Van 1.2», «Multipla Van 1.6», «Doblo Cargo 1.6» и «Doblo Cargo Maxi 1.6». Новый автомобиль «Ducato 140» – платформа, которая может быть переоборудована в грузовой фургон, рейсовый автобус, или пассажирский лимузин класса люкс.

Автомобиль оборудован трехлитровым газовым впрысковым двигателем мощностью 136 л.с. (100 кВт) со скоростью вращения коленчатого вала двигателя 2750-3500 мин<sup>-1</sup> и максимальным крутящим моментом 350 Nm при скорости вращения 1500 мин<sup>-1</sup>. Максимальная скорость максивэна «Ducato 140» составляет 155 км/ч, до скорости 100 км/ч он разгоняется за 13,9 с.



В комбинированном цикле расход газового топлива составляет 11,4 м<sup>3</sup>/100 км. Выбросы CO<sub>2</sub> составляют 239 г/км. Природный газ хранится в пяти баллонах под полом фургона общей вместимостью 224 л.

Такого запаса природного газа хватает на 400 км пробега. «Ducato 140» также оснащен дополнительным баком с 15 л бензина, которых хватит на 100 км.

МЕТАИнфо

### Нидерланды:

#### Трактор на водородных топливных элементах

Голландский производитель сельскохозяйственной техники компания «New Holland» по достоинству оценила многолетний российский опыт применения природного газа на колесных тракторах и решила внести собственный весомый вклад в газомоторизацию села. Компания разрабатывает трактор NH2, использующий водородные топливные элементы. Новая модель будет сделана на базе дизельного трактора T6000. Новый трактор оснащен двумя электродвигателями, один из которых обеспечивает работу ходовой части, а второй – навесных агрегатов и вспомогательных систем.



На одной заправке водородом, который хранится в баке вместимостью (по воде) 100 л под давлением 350 атм, прототип может проработать 1,5-2 ч. Мощность топливного элемента 160 л.с. Трактор не выбрасывает загрязняющих веществ, не производит шума и не имеет потерь энергии. Прототип нового трактора – часть общей концепции компании «New Holland», предусматривающей создание энергонезависимых фермерских хозяйств, которые сами будут производить необходимое количество энергии из возобнов-

ляемых источников: ветер, солнце, органические отходы. Эта энергия, по мнению разработчиков, должна использоваться для электролизной установки получения водорода из воды.

Главное во всем этом проекте – не футуристический внешний вид трактора, а то, что один из крупнейших производителей такой техники признал необходимость отказа от традиционных видов топлива в пользу альтернативных. Создатели нового трактора надеются запустить его в серию в 2015 г.

В России продолжаются работы по организации заводского изготовления сельскохозяйственной тракторной техники в газобаллонном исполнении. Ряд фирм Санкт-Петербурга, Ярославля, Рыбинска и Москвы успешно провели НИОКР по этой теме уже много лет тому назад. Состоялись государственные испытания метановых тракторов. В реальной жизни получен значительный экономический эффект, но дальше этого дело пока не идет. Многие предпочитают жаловаться на экономический кризис, а не бороться с ним.

*МЕТАИнфо*

### **Германия:**

Теперь и «Touran» на метане

На мировом женевском автосалоне в марте этого года компания «Фольксваген» продемонстрировала новый газобаллонный автомобиль «VW Touran TSI EcoFuel», использующий в качестве топлива компримированный природный газ. Это уже третья метановая модель за последние годы, которой предшествовали «Caddy EcoFuel» и «Passat EcoFuel».



По заявлению представительницы компании, автомобиль «VW Touran TSI EcoFuel» представляет собой совершенно новую разработку, главной особенностью которой является наличие системы двойного наддува воздуха: через турбокомпрессор и нагнетатель. Автомобиль оборудован двигателем мощностью 150 л.с. (110 кВт). Техно-экономические показатели на 100 км пробега следующие: потреблении природного газа – 4,7 кг; выбросы двуокиси углерода – 12,6 кг; стоимость топлива в ценах февраля 2009 г. – 4,5 евро/100 км. По уровню выбросов «VW Touran TSI EcoFuel» соответствует требованиям стандарта «Евро-5». Разгон автомобиля на газовом топливе до 100 км осуществляется за 10,1 с. Максимальная скорость – 205 км/ч. Автомобиль оборудован четырьмя баллонами для КПП суммарным объемом 25 м<sup>3</sup> (при давлении 200 атм), что при расходе газа 6,6-6,8 м<sup>3</sup> на 100 км обеспечивает пробег на одной заправке газом до 370 км.

И все же разработчики оборудовали автомобиль еще и 11-литровым бензиновым баком. Система управления автомобилем автоматически переводит двигатель на бензин после выработки всего объема газа. Бензина хватает еще на 150 км.

*МЕТАИнфо*

### **США:**

**Метановые автомобили в телекоммуникационном бизнесе**

Американская коммуникационная компания «AT&T», которая по версии журнала «Fortune» является в своей отрасли компанией № 1 в мире, последовала примеру глобальной почтовой компании «United Parcel Service» (UPS) и приняла решение о переводе собственного технологического транспорта на природный газ и другие виды альтернативного топлива. Компания планирует в ближайшие

10 лет затратить на эти цели 565 млн. долл. США. Общее количество автомобилей на альтернативных видах моторного топлива достигнет 15 тыс. ед., из них 8 тыс. будут работать на КПП. Стоимость метановой части программы равна 350 млн. долл. США. На легковые автомобили, работающие на других альтернативных видах моторного топлива, компания потратит 215 млн. долл. США.

Таким образом, компания «AT&T» займет первое место в США по численности корпоративного парка автомобилей на альтернативном топливе. По расчетам экспертов, за 10 лет компания заменит альтернативными видами топлива 185,5 млн. л бензина и сократит выбросы оксидов углерода на 211 тыс. т, что эквивалентно годовым выбросам от 38,6 тыс. автомобилей. Для обеспечения своего метанового автопарка топливом компания «AT&T» должна построить 40 новых АГНКС. Программа имеет и социальный эффект: будут созданы (или сохранены) около 5 тыс. новых рабочих мест.

*МЕТАИнфо*

### **США:**

**Альтернативный транспорт для бюджетных организаций**

Президент США Барак Обама подписал Закон «О восстановлении экономики Америки и реинвестировании в 2009 г.».

Этим законом, в частности, предусматривается выделение дополнительно 16,8 млрд. долл. США на повышение энергоэффективности и расширение использования энергии из возобновляемых источников. 600 млн. долл. США из этих средств будут израсходованы на приобретение для государственных учреждений транспортных средств, работающих на электричестве и альтернативных видах моторного топлива.

*МЕТАИнфо*

## Вьетнам:

### Зарождение газомоторного рынка

Во Вьетнаме, в общем-то, небольшой стране в Юго-Восточной Азии, работают 17 государственных и частных автопроизводителей во главе с ведущей тройкой: «Toyota», «Daewoo» и «Ford». В стране также представлены сборочные производства компаний «Honda», «Hyundai», «DaimlerChrysler», «Suzuki» и других. Вьетнам выпускает легковые, грузовые, специальные автомобили, автобусы, мотоциклы и транспортные двигатели.

Прогноз развития национально-го автопрома предусматривал, что к 2005 г. Вьетнам будет выпускать 120 тыс. автомобилей, к 2010 г. – 239 тыс., к 2030 г. – 398 тыс. Пока этот прогноз не оправдывается: общий объем производства в прошлом году составил примерно 80 тыс. автомобилей. Сейчас автомобильная промышленность Вьетнама переживает не самые лучшие времена. Вслед за другими странами Вьетнам испытывает значительное падение спроса на автомобили: до 50% по некоторым маркам. Не помогло даже снижение розничных цен на 1000-4000 долл. США.

В условиях жесткого кризиса, и не только в автомобильной промышленности, Вьетнам присоединился к мировому газомоторному клубу: 31 января 2009 г. потребителям поставлены первые 500 автобусов «Daewoo», работающих на КПП. На эксплуатации каждого автобуса



муниципалитеты будут экономить минимум по 8 тыс. долл. США в год. Немаловажен для вьетнамских властей и экологический аспект. В отработавших газах метановых автобусов CO меньше на 60%, а NOx – на 10%. Природный газ для автобусов поставляет компания «Petro Dong Nai».

В 2009 г. автобусы на КПП будут поставлены в гг. Ханой и Хо Ши Мин. До конца текущего года в г. Ниньбинь (на юге от Ханоя) завершится строительство второго сборочного завода компании «Thanh Cong Corporation», которая будет выпускать национальный газовый автобус.

*МЕТАИнфо*

### Автомобили уедут от бензина

Сразу несколько крупных японских и европейских автокомпаний заявили о начале новых разработок экологичных автомобилей и двигателей на альтернативном топливе. При этом компания «Toyota» снижает цену на свой, и без того самый дешевый, гибридный Prius. Если компании будут и дальше идти в этом направлении, то скоро среди новых моделей почти не останется бензиновых.

После успеха гибридных моделей «Toyota» и «Lexus» на европейском и американском рынках у конкурентов не осталось выбора – им тоже нужно переходить на производство чистых автомобилей и искать альтернативу бензину.

