



ТРАНСПОРТ НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
№ 1 (7) 2009

НАЦИОНАЛЬНАЯ ГАЗОМОТОРНАЯ АССОЦИАЦИЯ



АФФИЛИРОВАНА
С МЕЖДУНАРОДНЫМ ГАЗОВЫМ
СОЮЗОМ



Коммерческий учет СУГ с потоком отходящих газов

Новые модификации газозаправочных колонок «FAS»

Комплектование и обустройство АГНКС

Оценка экологической безопасности современных автотранспортных средств

В НОМЕРЕ:

Международный научно-технический журнал
«Транспорт на альтернативном топливе»
№ 1 (7) / 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

Отпечатано с готовых диапозитивов в типографии «ГранПри»,
Ярославская обл., г. Рыбинск, ул. Луговая, д. 7
Номер заказа
Сдано в набор 15.12.2008 г.
Подписано в печать 14.01.2009 г.
Формат 60х90 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.

| | |
|--|----|
| Правительство России продолжает курс на метанизацию транспорта..... | 2 |
| ОАО «Газпром» и Санкт-Петербург подписали соглашение и договор о сотрудничестве в 2009 году..... | 2 |
| Автопробег «Голубой коридор» по маршруту Ростов-на-Дону – Сочи, 20-24.04.2009 г. | 3 |
| Автономная газификация в центре внимания научно-технического совета ОАО «Газпром» | 4 |
| Метан покорит Дагестан. | 6 |
| Заседание рабочих комитетов ЕДК, 5.11.2008 г., Баден (Австрия) | 6 |
| 2-е заседание межотраслевой экспертной группы по координации законодательного, нормативно-технического и информационного обеспечения использования природного газа в качестве газомоторного топлива, 28.11.2008 г., ООО «ВНИИГАЗ» | 7 |
| 15-я Международная выставка «Автокомплекс–2008», 29-31.10.2008 г., Москва..... | 8 |
| Михал Дущик Рынок СУГ может ожидать стагнация..... | 10 |
| Я.Г. Осадчий, Ю.И. Русинович, Е.Н. Крылов Испытано и надежно..... | 12 |
| Новые модификации газозаправочных колонок компании «FAS»..... | 15 |
| Н.Г. Певнев, Э.Р. Раенбагина Обоснование необходимости совершенствования системы питания двигателя СУГ | 18 |
| Цены на газ и газобаллонное оборудование упали, переходите на газомоторное топливо | 20 |
| Д.А. Сорокин ООО «Метрология и автоматизация» – первое в России предприятие, реализовавшее коммерческий учет СУГ с учетом отходящих газов..... | 22 |
| М.П. Бурда Развитие экологически чистого автотранспорта в Тольятти..... | 24 |
| А.П. Черепанов, Е.П. Мовчан Комплектование и обустройство АГНКС | 26 |
| Новости из регионов..... | 35 |
| Новости из-за рубежа..... | 38 |
| Г.И. Бумагин, Л.В. Попов, А.Е. Раханский, Е.И. Рогальский Электрогазодинамический генератор-детандер (ЭГД-Г-Д) и его применение для сжижения природного газа | 41 |
| В.Л. Страхон Перспективный способ и средства огнезащиты пожароопасного оборудования объектов хранения и потребления СПГ | 47 |
| С.И. Козлов Пути развития водородной энергетики | 53 |
| Д.А. Мирошниченко, М.В. Жирнова Состояние и перспективы развития промышленного производства диметилового эфира для использования в качестве моторного топлива на автотранспорте | 58 |
| Г.С. Савельев, М.Н. Кочетков Использование рапсового масла в качестве топлива в дизельных двигателях | 62 |
| В.И. Ерохов, А.В. Николаенко Оценка экологической безопасности современных автотранспортных средств | 67 |
| А.С. Клементьев, А.В. Меркушев, А.Н. Пестерев, Экспериментальные исследования экологической безопасности автомобилей УАЗ-315192 и ГАЗ-31105, работающих на бензине и КПП | 74 |
| Перечень статей, опубликованных в журнале «Транспорт на альтернативном топливе» в 2008 г. | 78 |



Правительство России продолжает курс на метанизацию транспорта



17 ноября 2008 г. Председатель Правительства Российской Федерации Владимир Владимирович Путин подписал

Распоряжение №1662-р, которое утвердило Концепцию долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года.

В разделе 6. «Развитие энергетической инфраструктуры и повышение энергоэффективности экономики» Главы V. «Повышение национальной конкурентоспособности» в частности записано, что одним из приоритетных направлений развития нефтегазового комплекса станет стимулирование использования природного газа в качестве моторного топлива.

В тот же день В.В. Путин подписал Распоряжение Правительства №1663-р, которым утверждены Основные направления деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2012 года.

Раздел 7. «Развитие минерально-сырьевой базы и повышение эффективности

использования ресурсов» Главы II. «Динамичная инновационная экономика» предусматривает повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов.

В частности Правительству поставлена задача разработать государственную программу энергосбережения, предусматривающую внедрение энергосберегающих технологий и реализацию энергоэффективных инновационных проектов, в том числе в бюджетной сфере и жилищно-коммунальном хозяйстве, а также механизмов стимулирования энергосбережения в российской экономике.

Эти документы открывают новые административные возможности по дальнейшему продвижению природного газа на российский рынок моторных топлив. Реализация национальных проектов, энергосбережение, бюджетная эффективность были и остаются среди приоритетных государственных задач.

МЕТАИнфо

ОАО «Газпром» и Санкт-Петербург подписали соглашение и договор о сотрудничестве в 2009 году

26 декабря 2008 г. в Санкт-Петербурге Председатель правления ОАО «Газпром» Алексей Миллер и губернатор Санкт-Петербурга Валентина Матвиенко подписали соглашение и договор о сотрудничестве в 2009 г.



Соглашение о сотрудничестве определяет ряд приоритетных направлений взаимодействия сторон:

- газификация пригородов Санкт-Петербурга;
- расширение мощностей по использованию природного газа в качестве моторного топлива;
- развитие комплексной автоматизированной системы измерений расходов и параметров качества природного газа;

- разработка и внедрение газосберегающих технологий;
- обеспечение экологической безопасности и рационального природопользования;
- реализация целевых программ и проектов на территории города.

Стороны продолжают выполнение «Программы газоснабжения г. Санкт-Петербурга на период с 2007 по 2015 гг. и перспективой до 2025 г.», а также определяют и проведут совместные мероприятия по реализации генеральной схемы газоснабжения города на этот период с учетом развития газо- и энергоснабжения Ленинградской области, других регионов Северо-Западного федерального округа.

Правительство северной столицы обеспечит предоставление из городского бюджета субсидий для реализации целевых программ, связанных с газификацией.

В свою очередь, ОАО «Газпром» обеспечит надежное газоснабжение потребителей Санкт-Петербурга, продолжит работы по газификации его пригородов и реконструкцию систем теплоснабжения. Компания рассматривает возможность строительства в Северо-Западном федеральном округе ПХГ и

предприятий по сжижению природного газа для обеспечения надежного газоснабжения потребителей Санкт-Петербурга в период пиковых нагрузок.

Соглашение действует без ограничения срока.

В соответствии с Договором о сотрудничестве в 2009 г. ОАО «Газпром» выделит средства на проектно-изыскательские работы и экспертизу проектов по следующим объектам:

- газораспределительные станции «Шоссейная-2», «Восточная-2» и «Лаголово»;
- перемишка между магистральными газопроводами «Белоусово – Ленинград» и «Кохтла – Ярве – Ленинград»;
- газопровод-отвод к г. Колпино, включая ГРС «Колпино-2» с системой газораспределительных газопроводов;
- реконструкция ГРС «Осиновая роща» и «Сестрорецк».

Кроме того, ОАО «Газпром» продолжит работу по строительству и реконструкции систем теплоснабжения Петродворцового и Курортного районов Санкт-Петербурга.

Также будет вестись внедрение газомоторного топлива на автобусах, находящихся в хозяйственном ведении муниципальных предприятий.

В 2009 г. объем поставок природного газа в Санкт-Петербург запланирован в объеме 11,9 млрд. м³.

**Управление информации
ОАО «Газпром»**

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



С 20 по 24 апреля 2009 г. по маршруту Ростов-на-Дону – Краснодар – Новороссийск – Сочи пройдет автопробег газových автомобилей заводского изготовления. Пробег организуют ОАО «Газпром», ООО «ВНИИГАЗ» и НП «Национальная газомоторная ассоциация».

По пути следования пробега состоятся презентации автотранспорта, переведенного на КПГ, «круглые столы» и брифинги для сотрудников администраций субъектов Федерации, муниципа-

литетов, руководителей коммунальных служб и автотранспортных предприятий, представителей средств массовой информации и общественности.

По окончании пробега 23 апреля 2009 г. планируется провести в г. Сочи заседание комиссий при Правительстве Российской Федерации и Российского газового общества по использованию компримированного природного и сжиженного нефтяного газа в качестве моторного топлива и 10-е юбилейное Общее собрание чле-

нов Национальной газомоторной ассоциации.

Предстоящий пробег будет проходить под лозунгом «Белой Олимпиаде – голубой метан» и направлен на презентацию экологически чистого топлива для транспорта Олимпийского Сочи 2014 г.

Подробная информация по адресам:

v.semenuga@mail.ru

S_Lyugai@vniigaz.gazprom.ru

a.andreevsky@adm.gazprom.ru

МЕТАИнфо

Автономная газификация в центре внимания научно-технического совета ОАО «Газпром»

10.11.2008 г. в ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» (ранее ООО «Урал-трансгаз»), г. Екатеринбург состоялось очередное заседание секции «Распределение и использование газа» научно-технического совета ОАО «Газпром» по теме «Научно-методические подходы и практическая реализация проектов альтернативного газоснабжения регионов РФ». В работе секции приняли участие ученые, инженеры, специалисты и руководители из 18 научных и производственных организаций России.



сители, получаемые на основе газовых технологий.

На заседании и последовавшем за ним «круглым столом» по теме «Технологии и оборудование альтернативной газификации» было сделано 16 докладов. В частности, выступили: начальник управления ОАО «Газпром» Е.Н. Пронин с докладом «Малотоннажное производство СПГ в ОАО «Газпром» – спектр возможностей и перспектив»; заместитель генерального директора ОАО «Газпром промгаз» Ю.Н. Ярыгин с докладом «Научно-методическое обеспечение проектов альтернативной газификации в генеральных схемах газоснабжения регионов РФ»; начальник отдела ОАО «Газпром промгаз» Ю.В. Дроздов с докладом «ОАО «Газпром» на российском рынке СУГ»; зав. отделом силовых систем ВНИКТИ (ОАО «РЖД») С.А. Добашин с докла-

По мере продвижения единой системы газоснабжения все дальше на Восток и Север России проблемы альтернативной (или автономной) газификации становятся все более актуальными. Это связано, прежде всего, с тем, что плотность населения в этих регионах на порядки ниже, чем в европейской части страны, расстояния, соответственно, все больше, а климатические и топографические условия все сложнее. В таких условиях на помощь могут прийти сжиженный углеводородный газ (СУГ), компримированный и сжиженный природный газ (КПГ и СПГ), биометан, водород, шахтный

метан (метан угольных пластов), синтетическое жидкое топливо, газогидраты и другие энергоно-



дом «Перспективы развития газотурбовозной техники на СПГ»; начальник отдела управления «Энергогазремонт» ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» О.Л. Мишин с докладом «СПГ-технологии для обеспечения бесперебойности подачи газа потребителям при проведении ППР на газораспределительных системах»; главный научный сотрудник ФГУ ВНИИПО МЧС России В.Л. Карпов с докладом «Повышение пожарной безопасности объектов производства и использования СПГ» и другие.

Участники заседания секции получили возможность не только обсудить проблемы альтернативной (без строительства трубопроводов) газификации, но и посетить производственные и промышленные объекты: комплексы по производству СПГ и заправке автомо-



билей и локомотивов, котельные, работающие на СПГ, сборочные мощности ООО «Метания» и ООО «Евроавтогаз компрессор». Своей главной задачей участники засе-

дания секции считают активное совершенствование и развитие нормативно-правовой базы федерального уровня.

МЕТАИнфо

БИОЭТАНОЛ™
CONGRESS & EXPO • 14-16 APRIL 2009 • MOSCOW RUSSIA

НАЦИОНАЛЬНАЯ
БИОТОПЛИВНАЯ
АССОЦИАЦИЯ™

IV МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС “ТОПЛИВНЫЙ БИОЭТАНОЛ - 2009”

Российская Национальная Биотопливная Ассоциация приглашает вас принять участие в Четвертом Международном Конгрессе “Топливный Биоэтанол - 2009”. Конгресс пройдет **14-16 апреля 2009 г.** в Центре Международной Торговли на Красной Пресне, г. Москва

Тема года: “БИОТОПЛИВО ИЗ НЕПИЩЕВОГО СЫРЬЯ”

Конгресс проводится при поддержке Государственной Думы, Министерства сельского хозяйства, Министерства Энергетики, Министерства экономического развития, Российского Зернового Союза, Общества Биотехнологов России.

Узнать дальнейшие подробности и зарегистрироваться для участия:

Телефон: (495) 585-5167, Факс: (495) 585-5449

Email: congress@biotoplivo.ru

www.biotoplivo.ru

Метан покорит Дагестан

Совещание по вопросам газификации автомобильного транспорта, Махачкала, 26.11.2008 г.



26 ноября 2008 г. в министерстве промышленности, транспорта и связи Республики Дагестан прошло совещание по вопросам газификации автомобильного транспорта. В совещании приняли участие представители правительства Дагестана, администрации ОАО «Газпром», ООО «ВНИИГАЗ» и ООО «Газпром трансгаз Махачкала». До последнего времени Дагестан нельзя было назвать регионом, в котором

развит рынок компримированного природного газа (КПГ). В то же время объемы реализации этого вида моторного топлива за последние пять лет удвоились. К работающим в Махачкале и Дербенте автомобильным газонаполнительным компрессорным станциям (АГНК) уже прибавились еще две: в столице республики и Хасавюрте. Существуют также планы строительства новых станций в Бабайюрте, Ботлихе,

Буйнакске, Избербаше, Каспийске, Кизилюрте, Хунзахе.

Участники совещания подтвердили готовность всех заинтересованных сторон активизировать создание совместной рабочей группы, разработать республиканскую программу и уже в 2009 г. приступить к ее реализации.

АГНК ООО «Газпром трансгаз Махачкала» поддерживаются в удовлетворительном техническом состоянии. На них проводятся регулярные работы по техническому диагностированию, ремонту и реконструкции. На станциях, в частности, установлены заправочные колонки нового поколения. Стоимость моторного топлива составляет: Аи-98 – 27 руб./л; Аи-95 – 24 руб./л; А-92 – 20 руб./л; ДТ – 18 руб./л; А-76 – 16 руб./л; Аи-80 – 16 руб./л; СУГ – 10,5 руб./л; КПГ (метан) – 5,9 руб./м³. Такая ценовая разница делает переход на метан безусловно привлекательным в Дагестане.

От имени правительства Дагестана министерство промышленности, транспорта и связи подтвердило свою решимость активизировать работу по метанизации автотранспорта в республике.

МЕТАИнфо

Заседание рабочих комитетов ЕДК, 5.11.2008 г., Баден (Австрия)



5 ноября 2008 г. в предместье Вены – Бадене состоялось очередное совместное заседание рабочих комитетов Европейского делового конгресса (ЕДК) «Промышленность и строительство» (председатель Б.Будзуляк, Россия) и «Экология и здравоохранение» (председатель С.Благова, Болгария).

Участникам заседания был представлен кандидат на должность председателя рабочего комитета «Промышленность и строительство» О.Аксютин, который должен сменить вышедшего на

пенсию Б.Будзуляка. По регламенту ЕДК кандидатура О.Аксютин должна быть утверждена президиумом, заседание которого должно пройти в ближайшее время.

По сложившейся традиции участники заседания посещают производственные объекты принимающей стороны. В этот раз членам комитетов были показаны производственные мощности компании «LMF» в Леоберсдорфе. Компания предлагает широкий спектр компрессорного оборудования для возду-

ха, природного газа, азота. В частности, в Леоберсдорфе ежегодно собираются по 80 АГНК различной производительности и еще 120 АГНК компании «LMF» выпускаются в Аргентине.

Участники заседания также посетили многотопливные автозаправочные станции, оборудованные метановыми блоками. Лидером метанизации АЗС в Австрии является компания «OMV». Она эксплуатирует более 1500 АЗС в Австрии, Азербайджане, Бельгии, Болгарии, Иране, Италии, Румынии и Турции. 126 из этих станций оборудованы метановыми блоками. Руководство компании «OMV» поставило перед собой цель обеспечить к 2020 г. замещение 10% нефтяного моторного топлива природным газом.

За последнее время цены на бензин и дизельное топливо существенно снизились. Если в середине лета в среднем 1 л топлива стоил 1,4 евро, то сейчас цена составляет примерно 1 евро. Сегодня в Австрии сложилась следующая конъюнктура цен на моторное топливо (в пересчете на рубли за литр): дизельное топливо – 35,96; бензин марки «супер» – 39,07; бензин марки 95 – 33,09; КПГ – 24,73.

МЕТАИнфо

2-е заседание межотраслевой экспертной группы по координации законодательного, нормативно- технического и информационного обеспечения использования природного газа в качестве газомоторного топлива, 28.11.2008 г., ООО «ВНИИГАЗ»

Председательствовал: руководитель группы, исполнительный директор некоммерческого партнерства «Национальная газомоторная ассоциация» (НГА) В.Л. Стативко.

Тема заседания

1. Оценка итогов пробега автомобилей, работающих на КПГ, по маршруту «Голубой коридор» Санкт-Петербург – Москва.

2. Вопросы совершенствования нормативно-технического и нормативно-правового обеспечения использования КПГ в качестве газомоторного топлива для автотранспортных средств:

- гармонизация российских и зарубежных нормативов;

- корректировка требований при использовании КПГ в качестве газомоторного топлива;

- внесение изменений в ГОСТ 5173–2001 «Баллоны высокого дав-

ления для сжатого природного газа, используемого в качестве моторного топлива на автомобильных транспортных средствах»;

- обсуждение содержания проекта технического регламента «О безопасности колесных транспортных средств» и проекта Федерального закона «Об обязательном техническом осмотре транспортных средств в Российской Федерации».

В прениях выступили: исполнительный директор НГА В.Л. Стативко; зам. начальника отдела ОАО «Газпром» А.В. Строганов; начальник отдела ООО «ВНИИГАЗ» С.В. Люгай; зав. отделом ФГУП ГНЦ РФ «НАМИ» В.А. Лукшо; главный конструктор по работе с нефтегазодобывающим комплексом ОАО «КАМАЗ» А.Г. Малюга; директор ООО «Рязанский центр стандартизации и метрологии» В.И. Строганов; профессор МАДИ (ГТУ) Ю.В. Панов.

По результатам обсуждения участники заседания отмечают:

1. Признать итоги пробега автомобилей на КПГ по маршруту «Голубой коридор» Санкт-Петербург – Москва удовлетворительными.

2. В настоящее время содержание и уровень отработки нормативных документов по использованию КПГ в качестве газомоторного топлива на транспорте не в полной мере соответствуют современным требованиям по внедрению и совершенствованию передовых технологий, а также не учитывают происходящих изменений в системе технического регулирования.

Участники заседания рекомендуют:

1. Подготовить план работ по стандартизации и техническому регулированию в отношении использования природного газа в качестве моторного топлива с учетом перспективных изменений в системе технического регулирования.

2. В плане указать потенциальных исполнителей и необходимых соисполнителей работ.

3. При подготовке плана обратить внимание на необходимые корректировки:

- требований к КПГ с точки зрения токсичности и серийного производства АТС на КПГ;

- ГОСТа 5173–2001 «Баллоны высокого давления для сжатого природного газа, используемого в качестве моторного топлива на автомобильных транспортных средствах»;

- стандартов в отношении АГНКС, по газобаллонному оборудованию, переоборудованию АТС на КПГ, эксплуатации АТС на КПГ;

- требований в отношении производственной базы предприятий, эксплуатирующих автотранспорт на КПГ;

- процедуры регистрационных действий в ГИБДД МВД РФ в отношении автомобилей, переоборудованных для работы на КПГ;

- методической реализации положений проекта технического регламента «О безопасности колесных транспортных средств», устанавливающих в качестве обязательных требований Правила ЕЭК ООН № 110.



15-я Международная выставка «Автокомплекс–2008», 29-31.10.2008 г., Москва

29-31.10.2008 г. в центральном выставочном комплексе «Экспоцентр» состоялась 15-я юбилейная Московская международная выставка «Автокомплекс–2008» (Автозаправочный комплекс. Автотехсервис. Гараж и паркинг). За прошедшие годы она твердо заняла нишу современной международной специализированной выставки с узнаваемым брендом и высоким рейтингом.



«Уверен, что выставка «Автокомплекс–2008» будет содействовать успешной реализации городских программ по развитию систем технического сервиса, автозаправочных комплексов, гаражно-паркингового хозяйства», – отмечается в приветствии мэра Москвы Ю.М. Лужкова участникам и гостям выставки.



Можно со всей ответственностью сказать, что выставка оправдала ожидания 150 фирм-участниц из 12 стран и более 8,5 тыс. посетителей. За прошедшие годы выставка выросла в 10 раз и заняла в этот раз более 3 тыс. м² закрытой и 540 м² открытой площади.

Сегодня никого не удивит тем, что автозаправочные комплексы Москвы, Санкт-Петербурга и многих других городов России и стран СНГ удовлетворяют мировым стандартам. Каждый год владельцы различных фирм, инвесторы и специалисты имеют возможность без посредников налаживать прямые контакты с представителями крупнейших и самых именитых производителей и поставщиков автозаправочного, моечного, гаражно-парковочного и автосервисного оборудования. Все достигнутое – это результат большой совместной

работы, прочных партнерских связей и делового сотрудничества.

Прежде всего следует сказать о фирмах, которые являются постоянными участниками этой выставки. Именно они составляют становой хребет выставочного проекта в целом. Их перечень довольно обширен. Среди «аборигенов», участвовавших в самых первых выставках, следует назвать такие фирмы: «Адаст-Системс (Чехия), ООО «АЗС-Доза-Сервис» (г. Череповец), «Дрессер Вайн Пиньоне» (Швеция), «Елафлекс» (Германия), ООО «Expertek IBS» (г. Москва), ЗАО «ПНСК» (г. Санкт-Петербург), «Инжтехсервис» (г. Москва), «Гилбарко Видер Рут» (Германия), «НАРА» (г. Серпухов), ТД «НКТ» (г. Москва), «Шайдт унд Бахманн» (Германия), ОАО «Промприбор»

(г. Ливны), ТД «Все для АЗС» (г. Москва), ТД «Три-Е», ООО «Татсуно С-Бенч» (г. Рязань), НПФ «Новинтех» (г. Королев), ООО «Компания НьюКом» (г. Москва) и многие другие.

Поддержка выставки со стороны Правительства Москвы и ЗАО «Экспоцентр» всегда является гарантией ее дальнейшего развития и совершенствования. Особо следует сказать о том, что участие в проекте, как организатора, такого гранда мирового выставочного бизнеса, каким является «Мессе Дюссельдорф ГмБХ», обеспечивает тесный контакт с ведущими иностранными фирмами и высокий рейтинг данной выставки.

Самое активное участие в становлении и поддержке выставки принимали Московская топливная ассоци-





ация, Российский топливный союз, Управление транспорта и связи г. Москва. Они помогли в полной мере отразить в экспозиции самые насущные потребности отрасли.

Одним из важнейших тематических направлений выставки стала демонстрация экологически чистого оборудования и технологий, применения альтернативных видов топлива. Прежде всего в этой связи следует сказать, что за последние годы интенсивно развивается тематика «Газ как моторное топливо». На прошедшей выставке более 50 фирм представляли весь спектр услуг в этой области – от проектирования и строительства газозаправочных станций, транспортировки и хранения газа, производства газозаправочных колонок до оборудования для перевода на газ автомобилей любого типа. Среди них российские фирмы: ЗАО «Джи Ти Сэвэн» (GT7), ООО «Аннекс ЛПГ», ООО «Гармард РСТ», ООО «Еврогалс», ЗАО «Сибур-Газсервис», ООО «Лигир», ООО «Митекс», ЗАО «Эльпигаз» и другие. Прочно закрепилась на рынке стран СНГ и немецкая фирма «FAS». Очень серьезно занимаются газовой тематикой на российском рынке известные польские фирмы «Аурекс ЛПГ» и «Гидро-Вакуум СА».

Сравнительно недавно начали участвовать в выставке ведущие фирмы из США «Коркен» и «Ликвид контрол Групп», которые производят компрессоры, насосы, дозирующее оборудование.