Так, компания «Audi» планирует выпустить сразу пять «зеленых» моделей. В течение шести лет должны начаться продажи автомобилей этой марки, отличающихся экологичностью и экономичностью. Линейка экологичных моделей получит название Audi E с индексами от 1 до 5. Автомобили будут представлены как компактными моделями, так и спорткарами. При этом извест-

но, что модель Audi E1 будет электромобилем, E2 будет экологичным среднеторным спорткаром. Под маркой Audi E3 в компании решили возродить проект Audi A2, а название E4 станет именем серийного варианта концепта Audi Roadjet. Модель же Audi E5 будет абсолютно новым «зеленым» суперкаром.

Другой немецкий производитель автомобилей премиум-бренда «BMW» собирается оснастить гибридными моторами свои популярные модели BMW7 и X6. Автомобиль BMW X6 получит полную гибридную систему, при которой разгон и движение на низких скоростях этот автомобиль будет производить на электротяге, а бензиновый двигатель будет подключаться для увеличения мощности.

А вот компания «Toyota» к 2015 г. планирует выпустить на рынок новые водородные автомобили. Для начала это будет ограниченная серия автомобилей с двигателями на водородных элементах. Одновременно, компания собирается снизить цены на текущую модель Prius в Японии. Новые ценники на автомобили наклеят в мае этого года после того, как на рынок будет представлено новое поколение гибридных автомобилей.

В России экологией и экономией бензина озадачились только столичные власти. В конце прошлого года мэр Москвы Юрий Лужков, заявил, что пересадит свою администрацию на экологичные автомобили Toyota. С компанией даже была достигнута договоренность на поставку 500 автомобилей Prius, и российское представительство компании «Toyota» в качестве эксперимента подарило руководству города пять таких автомобилей. Но в условиях кризиса от дорогостоящей затеи было решено отказаться.

[http://www.gazeta.ru/auto/2009/01/19\\_a\\_2926695.shtml](http://www.gazeta.ru/auto/2009/01/19_a_2926695.shtml)

# Применение водорода в качестве моторного топлива на железнодорожном транспорте

**Д.Н. Григорович,**  
ведущий научный сотрудник ОАО «ВНИИЖТ», к.т.н.

Устойчивое снабжение железнодорожного транспорта моторным топливом и снижение расходов на его приобретение – важнейшая задача, которую предстоит решать в ближайшее время. Один из путей решения этой задачи – замещение части дизельного топлива менее дефицитным и в перспективе более дешевым альтернативным топливом.

Основными видами альтернативных моторных топлив для железнодорожного транспорта, по которым ведутся работы в России и за рубежом, на сегодняшний день являются природный газ, водород и биодизельное топливо.

Водород – топливо будущего. После исчерпания нефтяного и газового топлива конкурентом водорода будет только каменный уголь. В настоящее время стоимость получения водорода из природного газа или воды достаточно высока, но во всем мире интенсивно ведутся работы по созданию дешевой технологии получения водорода. Не вызывает сомнений, что в ближайшее время эта задача будет успешно решена. Применение водорода требует создания новых энергетических установок, непосредственно преобразующих его химическую энергию в электрическую. К таким установкам относятся электрохимические генераторы на топливных элементах, над созданием и совершенствованием которых широко ведутся работы в развитых странах мира.

Недостатком существующих методов преобразования энергии является низкий КПД. Особенно большие потери энергии происходят на стадии превращения тепловой энергии в механическую. В силу специфической особенности работы тепловых машин, к которым отно-

сятся двигатели внутреннего сгорания (ДВС), основная часть теплоты бесполезно рассеивается в окружающее пространство, поэтому фактический КПД ДВС составляет 35-42%. Внешний тепловой баланс дизеля приведен ниже в таблице.

Таким образом, до 65% химической энергии топлива бесполезно рассеивается в окружающее пространство. В связи с этим особый интерес представляет прямой путь превращения энергии окисления топлива в электрическую энергию (электрохимический способ, выполняемый с помощью топливных элементов).

Топливными элементами называются устройства, в которых химическая энергия окисления топлива превращается непосредственно в электрическую энергию. Для этого реакция в топливном элементе разбивается на следующие стадии:

- анодное окисление топлива;
- катодное восстановление окислителя;
- движение ионов в растворе электролита;
- движение электронов от анода к катоду (электрический ток).

## Внешний тепловой баланс дизеля с умеренным наддувом, %

Теплота, превращенная в эффективную работу	35-42
Теплота, отводимая с охлаждающей средой	10-25
Теплота, уносимая отработавшими газами	25-45
Теплота, не выделившаяся вследствие неполного сгорания топлива	0,1-5
Теплота, рассеиваемая в окружающую среду через корпус двигателя	2-7

Таблица

Идея использования химической энергии окисления (сжигания) горючих веществ, в частности, природного топлива, для непосредственного получения электроэнергии в гальваническом элементе уже давно привлекает внимание исследователей. Впервые о топливном элементе сообщил в 1839 г. английский исследователь Гроув, который при проведении электролиза воды обнаружил, что после отключения внешнего тока в ячейке генерируется постоянный ток. В настоящее время к группе топливных элементов относятся не только элементы, использующие в качестве активных материалов кислород, уголь или другие горючие материалы, но и все гальванические системы, в которых активные материалы вводятся в элемент извне по мере их расходования.

В топливных элементах химическая энергия топлива и окислителя, непрерывно подводимых к электродам, превращается непосредственно в электрическую энергию, в то время как в тепловых машинах процесс преобразования химической энергии протекает через несколько промежуточных стадий, связанных с потерями теплоты (рис. 1). В качестве топлива в топливных элементах обычно используется водород, окислителем является кислород.

Реакция окисления водорода  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$  протекает через электроокисление водорода на аноде  $2\text{H}_2 + 4\text{OH} - 4e \rightarrow 4\text{H}_2\text{O}$  и электро-

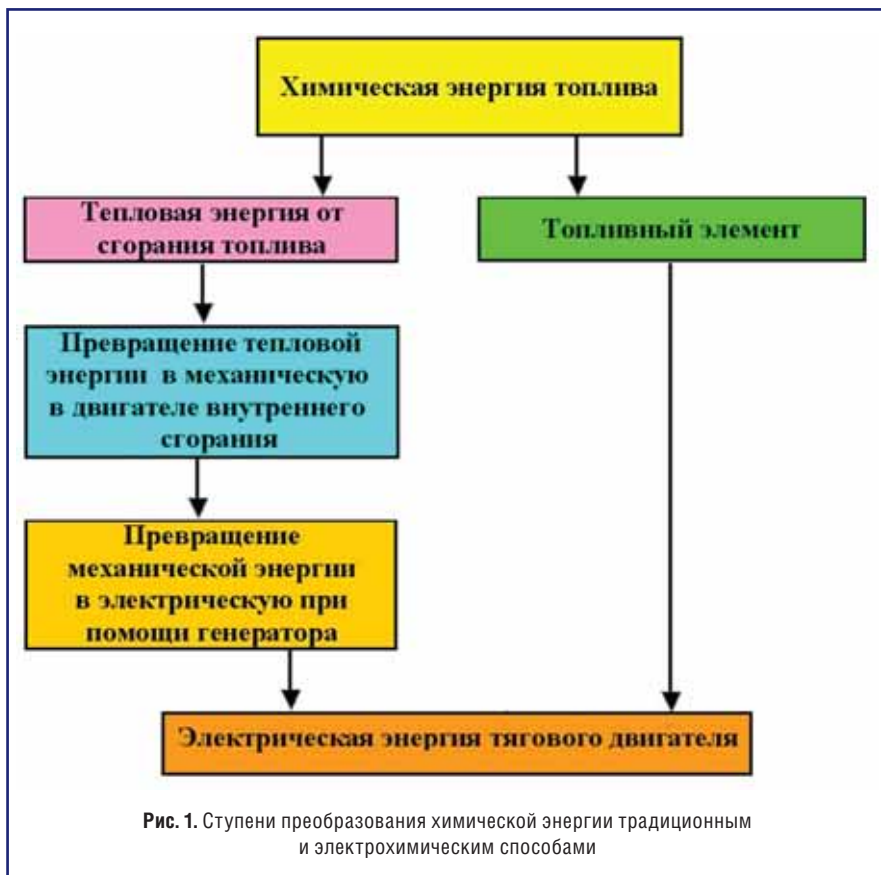


Рис. 1. Ступени преобразования химической энергии традиционным и электрохимическим способами

восстановление кислорода на катоде  $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$ .

Гидроксид-ионы двигаются в ионном проводнике (электролите) от катода к аноду, а электроны во внешней цепи – от анода к катоду. Таким образом, в результате реакции во внешней цепи протекает постоянный электрический ток, то есть происходит прямое преобразование химической энергии реакции в электрическую.

Топливные элементы, как и другие источники тока (гальванические элементы и аккумуляторы), состоят из анода, катода и ионного проводника (электролита) между ними (рис. 2).

Реагенты в топливные элементы поступают во время работы, а не закладываются заранее, как в гальванических элементах и аккумуляторах. В отличие от гальванических элементов в топливных элементах используются нерасходуемые электроды, поэтому топливные элементы могут работать длительное время (до нескольких десятков тысяч часов) и не требуют подзарядки.

При относительно низких требуемых уровнях мощности (до 1 кВт•ч) и энергоемкости (до 10 кВт•ч), то есть при относительно коротком времени работы, гальванические элементы и аккумуляторы во многих областях применения оказыва-

ются практически вне конкуренции. Но как только мощность и энергоемкость многократно возрастают, на первое место выходят топливные элементы, которые позволяют уже при 10-100 кВт достичь КПД до 70% при высоких удельных характеристиках (более 0,5 кВт/кг). Кроме того, гальванические элементы и аккумуляторы экологически менее чисты, чем топливные элементы (если учесть все проблемы при их производстве, эксплуатации и утилизации).