Отличительной особенностью выставки «Автокомплекс» за последние годы становится все более широкое

представительство фирм, предлагающих системы управления сетями АЗС, АГЗС и других объектов автосервиса, а также комплекс услуг по безналичным расчетам. Это «Expertek IBS», ТД «НКТ», ЗАО «Альбатрос», ООО «Трастком Групп», ООО «Петрол Плюс Регион» (все из Москвы), ООО «АЗС-Доза-Сервис» (г. Череповец), НТФ «Новинтех» (г. Королев), ООО «Автоматика Плюс» (г. Пенза), ЗАО «Метролог» (г. Самара), КПЦ «Электронные системы» (г. Калуга).

Закономерно и то, что именно торговый дом «НКТ» и ООО «АйТи» ввели практику проведения в дни работы выставки представительных и масштабных тематических конференций, в которых в 2008 г. участвовали представители более 200 фирм. Многие другие экспоненты также нашли разнообразные, полезные и результативные формы семинаров, презентаций, деловых встреч.

Широкий спектр услуг по поставке автосервисного оборудования ведущих мировых производителей, гарантийному и послегарантийному обслуживанию, обучению персонала предлагали такие известные московские фирмы как ООО «Инжтехсервис», ООО «Транстехсервис» (г. Москва) и другие.

Автомоечные комплексы и установки, оборудование для чистки салонов представляли ООО «Чистая Компания», ООО «Компания Ньюком», ООО «Лигир». Оригинальные водоотводные системы и очистные сооружения предлагают ООО «АКО» и Торговый дом «Инженерное оборудование» (г. Москва).

Актуальность тематики развития гаражного и парковочного комплек-



сов трудно переоценить. Автоматические комплексы для платных стоянок и паркингов представили на выставке Группа компаний «ЭЛИКС», фирма «M-Systems», компания «ISD» (г. Мос-

ква), ООО «Трастком Групп» (г. Москва), ОАО «Истинский машиностроительный завод» (ЗАО «Parkonika»). Оригинальные автоматизированные парковочные системы в действии продемонстрировало Санкт-Петербургское ЗАО «БТК. Промышленная компания».

На прилегающей к выставочному павильону территории также интересную экспозицию представляли фирмы «Джи Ти Сэвэн», «Алексеевка Химмаш», «Петротех Аналитикал», «Промприбор», «Инжиниринг-АМТ», «Митекс», Чебоксарское предприятие «СЕСПЕЛЬ».

Информационную поддержку выставке «Автокомплекс-2008» оказывали более 20 ведущих отраслевых изданий, таких как «Современная АЗС», «Нефтегазовая вертикаль», «Топливный рынок», «Транспорт на альтернативном топливе», «АвтоРеклама»,



«ПЛАС», «Лизинг-Ревю», «АГЗК+АТ», «АвтоОпыт», «Автозапчасти и цены», «Рынок автозапчастей», информационные агентства «ИнфоТЭК Консалт», «ИнформЭкспо» и др.

В целом выставка «Автокомплекс-2008» была успешной. Подавляющее большинство участников и посетителей удовлетворены ее результатами. Впереди стоят новые задачи, поэтому организаторы выставки «Автокомплекс» нацелены на их выполнение. Многолетние участники выставки разделяют их оптимистический настрой и уже заявили об аренде более 1200 м² площади на 16-й Московской международной выставке «Автокомплекс-2009», которая состоится 28-30.10.2009 г. в павильоне №7 и на открытых площадках ЦВК «Экспоцентр».

Приглашаем к участию! Ждем Ваших предложений!

Необходимая информация размещена на сайте
<http://www.autocomplex.net>

Рынок СУГ может ожидать стагнация (впервые в истории польского рынка СУГ произошло падение уровня продаж)

Михал Дущик (Польша)

Общий объем продаж сжиженного углеводородного газа (СУГ) в Польше составил в 2007 г. 2,44 млн. т, что на 0,4% меньше показателя предыдущего года – об этом свидетельствуют данные Польской организации сжиженного газа. Впервые за последние несколько лет зафиксировано небольшое сокращение продаж, однако, о кризисе рынка или снижении продаж говорить пока нельзя.

Эксперты уверяют, что польский рынок сжиженного углеводородного газа (СУГ) сформировался и начинает стабилизироваться (в 2005 г. объем продаж был примерно таким же и составил 2,43 млн. т).

– Если не будет изменений в области налоговой нагрузки, глобальное потребление данного продукта в ближайшие годы, скорее всего, не должно существенно меняться, – говорит председатель Польской организации сжиженного газа (ПОСГ) Сильвестр Щмигель.

По мнению экспертов, таким неожиданным действием может стать планируемое министерством финансов Польши повышение акцизного налога на газомоторное топливо, благодаря чему это министерство намеревается увеличить поступле-

ния в бюджет. В прошлом году они составили 1,277 млрд. злотых.

Рынок будет по-прежнему расти

По данным исследования, проведенного британской компанией «Потен энд Партнере», шансов на динамичный рост объемов продажи СУГ в Польше нет.

– Прошлогодние показатели продажи СУГ на уровне 2,5 млн. т сохранятся и в 2008 г., – сказала на газовом форуме, прошедшем в марте этого года в Варшаве, Паола Турци, аналитик рынка СУГ компании «Потен энд Партнере». Специалисты этой компании считают, что через два года продажа сжиженного углеводородного газа может возрасти до 2,6 млн. т. – По нашей оценке, в

течение следующих 5 лет этот показатель не изменится, – отмечает Паола Турци.

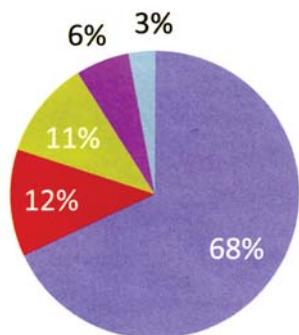
Анализ состояния цен на СУГ в 2007 г.

Среднерозничные цены на газомоторное топливо в первом полугодии 2007 г. были ниже, чем в соответствующий период 2006 г., – сообщает ПОСГ. Однако во втором полугодии 2007 г. цены превышали показатели 2006 г. В соответствии с проведенными аналитиками ПОСГ исследованиями, на данную ситуацию, в частности, повлиял рост котировок нефти, отсроченным эффектом которого и стало данное повышение.

– Основной составляющей роста розничных цен на СУГ во втором полугодии 2007 г. были цены продукта на мировых рынках, которые начали постепенно повышаться вместе с ценами на нефть, – считает представитель ПОСГ Анджей Олеховский. По его мнению, очередным фактором, влияющим на рост как оптовых, так и розничных цен, был известный эффект сезонного увеличения потребления данного продукта. В осенний период традиционно возрос спрос на газ для отопления, что привело к дополнительному росту цен. В декабре наблюдался практически неизменный уровень оптовых и спад розничных цен на СУГ относительно ноября.

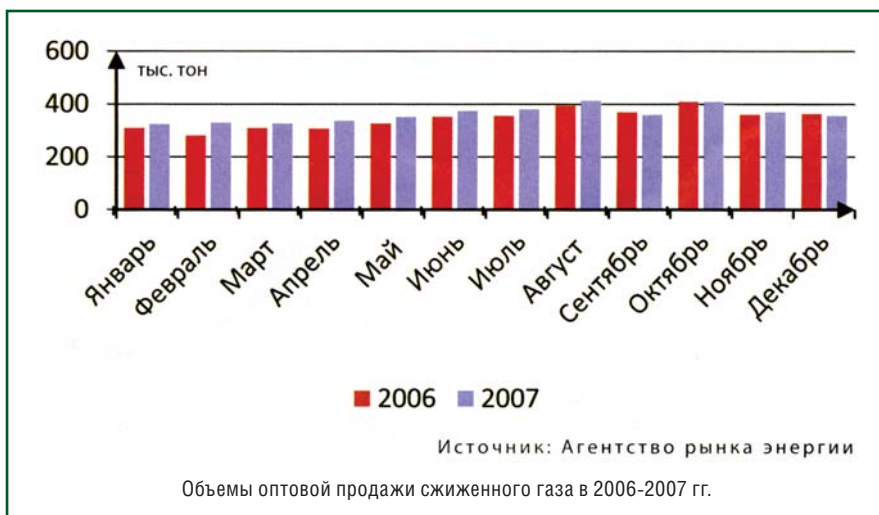
– Данная ситуация была обусловлена сохраняющейся высокой погодной температурой. Если в прошлом году отмечалась нетипичность таких ценовых соотношений, то на этот раз можно говорить о формировании устойчивой тенденции, – объясняет Анджей Олеховский.

- Импорт с Востока
- Внутреннее производство
- Северное направление
- Германия
- Чехия



Источник: ПОСГ

Основные источники снабжения сжиженным углеводородным газом в 2006-2007 гг.



Доминирует восточное направление

Внутренний рынок СУГ в значительной степени по-прежнему зависит от импорта – отечественные производители обеспечивали в 2007 г. в общей сложности только 11% потребности в СУГ. Объем производства составил 260 тыс. т, что на 13% меньше показателя 2006 г. (тогда было произведено 299 тыс. т). Таким образом, доминировал им-

порт, преимущественно из России, откуда было поставлено в общей сложности более 60% газа (на 9% меньше, чем год назад).

В рамках поставок в пределах ЕС Польша импортировала 28% СУГ (15% с северного направления, 9% из Германии и 4% из Чехии). Секторная структура рынка в 2007 г. не претерпела значительных изменений. Основная доля в общей продаже СУГ по-прежнему приходится на

газомоторное топливо (75%), далее идет газ в баллонах (16%) и в резервуарах (9%).

По сравнению с результатами 2006 г. в минувшем году произошло увеличение доли газомоторного топлива на 1% (при сокращении объемов газа в баллонах и газа без тары). Данный рынок составляет в настоящее время 1,83 млн. т газа. Для сравнения рынок баллонов – это всего 395 тыс. т (сокращение на 3,7%), а газа без тары для резервуаров – 215 тыс. т (сокращение на 7%), причем число резервуаров для сжиженного газа возросло до рекордного уровня 67,3 тыс. Структура потребления СУГ по типам продукта выглядит следующим образом:

- пропан-бутан и бутан – 2,322 млн. т в 2006 г. и 2,324 млн. т в 2007 г.;
- пропан – 128 тыс. т в 2006 г. и 116 тыс. т в 2007 г.

Журнал «Rynek Gazowy», («Газовый рынок», Польша), июль – август 2008 г.

Швеция: биометановые автобусы в Стокгольме

Рассмотрев различные предложения, руководство муниципальной пассажирской компании Стокгольма, Швеция, приняла решение о закупке в 2009 г. для нужд города 80 автобусов, работающих на биометане. Автобусы муниципальной компании Storstockholms Lokaltrafik ежедневно выполняют до 700 тыс. рейсов и вопросы эколо-



гии для компании стоят на первом месте. Руководство компании сочло биометан наиболее экологически приемлемой альтернативой дизельному топливу и бензину.

В рамках европейского проекта Biogasmax власти шведской столицы с 2003 г. эксплуатируют автобусы на альтернативном топливе. Сегодня численность машин, работающих на природном газе и биоэтаноле достигла 52 ед.

Шведские специалисты пришли к выводу, что по экологическим и этическим соображениям биометан предпочтительнее биоэтанола. Они считают, что в условиях города биометан становится еще бо-

лее привлекательным. Особенно биометан второго поколения, то есть получаемый при переработке органических отходов, массовым производителем которых и является город.

Власти Стокгольма планируют в течение четырех лет довести численность биометановых автобусов до 500 ед. Швеция активно занимается пропагандой и внедрением биометана и является одним из локомотивов продвижения и лоббирования этого вида топлива в европейских структурах.

На фоне проблем с транзитом российского газа по территории Украины тезис о необходимости наращивания доли биометана в энергобалансе стран-импортеров становится более актуальным.

МетаниНФО

Испытано и надежно

Особенности нормирования и безопасной эксплуатации металлокомпозитных баллонов высокого давления

Я.Г. Осадчий,

генеральный директор ЗАО НПП «Маштест», академик Российской академии космонавтики, д.т.н.,

Ю.И. Русинович, заместитель генерального директора по НИОКР ЗАО НПП «Маштест», к.т.н.,

Е.Н. Крылов, директор ООО «ЭСО-Экспертиза»

Область нормирования охватывает все стадии создания и эксплуатации металлокомпозитных и композитных баллонов высокого давления: проектирование и выпуск конструкторской документации, изготовление и выпуск технологической документации, экспериментальная отработка и выпуск программ-методик испытаний, надзор за техническим состоянием баллонов при эксплуатации.

Металлокомпозитные баллоны применяются там, где есть ограничения по массе: в системах пожаротушения, дыхательных аппаратах пожарных, автомобилях, автобусах, автозаправщиках. Научно-производственное предприятие «Маштест» (г. Королев) серийно выпускает баллоны всех упомянутых типов вместимостью до 1000 л на рабочее давление до 800 кгс/см² для различных рабочих сред. Производство баллонов обеспечено нормативными документами [1-3], в создании которых принимали участие специалисты НПП «Маштест».

Основная особенность композитных баллонов состоит в

Таблица 1

Основные характеристики намоточных материалов

| Марка материала, страна-изготовитель | Плотность, г/см ³ | Прочность, ГПа | Модуль упругости, ГПа | Удлинение при разрыве, % |
|--|------------------------------|----------------|-----------------------|--------------------------|
| <i>Стекловолокно и базальтоволокно</i> | | | | |
| Стекловолокно, Россия | 2,48 | 4,59 | 86 | 5,0 – 6,0 |
| Базальтоволокно, Россия | 2,66 | 2,9 – 3,2 | 85 – 95 | 3,2 |
| <i>Органоволокна</i> | | | | |
| Армос, Россия | 1,43 | 4,2-4,5 | 145 | 4,0 |
| Дайнима, Голландия | 0,97 | 3,4-3,5 | 100-120 | 3,0-6,0 |
| <i>Углеволокна</i> | | | | |
| Торейка Т-700S, Япония | 1,82 | 4,9-5,5 | 235 | 2,1 |
| Торейка Т-800Н, Япония | 1,81 | 5,7 | 300 | 1,9 |
| <i>Сталь (для сравнения)</i> | | | | |
| | 7,8 | 1,8 | 200 | 15 |

Существуют три основных типа металлокомпозитных (или металлопластиковых) баллонов:

- металлокомпозитные с металлической внутренней оболочкой (лейнером) и кольцевой намоткой различными высокопрочными волокнами, которые скреплены эпоксидными связующими; по международной классификации – баллон типа 2 (рис. 1);

- металлокомпозитные с металлическим лейнером, кольцевой и спиральной обмоткой по всей поверхности лейнера (обмотка типа «кокон»); по международной классификации – баллон типа 3 (рис. 2);

- композитные баллоны со структурой предыдущего типа намотки волокон, но имеющие неметаллические лейнеры (резиновые, из полимеров и так далее) с закладными металлическими элементами со штуцерами; по международной классификации – баллон типа 4 (рис. 3).

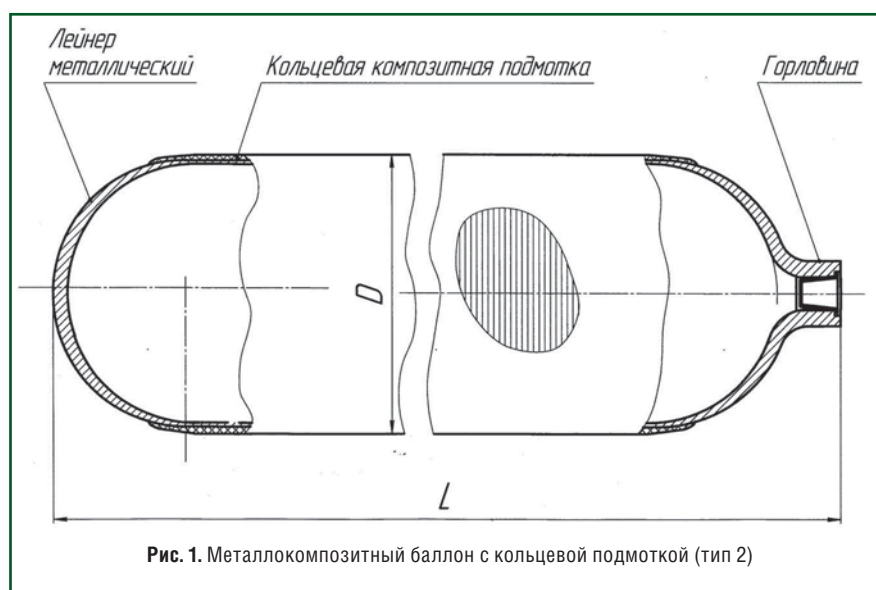


Рис. 1. Металлокомпозитный баллон с кольцевой подмоткой (тип 2)

Таблица 2

Квалификационные испытания материалов

| Наименование испытания | Материал | | | |
|--|----------|----------|----------|------------|
| | Сталь | Алюминий | Композит | Полиэтилен |
| Определение механических свойств | x | x | x | x |
| Испытание на ударный изгиб | x | — | — | — |
| Испытание на стойкость к коррозионному растрескиванию в среде сероводорода | x | — | — | — |
| Испытание на коррозионное растрескивание под напряжением | — | x | — | — |
| Испытание на межкристаллитную коррозию | — | x | — | — |
| Определение температуры размягчения | — | — | — | x |

том, что композиционный материал формируется в процессе изготовления конструкции из высокопрочных волокон с применением эпоксидных смол. Поэтому наиболее важными областями нормирования являются технологический процесс намотки и исходные данные для его разработки.

К основным исходным данным относятся характеристики композитных материалов, кото-

рые определяются более сложными, чем металлы, методами как по видам образцов материала («сухой» жгут, микропластик, кольцо, равнополюсная модель), так и по их количеству. Это следует из широты разброса характеристик составляющих композитного материала и их большой чувствительности к различным стадиям и режимам технологического процесса. В табл. 1 приведены основные прочностные

характеристики наиболее распространенных намоточных материалов.

Для расчета на прочность композитных конструкций применяются наиболее передовые методы (например, метод конечных элементов). Однако, несмотря на применение весьма сложных методов расчета, основные ответы на вопросы о прочности и эксплуатационной надежности можно получить из прямого эксперимента по разрушению баллонов внутренним давлением. Поэтому особое внимание уделяется нормированию всех этапов подготовки и проведения испытаний баллонов на основные случаи эксплуатации. В табл. 2 и 3 представлены типовые перечни квалификационных испытаний материалов и баллонов. Из них видно, что объем обработки металлокомпозитных баллонов существенно больше, чем у стальных (тип 1).

Действующий ГОСТ Р [3] в основном соответствует требо-

Таблица 3

Квалификационные испытания баллонов

| Наименование испытания | Количество баллонов | Тип баллона | | | |
|---|---------------------|-------------|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Определение давления разрушения баллона | 3 | X | x | x | x |
| Определение давления разрушения лейнера | 1 | — | x | x | x |
| Испытание на циклическую долговечность | 3 | x | x | x | x |
| Испытание на циклическую долговечность при экстремальных температурах (климатика) | 1 | — | x | x | x |
| Испытание на воздействие пламенем | 2 | x | x | x | x |
| Испытание на прострел | 1 | x | x | x | x |
| Испытание на устойчивость к дефектам на оболочке из композиционного материала | 1 | — | x | x | x |
| Испытание на длительное воздействие нагрузок | 1 | — | x | x | x |
| Испытание на устойчивость к ударам | 1 | — | x | x | x |
| Испытание на устойчивость к воздействию кислоты | 1 | — | x | x | x |
| Испытание на газопроницаемость | 1 | — | — | — | x |
| Испытание на циклическую долговечность природным газом | 1 | — | — | — | x |
| Испытание на скручивание | 1 | — | — | — | x |

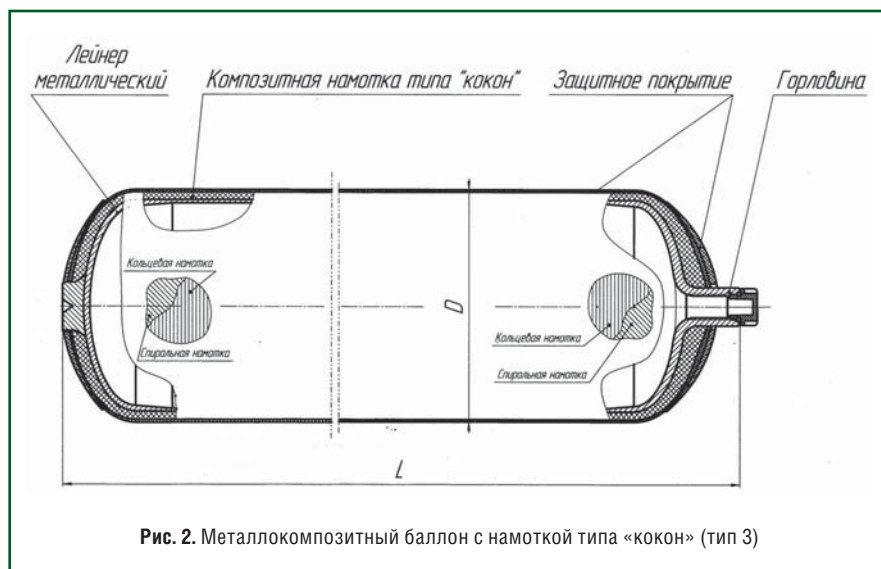


Рис. 2. Металлокомпозитный баллон с намоткой типа «кокон» (тип 3)

ваниям международного стандарта ISO 11439 [4]. Металлокомпозитные баллоны более опасны при разрушении, чем металлические, так как упругие деформации в момент разрушения у металлокомпозитных баллонов значительно больше. Это значит, что запас упругой энергии, высвобождаемой при разрушении в системе «металлокомпозитный баллон + жидкость», значительно выше, чем в системе «металлический баллон + жидкость».

Композитный слой металлокомпозитных баллонов менее чувствителен к дефектам, чем металлические баллоны, так как многослойная структура и большое количество волокон в композите позволяют перераспределять напряжение на бездефектные зоны (слои) конструкции. При пневмоиспытаниях металлокомпозитных баллонов требуется длительная выдержка для выхода воздуха из толщины композитного слоя. Трудоемкость изготовления ме-

таллокомпозитных баллонов меньше чем стальных, но стоимость их выше.

Особенность эксплуатации металлокомпозитных баллонов состоит в необходимости защиты композитного слоя. **В транспортных средствах баллоны нужно устанавливать в специально приспособленных местах, чтобы они были защищены от прямого солнечного излучения, атмосферных осадков и дорожных воздействий (выбросов гравия, соли, кислоты и так далее).**

Литература

1. **ПБ-03-576-03.** «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».
2. **НПБ 190-2000.** «Техника пожарная. Баллоны для дыхательных аппаратов со сжатым воздухом для пожарных. Общие технические требования. Методы испытаний».
3. **ГОСТ Р 51753-2001.** «Баллоны высокого давления для сжатого природного газа, используемого в качестве моторного топлива на автомобильных транспортных средствах. Общие технические условия».
4. **Осадчий Я.Е., Строганов А.В., Строганов В.И.** Национальный стандарт по автомобильным баллонам. Успехи и проблемы. – «АГЗК+АТ», 2005, № 6.

От редакции:

Просим бухгалтерию подписчиков журнала своевременно высылать в редакцию бухгалтерские документы.

Наш почтовый адрес:
115304, г. Москва, ул. Луганская, д. 11.
Национальная газомоторная ассоциация

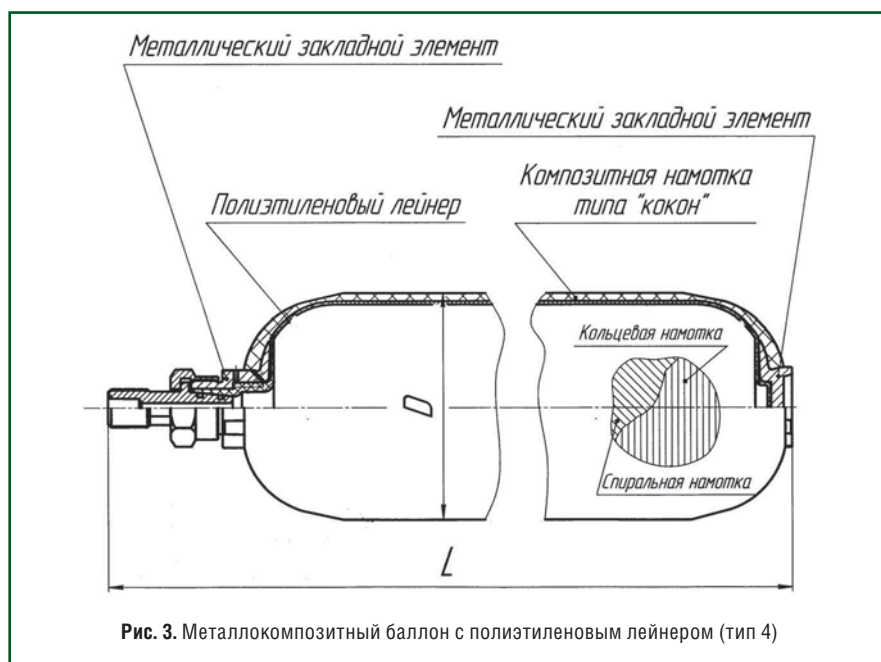


Рис. 3. Металлокомпозитный баллон с полиэтиленовым лейнером (тип 4)



Новые модификации газозаправочных колонок компании «FAS»

К своему 30-летию департамент газозаправочных колонок компании «Flüssiggas Anlagen GmbH» («FAS») подошел с рядом новых разработок, позволяющих решить проблемы учета СУГ на качественно новом уровне.