В настоящее время принято несколько способов классификации топливных элементов: по типу электролита, типу топлива и окислителя и по температуре эксплуатации, которая во многом определяется типом электролита и топлива.

**По типу окислителя** топливные элементы условно разделяются на кислородные и воздушные (в последнем случае в качестве окислителя используется кислород воздуха).

**По типу топлива** выделяются водородные, метанольные и топливные элементы на природном газе, хотя последние с «химической» точки зрения следует отнести к «водородным», так как природный газ предварительно подвергается конверсии.

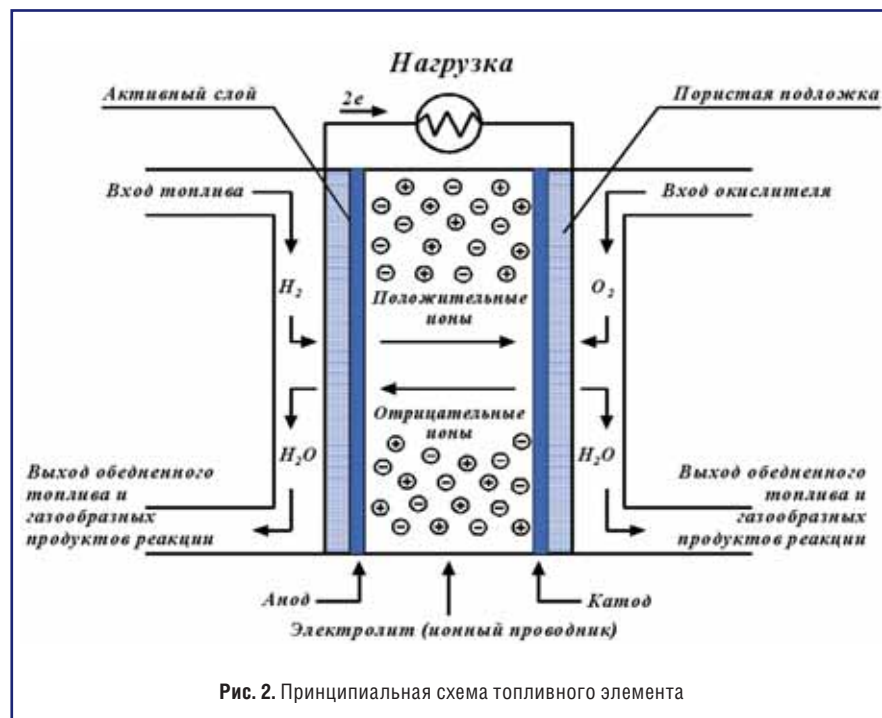


Рис. 2. Принципиальная схема топливного элемента

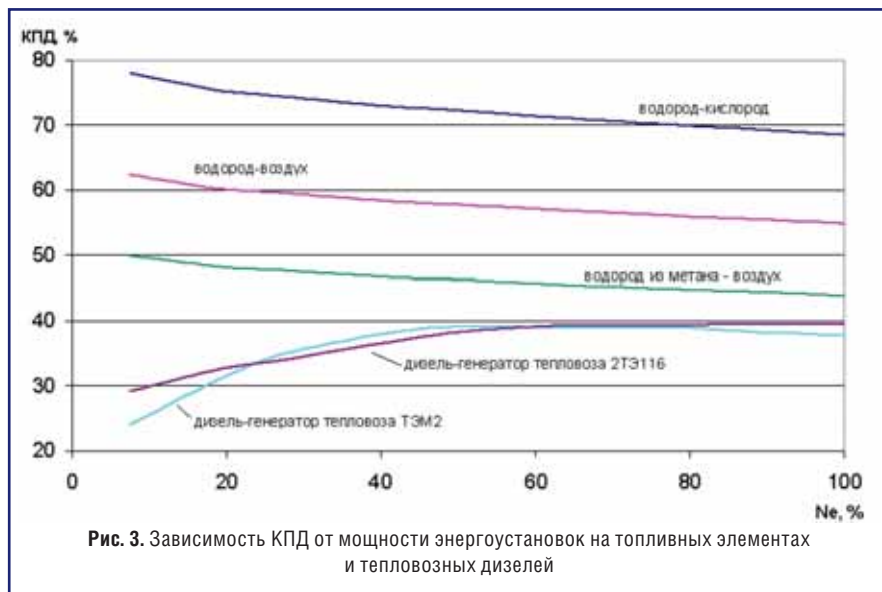


Рис. 3. Зависимость КПД от мощности энергоустановок на топливных элементах и тепловозных дизелях

сравнению с традиционными энергоустановками: более высокий КПД (в 1,5-2 раза выше), экологическая чистота, практическая бесшумность, широкий диапазон мощностей и применяемого топлива. Эти энергоустановки не потребляют воду, а при необходимости можно даже использовать воду, которая является продуктом реакции.

На рис. 3 приведены зависимости КПД от мощности энергоустановок на топливных элементах и тепловозных дизелях (магистрального и маневрового). Самый высокий КПД имеют установки, питание которых осуществляется газами из баллонов, но при этом возникают проблемы размещения на борту транспортного средства достаточного запаса газа. Получение на борту транспортного средства кислорода из воздуха и водорода из метана требует дополнительных энергозатрат, что снижает КПД установки, но он все равно остается выше, чем КПД дизельных локомотивов.

КПД энергоустановок на топливных элементах, в отличие от тепловозных дизель-генераторов, при снижении мощности увеличивается, что позволяет значительно



Рис. 5. Гибридный маневровый локомотив на топливных элементах

повысить среднее эксплуатационный КПД локомотива, особенно маневрового.

Мировой опыт применения энергоустановок с топливными элементами на подвижных средствах железнодорожного транспорта пока небогат, в постоянной эксплуатации находится только шахтный локомотив с топливными элементами канадской фирмы «Ballard» мощностью 25 кВт.

**По температуре эксплуатации** топливные элементы условно делятся на низкотемпературные (до 100-150°C), среднетемпературные (около 200-400°C) и высокотемпературные (более 500°C).

Для увеличения тока и напряжения топливные элементы соединяются в батареи. Последние могут работать, если в них непрерывно подаются реагенты и отводятся продукты реакции и тепло. Устройство, состоящее из батарей топливных элементов, систем подвода реагентов, автоматики, отвода продуктов реакции и тепла, получило название электрохимического генератора. В свою очередь, электрохимический генератор входит в электрохимическую энергоустановку, в состав которой дополнительно входят блок подготовки топлива, преобразователь постоянного тока в переменный и блок использования тепла.



Рис. 4. Моторный вагон NE-train на топливных элементах (Япония)

Щелочные водородно-кислородные топливные элементы интенсивно разрабатывались в рамках космических программ и до сих пор являются основными в этой области. В США щелочные топливные элементы успешно использовались для программ «Apollo» и «Space Shuttle». В СССР в рамках программы «Энергия-Буран» была создана и прошла успешные испытания установка «Фотон» с номинальной мощностью единичного модуля до 16 кВт и КПД 65%. Накопленный опыт стимулировал разработку транспортных средств на щелочных топливных элементах.

Пока основным тормозом для широкого применения установок на топливных элементах являются относительно высокая стоимость по сравнению с традиционными установками, а также недостаточный срок службы. После решения этих проблем системы на основе топливных элементов найдут широкое применение, как автономные маломощные и транспортные энергоустановки, а также стационарные мощные станции. Можно ожидать, что в ближайшее время энергоустановки на топливных элементах будут вносить весомый вклад в генерацию энергии и решение экологических проблем транспорта и энергетики.

Энергоустановки на топливных элементах имеют преимущества по



Рис. 6. Путькладочный кран УК-25/9-18

Японский моторный вагон с двумя энергоустановками мощностью по 65 кВт (рис. 4) проходит предварительные эксплуатационные испытания. При торможении энергия рекуперации поезда частично возвращается в аккумуляторные батареи, позволяя двигаться на одной заправке до 300 км.

Гибридный маневровый локомотив общей мощностью 1000 кВт (рис. 5) с дизелем, блоком аккумуляторных батарей и энергоустановкой на топливных элементах, разрабатываемый странами ЕС, планируется к вводу в эксплуатацию в 2010 г.

ОАО «ВНИИЖТ» с 2005 г. занимается исследованиями возможности применения топливных элементов на железнодорожном транспорте. Совместно с РКК «Энергия» были проведены стендовые испытания электрохимического генератора «Фотон» по нагрузочной характеристике маневрового локомотива. Проведенные исследования и испытания показали: такие качества энергоустановок на топливных элементах, как высокий КПД, способность к перегрузке, небольшой расход топлива на холостом ходу, отсутствие изнашиваемых движущихся деталей, малое время регламентных работ, бесшумность рабочего процесса, экологическая чистота отводимых газов, позволяют с большой эффективностью применять их

в качестве силовой установки для перспективных локомотивов. Форма вольт-амперной характеристики энергоустановки соответствует генераторной характеристике локомотива, что позволяет эффективно применить ее для питания тяговых двигателей локомотива. Быстропротекающие переходные процессы энергоустановки, при которых приемистость достигает 2 кВт/мс, позволят значительно улучшить тяговые характеристики локомотива.

В 2008 г. в ОАО «ВНИИЖТ» был спроектирован энергетический вагон на топливных элементах. В 2009 г. вагон должен быть изгото-

товлен и испытан. Использоваться энергетический вагон будет для питания путевой техники в тоннелях, где остро стоит вопрос задымленности от работы дизельных двигателей.

Энергетическая установка на топливных элементах, размещаемая в вагоне, изготовлена на базе четырех электрохимических генераторов «Фотон», предоставленных для проекта РКК «Энергия». Она может обеспечивать питанием двигатели и механизмы с мощностью длительного режима 50 кВт и с пиковой мощностью до 150 кВт. Такой мощности достаточно, чтобы использовать установку на различных работах по капитальному ремонту и текущему содержанию путей в тоннелях.

Мощность энергетической установки позволяет питать механизмы, которые используются при замене шпал, рельсов, дефектных мест в рельсовых креплениях, уборке засорителей с пути (мазута, солярки, песка), разборке и укладке рельсошпальной решетки.

При проведении работ по текущему содержанию тоннелей энергоустановку можно использовать для питания механизмов по замене железобетонных элементов безбалластного основания железнодорожного пути, проведению работ по ремонту и содержанию свода тонн-

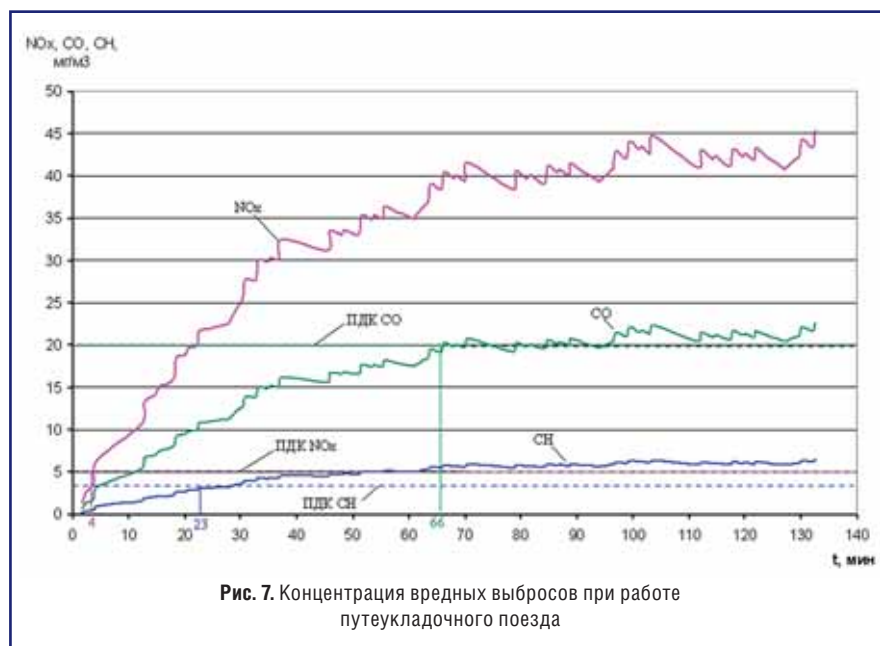


Рис. 7. Концентрация вредных выбросов при работе путькладочного поезда





**Рис. 8.** Гибридный маневровый локомотив с энергетической установкой на топливных элементах и электролизером воды высокого давления

нелей, железобетонных водопропускных лотков и для ряда других работ.

Энергетическая установка может заменить дизельные двигатели, входящие в состав путеукладочного поезда комплекса для капитального ремонта и текущего обслуживания пути в тоннелях. В этом случае дизели крана УК-25/9-18 (рис. 6) и моторной платформы МПД-2 отключаются, а питание от энергетической установки подается на тяговые двигатели и исполнительные механизмы с использованием их штатных схем регулировки мощности.

Укладочный кран УК-25/9-18 и моторная платформа МПД-2 оснащены безнаддувными двигателями ЯМЗ 238М2, которые по своим экологическим характеристикам относятся к классу «Евро-0».

Угарный газ (СО), окислы азота (NO<sub>x</sub>) и углеводород (СН) являются главной причиной головных болей, усталости, немотивированного раздражения, низкой трудоспособности обслуживающего персонала. Окислы азота оказывают влияние на легкие и на органы зрения человека. При их длительных воздействиях происходит нарушение дыхательных функций. Окислы азота способствуют также разрушению

озонового слоя. В организм человека оксиды азота поступают через дыхательные пути и кожные покровы.

На рис. 7 показана концентрация NO<sub>x</sub>, СО и СН в воздухе рабочей зоны путеукладочного поезда при работе с двигателями ЯМЗ 238М2, для объема рабочей зоны 5000 м<sup>3</sup> и коэффициента кратности воздухообмена в рабочей зоне – 2. Как видно из рис. 7, превышение в рабочей зоне предельно допустимой концентрации NO<sub>x</sub> наступает уже через 4 мин, СН – через 23 мин, СО – через 66 мин. При дальнейшей работе концентрации вредных выбросов становятся опасными для здоровья рабочих. На практике приходится проветривать тоннели мощными вентиляторами, что создает опасность простудных заболеваний у рабочих и влечет за собой существенные энергетические затраты.

Использование вместо дизелей энергоустановок на топливных элементах, которые не имеют никаких вредных выхлопов, позволит полностью решить проблему задымленности тоннелей.

В конце 2008 г. ОАО «ВНИИЖТ» совместно с ОАО «РКК «Энергия» имени С.П. Королева», ОАО «Уральский электрохимический комбинат», ОАО «ВНИКТИ» подали заявку

в Федеральное агентство по науке и инновациям на софинансирование работы по теме «Создание гибридного маневрового локомотива с энергетической установкой на топливных элементах и электролизером воды высокого давления».

В состав маневрового локомотива (рис. 8) должны входить электрохимический генератор электроэнергии, электролизер воды высокого давления, накопители энергии, вспомогательное оборудование.

Для питания тяговых двигателей локомотива используются накопители энергии. В режимах пиковой нагрузки параллельно к накопителям энергии подключается энергоустановка на топливных элементах. В режимах малых нагрузок энергоустановка заряжает блоки накопителей энергии. В режимах торможения локомотива электронная система обеспечивает рекуперацию энергии для зарядки накопителей энергии.

Электролизер высокого давления работает в периоды простоя локомотива в депо или на запасных путях. Электронная система обеспечивает сопряжение питания электролизера с различными видами источников энергии (однофазная или трехфазная промышленная сеть; вспомогательный генератор тепловоза, стоящего на соседнем пути или в сцепке; энергия главного генератора другого тепловоза, проходящего реостатные испытания). Накопители энергии представляют собой гибридную установку из аккумуляторных батарей и конденсаторов высокой емкости.

В проекте предусматривается решение задачи получения водорода с помощью электролизера воды высокого давления на борту локомотива. Такое техническое решение позволит обеспечить безопасную работу локомотива, так как не будет необходимости размещать на его борту баллоны с запасом водорода на несколько дней работы. Кроме того, отпадает необходимость создания специальной инфраструктуры для заправки локомотивов.

# Производство водорода из органического сырья

**М.Ф. Кротов,**

начальник лаборатории института водородной энергетики ФГУ РНЦ «Курчатовский институт», к.т.н.,

**С.В. Коробцев,**

зам. директора института водородной энергетики ФГУ РНЦ «Курчатовский институт», к.т.н.,

**В.Н. Фатеев,**

директор института водородной энергетики ФГУ РНЦ «Курчатовский институт», профессор, д.х.н.,

**Р.О. Самсонов,**

генеральный директор ООО «ВНИИГАЗ», д.т.н.,

**С.И. Козлов,**

зам. генерального директора ООО «ВНИИГАЗ», д.т.н.

Концепция водородной энергетики, интенсивно развиваемая в последнее десятилетие во всех ведущих странах мира, направлена, кроме прочего, на решение задачи использования водорода в качестве универсального топлива для транспортных энергетических установок, которые являются основными потребителями ископаемого топлива и главными загрязнителями городской окружающей среды [1, 2]. В настоящее время практически все ведущие автомобильные фирмы развитых стран занимаются разработками водородных автомобилей.

**П**еревод автомобильного транспорта на водород требует в первую очередь решения задачи создания соответствующей инфраструктуры. Наличие уже развитой инфраструктуры топливообеспечения бензином, сжиженным и газообразным природным газом позволяет на начальном этапе создавать на ее основе инфраструктуру децентрализованного производства водорода из углеводородов, включая станции водородной заправки для автотранспорта. Концепция водородной энергетики предполагает в дальнейшем переход на централизованную инфраструктуру производства и распределения водорода с использованием в качестве сырья более широкого спектра органических соединений. В предыдущей публикации (журнал «Транспорт на альтернативном топливе» №3 (3) 2008 г.) [3] были рассмотрены современные электролизные технологии производства водорода из воды. Однако доля водорода, получаемого электролизом, составляет всего 4%, а основным сырьем для производства водорода являются органические соединения, поэтому переработка органических соединений в настоящее время является основной технологией производства водорода и будет ею оставаться еще весьма длительное время.

## Физико-химические основы процессов получения водорода

В качестве исходного органического сырья для производства водорода используются:

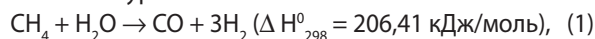
- природный газ;
- сжиженные углеводородные газы (СУГ);
- смесь прямогонных бензинов (нафта) или отдельные бензиновые фракции;
- метанол;
- тяжелые нефтяные остатки (мазут, гудрон, битумы и т.п.);
- каменный уголь;
- твердые бытовые отходы;
- биомасса и продукты ее переработки.