Газозаправочные колонки компании «FAS» поставляются в Россию более 12 лет и зарекомендовали себя как современные высокотехнологичные механизмы, надежно работающие в самых разнообразных условиях эксплуатации и климата. Позитивный опыт эксплуатации колонок и другого оборудования производства компании «FAS» в Российской Федерации помог заслужить признание нефтегазовых и сбытовых компаний. Высокое качество продукции под маркой «FAS» отмечено и в ряде документов организаций, контролирующих деятельность производственных компаний. Между Федеральным агентством по техническому регулированию и мет-

рологии (Ростехрегулирование) и заводом компании «FAS» заключен договор о признании результатов первичной поверки колонок.

Таким образом, у потребителей в России отпадает необходимость в проведении дополнительных метрологических проверок после приобретения колонок компании «FAS». Дальнейший межповерочный интервал определен в два года. На основании объективных данных (длительной безаварийной эксплуатации заправочных колонок, многократных регулярных проверок процесса производства и т.д.) компания «FAS» получила разрешение Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор)



Рис. 2. Газозаправочная колонка FAS-230

на эксплуатацию газовых заправочных колонок сроком действия пять лет.

Новые модификации колонок производства компании «FAS» обеспечивают полный контроль над операциями по отпуску топлива. Наряду с традиционным отпуском СУГ в литрах параллельно ведется учет в массовых единицах (килограммах). Таким образом, операторы автогазозаправочных станций в режиме реального времени могут получить полную картину движения и отпуска СУГ, причем с учетом его плотности и температуры. Автовладелец, как и прежде, видит на табло газозаправочной колонки привычные данные: число литров, цену одного литра топлива, а также общую сумму к оплате. Данные о плотности, температуре и массовом (килограммовом) учете находятся внутри технологического счетного блока и могут быть переданы в операторскую станцию.

Заправочные колонки компании «FAS» комплектуются высококачественными конструктивными элементами, обеспечивающими полный и оперативный контроль работы агрегата. Система автоматического возврата шланга высокого давления



Рис. 1. Газозаправочные колонки компании «FAS» на складе завода

Основные технические характеристики газозаправочных колонок

| Тип колонки | FAS-120 | FAS-220 | FAS-230 |
|---|---|------------|------------|
| Номер по каталогу «FAS» | 35486 | 35470 | 35471 |
| Электронная часть | ER4 | | |
| Электропитание | 230 В, 50 Гц | | |
| Панель считывания данных расходомера (в кг) | 1 (внутри) | 1 (внутри) | 2 (внутри) |
| Внешнее жидкокристаллическое табло (л) | 1 | 1 | 2 |
| Рабочее давление гидравлической системы, бар | 25 | | |
| Массовый кориолисов расходомер (0-30 кг/мин) | 1 | 1 | 2 |
| Арматура | | | |
| Отсекатель паровой фазы с фильтром тонкой очистки | 1 | 1 | 1 |
| Комплект клапанов | Дифференциальный, обратный, предохранительный клапаны, мембранный регулятор | | |
| Шланги высокого давления (длина 5 м) LPG 19 со скоростным клапаном и разрывной муфтой | 1 | 1 | 2 |
| Узел входа (жидкая фаза) | Шаровой клапан 1" NPT IG | | |
| Узел выхода (паровая фаза) | Шаровой клапан 3/4" NPT IG | | |
| Информационные данные на внешнем табло | «Цена за литр», «Количество литров», «Общая стоимость» | | |
| Информационные данные на служебной внутренней панели | Количество отпущенного продукта в килограммах, текущие данные о плотности и температуре СУГ | | |
| Дополнительное оборудование (поставляется отдельно) | Электромагнитный клапан (одно- или двухступенчатый); узел электрообогрева колонки; комплект диэлектрических фланцев для монтажа подземного трубопровода | | |

повышает удобство пользования колонкой. Шланги комплектуются многоразовыми разрывными муф-

тами и скоростными клапанами. В колонках применен счетный электронный блок с протоколом ER4, что

позволяет избежать периода отладки и сразу начать коммерческую эксплуатацию.

Новые модификации заправочных колонок легко адаптируются для использования в составе многотопливных автозаправочных станций (МТАЗС) с различными лицензированными системами автоматизированного управления.

Колонки смонтированы в новом эргономичном корпусе типа НМ (High Mast), выполненном из нержавеющей стали.

От редакции

Редакция журнала просит авторов статей при подготовке материалов к опубликованию строго соблюдать требования редакции по подготовке статей к изданию, а также соблюдения действующих нормативных документов.

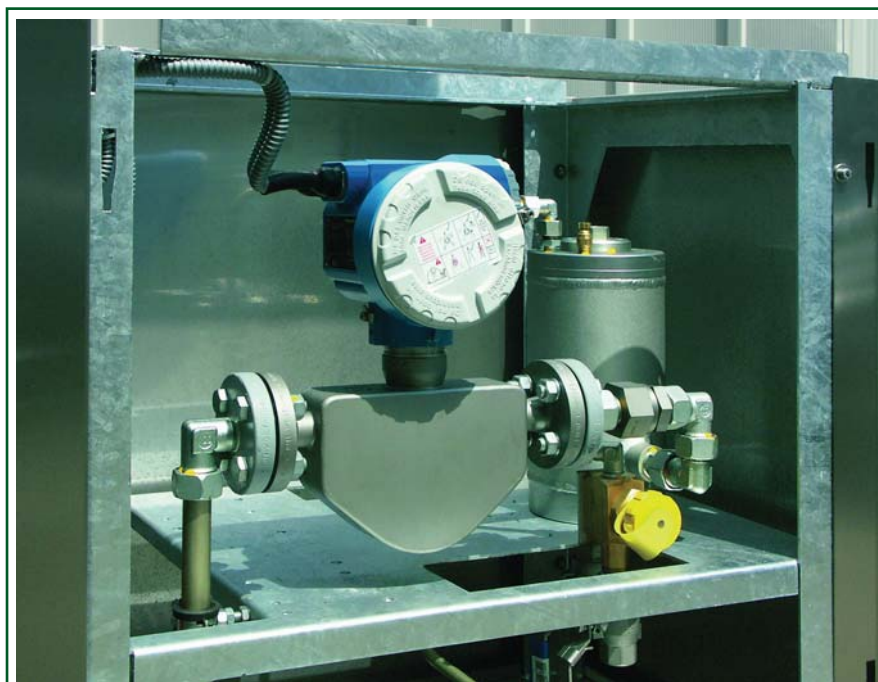


Рис. 3. Расходомер учета отпускаемого СУГ в килограммах



Новые модификации газозаправочных колонок серий 120, 220 и 230 фирмы FAS позволяют оперативно учитывать движение продукта как в объемных (литр), так и массовых (кг), единицах, на основе реальных физических параметров сжиженного газа (плотности и температуры).

Признание результатов заводской метрологической поверки (сертификат Федерального Агентства по техническому регулированию и метрологии №32265 от 24 июля 2008 года).

Увеличенный до 2 лет межповерочный интервал. Срок гарантии — 2 года!

FAS
Flüssiggas-Anlagen

(812) 335 4950 • (495) 647 0577 • (495) 954 1766

www.fas.su

Обоснование необходимости совершенствования системы питания двигателя СУГ

Н.Г. Певнев, зав. кафедрой Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ), профессор, д.т.н.,
Э.Р. Раенбагина, аспирантка СибАДИ

Эффективность использования сжиженного углеводородного газа (СУГ) в качестве топлива для автомобильных двигателей доказана многолетней практикой. В силу этого в народном хозяйстве широко используются автомобили, работающие на СУГ. Дальнейшее увеличение парка таких автомобилей с каждым годом повышает актуальность проблемы их технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР) [1].

Особенности газовой системы питания двигателя жидким газомоторным топливом требуют выполнения при ТО и ТР ряда дополнительных специальных работ. Так, одной из специфических работ для автомобилей, работающих на СУГ, является слив сжиженного углеводородного газа из автомобильных газовых баллонов. Выполнение ее регламентировано действующими нормативно-техническими документами и связано с качественным, безопасным проведением ТО и ТР, с соблюдением мер по пожаробезопасности и защите окружающей среды [2].

Обобщение сложившегося многолетнего опыта эксплуатации и технического обслуживания автомобилей, использующих в качестве моторного топлива СУГ, свидетельствует, что опорожнение автомобильного баллона от сжиженного углеводородного газа необходимо проводить в следующих случаях:

- перед поступлением газобаллонного автомобиля на посты, линии ТО-2 и ТР, где выполняются работы, общие для газобаллонных и бензиновых автомобилей (сварочные, малярные работы с инструментами, дающими искрение, и т.д.);
- перед проведением сезонного обслуживания при подготовке автомобилей к зимней эксплуатации;
- перед снятием и отправкой автомобильного газового баллона на освидетельствование;
- при нарушении внутренней или наружной герметичности запорно-предохранительной арматуры баллона;

но-предохранительной арматуры баллона;

- при возникновении аварийной ситуации.

Первые четыре случая слива СУГ являются технологически необходимыми. Они непосредственно связаны с технологией выполнения ТО и ТР. Следовательно, сама операция слива сжиженного углеводородного газа является составной частью технологии ТО и ТР газобаллонных автомобилей. А поскольку ТО и ТР выполняются на автотранспортном предприятии, то и слив СУГ должен проводиться здесь же.

Для этого на территории автотранспортного предприятия (АТП) должна быть предусмотрена площадка для специального поста слива СУГ [2]. Наличие его в АТП, не разрывая технологический процесс ТО и ТР, устраняет непроизводительные (холостые) пробеги автомобилей, связанные с необходимостью слива СУГ на автомобильной газозаправочной станции (АГЗС), позволяет экономить сжиженный газ (слитый на посту газ – это газ, уже оплаченный на АГЗС). Технологическое оборудование такого поста должно позволять полностью опорожнять газовый баллон от жидкой и паровой фаз СУГ за минимальное, технически обоснованное время, без выполнения слесарных (демонтажно-монтажных работ). Но посты слива сжиженного углеводородного газа из автомобильных баллонов, отвечающих этим требованиям, в настоящее время в АТП

отсутствуют. Они также отсутствуют и на АГЗС.

Такое положение объясняется техническими трудностями слива СУГ из автомобильных баллонов, обусловленными специфическими свойствами СУГ и конструктивными особенностями запорно-предохранительной арматуры автомобильных газовых баллонов, оборудованных моноблоком. Следовательно, сегодня без модернизации схемы питания двигателя жидким газомоторным топливом невозможно слить СУГ из автомобильных баллонов, и соответственно невозможно выполнить требования нормативных документов.

Важной особенностью сжиженных углеводородных газов является то обстоятельство, что в замкнутом объеме (например, в резервуаре для хранения, автомобильном баллоне) они существуют в виде жидкости, находящейся в состоянии фазового равновесия со своим насыщенным паром (двухфазная система «жидкость–пар»). В условиях равновесия в двухфазной системе не происходит ни конденсации паров, ни испарения жидкости. Если поддерживать постоянную температуру и сжимать пар, находящийся над жидкостью, то происходит его конденсация. Наоборот, если увеличить объем, занимаемый паром, то начинается испарение жидкости. Эти специфические свойства необходимо учитывать при сливе СУГ из автомобильных баллонов.

Реализация слива СУГ требует наличия в системе питания двух мест для присоединения шлангов, функции которых распределяются следующим образом: первый – для подвода к баллону избыточного давления (подводящий шланг); второй – для слива из баллона жидкой фазы и отсоса паровой фазы (сливной шланг).

Поэтому возникает необходимость внести изменения в существующие схемы питания двигателя газом и для каждого типа баллона выбрать места установки дополнительных устройств, обеспечивающих слив СУГ.

При этом нужно учитывать следующие требования:

- слив жидкой фазы СУГ должен производиться с самого нижнего уровня баллона, чтобы уменьшить до минимума объем несливаемого остатка;

- на линии слива жидкой фазы и отсоса паровой фазы СУГ не должно быть скоростных клапанов;

- при присоединении к баллону шлангов сливной колонки должен быть исключен демонтаж беспрокладочных ниппельных соединений трубопроводов газобаллонной аппаратуры;

- для слива СУГ желательно использовать наибольшие проходные сечения запорной арматуры баллонов.

При этом следует рассматривать два варианта схем питания: 1 – для автомобиля с конструкцией баллона с вентилями; 2 – для автомобиля с конструкцией баллона с моноблоком.

В первом варианте слив газа не представляет затруднения при наличии оборудованного поста слива, так как имеется возможность подсоединить сливной и подводящий шланги к имеющимся вентилям на баллоне.

Во втором варианте, когда на автомобиль устанавливается баллон с моноблоком, СУГ из баллона слить

невозможно, так как выносное правочное устройство (ВЗУ) оборудовано обратным клапаном, а в магистрали подачи газа в двигатель в моноблоке установлен скоростной клапан. При увеличении скорости перемещения газа клапан перекрывает магистраль. Следовательно, для проведения операции слива газа из баллона необходимо вводить изменения в схему питания двигателя газом, устанавливая дополнительно тройник в магистраль подачи газа в двигатель, к которому подсоединяется вентиль слива газа и ВЗУ слива газа без обратного клапана. Причем в тройник со стороны двигателя необходимо установить скоростной клапан, демонтировав его из моноблока (см. рисунок).

При этом слив СУГ будет происходить следующим образом: к ВЗУ подсоединяется пистолет подачи азота или природного газа; к ВЗУ слива газа без обратного клапана подсоединяется пистолет слива газа. Затем открывают вентиль слива газа и под давлением подают природный газ через заправочное устройство. Жидкая фаза СУГ вытесняется из баллона в сливную магистраль и поступает в сливную резервуар.

Комплекс предложенных мероприятий совершенствования системы питания двигателя газом позволит выполнять предписания норматив-

ных документов в случаях, предусматривающих слив газа из баллонов. Кроме того, это позволяет повысить безопасность эксплуатации газобаллонного автомобиля и обеспечить экологическую чистоту окружающей среды, так как не будет осуществляться сброс газа в атмосферу.

Предложенные мероприятия совершенствования системы питания возможно выполнить силами предприятий, производящих монтаж газобаллонного оборудования на автомобили. В юридическом плане необходимо подготовить технический регламент для комплекта газобаллонного оборудования, утвердить его в вышестоящих организациях, что позволит эксплуатировать газобаллонные автомобили с выполнением всех нормативных требований по безопасности.

Выводы и рекомендации

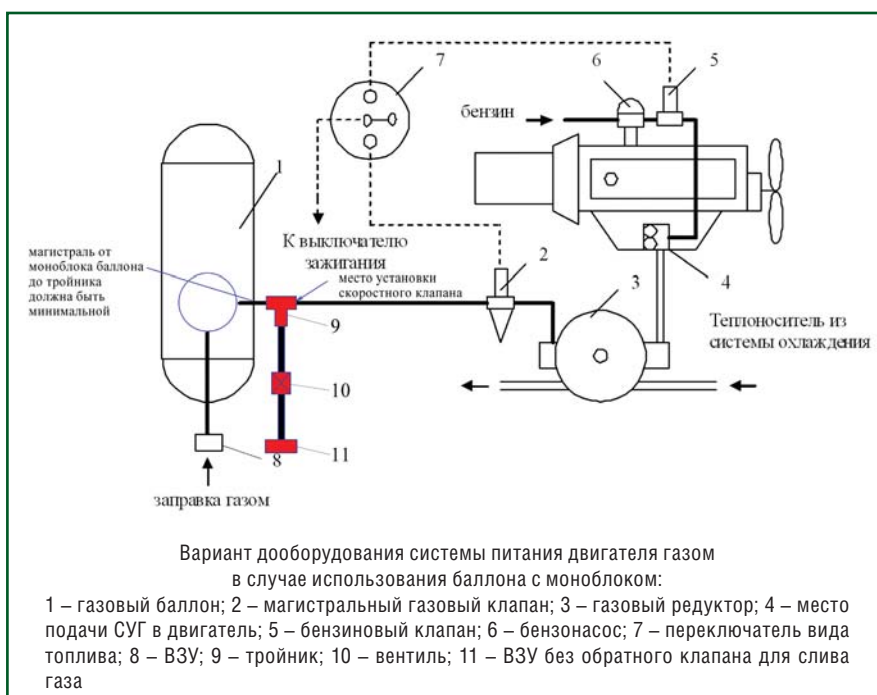
1. Для выполнения требований нормативных документов по эксплуатации газобаллонных автомобилей необходимо внести изменения в комплект газобаллонного оборудования, добавить магистраль для слива СУГ, которая включает ВЗУ без обратного клапана для слива СУГ, вентиль для отключения ВЗУ от магистрали подачи газа и тройник, а также переустановить скоростной клапан из моноблока в тройник со стороны двигателя.

2. Комплектация газобаллонного оборудования должна выполняться заводом-изготовителем с учетом требований правил эксплуатации газобаллонного автомобиля, регламентированных нормативными документами.

Литература

1. Певнев Н.Г. Обоснование и разработка рекомендаций по сливу сжиженного углеводородного газа из автомобильных баллонов. – Н.Г. Певнев, Л.Н. Бухаров, В.Ф. Крылов. – АГЗК+АТ. – 2004. – № 2. – С. 4-9.

2. Руководство по организации эксплуатации газобаллонных автомобилей, работающих на сжиженном нефтяном газе. – АГЗК+АТ. – 2005. – №4-6.



Цены на газ и газобаллонное оборудование упали, переходите на газомоторное топливо

В условиях кризиса многих заботят эксплуатационные расходы на автомобиль, наиболее существенными среди которых являются расходы на моторное топливо. Неудивительно, что все большее число автомобилистов оснащает свои автомобили газобаллонным оборудованием (ГБО), позволяющим использовать в качестве горючего сжиженный углеводородный газ (СУГ).

Современные системы ГБО с впрыском очень удобны в использовании: никаких особенностей в эксплуатации такого автомобиля не существует. Впрысковые ГБО обеспечивают лучшую динамику и меньший расход газомоторного топлива по сравнению с системами первых поколений, а вся работа контролируется электрони-

Причем в последнее время наметилась тенденция: на ГБО переводят все больше и больше иностранных автомобилей. Так, по данным компании «Газотопливные системы», за последний год число клиентов, владельцев иномарок, возросло в 1,5 раза, число владельцев отечественных легковых автомобилей – в 1,2 раза. Если же рассмотреть системы впрыска газа, которые устанавливают на иномарки последних лет выпуска и инжекторные «Газели», то объем вырос более чем в два раза. Напротив, доля автомобилей с карбюраторными моторами падает. Одним словом, на ГБО переходит наиболее активная часть автомобилистов, привыкших считать деньги и оптимизировать свои расходы.

Снижение расходов на топливо при использовании ГБО составляет примерно 40%. Другими словами, экономия за счет газа позволит, например, выплачивать кредит без лишних подработок.

В последнее время цены на бензин снизились примерно на 5%, однако на экономическую выгоду использования ГБО это не повлияло – дешевет бензин, дешевет газ. Если в конце лета 2008 г. бензин Аи-92 стоил 23,5 руб./л, а СУГ – 11,5 руб./л, то сегодня, когда бензин подешевел до 20 руб., газ стоит 10 руб./л. Цены на бензин и газ связаны, поэтому при понижении стоимости жидкого нефтяного топлива становится доступнее и газовое. Кстати, в этот раз стоимость газового топлива на некоторых заправках снизилась даже раньше бензина – еще в начале августа. В других областях, например, в Свердловской, 1 л СУГ уже стоит 8,5 руб., а в Тюменской еще меньше – 8 руб.

Эффект от использования ГБО на легковых автомобилях иностранного производства, работающих на СУГ

Марка «Chevrolet Lacetti»

| | |
|---|--------|
| Объем двигателя, л | 1,4 |
| Расход (смешанный цикл, л/100 км): | |
| бензин | 9 |
| газ | 11 |
| Стоимость, руб.: | |
| ГБО (тороидальный баллон 43 л, 4 цилиндра) | 22 150 |
| расхода бензина на 1 км | 1,8 |
| расхода газа на 1 км | 1,1 |
| Выгода за год (при пробеге 3000 км/мес.), руб. | 25 200 |
| Окупаемость, км | 39 500 |

Марка «Ford Mondeo»

| | |
|---|--------|
| Объем двигателя, л | 2,0 |
| Расход (смешанный цикл, л/100 км): | |
| бензин | 12 |
| газ | 14,5 |
| Стоимость, руб.: | |
| ГБО (цилиндрический баллон 50 л, 4 цилиндра) | 20 850 |
| расхода бензина на 1 км | 2,4 |
| расхода газа на 1 км | 1,45 |
| Выгода за год (при пробеге 3000 км/мес.), руб. | 34 200 |
| Окупаемость, км | 27 400 |

Марка «Infiniti FX 35»

| | |
|---|-----------|
| Объем двигателя, л | 3,5 |
| Расход (смешанный цикл, л/100 км): | |
| бензин | 15 |
| газ | 18 |
| Стоимость, руб.: | |
| ГБО (тороидальный баллон 62 л, 6 цилиндров) | 28 900 |
| расхода бензина на 1 км | 3 |
| расхода газа на 1 км | 1,8 |
| Выгода за год (при пробеге 3000 км/мес.), руб. | 43 200 |
| Окупаемость, км | 30 000 км |

Марка «Lexus GX 470»

| | |
|---|--------|
| Объем двигателя, л | 4,7 |
| Расход (смешанный цикл, л/100 км): | |
| бензин | 18 |
| газ | 21,5 |
| Стоимость, руб.: | |
| ГБО (тороидальный баллон 62 л, 8 цилиндров) | 34 600 |
| расхода бензина на 1 км | 3,6 |
| расхода газа на 1 км | 2,15 |
| Выгода за год (при пробеге 3000 км/мес.), руб. | 52 200 |
| Окупаемость, км | 29 800 |

Примечание. При стоимости бензина 20 руб. (Аи-92), газа – 10 руб.

кой, что обеспечивает надежный пуск, плавный автоматический переход с бензина на газ и обратно, а также гарантирует безопасность ГБО для двигателя и окружающих.

Безопасность вообще является очень важным аспектом при использовании ГБО. 1 октября 2008 г. компания «Газотопливные системы» открыла первый в Челябинске сертифицированный пункт освидетельствования автомобильных газовых баллонов, который позволяет не только проходить государственный технический осмотр, но и быть полностью уверенным в качестве и надежности баллонов. Весь комплекс услуг, связанных с освидетельствованием одного баллона, занимает в среднем 40 мин.

В декабре прошедшего года компания «Газотопливные системы» снизила стоимость ГБО. Например, для четырехцилиндрового автомобиля цена ГБО 4-го поколения при цилиндрическом баллоне емкостью 50 л составит 20 850 руб., цена того же оборудования с тороидальным баллоном на 43 л – 22 150 руб. Для автомобилей с большим числом цилиндров цена будет выше, но, как показывают рас-

четы, именно мощные автомобили получают максимальную выгоду от установки ГБО. Цена наиболее дешевого ГБО на карбюраторный автомобиль ВАЗ с цилиндрическим баллоном составляет 7800 руб., с тороидальным – 9150 руб.

Компания «Газотопливные системы» устанавливает ГБО итальянских производителей, так как оно лучше подходит к российским условиям. Оборудование фирм «Digitronic», «Lovato» и «BRC» надежно работает при отрицательных температурах окружающей среды, обладая невысокой стоимостью.

ГБО подбирается под конкретный автомобиль. Специалисты производят осмотр автомобиля, после чего принимают решение, какое именно оборудование устанавливать.

Далее выбирается тип и место установки баллонов (в зависимости от пожеланий владельца и технологических особенностей конструкции автомобиля). Баллоны бывают тороидальные и цилиндрические, могут устанавливаться в багажник (тороидальные вместо запаски) и под днище автомобиля. Объем цилиндрических баллонов составляет от 50 до 250 л,

тороидальных – от 35 до 95 л. Клиент всегда может выбрать оптимальный для себя вариант.