Основная часть процессов переработки органического сырья в водород связана с получением промежуточного продукта – синтез-газа (смеси водорода с оксидом углерода). Такие процессы называют **конверсией или риформингом<sup>1</sup>**. Применительно к переработке твердых веществ в отношении этих процессов также применяется термин **газификация**.

Процессы термического разложения органического сырья называют **крекингом<sup>2</sup>** или **пиролизом**.

### Паровая углекислотная конверсия углеводородов

В настоящее время большая часть промышленного крупномасштабного производства водорода основана на процессе конверсии природного газа, основным компонентом которого является метан (95-99%) [4-6]. Одним из основных процессов является паровая конверсия метана, описываемая уравнением:



а также углекислотная конверсия метана:



В результате реакций конверсии образуется синтез-газ, который содержит также  $\text{CO}_2$  и непрореагировавшие исходные реагенты – метан и пары воды.

Равновесный состав синтез-газа зависит от температуры и давления. С ростом температуры концентрация целевых продуктов – водорода и оксида углерода – растет, в то время как с ростом давления равновесие сдвигается влево, поскольку реакция идет с увеличением объема. На рис. 1 приведена зависимость равновесного состава газовой смеси для реакции паровой конверсии метана от различных температур при атмосферном давлении [7]. Как видно из рис. 1, степень конверсии метана приближается к единице при температурах 800-900°C. Однако

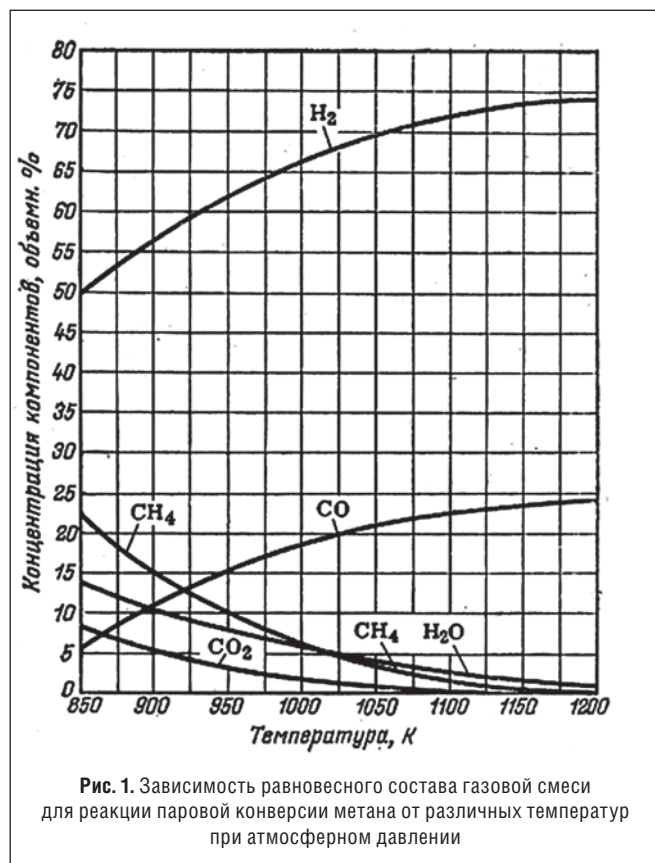
1 \* **Conversion, reforming** – превращение, преобразование.

2 \*\* **Cracking** – расщепление.

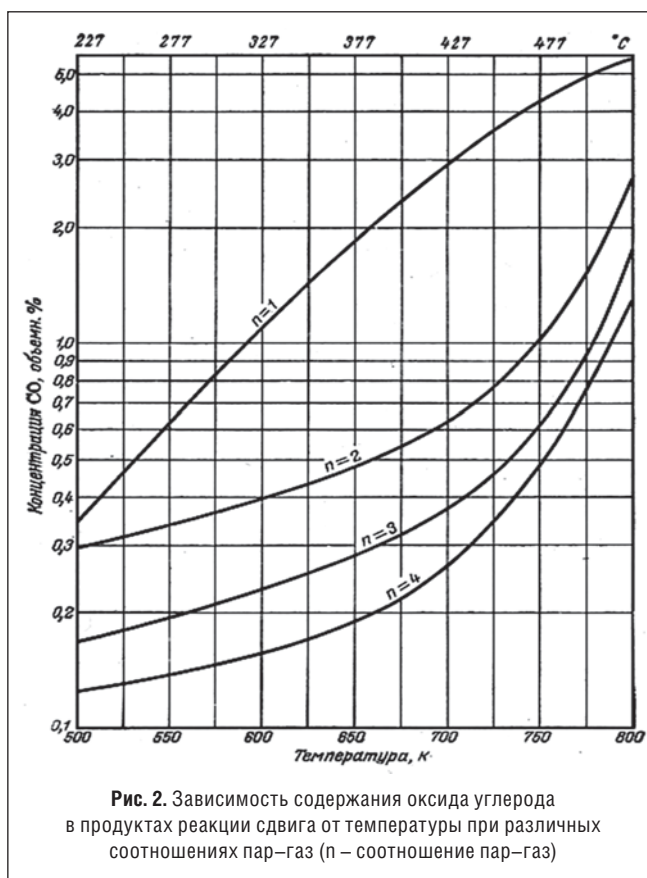
кинетически реакция при этом заторможена, в диапазоне указанных температур, даже при высоких давлениях, она идет очень медленно. Для увеличения скорости реакции процесс паровой конверсии проводится в присутствии катализатора с подводом теплоты через стенки реактора. В качестве катализатора процесса применяется никель, нанесенный на окись алюминия или окись магния.

Необходимое количество теплоты обеспечивается сжиганием около 30% от общего расхода природного газа. Повышение давления также увеличивает скорость реакции, несмотря на то, что в этих условиях несколько возрастает содержание  $\text{CH}_4$  в продуктах реакции, поскольку с увеличением давления повышается концентрация реагирующих веществ, причем увеличение скорости реакции значительно опережает ее снижение за счет увеличения объема. Повышая содержание водяного пара, можно сдвигать равновесие вправо и компенсировать таким образом рост концентрации  $\text{CH}_4$  в продуктах реакции. Добавляя в исходные реагенты  $\text{CO}_2$ , то есть подключая к процессу углекислотную конверсию по реакции (2), можно в определенных пределах варьировать состав получаемого синтез-газа. Возможность регулирования состава важна в том случае, когда синтез-газ используется, как реагент для последующего синтеза.

В настоящее время широкое распространение в процессах переработки природного газа получила так называемая **GTL-технология**<sup>3\*\*\*</sup>. Она заключается в том, что из синтез-газа синтезируются жидкие углеводороды. Например, в процессе Фишера-Тропша при соотношении в

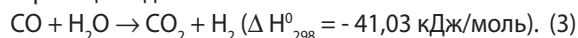


<sup>3\*\*\*</sup> **GTL (Gas To Liquid)** – газ в жидкость.



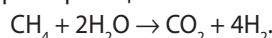
синтез-газе  $\text{H}_2/\text{CO}=2$  получают широкую фракцию легких углеводородов, из которой можно выделять синтетическое моторное топливо (керосин, бензин, дизельное топливо и т. д.) – ценный и легко транспортируемый в существующей инфраструктуре продукт.

Процесс конверсии углеводородов является основной и достаточно энергоемкой стадией конверсионной технологии производства водорода из углеводородного сырья. Для получения водорода синтез – газ направляется на конверсию оксида углерода с водяным паром по так называемой «реакции сдвига»:



Реакция сдвига – слабоэкзотермическая, и ее равновесие смещено в сторону образования продуктов при более низких температурах.

На рис. 2 показаны зависимости содержания оксида углерода в продуктах реакции сдвига от температуры при различных соотношениях пар – газ [7]. Видно, что процесс конверсии оксида углерода целесообразно проводить в диапазоне температур 200-300°С с избытком пара. Процесс конверсии  $\text{CO}$  проводится в присутствии катализатора под давлением. В результате последовательного проведения процессов паровой конверсии метана и реакции «сдвига» процесс получения водорода описывается суммарной реакцией:

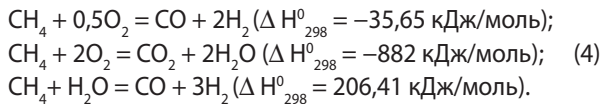


Интересно отметить, что в этих процессах половина получаемого водорода извлекается из метана, а вторая половина – из воды.

### Парциальное окисление

Реакция парциального (частичного) окисления углеводородов является процессом неполного сжигания углеводородов при недостатке кислорода. Она проходит с выделением теплоты при высоких температурах (порядка 1400°C) без присутствия катализатора.

Основные реакции при парциальном окислении метана:



Принципиальным отличием процесса является отсутствие необходимости подвода теплоты через стенки реактора. Энергией процесс обеспечивается за счет сжигания части исходного сырья внутри реакционной зоны, а не снаружи, как в случае паровой или углекислотной конверсии. Именно это дает возможность практически реализовать процесс при более высоких температурах без катализатора. В результате процесса парциального окисления получают синтез-газ, в котором  $\text{H}_2$  и  $\text{CO}$  находятся в соотношении  $\text{H}_2/\text{CO} = 1,8-2,0$ . В продуктах реакции содержатся также  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Высокие температуры реакции обеспечивают малое остаточное содержание метана (обычно до 0,3% мольных). Получаемый газ направляется на конверсию оксида углерода с водяным паром по реакции (3). В результате часть получаемого водорода так же, как и для процесса паровой конверсии метана, извлекается из воды. Недостатком технологии парциального окисления является потребность в кислороде, для производства которого требуются дополнительные энергетические и капитальные затраты.

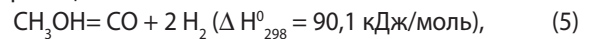
### Автотермический риформинг

Автотермический риформинг – комбинированный процесс, сочетающий реакции парциального окисления (4) и парового риформинга (1, 2) в одном реакторе. Сначала в зоне смесителя (горелки) проводится экзотермический процесс парциального окисления сырья без катализатора. На данной стадии в процессе горения выделяется теплота, обеспечивающая проведение паровой конверсии, которая осуществляется в средней части аппарата – в зоне неподвижного катализатора на никелевой основе. Термин **автотермический** означает, что риформинг сырья протекает за счет энергии самой реакционной смеси, без подвода теплоты извне, то есть адиабатически. Состав реагирующих газов подбирается таким, чтобы проходящие реакции давали в сумме нулевой тепловой эффект (с точностью до тепловых потерь через стенки).

Технология автотермического риформинга и парциального окисления может работать на мазуте, гудроне и других тяжелых нефтяных остатках. Недостатком процесса автотермического риформинга (так же, как и процесса парциального окисления) является потребность в чистом кислороде. В ряде случаев реализуется процесс паровоздушного автотермического риформинга, в результате которого получают азотоводородную смесь. Такой процесс широко используется в аммиачном производстве, при

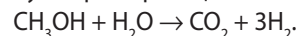
этом оказывается возможным получать азотоводородную смесь нужного для производства аммиака стехиометрического состава с соотношением водород/азот равном 3/1 [7].

Сырьем для получения водорода в процессах конверсии, описанных выше, могут служить также спирты и, в частности, метанол. Недостатком этих топлив является их меньшая энергоемкость, так как они являются продуктами частичного окисления алканов, а также более высокая стоимость. Процесс конверсии метанола идет по реакции:



а также по уже описанной выше реакции сдвига (3).

Суммарная реакция записывается уравнением:



Реакция (5) – эндотермическая и также требует подвода теплоты, однако, температура конверсии существенно ниже (300-400°C), чем температура конверсии метана, поскольку  $\Delta H$  этой реакции заметно меньше. При этом существенно, что в данном диапазоне температур в той же реакционной зоне эффективно идет и реакция сдвига (рис. 2). На рис. 3 приведены результаты расчета равновесного состава газовой смеси для реакции паровой конверсии метанола при различных температурах и атмосферном давлении. Видно, что при достижении равновесия, в случае паровой конверсии, в продуктах реакции содержатся водород и двуокись углерода, практически отсутствует оксид углерода.

Таким образом, благодаря относительно низкой температуре процесса, использование спиртов (метанола, этанола и пр.) в качестве сырья позволяет создавать компактные конвертеры с получением водорода в одну стадию и с высокой энергетической эффективностью [8]. Одним из возможных их применений является производство водорода на борту автомобиля с твердополимерными водородными топливными элементами. Метанол (этанол) является жидкостью, что упрощает проблему его хранения на борту автомобиля. Очистка водорода от исходных непрореагировавших веществ является достаточно прос-

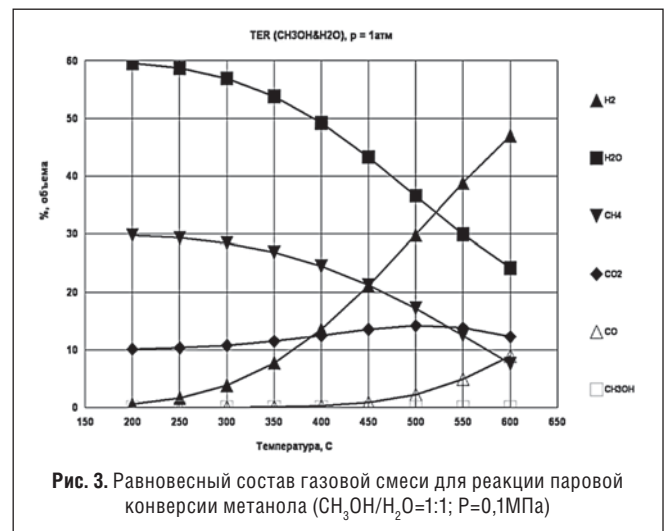


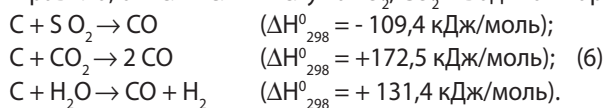
Рис. 3. Равновесный состав газовой смеси для реакции паровой конверсии метанола ( $\text{CH}_3\text{OH}/\text{H}_2\text{O}=1:1$ ;  $P=0,1\text{МПа}$ )

той, а более низкие температуры конверсии сокращают время выхода конвертора на рабочий режим и делают его более удобным при эксплуатации (не нужна мощная тепловая защита и теплоотвод).

### Газификация

Принципиальное отличие процессов газификации от процессов конверсии органического сырья связано с тем, что исходное сырье находится в твердой фазе, и плохая кинетика поверхностных реакций затрудняет применение катализаторов в связи с их движением из реакционной зоны. Это приводит к необходимости проводить процесс при более высоких температурах. Процессы газификации требуют также введения дополнительных стадий производства – специальной подготовки сырья и выведения шлаков, в которых содержатся побочные ценные продукты. Отношение количества углерода к водороду (C/H) для твердых органических веществ, в отличие от газообразных и жидких, не превышает единицы и находится в диапазоне 0,5-1. Таким образом, синтез-газ, получаемый в процессе газификации, содержит повышенное количество оксида углерода, при этом основная часть получаемого водорода производится из воды на стадии конверсии CO. Соответственно, процесс газификации сопровождается повышенным выделением CO<sub>2</sub> по отношению к получаемому водороду. Поэтому именно для этих процессов актуально решение проблемы захоронения выбросов углекислого газа.

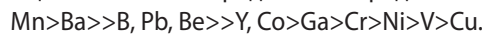
Определяющую роль в газификации играют реакции с участием углерода, при этом процесс газификации твердых топлив рассматривают, как неполное окисление углерода. Как правило, окислителями служат O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> и водяной пар:



Таким образом, прямой продукт газификации (сырой газ) всегда содержит некоторые количества CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> и, кроме того, имеет иногда и высшие углеводороды, а при использовании воздуха – еще и N<sub>2</sub>.

В реальных условиях газификации равновесное состояние, как правило, не достигается, поэтому концентрации CO, H<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>, а также степень разложения водяного пара всегда ниже равновесных. Активность твердых топлив и скорость газификации в значительной степени зависят от минеральных составляющих, выступающих в роли катализаторов. Известно много веществ, ускоряющих взаимодействие углерода с газифицирующими агентами. Особенно эффективны соединения, содержащие щелочные металлы: хлориды и карбонаты натрия или калия. Оксиды кальция, железа, магния, цинка тоже способны ускорять процесс. Кроме того, добавки 10-20% карбонатов щелочных или щелочноземельных металлов позволяют понизить температуру и давление паровой газификации битуминозного угля с 980-1040°C и 7 МПа соответственно до 650-760°C и 3,5 МПа. Высокую каталитическую активность при взаимодействии углерода с водяным паром проявляют

также металлы – железо, кобальт, никель. Относительное каталитическое влияние микроэлементов углей при газификации может быть представлено рядом [9]:

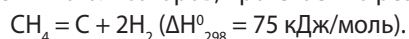


Скорость реакций газификации лимитируется скоростью химических превращений (при температурах 700-800°C), а также скоростью диффузии (при температурах выше 900°C). Процессы газификации интенсифицируются путем повышения температуры, увеличения давления, что позволяет значительно увеличивать парциальные давления реагирующих веществ, а также путем увеличения концентрации кислорода, скорости дутья и изменения свойств реакционной поверхности.

### Термический крекинг (пиролиз) углеводородного сырья

В данной группе процессов происходит прямое термическое разложение природного газа, пропана, мазута и т.п. в присутствии или отсутствии катализаторов на составные элементы – углерод и водород. В случае органических веществ, молекулы которых содержат кислород (спирты, эфиры и т. д.), в результате пиролиза получают углерод и синтез-газ.

Основной процесс для метанового сырья, проводимый при 800°C и атмосферном давлении при наличии металлических катализаторов, протекает по реакции:



Реакция – эндотермическая с подводом теплоты, которую получают сжиганием около 10% сырьевого газа. При более высоких температурах реакция может осуществляться и без катализатора. Существенным недостатком процесса является образование на поверхностях катализатора твердого аморфного углерода (коксование). Катализатор восстанавливается, как правило, выжиганием при 900°C. В результате пиролиза, помимо водорода, получают так называемый технический углерод, являющийся ценным продуктом. Его применяют в производстве резины, пластмасс, типографских красок, копировальной бумаги, некоторых сплавов, электродов, гальванических элементов. Объем мирового производства технического углерода составляет порядка 10 млн. т в год.