Затем принимается решение, куда выводить внешнее заправочное устройство (ВЗУ), которое, как правило, ставится в бампер или под него, но возможно вывести ВЗУ к заправочной горловине бензобака. Далее решается вопрос, куда удобнее «вживить» переключатель перехода с бензина на газ, чаще всего он устанавливается на приборную панель.

После этого начинается монтаж ГБО. В зависимости от типа ГБО (обычное или с впрыском) оно включает следующие компоненты: редуктор, блок управления, датчики, смеситель, форсунки и др. Время установки зависит от сложности и занимает всего от 2 до 5 ч. После окончания работы владелец заправляет свой автомобиль, а затем мастер производит настройку ГБО.

Сроки окупаемости ГБО в среднем составляют от шести месяцев до года при средней интенсивности езды и могут быть значительно меньше при регулярном использовании автомобиля на длительных пробегах.

<http://autochel.ru/news/1035.html>

Насосы SKC/SKD для перекачки сжиженного газа LPG на автозаправочных станциях

Насосы SKC/SKD наиболее популярные и наиболее часто применяемые насосы для LPG на рынке, отличаются высокой надежностью в переменчивых климатических условиях, также при крайне низких температурах. Широкая гамма предлагаемых насосов типа SKC/SKD позволяет на оптимальный выбор насоса согласно требованиям каждого пользователя.

- низкая стоимость закупки и эксплуатации
- гарантия многолетней и надежной работы и доступность запасных частей
- широкая сеть дистрибуции и сервисного обслуживания на территории страны
- высокое качество и надежность

LPG

HYDRO-VACUUM[®] SA

Hydro-Vacuum S.A., ul. Droga Jeziorna 8, 86-303 Grudziądz; tel. +48(56) 45 07 554 www.hv.pl

ООО «Метрология и автоматизация» – первое в России предприятие, реализовавшее коммерческий учет СУГ с учетом отходящих газов

Д.А. Сорокин,
технический директор ООО «Метрология и автоматизация» (г. Самара)

В 2005 г. ООО «Метрология и автоматизация» получило заказ дочернего предприятия «СИБУР» по организации автоматизированной системы отгрузки сжиженных углеводородных газов (СУГ) невесовым методом.

Мы обратились в 2005 г. в Казанский институт расходомерии ВНИИР, но на тот момент у них, как и у нас, не было никаких наработок по этому вопросу. То есть в определенной степени мы были первопроходцами, впоследствии наша схема учета была зарегистрирована, как полезная модель.

Если с измерением жидкой фазы проблем не предвиделось, то с измерением паровой фазы были вопросы.

При учете количества СУГ, отгружаемого в автоцистерны, необходимо учитывать массу не только жидкой фазы, но и массу отходящих газов.

Поток отходящих газов реверсивный: в начале налива в цистерну, а затем из цистерны в резервуар хранения. При этом достаточно сложно было предсказать величину массы отходящих паров. Технологи предприятия высказывали различное мнение – от «там ничего нет» до «там уходит половина», что нас, метрологов, конечно не устраивало. Для выяснения этого вопроса и правильного выбора средств измерения расхода был организован экспериментальный узел на одной стояке. В результате наблюдения в течение месяца мы выяснили, что в летнее время возврат паровой фазы доходит до 4%, поэтому учи-

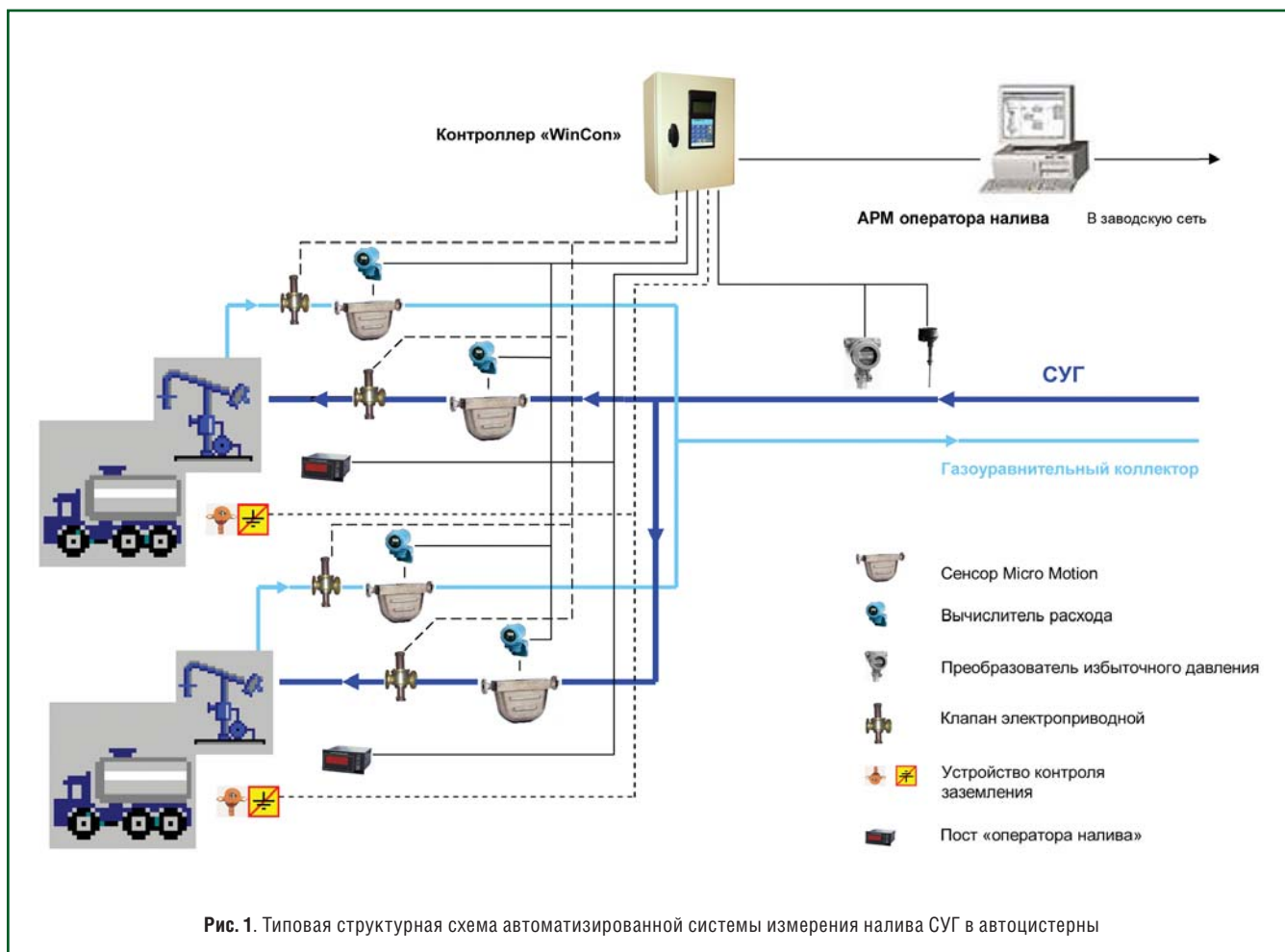


Рис. 1. Типовая структурная схема автоматизированной системы измерения налива СУГ в автоцистерны

тывать его надо обязательно. Подтвердилось также предположение и о реверсивности потока, что исключило применение турбинных и вихревых расходомеров. Для учета паровой фазы так же, как и для СУГ, выбрали массомеры MicroMotion.

В 2006 г. с участием ВНИИР были проведены испытания автоматической системы измерения налива (АСИН) СУГ с целью утверждения типа СИ, по результатам которых эта система (рис. 1) была внесена в Госреестр СИ и получила право применяться для коммерческих расчетов при отгрузке СУГ.

При опытной эксплуатации в первое время правильность учета по указанной выше системе находилась под сомнением и вызывала полное недоверие со стороны предприятия, отпускающего СУГ, и со стороны потребителей. Учет велся параллельно по предложенной системе и по прежней весовой схеме с взвешиванием автоцистерн. Отгрузка СУГ производилась через АСИН, а накладные выписывались на основании показаний взвешивания на весах. Уже через две недели всем стало очевидно, что наша система учета работает надежно и точно, разница массы отгруженного СУГ за сутки по системе и по весам не превышала 0,02-0,03%. Хотя еще некоторое время недоверчивые потребители продолжали проверять массу по весам. Ни одного случая претензий к АСИН при этом не возникало.

Данные массомеры универсальны в измерении различных сред, что подтверждает случай из практики, о котором стоит рассказать. Однажды наливщик перепутал рукава жидкой фазы с паровой: до определенного момента заправка проходила в штатном режиме, а затем система выдала ошибку и сигнал оператору о том, что по линии паровой фазы пошла жидкость, и налив был немедленно остановлен. Такой возможностью обладают массомеры, так как параллельно

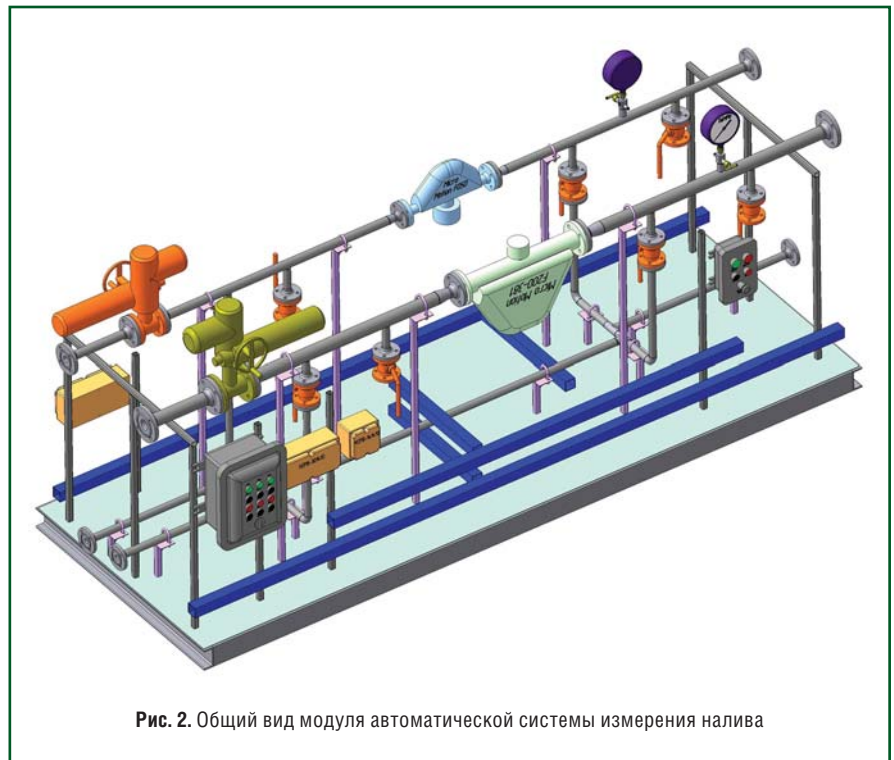


Рис. 2. Общий вид модуля автоматической системы измерения налива

измерению массы происходит и измерение плотности. Даже в такой ситуации предложенная система учета очень точно посчитала массу, что окончательно закрепило за ней статус достаточно надежной.

Однако возникает резонный вопрос, а зачем вообще нужно было строить новую систему отгрузки, если существовали весы?

Предложенная система (рис. 2) обеспечивает не только точный учет, но и автоматизацию загрузки автоцистерн. Система автоматически отгружает 0,85 объема с учетом текущей массы, плотности и массы отходящих паров.

При отгрузке СУГ в ручном режиме происходят потери на контрольную свечу (иногда значительные): водители нередко открывают свечу задолго до окончания налива для того, чтобы ускорить скорость заправки.

Конечно, можно наказывать водителей административными методами. Но когда в дело включился экономический фактор, и каждому хозяину и водителю стало ясно, что все потери теперь будут за их счет, такая необходимость отпала,

и контрольная свеча теперь включается только на 2-3 с. Практика замеров выявила также следующее: большое количество автоцистерн, несмотря на освидетельствование технадзором, эксплуатируется с неисправными уровнемерами и спленными трубками на контрольной свече, что дает возможность заливать СУГ на 100%, а это противоречит правилам безопасной эксплуатации.

Не менее важным для заказчика является и то, что автоматизированная система значительно усложняет несанкционированную «левую» отгрузку.

В предложенной системе АСИН ведется архив всех технических и коммерческих параметров с возможностью передачи в корпоративную сеть предприятия.

Впоследствии специалисты ООО «Метрология и автоматизация» изготовили и реализовали еще несколько систем с расширенными функциями управления, насосами и одоризационными установками. Две из них – для условий Крайнего Севера (-56°C), где применение весов достаточно проблематично.

Развитие экологически чистого автотранспорта в Тольятти

М.П. Бурда, директор ООО «Автогазприбор»

В связи с динамичным ростом автомобильных парков в городах России уже никого не приходится убеждать в необходимости использования экологически чистых видов моторного топлива. В настоящее время в России самым популярным остается дизельное топливо – на его долю, по данным Национальной газомоторной ассоциации, приходится до 49% общего рынка автомобильного моторного топлива в стране. На втором месте – бензиновое топливо. Однако повышение цен на эти марки моторного топлива все чаще вынуждает автовладельцев искать альтернативу. Причем за альтернативное топливо выступают не только частные лица, но и предприниматели, и даже муниципальные службы. Есть такой пример в г. Тольятти Самарской области.

Сегодня в Тольятти эксплуатируются 145 автобусов городского автотранспортного предприятия, которые используют сжатый природный газ (КПГ) в качестве газомоторного топлива. По оценкам экспертов, в России это самый большой парк автобусов, работающих на сжатом природном газе.

Идея использовать при эксплуатации транспортных средств вместо жидкого нефтяного топлива газ появилась у тольяттинских чиновников еще в 1990-х гг. Тогда город закупил 30 автобусов марки «ЛАЗ», которые технически могли работать одновременно на газе и бензине. Но, как оказалось, самыми не заинтересованными в вопросе перевода городского транспорта на экологически чистое топливо стали водители этих автобусов. Как бы грустно это не звучало, но каждый из них всеми силами старался, чтобы автобус работал исключительно на бензине. Почему? Ответ прост: чтобы была возможность слить неизрасходованный за смену бензин и добавить дополнительный доход в свой карман. С газовым же топливом таких манипуляций проделать невозможно. В результате даже незначительная поломка газового оборудования на автобусах преподносилась как очень серьезная, а отсутствие необходимых за-

пасней для ремонта приводило к простоя автобусов до двух месяцев. Так что решение транспортниками было принято однозначное – вновь ездить на бензине. Еще пару лет по городу колесили автобусы с пустыми газовыми баллонами на крышах. А вскоре дело с переводом городского транспорта на газ вообще заглохло. В начале 90-х гг. прошлого века газ резко подорожал, а бензин – несколько снизился в цене, поэтому программа использования газового топлива уже

не казалась экономически выгодной для города.

Спустя 10 лет о ней снова вспомнили. Цены на бензин вновь стали резко расти. В мэрии г. Тольятти и на автотранспортных предприятиях города тоже стали считать деньги, задумываться о том, как повысить рентабельность автотранспорта, из какого бюджета финансировать замену устаревшего автотранспорта на новый. Практика уже научила, что решить проблему нехватки средств только за счет повышения цен на билеты невозможно. Тогда впервые и прозвучало предложение создать на базе самого большого в Тольятти АТП № 1 новый автопарк.

К этому времени автопроизводители уже стали выпускать автобусы, которые использовали КПГ в качестве моторного топлива. Чтобы не покупать кота в мешке, представители транспортного управления мэрии Тольятти поехали в г. Касимов Рязанской области, где на конкретном примере смогли убедиться в экономичности и экологичности использования транспорта на КПГ (в Касимове еще восемь лет назад весь общественный транспорт был переведен на природный газ). Касимовские транспортники на конкретных цифрах доказали, насколько выгодно работать на метане. Например, за несколько месяцев эксплуатации



Рис. 1. Инженер ООО «Автогазприбор» А.В.Сиваков на участке Т02



Рис. 2. В заправочном цехе директор ООО «Автогазприбор» М.П.Бурда и генеральный директор ООО ДВС-Эко» В.И.Хорьков

автобусов с газовым оборудованием удалось выяснить, что из 100 т жидкого нефтяного моторного топлива около 20 т в месяц просто уходили «налево». С использованием газа такие случаи полностью были исключены. Второй плюс в том, что природный газ стоит в два раза дешевле бензина, что при больших объемах перевозок автобусами уже дает значительную экономию автотранспортному предприятию. И третий плюс – использование в качестве моторного топлива природного газа важно для города в целом, поскольку существенно улучшает экологическую обстановку.

Например, в составе отработавших газов автомобилей содержится более 300 различных вредных веществ. При сжигании 1000 л жидкого нефтяного моторного топлива в воздух вместе с отработавшими газами выбрасывается 200 кг окиси углерода, 25 кг углеводородов, 20 кг окислов азота, 1 кг сажи и 1 кг сернистых соединений. Исследования показали, что отработавшие газы двигателей, использующих природный газ, в 1,5-5 раз менее опасны.

В итоге, было принято решение о закупке автобусов на КПГ для Тольяттинского АТП № 1. Стоит отметить, что АТП № 1 было выбрано не случайно. В городе это самый большой парк автобусов – 380 ед. техники ежедневно выходит на линию. Автопарк обслуживает одного из своих крупных заказ-

чиков ОАО «АВТОВАЗ», перевозя ежедневно свыше 200 тыс. пассажиров.

На сегодняшний день уже эксплуатируются 105 автобусов ЛиАЗ-6212.7 и 40 автобусов марки ЛиАЗ-5256.57 производства ООО «Д.В.С. эко» (генеральный директор Владимир Иванович Хорьков). Сервисным обслуживанием газобаллонного оборудования и газовых двигателей «Cummins» занимается ООО «АВТОГАЗПРИБОР» в тесном контакте с производителем. Соблюдение межсервисных интервалов и качество обслуживания техники позволяет автопарку иметь высокий процент выхода газовых автобусов на линию.

Но и без ложки дегтя не обошлось. В г. Тольятти до сих пор работает всего одна АГНКС, где есть возможность заправлять автомобили природным газом (метаном). Гораздо большее распространение получили автозаправочные станции, предлагающие в качестве газомоторного топлива пропан-бутан. Чтобы своевременно обеспечивать парк газовых автобусов топливом, согласно разработанному проекту необходимо строительство АГНКС непосредственно на территории АТП. Таким образом удалось бы избежать холостых пробегов автобусов до заправки, которая расположена в центре города (экономию АТП только по затратам на топливо составила бы свыше 300 тыс. руб. в месяц), и, соответственно, пробок, которые создают ежедневно несколько десятков выстроившихся у заправочной станции автобусов. К тому же, чтобы обеспечить доставку рабочих на

автозавод и после рабочей смены в город, необходимо, чтобы на линии одновременно находились все автобусы, следовательно, заправлять их нужно также одновременно.

Используя богатый опыт зарубежных стран, специалистами был разработан проект строительства АГНКС с возможностью одновременной (ночной) заправки 80 городских автобусов. Ее суть проста и логична. На территории открытой стоянки устанавливается линия для заправки одновременно 80 автобусов. Одной заправки автобусу хватает на две рабочие смены, благодаря чему парк автобусов можно разбить на две колонны, заправка которых будет производиться через день. С учетом того, что производительность двух компрессоров «ARIEL» составляет 2960 м³/ч, для заправки в ночное время 80 транспортных единиц потребуется 4,5 ч (фактически ночной отстой составляет 5 ч). Так решается проблема с простоем автобусов, лишними пробегами, и экономится время. Утром водители садятся в полностью заправленные автобусы.

Кроме того, стоимость электроэнергии в ночное время ниже, и это существенно отражается на стоимости КПГ для предприятия.

Начало работы проекта «ночная заправка» планируется на 2009 г. Для этого в Аргентине уже закуплена компрессорная станция. У тольяттинцев есть все шансы стать первопроходцами, ведь подобная система заправки автобусов природным газом в России не применяется ни одним автопарком.



Рис. 3. Заправка в Тольятти

Комплектование и обустройство АГНКС

А.П. Черепанов,

главный инженер проекта ООО «Трест «Омгазторг-МПБ»,

Е.П. Мовчан,

начальник научно-технического отдела ЗАО «Метан Моторс»

В статье проведен анализ особенностей проектирования АГНКС, даны рекомендации по оптимальному выбору основного оборудования, позволяющие создавать экономичные станции с учетом местных условий. Указаны наиболее значимые факторы, определяющие выбор конкретного вида оборудования: например, отмечено, что при достаточном количестве выделенной мощности может быть выбран привод газового компрессора от электродвигателя, а при дефиците выделенной мощности – от газового двигателя.

Применение сжатого природного газа (КПГ) в качестве моторного топлива характеризуется целым рядом известных преимуществ по сравнению с традиционными нефтяными топливами [1], что стимулирует дальнейший рост парка газобаллонных автотранспортных средств, а также развитие сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС).

Несмотря на то, что газификация регионов России постепенно набирает обороты, темпы внедрения КПГ на автотранспорте до сих пор остаются на относительно низком уровне. Это объясняется многими причинами и, прежде всего, тем, что при выборе и строительстве АГНКС в различных регионах страны приходится сталкиваться с целым рядом проблем [2]. И все же строительство АГНКС продолжается – только по Целевой комплексной программе (ЦКП) ОАО «Газпром» до 2015 г. предусматривается запуск в эксплуатацию 200 новых АГНКС [3].

Однако при комплектовании и обустройстве АГНКС часто возникают вопросы, которые необходимо решать для того, чтобы строящиеся АГНКС не только соответствовали своему техническому назначению, но экономически были бы более эффективны, отличались достаточно высокой надежностью в работе и органично вписывались в общую концепцию

развития сети использования КПГ в конкретном регионе. Поэтому заказчикам проекта, которые чаще всего не знают достаточно хорошо оборудование для КПГ, необходимо более тщательно формулировать основные требования к АГНКС для разработчиков и поставщиков.

В связи с тем, что имеющаяся в литературе информация о комплектовании и обустройстве АГНКС, как правило, посвящена лишь отдельным ее аспектам и достаточно разрозненна, заказчики проектов, особенно час-

тный бизнес, испытывают большие затруднения в формулировании таких требований. Содержание данной статьи призвано восполнить имеющийся пробел и помочь заказчикам в формировании технических заданий на АГНКС.

Основные требования при выборе АГНКС

Назначение АГНКС: сжатие природного газа (метана) до давления 250 кгс/см², его осушка, очистка от механических частиц и последующая заправка в баллоны транспортного средства (ТС) и ПАГЗов.

Исходя из этого типовая конструктивная схема (рис. 1) всех АГНКС должна включать следующие основные элементы:

- комплектную трансформаторную электрическую подстанцию 1;
- узел учета газа 2 (из газопровода);
- технологический блок 3, содержащий систему подготовки газа (блок осушки ПГ) 4 и компрессор 5 с двигателем для привода компрессора;
- аккумулятор-накопитель (АН) газа 6 для быстрой и экономичной заправки;
- панель приоритетов 7 (блок управления колонками);
- раздаточные колонки (РК) 8 с устройствами для непосредственной заправки баллонов;

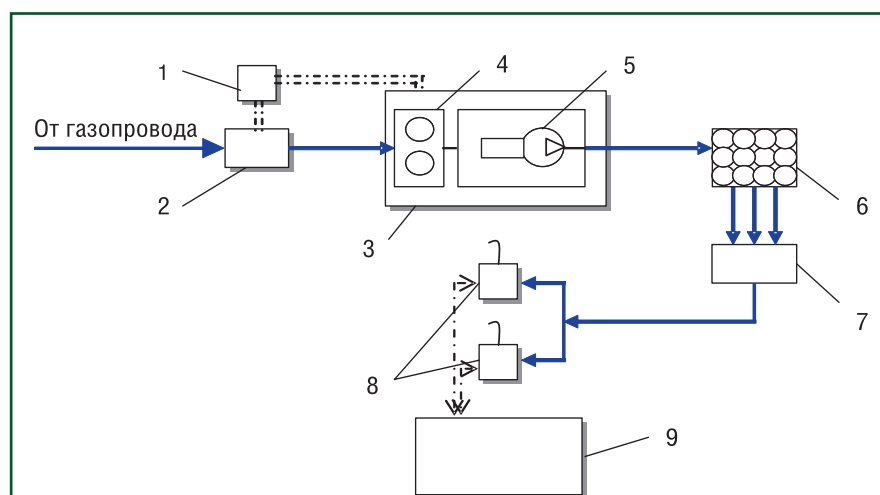


Рис. 1. Типовая конструктивная схема АГНКС:

- 1 – комплектная трансформаторная электрическая подстанция; 2 – узел учета газа;
- 3 – технологический блок, содержащий систему подготовки газа; 4 – блок осушки ПГ;
- 5 – компрессор с двигателем для привода компрессора; 6 – аккумулятор-накопитель газа;
- 7 – панель приоритетов (блок управления колонками); 8 – раздаточные колонки;
- 9 – операторная

■ операторную 9 с приборами контроля и дистанционного управления технологическим блоком и колонками.