### Сравнительный анализ технологий получения водорода из органического сырья

В табл. 1 и 2 приведены термодинамические параметры процессов паровой конверсии для различных веществ (процесс конверсии и последующая реакция сдвига не разделены) и параметры процессов пиролиза для различных веществ в расчете на единицу массы вещества. Для сравнения энергосодержания в таблице также приведена энтальпия сгорания ( $\Delta H_{сгор}^0$ ) исходного реагента (энтальпия сгорания водорода равна -121,28 кДж/г). Энтальпия сгорания водорода, полученного из 1 г исходного вещества ( $\Delta H_{сум}^0$  (373)), приведена в последней колонке. Очевидно, что хотя жидкие реагенты и имеют некоторые преимущества с точки зрения хранения и

Таблица 1

**Термодинамические параметры процесса паровой конверсии для различных веществ**

Исходное вещество	$\Delta H_{\text{сгор}}^{\circ} (373)$ , кДж/г	Процесс	$T_{\text{конв.}}^{\circ} \text{C}$	$\Delta H_{\text{к}}^{\circ} (373)$ , кДж/г	$\text{H}_2$ на 1 г исх. в-ва, г	$\Delta H_{\text{сум.}}^{\circ} (373)$ ( $\text{H}_2$ на 1 г исх. в-ва), кДж/г
Метан	- 50,12	$\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{H}_2$	750	10,52	0,5	- 60,64
Пропан	- 46,39	$\text{C}_3\text{H}_8 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CO}_2 + 10\text{H}_2$	450	8,19	0,45	- 54,58
Бутан	- 45,68	$\text{C}_4\text{H}_{10} + 8\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{CO}_2 + 13\text{H}_2$	450	8,65	0,448	- 54,33
Октан (бензин)	- 44,85	$\text{C}_8\text{H}_{18} + 16\text{H}_2\text{O} \rightarrow 8\text{CO}_2 + 25\text{H}_2$	800	8,39	0,439	- 53,24
Метанол	- 21,09	$\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 3\text{H}_2$	260	1,95	0,19	- 23,04
Диметилвый эфир	- 28,8	$\text{CH}_3\text{OCH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CO}_2 + 6\text{H}_2$	260	2,73	0,26	- 31,53
Этанол	- 27,74	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CO}_2 + 6\text{H}_2$	600	3,79	0,26	- 31,53

Таблица 2

**Термодинамические параметры процесса пиролиза для различных веществ**

Исходное вещество	$\Delta H_{\text{сгор}}^{\circ} (373)$ , кДж/г	Процесс	$T_{\text{разл.}}^{\circ} \text{C}$	$\Delta H_{\text{к}}^{\circ} (373)$ , кДж/г	$\text{H}_2$ на 1 г исх. в-ва, г	$\Delta H_{\text{сум.}}^{\circ} (373)$ ( $\text{H}_2$ на 1 г исх. в-ва), кДж/г
Метан	- 50,12	$\text{CH}_4 \rightarrow \text{C} + 2\text{H}_2$	700	5,6	0,25	- 30,32
Пропан	- 46,39	$2\text{C}_3\text{H}_8 \rightarrow 6\text{C} + 8\text{H}_2$	700	3,37	0,18	- 21,83
Бутан	- 45,68	$2\text{C}_4\text{H}_{10} \rightarrow 8\text{C} + 10\text{H}_2$	700	2,68	0,17	- 20,62
Бензин	- 44,85	$\text{C}_8\text{H}_{18} \rightarrow 8\text{C} + 9\text{H}_2$	700	3,17	0,16	- 19,40
Метанол	- 21,09	$\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{CO}$	700	3,71	0,13	- 15,77
Диметилвый эфир	- 28,80	$\text{CH}_3\text{OCH}_3 \rightarrow \text{C} + 3\text{H}_2 + \text{CO}$	700	2,11	0,13	- 15,77
Этанол	- 27,74	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C} + 3\text{H}_2 + \text{CO}$	700	3,07	0,13	- 15,77

температуры конверсии, «содержание» в них водорода существенно меньше, чем в газообразных.

Максимальный теоретический КПД процесса получения водорода из органических соединений равен отношению энергосодержания [энтальпии сгорания  $\Delta H_{\text{сум}}^{\circ} (373)$ ]

получаемого водорода к энтальпии сгорания исходного топлива [ $\Delta H_{\text{сгор}}^{\circ} (373)$ ] плюс энергозатраты на процесс получения водорода [ $\Delta H_{\text{к}}^{\circ} (373)$ ].

Следует отметить, что в случае паровой конверсии рассмотренных выше веществ начальное состояние (ис-

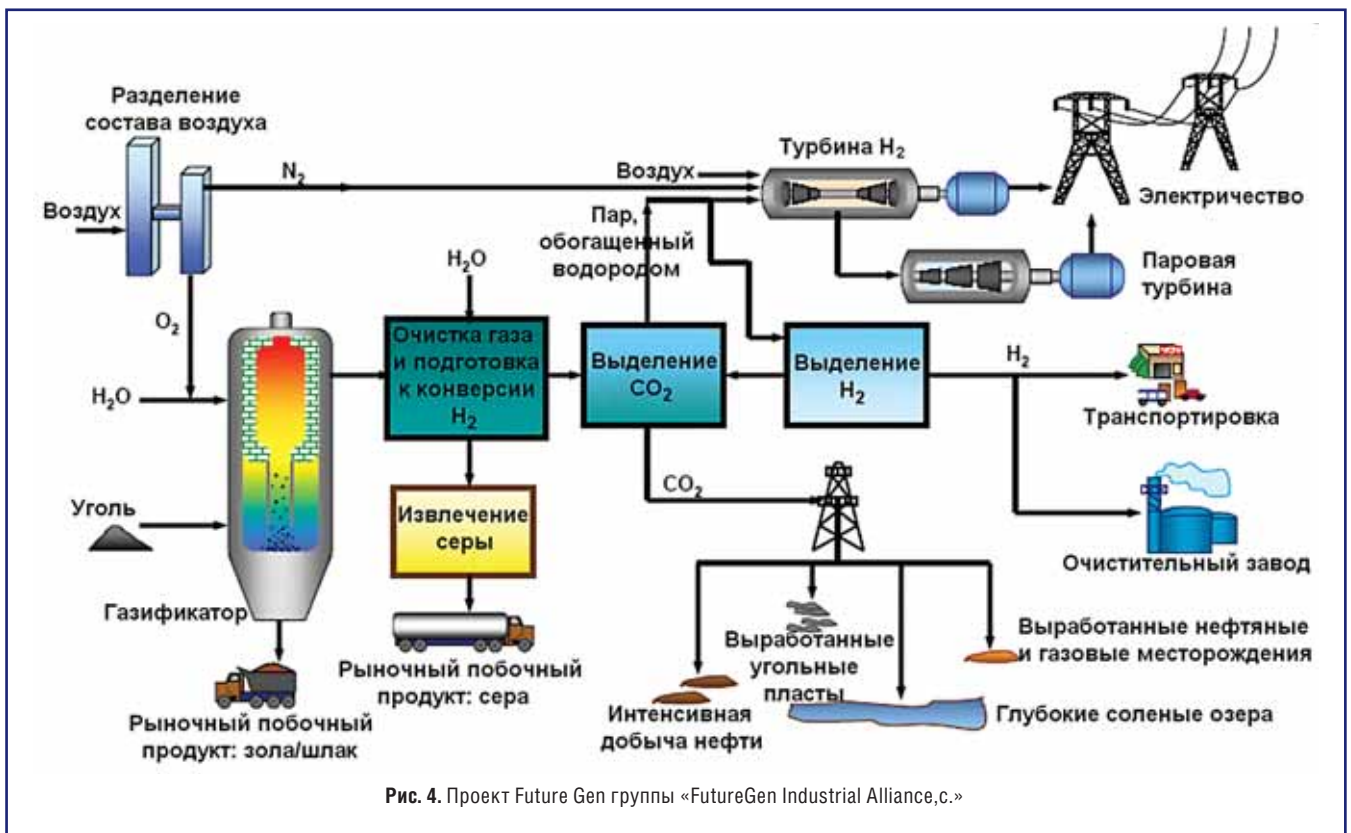


Таблица 3

## Выбросы углекислого газа при производстве водорода

Технология	Выбросы CO <sub>2</sub> , кг/нм <sup>3</sup> H <sub>2</sub>
Электролиз (эл. энергия от ТЭС)	2,6
Газификация биомассы	1,7-2,0
Газификация угля	1,0-1,4
Конверсия природного газа	0,8
Конверсия природного газа с использованием ядерной энергии	0,6
Пиролиз природного газа	0,2
Электролиз, пиролиз с использованием альтернативных источников энергии	0

ходное топливо и вода) и конечное состояние (водород и CO<sub>2</sub>) системы совпадают независимо от пути проведения процесса (через образование синтез-газа и реакцию сдвига или при прямом окислении исходного топлива), а так как ΔН является функцией состояний и ее изменение не зависит от пути процесса, то энергосодержание получаемого водорода должно равняться энергосодержанию исходного сырья и дополнительной энергии, затраченной на его получение. Отсюда следует, что теоретический (термодинамический) КПД процесса равен 100%. Реально достигаемая в настоящее время эффективность процессов конверсии алканов составляет 70-80%. Это обусловлено как тепловыми потерями в конверторе, так и тем, что затраты энергии на нагрев реагентов до температуры конверсии соизмеримы с затратами теплоты на сам процесс конверсии. Для снижения тепловых потерь необходимо максимально эффективно использовать теплоту продуктов конверсии для предварительного нагрева исходных реагентов. Поэтому реализуемый на практике КПД процесса конверсии спиртов и диметилового эфира несколько выше за счет более низкой температуры процесса.