Давление природного газа (ПГ), подаваемого из трубопровода на всасывание в компрессор, обычно составляет от 0,3 до 1,2 МПа (3-12 кгс/см²). Природный газ перед подачей в компрессор должен обязательно пройти узел учета и систему подготовки газа (очистку/осушку).

Заправка баллонов ТС производится от газовой раздаточной колонки, на которую газ подается из аккумулятора-накопителя, выполненного в виде единого блока из баллонов соответствующей емкости, автоматически наполняемого компрессором по мере опорожнения баллонов до определенной величины.

В зависимости от требований раздаточные колонки, а, следовательно, аккумуляторы-накопители могут быть выполнены в виде одного из трех видов организации заправки (одно-, двух- или трехлинейная заправка), характеризующихся соответствующим количеством линий заправки, связывающих аккумулятор-накопитель и РК. Сравнительный анализ работы АГНКС, работающих по одно-, двух- и трехлинейной схемам заправки, показывает, что выигрыш по энергетике второго варианта (двух давлений) по сравнению с первым может составлять около 20%, а третьего (трех давлений) – более 40% [2].

Для реализации схемы работы АГНКС с учетом обеспечения необходимых параметров заправки (давления и расхода) от двух- или трехлинейной колонки в технологическую схему между газовым компрессором и АН дополнительно включается панель приоритетов, обеспечивающая автоматическую подачу газа из компрессора в секции аккумулятора-накопителя (для заполнения их до соответствующих давлений) и далее – в колонки.

Для надежной и безопасной работы технологического оборудования на АГНКС должны быть предусмотрены:

■ автоматическая система изменения расхода газа (на входе АГНКС и при заправке ТС);

■ устройства для контроля давления газа (на входе и выходе);

■ система контроля загазованности в помещениях, а также необходимая система безопасности (вентиляция, пожарная сигнализация, автоматическое пожаротушение и т.д.).

О выборе оборудования для АГНКС

Выбор газового компрессора. Газовый компрессор можно назвать «сердцем» АГНКС, так как он обеспечивает необходимую производительность и давление заправки баллонов ТС. От правильного выбора типа газового компрессора во многом зависит не только надежность работы АГНКС, но также ее общее схемное решение и эффективность.

При выборе компрессора, помимо показателя цена/качество, в первую очередь следует обращать внимание на тип компрессора (смазка, охлаждение, давление, производительность),

а также на тип его привода (электро- или газовый).

В последнее время все большей популярностью начинают пользоваться газовые компрессоры, работающие без смазки. Так, например, ближайшей целью основных компаний-производителей АГНКС в Германии является переход только на «сухие», не смазываемые компрессоры, которые конструктивно проще и гарантируют на выходе более высокую чистоту газа.

Тип охлаждения газового компрессора может быть как водяной, так и воздушный (рис. 2).

Водяное охлаждение эффективнее воздушного, однако, отличается и большей сложностью, так как требует специального охлаждающего циркуляционного контура. Циркуляционный контур может быть выполнен как замкнутым/кольцевым – с возвратом охлаждающей жидкости (рис. 2б), так и разомкнутым – с отводом охлажда-

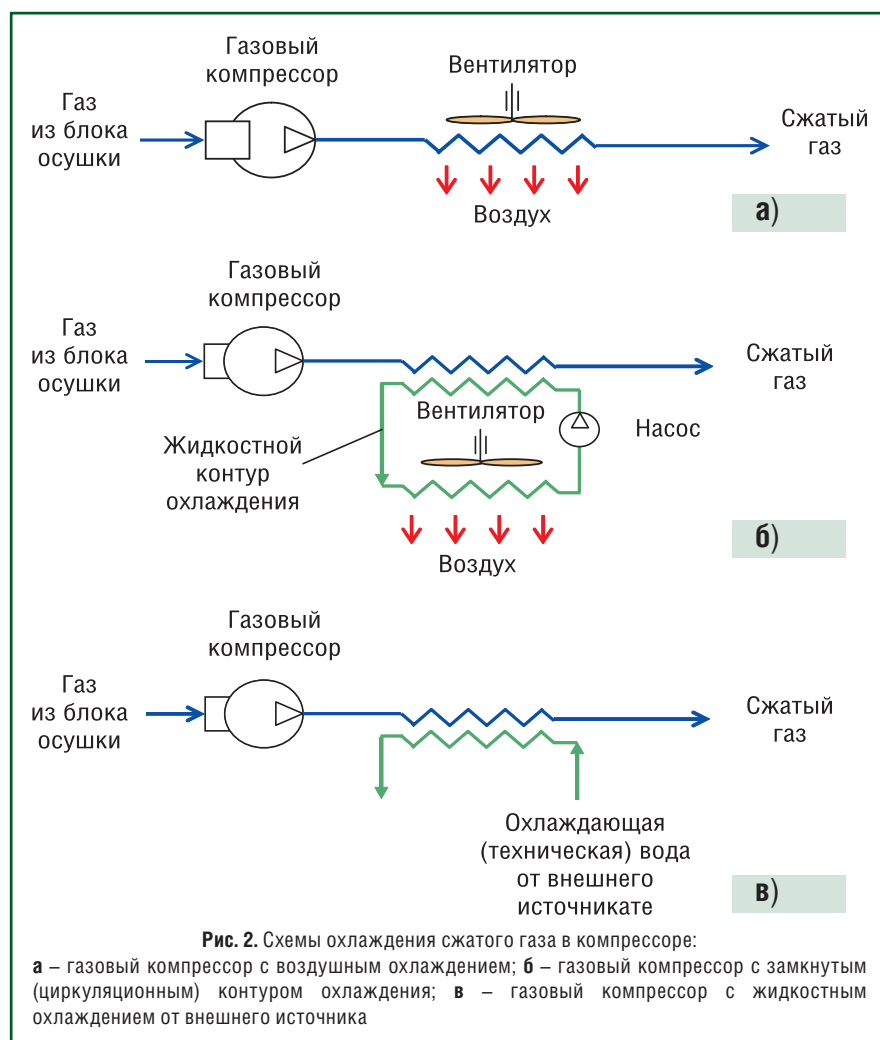


Рис. 2. Схемы охлаждения сжатого газа в компрессоре:

а – газовый компрессор с воздушным охлаждением; б – газовый компрессор с замкнутым (циркуляционным) контуром охлаждения; в – газовый компрессор с жидкостным охлаждением от внешнего источника

ющей жидкости (рис. 2в). В качестве рабочего тела в циркуляционном контуре, кроме воды, может использоваться и специальная охлаждающая жидкость, например, антифриз.

Максимальное рабочее давление газового компрессора выбирается с учетом требований при заправке до необходимого конечного давления (как правило, это 250-300 кг/см²), а производительность – с учетом объема/количества заправляемых ТС и ПАГЗ, а также количества предусматриваемых модулей, которые должны войти в состав АГНКС. Чаще всего – это 300-600 нм³/ч.

В настоящее время на газомоторном рынке представлены газовые компрессоры с довольно широким диапазоном давлений и производительности, поэтому в этих условиях несложно подобрать компрессор по требуемым параметрам: например, швейцарская фирма «GreenField» предлагает для создания АГНКС самые разные типы газовых компрессоров с производительностью от 170 до 1600 нм³/ч и давлением вплоть до 500 кг/см². Однако при выборе компрессора нужно иметь в виду, что, несмотря на имеющиеся предложения компрессоров с предельно высоким давлением (500 кг/см²), большинство производителей АГНКС все же создают свои станции на базе компрессорных установок (КУ) с рабочим давлением 250 кг/см². Последнее связано с тем, что газобаллонное оборудование ТС обычно рассчитано на рабочее давление 200-220 кг/см², поэтому для выполнения заправки этих ТС нецелесообразно выбирать (да и нет необходимости в этом) компрессор с избыточной функцией по давлению (с давлением нагнетания более 250-300 кг/см²), который к тому же и более дорогой. Нагнетание 250-300 кг/см² позволяет заправлять (до необходимых давлений) не только баллоны ТС, но также ПАГЗы, активно внедряемые в практику развития сети КПГ [4]. В связи с этим в настоящее время нет смысла говорить о компрессорном оборудовании с давлением нагнетания более 250-300 кг/см². Вопрос целесообразности повышения давления до значений более 250-300 кг/см² требу-

ет отдельного обсуждения и анализа и выходит за рамки данной статьи.

Для повышения надежности и экономичности работы АГНКС рекомендуется выбирать два или три одинаковых газовых компрессора с суммарной производительностью, равной максимальной производительности, на которую проектируется станция. Это позволяет использовать любой из модулей (компрессоров) как в случае неполной загрузки АГНКС, так и при сервисном обслуживании или временном выходе из строя одного из модулей. Благодаря этому не только существенно повышаются эксплуатационные характеристики АГНКС (обеспечивается ее бесперебойная работа, экономичность и надежность), но и повышается срок службы компрессорного оборудования за счет снижения количества пусков компрессора, что особенно важно при малом объеме аккумулятора-накопителя. Кроме того, модульное исполнение позволяет по мере необходимости поэтапно наращивать производительность АГНКС, обеспечивая тем самым ее оптимальную загрузку и снижение общего срока окупаемости.

При выборе типа привода газового компрессора необходимо, прежде всего, учитывать количество выделенной электрической мощности: при достаточном количестве выделенной мощности можно выбрать более простой электрический привод (от электродвигателя), при дефиците выделенной мощности предпочтение отдается приводу от газового двигателя. Последнее позволяет, благодаря относительно низкой стоимости ПГ, не только покрыть дефицит электрической мощности, но и сэкономить на оплате за потребляемую электроэнергию в процессе эксплуатации АГНКС. Однако экономическая эффективность привода от газового двигателя пока не превышает простоту и надежность электродвигателя, поэтому преимущественное распространение на сегодня получил электрический привод.

Выбор осушителя. По принципу действия все применяемые осушители практически одинаковы: очистка

ПГ в них ведется на адсорбентах – высокомолекулярных ситах. Основным отличием осушителей друг от друга является степень автоматизации их работы.

Наиболее простыми являются одноколонные устройства осушки природного газа малой производительности (рис. 3а), которые обычно поставляются как базовые модули (например, канадской фирмой «Хебес Инс.»). Все модели устройств данной серии требуют внешней регенерации адсорбента или его замены после достижения определенной наработки, которая зависит от содержания воды в газе, часов работы и интервалов между регенерацией.

Имеются также одноколонные устройства осушки ПГ с циклом регенерации адсорбента, использующие замкнутый цикл с подогревом, запускаемым оператором вручную (по сигналу от датчика точки росы), а также устройства осушки с дополнительной адсорбционной колонной, благодаря которой подача сухого природного газа в компрессор происходит непрерывно, даже во время регенерации адсорбента в одной из колонн.

Устройства осушки ПГ с полностью автоматизированной системой осушки из двух попеременно включаемых колонн (рис. 3б) разработаны для непрерывного цикла при большом потоке газа и обеспечивают наилучшие показатели точки росы, энергетической эффективности и регенерации адсорбента. Как правило, такие устройства оснащены жидкокристаллическим экраном, на котором непрерывно отображается полная информация о состоянии оборудования и выводятся предупреждающие сигналы.

При выборе конкретного осушителя природного газа необходимо учитывать не только значение показателя «цена/качество» устройства, удобство его обслуживания, но также требования к степени автоматизации АГНКС: как правило, чем проще и дешевле осушитель, тем он более трудоемок в обслуживании и менее приспособлен для автоматизации. Поэтому при строительстве АГНКС предпочтение чаще всего отдается системам осушки, позволяющим

работать в непрерывном цикле, что сокращает вынужденный (технологический) простой станции и одновременно с этим гарантирует заправку ТС компримированным природным газом требуемых кондиций.

Выбор раздаточных колонок. Выбор типа и количества раздаточных колонок зависит от количества заправок ТС, максимального давления заправки, требований к степени автоматизации, а также от реализуемой в АГНКС схемы заправки (количества линий заправки).

В настоящее время производителями выпускается множество самых различных раздаточных колонок, однако все их объединяет следующее: раздаточные колонки обычно бывают одно- и двухпостовыми; могут быть выполнены с возможностью реализации одного из трех видов заправки – одно-, двух- или трехлинейная заправка, характеризующихся соответствующим количеством линий заправки; как правило, все РК снабжены системой аварийной защиты (отключение при полной заправке, отключение при прорыве шланга, ручное аварийное отключение), а некоторые из них имеют систему «мягкого» пуска.

Используемые типы расходомеров в колонках позволяют производить измерение либо в «кг», либо в «нм³». Точность (погрешность) измерения расхода выдаваемого газа зависит от типа используемого расходомера (измерителя расхода газа) и, как правило, для большинства РК она составляет ± 1,0%. Однако при выборе раздаточных колонок российских производителей следует иметь в виду, что применяемые в них измерители расхода газа отечественной разработки не всегда надежны в работе: так, например, количество «отказов» измерителя расхода газа ИКГ-«Игла» в раздаточных колонках производства НГТ «Холдинг» в течение года достигает 15-20% [6]. Поэтому в качестве альтернативы этому измерителю расхода газа производителем РК предлагается более надежный, но дорогой измеритель «Кроне» (английского производства), который приводит к существенному удорожанию колонки (на 25-30%).

Максимальное рабочее давление РК определяется максимальным рабочим давлением заправляемых баллонов и для большинства российских АГНКС составляет 200 кгс/см² (обеспе-

чивают заправку ТС на фактическое рабочее давление 200-220 кгс/см²).

Производительность заправочной колонки обычно выбирается в соответствии с условиями комфортного обслуживания потребителей (например, временем заправки баллонов, которое для одного ТС обычно составляет 3-8 мин). Для этого используются два типоразмера заправочных устройств: с меньшим проходным сечением для легковых автомобилей и с большим проходным сечением для автобусов, грузовых и специальных автомобилей. Для ТС с большим объемом заправляемых баллонов существуют специально разработанные для этого раздаточные колонки повышенной производительности, например, AS-120 D-AC (производительность – до 28 нм³/мин) аргентинской компании «CNG Galileo S.A.».

В заправочную линию обязательно устанавливается разрывное устройство (разрывная муфта), так как нередки случаи стартования автомобиля с места с присоединенным заправочным устройством.

Что касается конструктивных особенностей заправочных устройств (пистолетов), то наиболее распространены две их модификации. Пер-

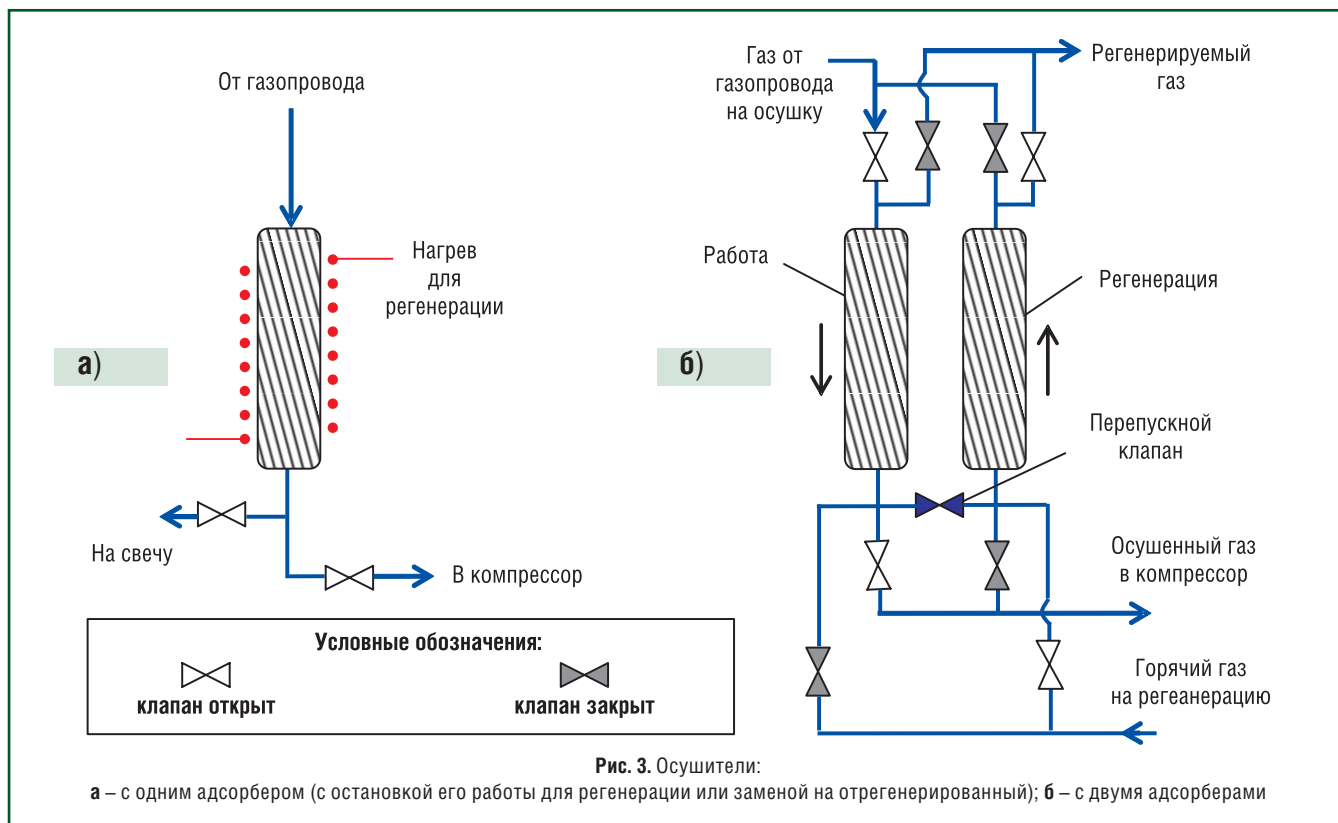


Рис. 3. Осушители:

а – с одним адсорбером (с остановкой его работы для регенерации или заменой на отрегенированный); б – с двумя адсорберами

вая модификация позволяет полностью сбрасывать газ из заправочной иглы и шланга на дренаж (на свечу), вторая – снабжена специальным устройством, позволяющим автоматически (без участия водителя) выполнять заправку и сброс газа из шланга в коллектор низкого давления.

Управление процессом заправки автомобилей КПГ (включающим в себя учет газа, вывод информации о количестве заправленного газа и его стоимости для каждого заправочного поста в процессе заправки, ведение журналов за отчетный период времени) обычно осуществляется с пульта оператора в диалоговом режиме. При этом подача газа в заправочное устройство регулируется специальными клапанами (по сигналам с кнопок аварийного останова), а учет отпущенного газа производится с помощью измерителей количества газа (ИКГ). Привод клапанов в системе управления используется пневматический (обычно воздушный) или электрический.

Следует отметить, что воздух из-за наличия в нем кислорода является агрессивной средой, поэтому коррозия в элементах пневматической системы происходит слишком быстро, что существенно увеличивает затраты на ее ремонт и обслуживание. В связи с этим электрический привод наиболее предпочтителен. Кроме того, электрический привод не требует дополнительного источника сжатого газа и позволяет исключить из технологической схемы станции воздушную систему (воздушный компрессор или баллоны со сжатым воздухом). При замене пневматических исполнительных элементов на электромагнитные возможно существенное сокращение затрат на диагностику и капитальный ремонт. Также необходимо отметить более высокую надежность и компактность электромагнитной системы управления.

В автоматизированном исполнении функции управления заправочными колонками и расчета (учета) отпущенного количества газа выполняет система автоматического управления АГНКС (САУ АГНКС). Как правило, одновременно с этим САУ АГНКС осуществляет общий контроль и управление АГНКС, автоматическое управление

осушителями газа (при наличии автоматизированной системы очистки), контроль технологических параметров и выполнения действий, обеспечивающих безопасность эксплуатации АГНКС, а также ведение журнала по заправкам (с возможностью печати отчетов).

Заправочные колонки зарубежных компаний, в отличие от колонок отечественных производителей, имеют улучшенный дизайн и большое разнообразие опций: например, для колонок AS-120D и AS-120D-AC аргентинской компании «ASPRO» дистанционное управление дается как дополнительная опция. Однако следует знать, что многие из колонок зарубежных компаний, например, колонки наиболее широко представленной на российском рынке аргентинской компании «CNG Galileo S.A.», не предназначены для работы в суровых климатических условиях (рассчитаны для работы при температуре окружающей среды не ниже -35°C).

Стоимость предлагаемых на рынке РК зависит не только от производителя и типа колонок, но и от их технических характеристик и комплектации, поэтому разброс цен на РК порой достигает 100% и более. В этих условиях заказчику следует более тщательно подходить к выбору РК, обращая внимание как на показатель «цена/качество», так и на их комплектацию. При этом необходимо также учесть, чтобы один из заправочных постов имел (в обязательном порядке!) рабочее давление выше, чем на остальных постах, чтобы обеспечить возможность заправки ПАГЗов (обычно это 250 кг/см²).

Выбор аккумулятора-накопителя.

Вследствие того, что аккумулятор-накопитель газа (АН), прежде всего, служит для быстрой и экономичной заправки ТС, его конструктивная схема и объем должны быть согласованы с общей концепцией выбора АГНКС – ее производительностью (производительностью газовых компрессоров), линейностью заправки, количеством и типом РК и т.д.

Для заправки баллонов ТС от газовой раздаточной колонки газ подается из аккумулятора-накопителя, поэтому как и раздаточные колонки аккумуля-

торы-накопители могут быть выполнены в виде одного из трех видов организации заправки – одно-, двух- или трехлинейная заправка, – характеризующихся соответствующим количеством линий заправки (связывающих аккумулятор-накопитель и раздаточные колонки), секций и давлением в них. Например, для трехлинейной заправки аккумуляторы газа состоят из трех секций (кассет) с различным рабочим давлением, автоматически поддерживаемым компрессором (по мере падения давления в аккумуляторах ниже заданного порога). Каждая из кассет АН состоит из набора баллонов с определенной вместимостью и давлением, рассчитанным на максимальное рабочее давление.

При выборе типа баллонов для кассет АН прежде всего необходимо учитывать их рабочий диапазон температур, срок службы, а также требования к периодичности их переосвидетельствования. Так как АН обычно располагается на открытой площадке (под специальным навесом), то диапазон рабочих температур баллонов должен соответствовать климатическим условиям региона, в котором работает АГНКС.

Баллоны АН могут быть стальными и металлокомпозитными. Стальные баллоны имеют массогабаритные характеристики хуже, чем металлокомпозитные, однако, они дешевле и отличаются более высоким сроком службы (15-20 лет). Кроме того, правила переосвидетельствования стальных баллонов менее жесткие, чем металлокомпозитных. Поэтому при создании АН, массогабаритные характеристики которых не ограничены, предпочтение следует отдавать стальным баллонам.

При выборе баллонов для аккумулятора-накопителя газов заказчик может провести экспресс-анализ качества баллонов по удельным показателям и выбрать наилучший. Предлагаем в качестве обобщенного удельного показателя качества принять произведение удельной массы баллона (кг/л) на удельную стоимость баллона (руб./л) – чем она меньше, тем лучше. Пример такого анализа для металлопластиковых баллонов приведен ниже в таблице.

Сравнительные технические характеристики баллонов на давление P=20,0 МПа

| № п/п | Характеристики | «Реал-Шторм», г. Ижевск | Орский машиностроительный завод | КОКБ «Союз», г. Казань |
|-------|--|-------------------------|---------------------------------|------------------------|
| 1 | Средняя удельная масса, кг/л | 0,59 | 0,68 | 0,75 |
| 2 | Средняя удельная цена, руб./л | 215 | 230 | 241 |
| 3 | Отношение масс баллонов | 1 | 1,15 | 1,31 |
| 4 | Отношение цен баллонов | 1 | 1,07 | 1,12 |
| 5 | Обобщенный удельный показатель качества, руб. кг/л | 126,8 | 156,4 | 186,8 |
| 6 | Отношение удельных показателей качества | 1 | 1,23 | 1,47 |

Как видно из таблицы, наилучшим обобщенным удельным показателем качества обладают баллоны фирмы «Реал-Шторм».

Выбор узла учета расхода газа.

Узлы учета расхода газа относятся к измерительным комплексам и представляют собой комплект средств измерений и устройств, обеспечивающий коммерческий учет количества газа, а также контроль и регистрацию его параметров.

Если учесть, что разница в показаниях измерения входящего и отпускаемого газа на АГНКС иногда достигает 7% [5], то становится очевидным, насколько важно подобрать такой узел учета расхода газа, который бы позволил предельно минимизировать эту разницу.

В зависимости от применяемого метода измерения, в настоящее время преимущественное распространение нашли узлы учета расхода газа (с рабочим давлением до 16 кгс/см²), выполненные в следующих модификациях:

- с турбинными счетчиками (с расходом от 10 до 16000 нм³/ч);
- с ротационными счетчиками (с расходом от 0,1 до 1000 нм³/ч);
- с вихревыми расходомерами-счетчиками (с расходом от 0,016 до 10 000 нм³/ч).

Измерение расхода газа в турбинных счетчиках осуществляется путем преобразования скорости вращения турбинки в объемные значения количества прошедшего газа в этих счетчиках (за счет передачи вращения турбинки через магнитную муфту на счетный механизм). Особенностью работы этих счетчиков является то,

что динамические нагрузки для них являются нежелательными – при работе в импульсном режиме (во время пуска и снижения расхода газа) за счет инерционности турбинки возрастает погрешность измерения.

Принцип действия ротационного счетчика заключается в обкатывании двух роторов специально профилированной формы (напоминающей цифру «восемь») друг по другу под действием потока газа. Основными преимуществами этих типов счетчиков в сравнении с турбинными являются – малая погрешность при измерении переменных потоков (незаменимы для измерения расхода газа при работе в импульсном режиме), а также возможность использования любого направления газа через счетчик.

Принцип действия вихревого расходомера-счетчика основан на эффекте возникновения периодических вихрей при обтекании потоком газа тела обтекания. По диапазону измерения расхода эти счетчики занимают промежуточное значение между турбинными и ротационными. В связи с тем, что в данном типе счетчиков отсутствуют подвижные элементы, они более надежны и просты в работе – нет необходимости в системе смазки, требуемой для турбинных и ротационных счетчиков. Кроме того, в отличие от турбинных и ротационных счетчиков газа, у вихревых расходомеров-счетчиков нет дополнительных требований к измеряемой среде (по отсутствию водяного пара, механических и агрессивных примесей), а также требований к нежелательным перегрузкам по расходу (по превышению расхода). Также верхний предел измерения расхода для данного типа прибора выше, чем у

турбинных при одинаковых диаметрах входных патрубков.

Для обеспечения необходимой точности измерения расхода газа с помощью таких счетчиков требуется приведение измеряемого объема к нормальным условиям (20°С и 756 мм рт. ст.). Для этого в составе узлов учета расхода газа применяются электронные корректоры объема газа. В оснащении объектов этими устройствами существуют два подхода.

Первый подход состоит в том, что на объект, оснащаемый узлом учета газа, поставляются отдельно следующие элементы:

- счетчик газа, имеющий электрический выход (во взрывозащищенном исполнении);
- датчик давления с унифицированным токовым выходом;
- датчик температуры (термометр сопротивления) и корректор.

После установки на трубопровод все эти устройства подключаются между собой, и таким образом создается измерительный комплекс для измерения объема газа и приведения его к нормальным условиям.

Преимуществом такого подхода является меньшая конечная стоимость измерительного комплекса. К недостаткам можно отнести то, что для принятия такого набора приборов, как единого средства измерения, требуется его соответствующая аттестация со стороны Госстандарта, а, кроме того, появляется необходимость неоправданно частых проверок такого измерительного комплекса или его отдельных частей – счетчика газа, датчиков температуры и давления, а также корректора.

Второй подход состоит в том, что все элементы измерительного комплекса (корректор, вычислители с соответствующими датчиками давления и температуры, самопишущие приборы) поставляются в комплекте. При этом оборудование узлов учета может быть выполнено с системами охранной и пожарной сигнализации, а также с телемеханизацией (последнее, как правило, поставляется по отдельному заказу). Несмотря на более высокую стоимость готового измерительного комплекса, он все же более предпочтителен, так как выполнен в заводских условиях и не требует никакой дополнительной аттестации.

Наиболее известными российскими производителями узлов учета расхода газа являются фирма «ГАЗОВИК» и ООО ПТО «Волга-Газ» (г. Саратов). Предлагаемые ими измерительные комплексы изготавливаются во взрывобезопасном исполнении и предназначены для эксплуатации в районах с умеренным и холодным климатом в условиях, нормированных для исполнения УХЛ (для работы при температуре окружающего воздуха от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 98% при температуре $+35^{\circ}\text{C}$), с максимальным измеряемым давлением 1,7 МПа. Узлы учета расхода газа выпускаются в следующих исполнениях: на раме (УУРГ), в шкафу (ШУУРГ), в блоке (БУУРГ). Все эти узлы учета расхода газа имеют идентичные технические характеристики (технологические схемы и параметры) и отличаются лишь конструктивным оформлением кожуха (с кожухом, без кожуха), а также температурным диапазоном эксплуатации изделия.

Следует отметить, что из-за достаточно большого количества факторов, влияющих на оптимальный выбор узла учета расхода газа – импульсность работы АГНКС, параметры измеряемого газа (давление, температура) и т.д., – не представляется возможным заранее рекомендовать какой-то конкретный узел учета расхода газа с наиболее подходящими характеристиками. Поэтому при выборе узла учета газа для конкретной АГНКС рекомендуется

прибегать к помощи специалистов, а с поставщиками согласовывать не только цену, сроки и условия поставки изделия, но также все технические требования, предъявляемые к нему при измерении расхода ПГ в составе этой АГНКС. (Для выбора изделия с наиболее оптимальными характеристиками поставщики обычно используют специально разработанные анкеты, позволяющие согласовать его основные параметры).

Заказчикам проектов АГНКС необходимо также владеть основной информацией, касающейся взрывопожаробезопасности создаваемых ими станций.

АГНКС по свойствам газа, поступающего на компримирование, относятся к категории взрыво- и пожароопасных объектов, поэтому для целей пожаротушения на них предусматриваются:

- первичные средства пожаротушения;
- стационарные установки пожаротушения (в том числе автоматические);
- наружный противопожарный водопровод или водоем.

Дополнительно к этому для обеспечения пожаробезопасности на АГНКС устанавливаются молниезащита и защита взрывоопасных установок от статического электричества (путем присоединения их к заземляющему устройству). Компрессорный отсек отделяется от других объектов противопожарной бетонной стеной.

Первичные средства пожаротушения включают в себя огнетушители, ящики с песком и пожарные щиты (в комплекте). Тип, необходимое количество и размещение первичных средств пожаротушения на АГНКС выбираются в соответствии с требованиями ППБ 01–93.

Согласно требованиям «Автоправочные станции. Требования пожарной безопасности НПБ 111–98*» все помещения многотопливных АЗС, АГЗС или АГНКС, в которых размещается оборудование со сжатым природным газом, должны быть оборудованы автоматическими установками пожаротушения. При этом в качестве автоматических установок пожаротушения допускается приме-

нять модули пожаротушения в режиме самосрабатывания.

Наружное пожаротушение АГНКС должно выполняться не менее чем от двух пожарных гидрантов или от противопожарного водоема (водоемов). Общая вместимость противопожарных водоемов АГНКС, которые должны быть расположены на расстоянии не более 200 м от станции, должна составлять не менее 100 м^3 . Оборудование для наружного пожаротушения АГНКС выбирается из расчета обеспечения суммарного расхода воды, включающего в себя максимальное из значений расхода воды на пожаротушение зданий и общий расход воды на охлаждение надземных резервуаров (сосудов). При этом общий расход воды на охлаждение надземных резервуаров (сосудов) принимается не менее 15 л/с.

Наружное противопожарное водоснабжение на АГНКС, размещенных вне населенных пунктов, допускается не предусматривать, если на АГНКС отсутствуют помещения сервисного обслуживания. Однако в этом случае необходимо предусматривать дополнительные стационарные или передвижные огнетушители, тип и количество которых определяются по согласованию с территориальными подразделениями ГПС.

В компрессорном блоке предусматривается автоматический контроль взрывоопасной концентрации газа с помощью датчиков газоаппаратуры, а при возникновении аварийных ситуаций предусматривается отключение подачи газа на пункт с одновременной продувкой газа на свечу электроприводной задвижкой. При загазованности должна автоматически включаться аварийная сигнализация. Для оповещения местных пожарных служб о возникновении пожара устанавливается система автоматической пожарной сигнализации (по телефонной паре на центральный пункт).

Исполнение силового электрооборудования и электроосвещения АГНКС по взрывопожаробезопасности должно соответствовать классу помещений и среде. В качестве дежурного освещения (на случай отключения электроэнергии или

возникновения нештатных ситуаций) должны быть предусмотрены переносные аккумуляторные лампы в безысковом исполнении.

Выбор системы автоматики.

Степень автоматизации АГНКС необходимо выбирать на основании технико-экономического обоснования проекта с учетом доли затрат на оплату труда обслуживающего персонала и собственно автоматизацию. Общая тенденция при автоматизации АГНКС – чем меньше производительность станции, тем выше степень ее автоматизации. Как правило, система автоматики включает в себя автоматизированную систему отпуска топлива (на базе ККМ или компьютерной системы с фискальным регистратором), а также систему противоаварийной защиты (ПАЗ) с набором функций по предотвращению аварийных ситуаций и аварийному отключению АГНКС.

При выборе автоматизированной системы отпуска топлива на базе контрольно-кассовой машины необходимо учитывать, что управление заправкой в этой системе производится непосредственно с клавиатуры ККМ. Заправка автоматически блокируется в случае отсутствия регистрации на ККМ. Системы такого типа отличаются компактностью, относительной простотой и низкой стоимостью. Однако их информационно-вычислительные ресурсы рассчитаны, в первую очередь, на выполнение обязательных нормативных требований, что не позволяет эффективно решать дополнительные задачи, связанные с накоплением и обработкой больших объемов информации, реализацией улучшенных алгоритмов управления. Поэтому использовать такие системы целесообразно лишь на станциях с полнофункциональными электронными газозаправочными колонками, а также на передвижных станциях, где эксплуатация компьютеров затруднена.

При использовании автоматизированной системы отпуска топлива на базе персонального компьютера с фискальным регистратором колонки управляются с клавиатуры компьютера, технологическая и учетная ин-

формация отображается на мониторе и может быть распечатана на принтере. Такая система дает возможность вести базу данных всех заправляемых автомобилей с отслеживанием количества и пригодности установленных баллонов. Данным системам свойственны гибкость, расширяемость, большие вычислительные ресурсы, но они менее защищены от несанкционированного доступа и сравнительно дороги.

Система ПАЗ одновременно должна удовлетворять не только экономической эффективности работы АГНКС, связанной с обеспечением разумной длительности аварийных остановок оборудования, но и действующим государственным нормам и правилам. Это связано с тем, что прямое соблюдение требований нормативных документов в сфере контроля и безопасности неизбежно приводит к учащению ложных остановок процесса заправки автотранспорта. А это означает существенное снижение экономических показателей работы АГНКС вследствие потерь от простоя, повторного пуска и вывода на прежний режим. И в этом случае необходимы системы контроля с более высоким «интеллектом» (с усложненным алгоритмом работы системы ПАЗ), позволяющим реализовать режимы не полной, а частичной остановки процесса выдачи, а также другие безопасные режимы работы АГНКС.

В настоящее время отсутствуют какие-либо нормативные документы, в которых были бы детально сформулированы все технические требования к системам контроля и безопасности для АГНКС. Однако основные требования к программно-техническим комплексам систем безопасности этих объектов можно свести к следующему.

Во-первых – это надежность. При создании систем контроля используются только апробированные, сертифицированные технические средства заводской сборки. Используемые в автоматизированной системе управления программные продукты (программное обеспечение) также должны быть оригинальными и сертифицированы.

Во-вторых – это гарантии. Поставщик всегда должен предоставлять гарантию на системы, разработанные на базе поставляемых им программных и технических средств. (Один из важных факторов при выборе поставщика – это предлагаемое им эффективное техническое сопровождение систем).

И, наконец, – как можно более полная интеграция технических решений задач по автоматизации системы контроля и безопасности АГНКС. Последнее особенно важно, так как современный технический контроль и безопасность на АГНКС – это сложная многоуровневая и многофункциональная система, которая позволяет отслеживать не только текущую информацию о техническом состоянии оборудования, но также финансовую и менеджерскую информацию. Только на основе именно такой системы могут быть приняты эффективные управленческие решения. Утрата постоянного контроля состояния АГНКС грозит не только остановкой самого процесса заправки ТС, но и другими неприятными последствиями экологического и коммерческого характера.

При разработке системы автоматики необходимо обращать особое внимание на то, чтобы, по возможности, все комплектующие были от одного производителя-поставщика, положительно зарекомендовавшего себя на рынке. Это объясняется тем, что при комплектации от разных производителей-поставщиков существенно усложняется создание единой автоматизированной системы управления (из-за трудности согласования управляющих сигналов от всех входящих в систему исполнительных элементов – раздаточных колонок, компрессоров, узла учета расхода газа, блока осушки ПГ и др.). При этом также усложняется гармонизация всего оборудования АГНКС, и возрастает стоимость самого проекта. Последнее объясняется тем, что при покупке оборудования у разных поставщиков-производителей многие функции по автоматике (например, аварийного пуска/останова) отдельных элементов АГНКС или дублируются, или отсутствуют вообще,

поэтому приходится переплачивать за избыточные функции либо создавать недостающие функции заново (существенно дорабатывать проект).

Заключение

В условиях постоянного роста стоимости добычи нефти (как источника сырья для жидких моторных топлив) и истощения ее мировых запасов перевод транспорта на КПГ является не только перспективным, но и неизбежным.

Дальнейшее расширение масштабов использования КПГ в России сильно сдерживается из-за недостаточно развитой сети заправок. Кроме того, при реализации КПГ-проектов приходится сталкиваться с целым рядом проблем, в том числе связанных с комплектованием и обустройством АГНКС.

Однако, несмотря на это, можно утверждать, что при системном (концептуальном) подходе к строительству АГНКС и созданию благоприятных условий по переводу транспорта на природный газ эти проблемы бу-

дут успешно решены. Намерения же руководства страны сделать природный газ доступным для всех российских потребителей вселяют дополнительную уверенность в этом.

И последнее. Бизнес-структуры, которые планируют занимать-

ся внедрением КПГ, авторы рекомендуют в качестве первичного источника информации использовать «Каталог» [6], который дает достаточно полное представление об оборудовании и его производителях.

Литература

1. **Мовчан Е., Рогольский Е., Черепанов А.** Перспективы внедрения газомоторного топлива на автотранспорте в России. – Технические газы. 2007, № 4. – С. 41-46.
2. **Черепанов А.П., Мовчан Е.П.** О некоторых особенностях выбора АГНКС. – Транспорт на альтернативном топливе. 2008, № 1. – С. 51-55.
3. ОАО «Газпром», Целевая комплексная программа развития газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе. – АГЗК+АТ. 2007, №6. – С. 44-56.
4. **Мовчан Е.П., Леонов В.Н., Семенищев С.П.** О новой концепции создания многотопливных АЗС с пунктами заправки транспортных средств КПГ. – Транспорт на альтернативном топливе. 2008, № 3.
5. **Строганов А., Гайдт Э., Воробьев А.** VIII Международный симпозиум «Природный газ как топливо. Практическая защита окружающей среды». – Информационный бюллетень НГА. 2007, № 3. – С. 20-22.
6. Каталог газоиспользующего и газозаправочного оборудования. – Москва, 2007 г., Национальная газомоторная ассоциация.

ООО «КНПП «Метанмаш»

40004, Украина, г.Сумы,
ул.Леваневского, 10/1
Тел/факс: +38 (0542) 619-418
Тел.: +38 (0542) 619-417
E-mail: info@metanmash.com
www.metanmash.com



ООО «Калугагазмаш»

249096, Россия, Калужская обл.,
г.Малоярославец, ул.Кирова, 1
Тел/факс: +7 (48431) 2-62-58
Тел/факс: +7 (48431) 2-64-74
E-mail: metan@mopaz.ru
www.kalugagazmash.ru

Наше предприятие является первым серийным производителем Автомобильных газонаполнительных компрессорных станций АГНКС на территории Российской Федерации

Мы осуществляем полный комплекс работ включая индивидуальное проектирование оборудования АГНКС, производство и продажу полнокомплектных АГНКС и отдельных технологических блоков; монтажные и пусконаладочные работы оборудования собственного производства и других производителей, сервисное гарантийное и постгарантийное обслуживание, модернизацию действующих АГНКС, поставку и монтаж баллонов высокого давления производства компании Worthington Cylinders GmbH, Австрия и ГБО ведущих мировых производителей.

Сегодня мы предлагаем:

- Полнокомплектные станции АГНКС-100 / 150 / 200 / 300 на базе газовых компрессоров типа АГШ производства Уральского компрессорного завода;
- Полнокомплектные станции АГНКС – 100 / 150 / 200 / 250 / 300 / 400 на базе компрессоров типа 680DE и 750DE производства компании Sicom s.r.l., Италия;
- Установку осушки газа УОГМ-1000/1-6 пятого поколения (возможна привязка к АГНКС любых производителей);
- Компенсаторы давления газа блочного исполнения объемом 2,4 / 3,6 / 4,8 м3;
- Баллоны высокого давления (автомобильные) и ГБО, для переоборудования автотранспорта на газомоторное топливо.



Красноярский край не будет строить альтернативные АЗС

Краевые депутаты не поддержали предложение федерации переложить на субъекты строительство альтернативных автозаправок. 12 ноября 2008 г. комитет Законодательного Собрания края по государственному строительству, местному самоуправлению и развитию институтов гражданского общества решил направить отрицательный отзыв на одну из поступивших в край законодательных инициатив.

Как оказалось, проект федерального закона предлагает расширить полномочия органов государствен-

ной власти регионов и органов местного самоуправления, а именно – добавить к ним обеспечение автомобильных дорог объектами автосервиса, техобслуживания и заправки альтернативными видами топлива.

– Мы были возмущены тем, что на органы власти субъектов пытаются без передачи финансовых ресурсов навесить новые расходные обязательства, – подчеркнул председатель комитета Алексей Клешко. – Причем это и пишется цинично: в финансово-экономическом обосновании сказано, что исполнение новых полномочий

«не потребует дополнительных затрат федерального бюджета или бюджета субъектов федерации», хотя всем очевидно, что это конкретные расходы на строительство станций.

В итоге парламентарии решили дать на сессии отрицательный отзыв на законопроект, где будет сказано, что «Законодательное Собрание края в целом поддерживает политику распространения альтернативных видов топлива, но полагает, что принятие законопроекта повлечет существенные затраты бюджетов субъектов РФ и местного самоуправления, потому что дополнительных источников доходов бюджета, которые бы компенсировали предполагаемые затраты, законопроект не устанавливает».

<http://www.newslab.ru/news/274412>

ЗАО «Реал-инвест» осваивается в Мордовии

Крупнейший нижегородский оператор сжиженного углеводородного газа (СУГ) «Реал-инвест» расширяет сеть АГЗС на рынке Мордовии. Потратив 127 млн. руб., компания купила заправки трех саранских конкурентов. Теперь «Реал-инвест» рассчитывает контролировать до половины всего объема реализации газового топлива в Мордовии. Отраслевые эксперты связывают действия компании с постепенным ростом спроса в регионах на газ как альтернативное автомобильное топливо, но предупреждают, что финансовый кризис может скорректировать этот процесс.

Как рассказал владелец и генеральный директор ЗАО «Реал-инвест» Лев Тарабарин, договор о приобретении в Саранске компании МТС (одна АГЗС) и блокирующих пакетов акций операторов «Арко-Газ» (две станции) и «Гуск-Газ» (одна станция) был подписан 6 ноября 2008 г. До сделки «Реал-инвест» уже владел тремя заправками в республике и таким образом увеличил количество своих станций до семи. Их ежемесячный оборот Лев Тарабарин

оценивает в 1 тыс. т СУГ при общей потребности Мордовии в 2 тыс. т в месяц. «В Саранске в настоящее время действует 11 автогазозаправочных станций, а в целом в республике 38 заправочных пунктов, но около половины из них представляют собой временные сооружения по заправке газовых баллонов», – пояснил Лев Тарабарин.

ЗАО «Реал-Инвест» основано в 1999 г. Имеет в Нижегородской области самую большую сеть АГЗС из 20 станций, а также базу хранения СУГ на 500 т. Ежедневно на всех АГЗС компании заправляется около 3 тыс. автомобилей. По данным на июль 2008 г., общий объем реализации СУГ «Реал-инвестом» увеличился до 6 тыс. т в месяц за счет экспансии компании во Владимирской и Ивановской областях. По данным «СПАРК-Интерфакс», в 2007 г. выручка от продажи составила 703,75 млн. руб., чистая прибыль – 97,27 млн. руб.

В условиях постепенного роста спроса на газомоторное топливо действия ЗАО «Реал-инвест» по расширению собственной сети заправок

отраслевые эксперты называют обоснованными, но предупреждают, что финансовый кризис способен скорректировать эту динамику. «В 2008 г. доля газобаллонных автомобилей в России повысилась с 5 до 7%, а среднегодовая динамика роста рынка автогазового топлива составляет 7% в год при объеме розницы в 450 тыс. т в год», – поясняет аналитик УК «Финам Менеджмент» Станислав Август. «Главным преимуществом газового топлива является почти двукратная дешевизна по сравнению с бензином», – добавляет аналитик ИГ «КапиталЪ» Виталий Крюков. По данным эксперта, ожидаемое падение цен на нефть может спровоцировать дальнейшее снижение стоимости газового топлива. «Но финансовый кризис способен внести значительные коррективы в рост спроса на газ уже в ближайшей перспективе. Основной сегмент потребления газового топлива – это коммерческие перевозки, а на данный момент многие компании отказываются расширять собственное производство и в связи с этим приостанавливают закупку как оборудования для потребления газа, так и собственно топлива», – предупреждает аналитик по нефти и газу ИК «Велес Капитал» Дмитрий Литягин.

http://www.kommersant.ru/region/nnov/page.htm?id_doc=1057029

Самарский бизнесмен заработал 22 млн. руб. на незаконной продаже СУГ

Управление ГСУ при ГУВД Самарской области возбудило уголовное дело в отношении местного бизнесмена, который на продаже СУГ без лицензии заработал более 22 млн. руб. Как

сообщает пресс-служба ГУВД по Самарской области, дело возбуждено по ч. 2 ст. 171 («Незаконное предпринимательство, сопряженное с извлечением дохода в особо крупном размере») УК

РФ в отношении директора одной из самарских фирм. «Подозреваемый, по версии следствия, около года незаконно продавал сжиженный углеводородный газ через АГЗС, расположенную на ул. Алма-Атинская. На данную деятельность у него отсутствовала лицензия. В общей сложности подозреваемый получил доход в сумме более 22 млн. руб.», – говорится в сообщении.

«Интерфакс-Поволжье». http://www.kommersant.ru/region/samara/page.htm?id_doc=1085963

Семь фирм в Татарстане не предоставили информацию по запросу антимонопольного органа

Комиссия татарского управления Федеральной антимонопольной службы РФ рассмотрела семь дел, возбужденных по ст. 25 Федерального закона «О защите конкуренции», в отношении хозяйствующих субъектов. Дела возбуждены в отношении ООО «Тека», ООО «Эдро», ООО «Зебра», ООО «ЭкоГаз», ООО «Автотехгаз», ООО «Кандагари» и ООО «Газсервис». Данные компании не представили информацию и документы по запросу антимонопольного органа.

Запросы о предоставлении информации были направлены УФАС Татарстана в связи с проведением анализа рынка розничной реализации сжиженных газов на АГЗС всем участникам данного рынка (об объемах ре-

ализации, динамике цен, поставщиках и т.д.). Сведения о перечне субъектов-участников рынка были получены от контролирующих органов – управления Ростехнадзора по Татарстану и управления по обеспечению рациональному использованию качества ТЭР в республике.

В соответствии со ст. 25 Федерального Закона «О защите конкуренции» коммерческие и некоммерческие организации (их руководители), индивидуальные предприниматели обязаны по требованию антимонопольного органа представлять достоверные документы, письменные и устные объяснения и иную информацию, необходимую для осуществления УФАС его законной деятельности.

До установленного срока информация от указанных выше хозяйствующих субъектов не была получена, что препятствует выполнению УФАС Татарстана своих функций, в частности, проведению анализа состояния конкурентной среды на рынке реализации сжиженного газа в республике и рассмотрению поступивших обращений по вопросу обоснованности повышения розничных цен на сжиженный газ.

В связи с этим Татарстанским УФАС России были возбуждены дела по признакам нарушения ст. 25 Федерального закона «О защите конкуренции» в отношении субъектов, не представивших информацию в управление.