КПД процесса пиролиза, где на 1 моль метана образуется 2 моля водорода, будет не более 55,3%, так как на процесс затрачивается дополнительная энергия, а «химическая энергия» метана (углерода в метане) используется не полностью.

Таким образом, паровая конверсия метана позволяет получить максимальное количество водорода и на первый взгляд не имеет конкуренции. Однако необходимость сжигания части метана для обеспечения подачи теплоты в реакционную зону приводит к тому, что расход метана в этом процессе практически такой же, как в процессе парциального окисления или автотермического риформинга.

Современные крупнотоннажные производства водорода в подавляющем большинстве случаев базируются на процессе паровой конверсии легких углеводородов и, прежде всего, метана. В ряде случаев с целью

расширения видов используемого сырья технология паровой конверсии комбинируется с автотермическим риформингом или парциальным окислением. Технология парциального окисления в чистом виде применяется преимущественно для производства синтез-газа с последующим получением жидких продуктов (GTL-технология). Процессы получения водорода, основанные на пиролизе органического сырья, в отличие от конверсионных процессов, ввиду проблемы утилизации получаемого углерода, не используются для крупномасштабного производства водорода, но рассматриваются для установок малой производительности.

Следует также отметить, что процессы паровой конверсии и пиролиза, основанные на внешнем подводе теплоты, позволяют проводить процесс получения водорода с подводом теплоты от альтернативных (в том числе возобновляемых) источников энергии. В качестве таковых рассматриваются, прежде всего, ядерные реакторы и солнечная энергия. При этом в процессах конверсии весь углерод переходит в сбросной газ – двуокись углерода – и, соответственно, используется весь энергетический потенциал исходного сырья, а в случае пиролиза часть энергетического потенциала сырья остается в получаемом техническом углероде. Помимо реализации максимальной эффективности использования органического сырья, применение альтернативных источников энергии исключает необходимость сжигания части органического сырья для обеспечения энергетики процесса и, таким образом, позволяет снизить выбросы двуокиси углерода в случае паровой конверсии и полностью их исключить в случае пиролиза.

Образующийся при производстве водорода углекислый газ представляет собой серьезную экологическую проблему. В табл. 3 приведены средние значения удель-



Рис. 5. Схема подземного захоронения CO<sub>2</sub>

ных выбросов углекислого газа для различных способов производства водорода. Важно отметить, что проблема утилизации выбросов углекислого газа возникает как при производстве водорода из органического сырья, так и при производстве электроэнергии, необходимой для производства водорода из воды методом электролиза.

Для минимизации экологического ущерба разрабатываются проекты промышленного захоронения углекислого газа.

Одним из таких проектов является проект Future Gen, предполагающий совместить газификацию, выработку

электроэнергии из синтез-газа и захоронение избытка CO<sub>2</sub> под землей [10]. Проект рассчитан на период до 2017 г. и обойдется приблизительно в 1,5 млрд. долл. США. Помимо электроэнергии, станция будет также производить водород и углеводороды вторичной переработки, которые предполагается использовать в химической промышленности. Уникальность проекта Future Gen состоит в объединении на одной станции современных технологий газификации угля, производства электроэнергии, контроля выбросов, захоронения отходов, производства водорода и углеводородов (рис. 5). Планируется построить станцию мощностью 275 МВт.

## Литература

1. **Korobtsev S.V., Rusanov V.D., Kornilov G.S., Fateev V.N.** Russian concept of ecologically clean city transport, Proceedings of International Symposium «HYPOTHESIS III», St.Petersburg, July 5-8, 1999.
2. **Коробцев С.В., Фатеев В.Н.** «Водород – альтернативное топливо для автомобильных энергоустановок: получение и применение». Тезисы докладов II Международной конференции «Альтернативные источники энергии для больших городов», Москва, 2006. – М.: Изд-во Прима-Пресс-М. – С. 21-22.
3. **Григорьев С.А., Порембский В.И., Фатеев В.Н., Самсонов Р.О., Козлов С.И.** Получение водорода электролизом воды: современное состояние, проблемы и перспективы. – «Транспорт на альтернативном топливе», № 3 (3), 2008. С. 62-69.
4. **Шпильрайн Э.Э. и др.** Введение в водородную энергетику. М., Энергоатомиздат, 1984. – С. 34.
5. Водород. Свойства, получение, хранение, транспортирование, применение: Справочн. изд; под ред. Д.Ю. Гамбург, Н.Ф. Дубровина. – М.: Химия, 1989.
6. [http://www.hydrocarbonengineering.com/Hydrocarbon/HE\\_hydrogen\\_review.htm](http://www.hydrocarbonengineering.com/Hydrocarbon/HE_hydrogen_review.htm).
7. **Мельник Б.Д.** Инженерный справочник по технологии неорганических веществ. – М.: Химия, 1975.
8. P.J. de Wild, M.J.F.M. Verhaak, CATALYTIC PRODUCTION OF HYDROGEN FROM METHANOL, 4th European Congress on Catalysis held in Rimini from September, 1999 (published in Catalysis Today, Vol. 60, Nos. 1-2, P. 3-10).
9. **Терентьев Т.А., Тюков В.М., Смаль Ф.В.** Моторное топливо из альтернативных сырьевых ресурсов. – М.: Химия 1989. – С. 271.
10. <http://www.futuregenalliance.org>.

## К сведению авторов

Редакция доводит до сведения авторов требования, которые необходимо соблюдать при предоставлении статей для публикации в нашем журнале.

Все статьи должны обязательно сопровождаться краткими аннотациями, при возможности также на английском языке.

Материалы статей должны быть представлены на любом электронном носителе в программе WinWord с указанием имени файла и с приложением данного текста в распечатанном виде. Объем статьи – не более 8 стр. формата А4 по 1800 знаков с пробелами на каждой. Всего 14400 знаков с пробелами. Со статьей должна быть представлена краткая аннотация.

Представленный текстовый материал с иллюстрациями и таблицами должен иметь сквозную нумерацию. В текстовом материале не должно быть рукописных вставок и вклеек. Статьи, напечатанные на пишущей машинке, не принимаются. Электронный вид статьи должен точно соответствовать материалам на бумажном носителе.

Графический материал должен быть выполнен в формате, обеспечивающем ясность всех деталей рисунков. Формулы и символы должны быть четкими и понятными. Все обозначения в формулах необходимо расшифровать. 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.

На электронном носителе текст и рисунки должны быть выполнены в программе Microsoft Word с обозначением файлов шрифтов в формате ttf, rtf, doc. Название файла только латинскими буквами. Рисунки – в формате tif (300 dpi, CMYK), eps, jpg, jpeg, cdr. Отдельно необходимо представить список подрисовочных подписей.

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 изданию необходимо руководствоваться документами, определяющими правила передачи информации через СМИ.

Статья должна содержать следующие сведения об авторе (авторах): ФИО полностью, должность, ученая степень (если есть), почтовый и электронный адреса, контактные телефоны (служебный, домашний). Авторский коллектив должен указать ответственное лицо, 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.

**Принятые для печати в журнале «Транспорт на альтернативном топливе» материалы публикуются на безгонорарной основе.**



# Подписка – 2009

## Международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе»

Россия, 115304, Москва, ул. Луганская, д. 11.  
Тел.: 321-50-44, 363-94-17, e-mail: transport.io@oeg.gazprom.ru, transport.er@oeg.gazprom.ru

**Уважаемые читатели!**  
**Продолжается подписка на 2009 г.**

Расценки на подписку на 2009 г. (с учетом почтовых расходов)	Годовая, 6 номеров	Полугодовая, 3 номера
Россия	2970 руб. (2700 руб. + 10% НДС)	1485 руб. (1350 + 10% НДС)
Страны СНГ: Азербайджан, Армения, Белоруссия, Казахстан, Киргизия, Молдавия, Таджикистан, Туркмения, Узбекистан, Украина	2970 руб. (120 долл. США или 80 евро)	1485 руб. (60 долл. США или 40 евро)
Страны Европы	170 евро	100 евро
Австралия и Океания, Азия, Африка, Северная и Южная Америка	230 долл. США	155 долл. США

Отдельные экземпляры журнала – **(450 руб. + 10% НДС = 495 руб.)** можно приобрести в редакции.  
Электронная версия журнала за 2009 г. (формат PDF, 6 номеров):  
– для РФ и стран СНГ – **1200 руб., включая НДС 18%**.  
– для стран Европы, Азии, Америки, Австралии, Океании – **60 долл. США, включая НДС 18%**.

Годовую подписку на 2009 г. (шесть номеров) 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)	17 тыс.+18% НДС	820	575
1+1 (разворот, 420×290 мм)	30 тыс. + 18% НДС	1450	1000
½ страницы (210×145 мм)	10 тыс. + 18% НДС	480	330
¼ страницы (105×145 мм)	6 тыс. + 18% НДС	290	200
На обложке			
1-я страница (210×150 мм)	17 тыс. + 18% НДС	820	575
2-я или 3-я страницы (210×290 мм)	30 тыс. + 18% НДС	1450	1000
4-я страница (210×290 мм)	40 тыс. + 18% НДС	1925	1330

### Технические требования к рекламным модулям:

Макет должен быть представлен в электронном виде: форматы qxd, ai, eps, tiff, cdr.  
Носители: CD, DVD, Zip 250.  
Требуемые разрешения: полноцветные и монохромные материалы не менее 300 dpi.  
Макет должен быть представлен также в распечатанном виде.