По результатам рассмотрения дел комиссия признала указанные хозяйствующие субъекты нарушившими ст. 25 ФЗ «О защите конкуренции» и приняла решение о выдаче предписаний об устранении нарушения.

<http://www.tatar-inform.ru/news/2008/11/19/142392/>



ГИГ ИНЖИНИРИНГ

111024, Москва,
ул. Авиамоторная, д. 55, корп. 31
тел.: (495)-746-6780
тел./факс: (495)-661-1112
e-mail: sale@gigauto.ru

СИСТЕМЫ ВПРЫСКА ГАЗА GIG ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ

www.gigauto.ru

- поставка комплектов распределенного впрыска газа;
- поставка комплектующих и запасных частей;
- обучение и техническая поддержка сервисов;



Псковская городская Дума изменила ставку налога на вмененный доход для АГЗС

Псковская городская Дума изменила ставку налога на вмененный доход для отдельных видов деятельности.

Проект был внесен администрацией города. Одно из положений документа, касающееся автогазозаправочных станций, вызвало бурную дискуссию. Председатель комитета экономического развития Вячеслав Толстых в докладе сообщил, что предполагается, в частности, установить коэффициент базовой доходности для АГЗС в размере 0,15.

Этот коэффициент был впервые введен с 2008 г. в размере единица. Однако позднее стали поступать обращения от владельцев АГЗС с просьбой снизить этот коэффициент. Проект

решения, подготовленный комитетом по бюджету, налогам и финансовому контролю, предусматривал снижение коэффициента только до 0,8.

Такой коэффициент вызвал негодование нескольких представителей газовых фирм, которые присутствовали на сессии городской Думы. По словам одного из них, если коэффициент 0,15 увеличить хотя бы в два раза, это уже заставит владельцев АГЗС закрыть станции. Кроме того, «газовщики» настаивали, что с 2009 г. этот вид налога будет вообще отменен, поскольку такой закон уже подписан президентом. Доводы о том, что в других регионах действует коэффициент от 0,4 до 0,8, они посчитали непроверенной информацией.

Депутат Роман Максименко предложил владельцам АГЗС пересмотреть площадь газовых заправок, которая также учитывается в налоге. По его словам, площади разных АГЗС часто отличаются в десятки раз. Парламентарий высказал предложение отказаться от излишней площади. Взявший слово депутат Валерий Лесников заявил, что нужно принять решение, которое устраивало бы всех, поскольку «вопрос очень серьезный».

После 20-минутного перерыва городская Дума проголосовала за решение, предложенное комитетом.

Добавим также, что размер ставки зависит от зарплаты работников. Там, где зарплата установлена в размере прожиточного минимума, действует коэффициент единица. В тех организациях, где платят больше, коэффициент снижен в зависимости от вида деятельности организации. Таким образом, городские власти намерены бороться с «серыми» зарплатами.

<http://businesspskov.ru/articles/gazy/44799.html>



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

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, manager1.ru@elpigaz.com



Новости из-за рубежа

Великобритания:

Новая технология транспортировки метана

Профессор Энди Купер и его коллеги по Центру материаловедения кафедры химии Ливерпульского университета сообщили о разработке новой технологии транспортировки природного газа. В частности, предлагается использовать водно-кварцевые структуры, которые на молекулярном уровне способны вмещать большое количество метана.

Новое предложение представляется перспективным, поскольку транспортировка метана, инкапсулированного в гранулы в виде белого порошка, может осуществляться при атмосферном давлении.

Э.Купер со своими коллегами научился создавать настолько мелкие кварцевые решетки, что попадающие в ячейки мельчайшие капли не соединяются. Молекулы воды в свою очередь при температуре около нуля градусов притягивают молекулы метана. Таким образом, свою технологию «сухой воды» профессор Купер в определенной степени противопоставляет газогидратным технологиям. По его заверению, для образования газогидратов требуется очень продолжительное время, а «сухая вода» формируется достаточно быстро.

Справедливости ради, следует подчеркнуть, что Энди Купер не является создателем гидрофобных технологий. Эти работы ведутся уже несколько лет, в частности, в Париже и Кембридже. А патент на субмикроскопические кварцевые структуры в виде порошка был выдан американцу Барри Алану еще в 1977 г.

США:

Мировая премьера японской Toyota Camry CNG Hybrid

На прошедшем в Лос-Анджелесе (США) 21 ноября 2008 г. автомобильном шоу более 100 автомобильных фирм, большинство из которых имеют мировое имя, продемонстрировали более 1000 моделей 2009 г.

Следует особо отметить, что на автосалоне были показаны только легковые и спортивные автомобили. Вполне естественно, что на этом автосалоне в основном представлены американские новинки. В то же время в программу мероприятия включены более 40 мировых и североамериканских дебютов. 20 ведущих мировых автопроизводителей («Audi», «BMW», «Cadillac», «Ford», «Mercedes-Benz», «Chrysler», «Honda», «Kia», «Toyota», «Volkswagen» и другие) приняли участие в разделе «Автомобили на альтернативных видах моторного топлива» и продемонстрировали 45 различных моделей.

Японский концерн «Тойота» представил своим поклонникам новую модель: Toyota Camry CNG Hybrid (см. фото). Это концепт-кар, оборудованный гибридной силовой установкой с использованием компримированного природного газа.

В нише для запасаки размещены два металлокомпозитных метановых баллона (тип III), обеспечивающих пробег в 400 км (!) на одной заправке газом. При стоимости бензина (марка regular) 0,88 долл. США за 1 л и 0,55 долл. США за 1 м³ природного газа выгода такого автомобиля очевидна: на каждой сотне километров владелец экономит 2,48 долл. США. Не следует забывать и об экологических преимуществах метанового гибрида.

США:

Стимулирование альтернативных видов моторного топлива

В целях снижения зависимости от импорта нефти, сокращения выбросов загрязняющих веществ с обработанными газами автомобильных двигателей, прежде всего в городах, а также уменьшения выбросов парниковых газов правительство США приняло ряд мер стимулирования, среди которых наиболее эффективными являются налоговые льготы.

Льгота по налогу на прибыль при покупке автомобиля, работающего только на альтернативных видах моторного топлива (льгота не распространяется на двухтопливные автомобили), в зависимости от мощности варьируется от 2,5 до 32 тыс. долл. США. Льгота рассчитывается как 50% от дополнительной стоимости модели на альтернативном топливе по сравнению с базовой моделью. При соответствии автомобиля специальным, еще более жестким требованиям владелец автомобиля может рассчитывать на льготы еще на 30%. Данная льгота действует с 31.12.2005 г. до 31.12.2010 г.

Существует также льгота по налогу на прибыль при строительстве объектов заправки альтернативными видами моторного топлива. Она рассчитывается как 30% от стоимости альтернативной заправки и составляет от 1 тыс. для индивидуальной (домашней) заправки до 30 тыс. долл. США для большой станции. Данная льгота действует с 31.12.2005 г. до 31.12.2009 г. До 2006 г. разрешалось не включать в налогооблагаемую базу до 100 тыс. долл. США.

МЕТАИнфо

Перу:

Национальный газомоторный рынок

Перу встретит 2009 г., имея на дорогах 60 тыс. автомобилей, рабо-





тающих на сжатом природном газе (КПГ), и 75 тыс. – на сжиженном углеводородном газе (СУГ). По экспертной оценке, рынок автомобильного метана в стране развивается более динамично, чем рынок СУГ: парк пропановых автомобилей создавался в течение семи лет, а метановых – всего два. Одной из причин этого является то, что авторизованные пункты по переоборудованию сохраняют заводскую гарантию на переоборудованное транспортное средство. С января 2009 г. в Перу вступают в силу новые правила, в соответствии с которыми переоборудование автомобиля для работы на СУГ могут выполнять только авторизованные мастерские, а сам факт переоборудования должен регистрироваться в паспорте транспортного средства.

МЕТАИнфо

Германия:

Новые стимулы для экологически чистых автомобилей

Федеральное министерство охраны окружающей среды, защиты природы и атомной безопасности Германии объявило о новых мерах стимулирования перехода к экологически более безопасным автомобилям. С 1 января 2009 г. такие автомобили не будут облагаться налогом на транспортные средства. Так, например, налог на автомобиль с дизельным двигателем в 2 л составляет 315 долл. США в год. По новым правилам налог будет рассчитываться не по объему двигателя, а по выбросам двуокиси углерода. Владелец вновь регистрируемого автомобиля, соответствующего нормам выбросов «Евро-4», освобождается от уплаты этого налога на один год, при соответствии «Евро-5» – на два года. С нормами «Евро-6» власти Германии пока не определились.

МЕТАИнфо

Венесуэла:

Правительство принимает решительные меры

Правительство Венесуэлы обязало местных производителей автомобилей организовать заводской выпуск метановых моделей. Их доля в общем объеме производства должна составлять 30%. Компании «VW» и «BMW» откликнулись на этот призыв и готовы в 2009 г. выйти на национальный газомоторный рынок с автомобилями, работающими на КПГ. Так, «BMW» будет выпускать четыре газобензиновых модели. Компания «Фольксваген» предложит покупателям достаточно широкий выбор под брендами «VW», «Skoda», «SEAT»



и «Audi». Это следующие модели: Volkswagen Golf 1.8, Fox 1.6, CrosFox, Polo, Jetta 2.5, Bora 2.0, 1.8 Caddy, Saveiro 1.8, Cordoba 1.6, Octavia A5 1.6, Skoda-Audi A3 и многие другие. Венесуэльский агент «Фольксвагена» компания «VAS» также заявила о намерении организовать заводской выпуск чисто газовых моделей Touran и Caddy, завоевывающих Европу.

МЕТАИнфо

Китай:

Новое производство баллонов в стране

Компания «Everest Kanto Cylinder» (ЕКС), базирующаяся в Мумбае (Индия), открыла в Китае свой четвертый завод по производству баллонов для КПГ. Три завода компании уже работают в Индии, ОАЭ и США. Строительство завода в Тяньцзине обошлось в 250 млн. долл. США. В год он сможет выпускать 200 тыс. баллонов первого типа вместимостью от 20 до 3000 л для автомобилей и метановозов (3000 баллонов). Производство метановозов компания

«ЕКС» освоила после приобретения в этом году американской компании «Christie Park Industries». В 2009 г. начнется производство баллонов второго типа.

NGV Global



Китай:

Шанхайская организация сотрудничества:

«Шелковый путь» на метане

На 7-м заседании Совета глав правительств стран Шанхайской организации сотрудничества (ШОС), прошедшем в конце октября 2008 г. в Астане, премьер-министр Казахстана Карим Масимов в числе важных задач организации назвал развитие транспортных коммуникаций на территории государств, членов ШОС. Шанхайская организация сотрудничества – субрегиональная международная организация взаимозащиты, основанная в 2001 г. лидерами Китая, России, Казахстана, Таджикистана, Киргизии и Узбекистана. Штаб-квартира организации расположена в Пекине.

Карим Масимов отметил, что иницируемый Казахстаном проект международного транзитного автомобильного коридора Западный Китай – Западная Европа позволит обеспечить грузоперевозки по трем основным направлениям: Китай – Казахстан; Китай – Центральная Азия; Китай – Россия – Западная Европа.

– Реализация данного проекта, – уверен казахстанский премьер, – могла бы стать практическим вкладом в процесс вовлечения государств, членов ШОС, в мировой товарно-пассажирский транзит.

Речь в определенной степени идет о возрождении одного из древнейших трансконтинентальных международных транспортных коридоров, сформировавшихся 4000 лет тому назад, общей протяженностью более 7 тыс. км. Новый «Шелковый путь» включает в себя нефтепровод, автодорожную и железнодорожную магистрали, линии

электропередач. Современный транспортный коридор протяженностью более 12 тыс. км свяжет Шанхай с Роттердамом и позволит экономить время, расстояние и деньги на доставку грузов и перевозку пассажиров по сравнению с морским путем. При этом вдоль «Шелкового пути» может быть организована инфраструктура заправок автомобильного и железнодорожного транспорта природным газом.

В сферу обслуживания «Шелковым путем» войдут 40 стран. Таким образом, масштаб намерений ШОС имеет геоэкономический и геополитический масштаб. Интеграция интересов стран ШОС в области пассажирского и грузового транспорта будет происходить в более широких рамках интересов великих центрально-азиатских держав в области энергетики. А это не может не вызывать озабоченность, а следовательно, и явное или скрытое противодействие Запада. Сторонники существующих транспортно-логистических схем могут, в крайнем случае, согласиться на проход «Шелкового пути» по Кавказу и южному берегу Черного моря. Но они до последнего будут противодействовать вовлечению России в этот мегапроект.

МЕТАНинфо

США:

Первый авиационный двигатель на биотопливе

На 7 января 2009 г. в Хьюстоне (США) запланировано начало испытательных полетов реактивного пассажирского авиалайнера Boeing 737-800 компании «Continental Airlines» (занимает пятое место в мире), оснащенного двумя двигателями CFM56-7B (совместное предприятие с 50-процентным участием компаний «General Electric Co.» и «Snecma»). Один из двигателей вместо традиционного керосина будет использовать 50-процентную смесь керосина с биотопливом. Биодобавки к авиакеросину разработаны компаниями «Sapphire Energy» (на основе водорослей) и «Terrasol» (на основе яatroфы – семейство молочайные). В среднем компания «Continental Airlines» расходует 45 л топлива на 1000 пассажиро-километров.



Справка: Боинг 737-800 – пассажирский самолет для авиалиний малой и средней протяженности; серийно выпускается с 1997 г. Размеры: размах крыла – 34,31 м; длина самолета – 39,47 м.

Размеры пассажирской кабины: длина – 30 м; максимальная ширина – 3,52 м; высота – 2,13 м. Летные данные: крейсерская скорость – 925 км/ч; дальность полета – до 5370 км; пассажиров в кабине двух классов – 162, в туристическом классе – 189.

Компания «Фиат»

С января по ноябрь 2008 г. производитель метановых автомобилей №1 – «ФИАТ» – реализовал только на итальянском рынке 40000 автомобилей Panda Natural Power; 10,500 Multipla NP; 7,000 Punto Classic NP; 3,500 Grande Punto NP и 1,000 Doblò NP. Новая модель метанового автомобиля Grande Punto NP была пред-



ставлена публике 14 октября 2008 г. и уже получила 10 тысяч заказов. На долю автомобилей, работающих на природном газе, приходится 5% от общего объема производства – 2 млн. автомобилей в год.

Компания «Opel»

Автомобиль Opel Zafira CNG Turbo с двигателем объемом 1,6 л может работать на природном газе, биометане или их смеси. Максимальный крутящий момент двигателя равен 210 Н·м, мощность 110 кВт (150 л.с.). Макси-

мальная скорость – 220 км/ч. Расход природного газа на 100 км составляет 7,4 м³, а выбросы двуоксида углерода – 144 г/км. Дальность пробега на метане равна 370 км. На штатном запасе бензина автомобиль может проехать ещё 150 км. За девять месяцев 2008 года компания Опель продала в Германии, Швеции, Австрии, Италии и Швейцарии 75 тыс. автомобилей на



природном газе. По оценке экспертов, 26% всех метановых автомобилей, зарегистрированных в Европе с января по сентябрь 2008 года, являются универсалами.

Мерседес и Тойота: гибридные технологии

В сентябре 2008 г. в Ганновере (Германия) компания «Mercedes Benz» представила проект отчета по автомобилю Econic NGT, оборудованного гибридной (природный газ/электричество) силовой установкой. Затраты на топливо на этой модели по сравнению с базовой сокращены на 60%. При этом дальность пробега на одну заправку у гибридной версии на 30% больше, чем у газовой.

Компания «Тойота» на автосалоне в Лос-Анджелесе в ноябре 2008 г. представила автомобиль Toyota Camry CNG Hybrid также с гибридной силовой установкой. Автомобиль оборудован двигателем объемом 2,4 л, электромотором и генератором.



Электрогазодинамический генератор-детандер (ЭГД-Г-Д) и его применение для сжижения природного газа

Г.И. Бумагин,

профессор Омского государственного технического университета, д.т.н.,

Л.В. Попов,

зам. генерального директора ООО НТК «Криогенная техника», к.т.н.,

А.Е. Раханский,

начальник лаборатории ООО НТК «Криогенная техника», к.т.н.,

Е.И. Рогальский,

начальник научно-исследовательского сектора ООО НТК «Криогенная техника»

Введение

Сжиженный природный газ (СПГ) относится к криогенным жидкостям, и для его получения требуется криогенный цикл, одним из элементов которого является генератор холода [1-3]. От применяемого генератора холода во многом зависит термодинамическая и энергетическая эффективность разрабатываемого ожижителя природного газа (ОПГ) [4]. В установках, построенных еще в 50-х гг. прошлого столетия, в качестве основного генератора холода применялось изотермическое сжатие с последующим дросселированием. На этом принципе был построен трехпоточный цикл охлаждения Пикте [5], в котором в качестве хладагентов использовались аммиак, этилен и метан. Позднее этот цикл был усовершенствован в однопоточный цикл охлаждения Клименко, работающий на смеси пропан-этан-метан [5-7]. Данный цикл имеет достаточную эффективность и позволяет получить относительно большую долю выхода СПГ при удельном расходе энергии 0,6-0,8 кВт·ч/кг СПГ. Одним из серьезных недостатков криогенных циклов, построенных на процессе дросселирования, является необходимость многоступенчатых компрессоров для сжатия циркуляционных газов (смесового хладагента) до относительно высокого давления и отсутствие утилизации энергии сжатого природного газа.

В 1996 г. фирмой «Сигма-газ» (г. Санкт-Петербург) была создана установка для сжижения природного газа, где в качестве генератора холода использовалась вихревая труба. Данная установка использовала только перепад давления между магистральным и сетевым газопроводом и не включала в цикл дополнительных источников холода, потребляющих внешнюю энергию. Главным достоинством установки было отсутствие агрегатов с движущимися механическими частями и относительная простота конструкции. Тем не менее, относительно низкая эффективность приводила к снижению доли выхода СПГ (3-6%), и соответственно, росту объема перерабатываемого газа на единицу сжижаемого природного газа. Это увеличивало массогабаритные характеристики теплообменных аппаратов и, в конечном счете, стоимость установки.

В те же годы ОАО «Криогенмаш» и ОАО «НПО «Гелиймаш» приступили к созданию установок сжижения на основе детандерных циклов. Эти установки обеспечивают относительно высокую долю выхода СПГ (18-22%) без дополнительных внешних источников холода. Анализ показывает [4], что наиболее эффективно размещать такие ожижители природного газа при крупных газораспределительных станциях (ГРС). При этом энергетические затраты на производство

СПГ минимальны и не превышают 0,05 кВт·ч/кг СПГ.

Анализ перечисленных выше криогенных циклов, применяемых для сжижения природного газа, показал [4], что наиболее применимым и эффективным с термодинамической точки зрения является цикл с турбодетандером. В нем, помимо эффективной генерации холода, может быть отобрана производимая механическая работа и затрачена, например, на дополнительное сжатие газа в компрессорной ступени, установленной на одном валу с детандерной. Эксергетический КПД криогенного цикла с турбодетандером, используемый для сжижения природного газа возле ГРС, является максимальным из всех рассмотренных циклов и достигает 20-30% [4]. Тем не менее, ОПГ, построенный на базе турбодетандера, имеет следующие недостатки:

- относительно высокая стоимость турбодетандеров;
- необходимость периодического обслуживания детандерного агрегата;
- проблемы регулирования работы агрегата в условиях изменения характеристик газа;
- сниженный коэффициент надежности газовой системы.

Предлагается в качестве генератора холода в криогенной системе, используемой для сжижения природного газа, применять электрогазодинамический генератор-детандер (ЭГД-Г-Д). В отличие от традиционных турбодетандеров, где внутренняя энергия сжатого газа при его расширении сначала преобразуется в механическую энергию вращающегося рабочего колеса, а затем в тепловую, электрическую энергию или в энергию давления сжимаемого газа (в компрессорном или нагнетательном

рабочем колесе), в ЭГД-Г-Д внутренняя энергия сжатого газа при его расширении полностью преобразуется непосредственно в электрическую, минуя механические посредники. В ЭГД-Г-Д отсутствуют механические движущие части – движется только поток расширяющегося газа в специально спрофилированном канале, внутри которого определенным образом установлены электроды для ионизации потока газа и его торможения в электрическом поле. При этом давление и температура расширяющегося газа, также как и в турбодетандере, понижаются по адиабатному закону с относительно высоким изоэнтальпийным КПД.

Принцип работы ЭГД-Г-Д и схем ступеней

Принцип работы ЭГД-Г-Д построен на силовом взаимодействии униполярно заряженного потока рабочего тела с электрическим полем [8, 9]. Униполярная зарядка проводится с помощью «холодного» коронного разряда, когда термодинамическая температура рабочего тела практически не увеличивается. Как правило, основная

рабочая часть ЭГД-Г-Д разрабатывается многоступенчатой.

Принципиальная схема ЭГД-Г-Д с одной ступенью показана на рис. 1. Проточная часть ЭГД-Г-Д, как и у турбодетандера, состоит из специально спрофилированного канала с диэлектрическими стенками, включающего: I – сопло; II-IV – основную рабочую часть, состоящую из одной или ряда последовательно установленных ступеней в зависимости от срабатываемого перепада давлений; V – диффузор. Предлагаемая проточная конструкция ступеней ЭГД-Г-Д, показанная на рис. 1, существенно отличается от ранее рассматриваемых как в отечественной литературе, так и за рубежом.

Ранее конструкция ЭГД-Г-Д строилась на ступенях, проточная часть которых состояла из цилиндрического канала малого диаметра 2-3 мм, в котором устанавливались три электрода: эмиттерный – в виде иглы; вытягивающий – в форме кольца; коллекторный – также в форме кольца. Все теоретические и экспериментальные исследования проводились на таких ЭГД-Г-Д. Тип их конструкции описан, например, в

[9]. Основным недостатком таких моделей был относительно малый конвективный ток, образующийся возле эмиттеров при коронном разряде и, как следствие, низкая мощность, реализуемая в процессе расширения газа в одной ступени, не превышавшая 30 Вт. Поэтому для расширения относительно больших расходов газа со значительным перепадом давления строились многоступенчатые модели ЭГД-Г-Д с параллельно-последовательной ориентацией ступеней. Число ступеней в таких ЭГД-Г-Д превышало одну тысячу [9], что существенно усложняло конструкцию, приводило к значительному гидравлическому сопротивлению и снижало адиабатный КПД.

В предложенной конструктивной схеме ступеней ЭГД-Г-Д (рис. 1) проточная часть представляет собой кольцевой канал, геометрические размеры которого зависят от расхода газа, эмиттерный электрод 2 выполнен в форме тонкостенных коаксиальных цилиндров, имеющих острую кромку со стороны вытягивающих электродов 3, состоящих из соосных цилиндров; коллекторные электроды 5 выполнены также в виде соосных цилиндров, на оси кольцевого канала которых установлено тонкостенное кольцо для улучшения процесса рекомбинации зарядов в потоке. Такая конструктивная схема ЭГД-Г-Д позволяет проводить расширение больших объемных расходов газа, развивать в каждой ступени мощность до нескольких киловатт. На основе такой схемы можно разрабатывать ЭГД-Г-Д практически на любые реальные расходы газа и перепады давлений.

Проточная часть каждой ступени состоит из трех зон: II – зоны зарядообразования, III – зоны ЭГД-преобразования и IV – зоны рекомбинации или нейтрализации потока. В зоне II за счет приложенного напряжения от специального источника высокого напряжения (ИВН) с напряжением 5-10 кВ между эмиттером 2 и вытягивающим электродом 3 возникает «холодный» коронный разряд, в результате ко-

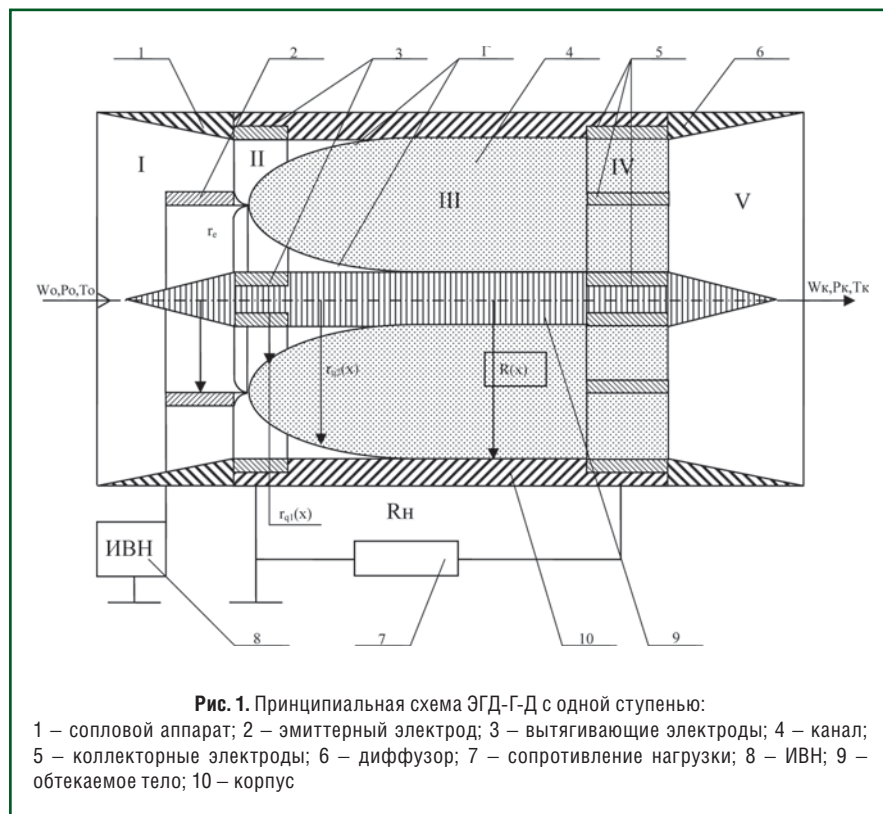


Рис. 1. Принципиальная схема ЭГД-Г-Д с одной ступенью:

1 – сопловой аппарат; 2 – эмиттерный электрод; 3 – вытягивающие электроды; 4 – канал; 5 – коллекторные электроды; 6 – диффузор; 7 – сопротивление нагрузки; 8 – ИВН; 9 – обогреваемое тело; 10 – корпус

торого возле поверхности острия эмиттера образуется униполярный объемный заряд того же знака, что и на эмиттере. За счет вязкостного взаимодействия образующихся зарядов с молекулами нейтрального потока, поступающего в зону II с определенной скоростью, объемный заряд выносится в основную рабочую зону III ЭГД-преобразования. В этой зоне за счет образующейся разности потенциалов между коллекторным электродом 5 и вытягивающим электродом 3 возникает сильное электрическое поле, направленное против движения униполярно заряженного потока газа. Нейтральный рабочий поток за счет вязкостного взаимодействия между зарядами и нейтральными молекулами переносит заряды против сил электрического поля из зоны II с низким потенциалом в зону IV с высоким потенциалом, совершая тем самым работу по повышению потенциала заряженных частиц – ионов. Температура, энтальпия, давление и скорость потока при этом уменьшаются. При достижении униполярно заряженным потоком зоны IV заряды-ионы ре-

комбинируют на поверхности коллектора, повышая электрический потенциал на нем. При этом во внешней электрической сети с нагрузкой R_H возникает электрический ток. Далее нейтральный рабочий поток поступает в следующую ступень для дальнейшего расширения с совершением работы по переносу зарядов – аналогично первой ступени, а затем окончательно расширяется в диффузоре V, где скорость потока понижается до скорости в выходном трубопроводе.

Физическая и математическая модели процессов ЭГД-преобразования энергии в таких ступенях, а также анализ некоторых результатов расчета представлены в [10], где показано, что при определенных условиях процессы ЭГД-преобразования в ЭГД-Г-Д могут протекать очень эффективно с адиабатическим КПД, равным 80% и выше.

Конструкция ЭГД-Г-Д для ожижителей природного газа

На основе принципиальной конструктивной схемы, показанной на

рис. 1, была разработана конструкция многоступенчатого ЭГД-Г-Д для ожижителей природного газа производительностью около 2000 кг/ч СПГ, размещенного при ГРС (рис. 2). Основными исходными параметрами для расчета были: начальное давление $p_H = 6$ МПа; начальная температура $T_H = 250$ К; конечное давление $p_K = 0,9$ МПа; массовый расход $m_o = 3$ кг/с.

Эти параметры близки к оптимальным для работы ЭГД-Г-Д, так как наиболее эффективная его работа наблюдается при давлении газа от 0,5 до 50 МПа.

Проточная часть многоступенчатого ЭГД-Г-Д (рис. 2) состоит из сопла 2, рабочей многоступенчатой части 3 и диффузора 4. Процесс расширения в каждой из этих частей, как и в турбодетандере, зависит от выбранного режима работы, который определяется степенью реактивности ρ_T . Для обеспечения эффективной работы ЭГД-Г-Д необходимо правильным образом определить оптимальное значение данной величины. В случае активного режима работы ЭГД-Г-Д скорость потока на выходе из сопла, как правило, выше скорости звука (450-500 м/с). В результате в многоступенчатой рабочей части ЭГД-Г-Д при расширении потока газа имеют место большие потери на сопротивление. При малых скоростях потока основной перепад давлений и энтальпий должен срабатывать только в рабочей части, что требует существенно увеличения последовательно установленных ступеней. Анализ различных режимов работы ЭГД-Г-Д показал, что наиболее эффективная его работа наблюдается при степени реактивности $\rho_T = 0,6-0,7$ [11]. В этом случае скорость потока на выходе из сопла не превышает местной скорости звука, и конструкция проточной части ЭГД-Г-Д существенно упрощается.

На рис. 2 показана конструкция ЭГД-Г-Д, разработанная для указанных выше исходных параметров. На входе ЭГД-Г-Д установлено сопло 2 длиной 80 мм, в котором поток развивает скорость от значения

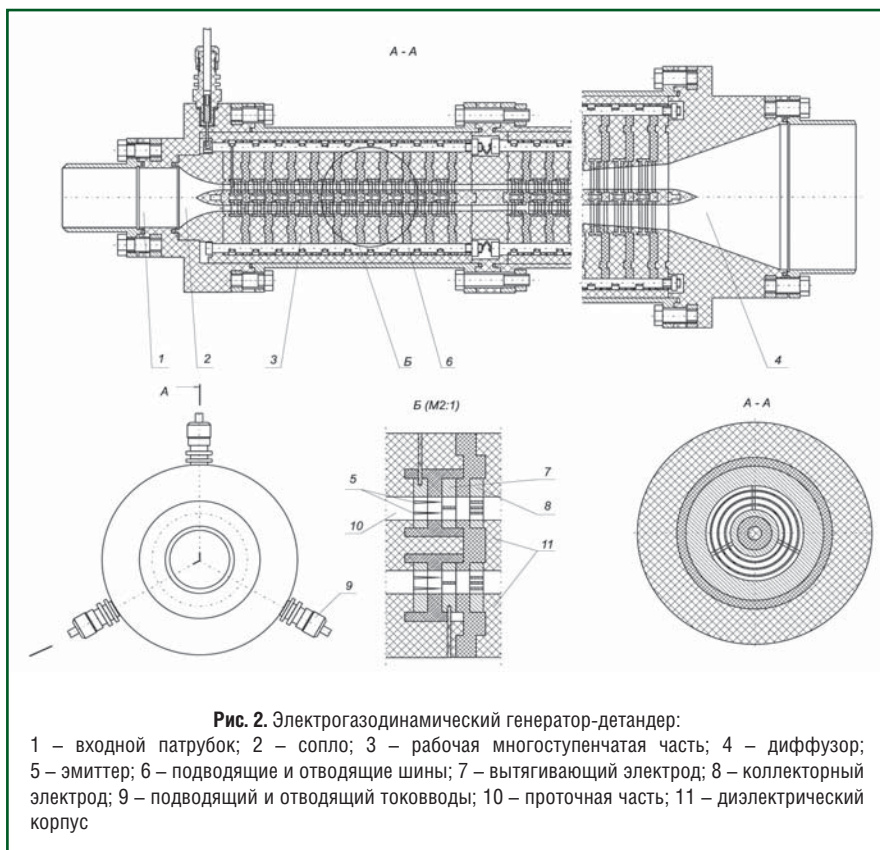


Рис. 2. Электрогазодинамический генератор-детандер:

1 – входной патрубок; 2 – сопло; 3 – рабочая многоступенчатая часть; 4 – диффузор; 5 – эмиттер; 6 – подводящие и отводящие шины; 7 – вытягивающий электрод; 8 – коллекторный электрод; 9 – подводящий и отводящий токовводы; 10 – проточная часть; 11 – диэлектрический корпус

во входном патрубке $W_0 \cong 10$ м/с до скорости на выходе $W_1 = 300$ м/с. При этом давление газа понижается от $p_0 = 6$ МПа до $p_1 = 3,6$ МПа, а температура потока уменьшается с $T_0 = 250$ К до $T_1 = 220$ К.

После сопла проточная часть переходит в кольцевой расширяющийся канал основной рабочей части с диэлектрическими стенками, где последовательно установлены 50 ступеней на общей длине 1600 мм. В ступенях происходит дальнейшее расширение потока с совершением внешней работы по переносу зарядов через зону ЭГД-преобразования в каждой ступени против сил электрического поля. Все ступени скреплены тремя длинными шпильками, которые одновременно являются подводными и отводящими электродами-шинами, находящимися под различным напряжением. Первый электрод находится под напряжением 5-10 кВ и питает эмиттеры всех ступеней. Второй электрод соединен со всеми вытягивающими электродами и заземлен. Третий электрод подсоединен с одной стороны к коллекторам всех ступеней, с другой – к внешней электрической сети с нагрузкой R_H , по которым отводится возникающий электрический ток под напряжением 35-110 кВ.

Давление, температура и скорость потока в основной рабочей части соответственно уменьшаются: давление с $p_1 = 3,6$ МПа – на входе до $p_2 = 0,9$ МПа – на выходе основной рабочей части; температура с $T_1 = 220$ К до $T_2 = 175$ К; скорость потока с $W_1 = 300$ м/с до $W_2 = 100-70$ м/с. Кольцевой канал при этом постепенно расширяется от среднего радиуса на входе $R_{e1} = 10$ мм до среднего радиуса на выходе $R_{e2} = 36$ мм. Далее нейтральный поток поступает в диффузор длиной 80 мм, где кольцевой канал постепенно переходит в расширяющийся конический канал с наружным радиусом на выходе $R_H = 66$ мм. Скорость потока постепенно уменьшается со 100-70 м/с до 10 м/с. Давление при этом остается постоянным, а температура возрас-

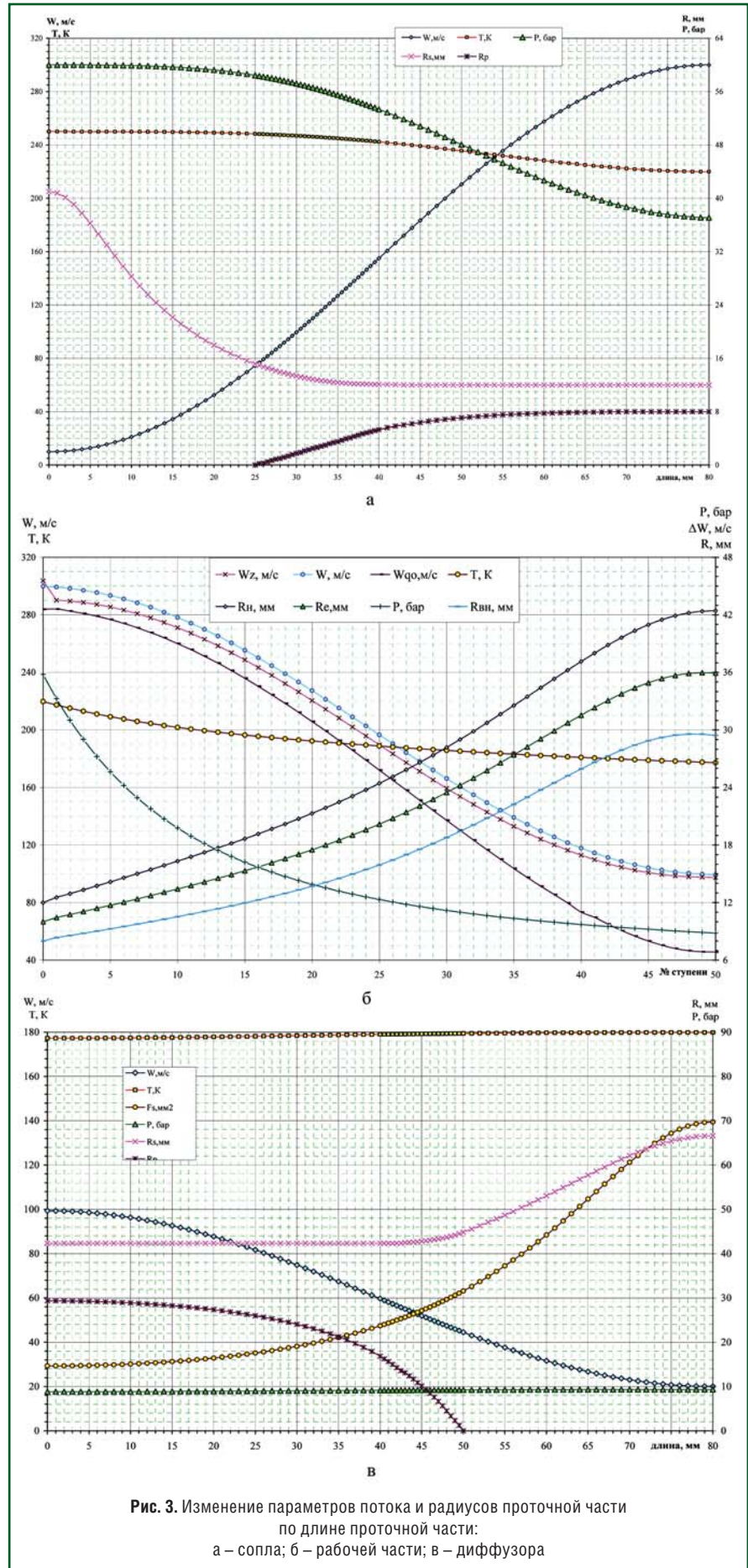
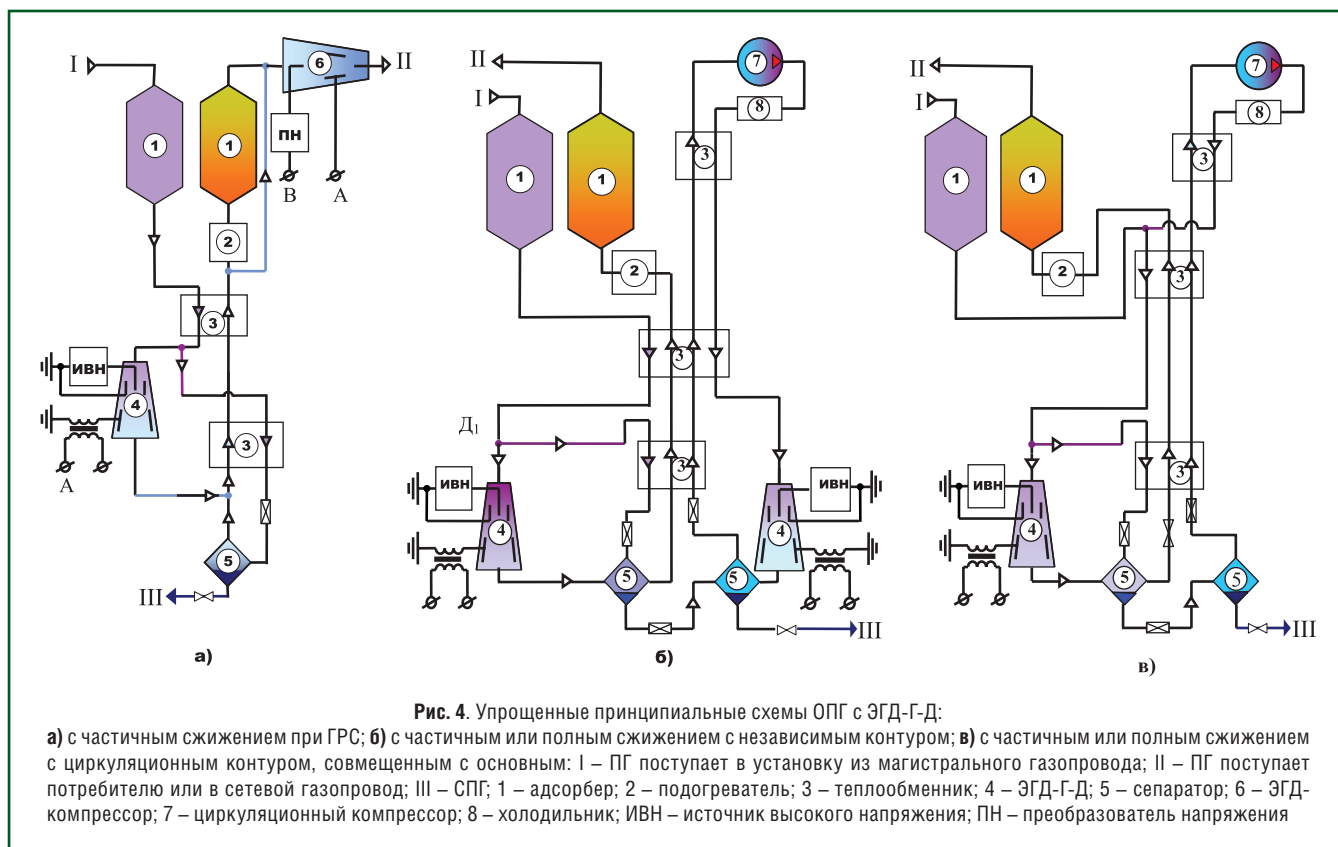


Рис. 3. Изменение параметров потока и радиусов проточной части по длине проточной части: а – сопла; б – рабочей части; в – диффузора



тает от 175 К до 180 К. Общая длина проточной части ЭГД-Г-Д составляет 1760 мм, суммарная электрическая мощность, производимая потоком в ступенях ЭГД-Г-Д, равна 50 кВт и отводится через выходящие токовводы 9 (рис. 2) во внешнюю электрическую сеть.

Изменение основных параметров по длине проточной части ЭГД-Г-Д

Изменение основных термодинамических параметров – давления p , температуры T и скорости потока W – по длине проточной части существенно зависят от степени реактивности и от принятой зависимости распределения скорости потока по длине сопла, рабочей части и диффузора.

Были рассмотрены и определены изменения профиля канала, давления и температуры потока по длине проточной части, когда скорость потока по длине сопла, рабочей части и диффузора изменяется в одном случае по параболе, в другом – по синусоиде. Наиболее эффективной работа ЭГД-Г-Д была установлена при синусоидальном

распределении скорости потока как в сопле, так и рабочей части, а также в диффузоре. Такое распределение давления, температуры, скорости потока и радиусов наружной R_s и внутренней R_p стенок канала показаны на рис. 3 отдельно для сопла (рис. 3а), рабочей части канала, содержащей 50 ступеней (рис. 3б) и диффузора (рис. 3в).

Принятое синусоидальное распределение скорости потока в сопле, рабочей части и диффузоре приводит к плавному переходу термодинамических параметров потока – давления, температуры и скорости потока – от одной зоны к другой без скачков и повышению эффективности работы ЭГД-Г-Д. Изоэнтروпийный КПД процесса адиабатного расширения газа в рассматриваемом ЭГД-Г-Д находится на уровне 75-80%.

При сравнении ЭГД-Г-Д с турбодетандером он имеет свои преимущества и недостатки. К преимуществам следует отнести:

- плавное регулирование производительности и холодопроизводительности путем изменения питающего напряжения на эмиттере;

- практически бесшумная работа;
- отсутствие системы смазки и постоянного обслуживания;
- отсутствие движущихся механических частей и утечек газа;
- выполнение основного канала проточной части и корпуса из относительно недорогого прочного и легкого диэлектрического материала (капралона).

К недостаткам следует отнести:

- многоступенчатость, которая с одной стороны усложняет конструкцию рабочей части, с другой – существенно упрощает конструкцию сопла и диффузора;
- относительно высокое напряжение, но небольшие токи (миллиамперы в каждой ступени), что позволяет передать вырабатываемую электрическую мощность без трансформации в высоковольтную электрическую сеть. Для экранирования сильных электрических полей в основной рабочей части ЭГД-Г-Д снаружи предусмотрен металлический кожух, задерживающий распространение электрических полей.

Применение ЭГД-Г-Д в ожижителях природного газа

Важным условием использования ЭГД-Г-Д является правильное включение его в схему ОПГ, которое зависит от многих факторов: места расположения ОПГ, параметров и состава природного газа, применяемого оборудования, необходимой доли выхода СПГ и др.

На рис. 4 приведены три возможные схемы ОПГ с ЭГД-Г-Д, работающих возле ГРС или непосредственно возле скважин, без дополнительного оборудования или с дополнительным оборудованием, позволяющим увеличить долю выхода СПГ [11]. Последний вариант возможен при размещении ОПГ возле ГРС и скважин.

В первом варианте (рис. 4а) показана упрощенная принципиальная схема ОПГ с ЭГД-Г-Д, работающим возле ГРС только на энергии сжатого природного газа, содержащейся при перепаде давлений между магистральным газопроводом и газораспределительной сетью. При давлении в магистральном и сетевом газопроводах соответственно 6,0 и 0,6 МПа и адиабатном КПД ЭГД-Г-Д, равном 75-80%, доля выхода СПГ составляет 16-18%.

При более высоком давлении на входе в ОПГ, например, 10 МПа (возле скважины Тевризского месторождения, Омская обл.) доля выхода СПГ повышается до 22% без использования дополнительной энергии. Для дальнейшего увеличения доли выхода СПГ необходимо применять дополнительные источники холодопроизводительности и дополнительное оборудование.

На рис. 4б и 4в показаны принципиальные схемы ОПГ с ЭГД-Г-Д, где в качестве дополнительного источника холода применен циркуляционный контур с ЭГД-Г-Д, который может быть как независимым (рис. 4б), так и совмещенным с основным контуром (рис. 4в). При этом необходима дополнительная электроэнергия.

В случае применения схемы, показанной на рис. 4в, давление в циркуляционном контуре может быть

любым в зависимости от технических характеристик выбранного компрессора. При использовании этой схемы давление в циркуляционном контуре определяется давлением ПГ в магистральном газопроводе или скважине.

Расход газа в циркуляционном контуре зависит от необходимой доли выдачи СПГ и давления после компрессора. Так, при комплектации ОПГ, расположенного возле скважины Тевризского месторождения, винтовыми компрессорами с давлением нагнетания 1,3 МПа, при увеличении доли выхода СПГ с 22 до 100% необходимо увеличить расход газа в циркуляционном контуре по отношению к основному контуру от 0 до 6,5. Эксергетический КПД ОПГ в этом случае будет находиться на уровне 17-21%. В случае использования компрессора с давлением нагнетания 10 МПа и давлением всасывания 0,6 МПа для увеличения доли выхода СПГ с 22 до 100% расход газа в дополнительном циркуляционном контуре по отношению к основному контуру возрастает от 0 до 2,9, то есть в два раза меньше, чем в первом случае. Эксергетический КПД ОПГ при этом возрастает до 23%. Каждая из трех рассмотренных схем ОПГ с ЭГД-Г-Д имеет свои преимущества и недостатки.

Выводы

Анализ работы рассмотренных схем ОПГ с ЭГД-Г-Д показывает, что по эффективности они не уступают ОПГ с турбодетандерами. Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки в зависимости от стоимости оборудования и других причин. При достаточно хорошей отработке конструкции ЭГД-Г-Д и высоковольтного оборудования, необходимого для его работы (источника высокого напряжения, питающего эмиттер, и преобразователя, использующего производимую электроэнергию), данный вид генераторов холода составит достойную конкуренцию турбодетандерам и найдет свою нишу эффективного применения для сжижения природного газа.

Литература

1. **Чириков К.Ю.** Использование сжиженного природного газа на транспорте. – Сер. ХМ-6. Криогенное и вакуумное машиностроение. – ЦИНТИ химнефтемаш, 1987. – С. 47.
2. **Кузьменко И.Ф., Передельский В.А.** Технологическое оборудование криогенных комплексов сжиженного природного газа на объектах ОАО «Газпром»: Материалы НТС ОАО «Газпром». – Москва: ООО «ИРЦ Газпром». – 2002. – С. 79-84.
3. **Krakovsky, V.A. Martynov, O.M. Popov and other.** Natural gas liquefier /B.D. – The Eighth Cryogenics IIR International Conference. Czech Republic: ICARIS Ltd., 2004. – P. 203-209.
4. **Грезин А.К., Бумагин Г.И., Мовчан Е.П. и др.** Анализ эффективности различных схем ожижителей природного газа. – Криогенное и холодильное оборудование и технологии. Сборник научных трудов. Выпуск 1, часть 1. – Омск: Сибирское региональное отделение МАХ. – 1997. – С. 15-24.
5. **Клименко А.П.** Ожиженные углеводородные газы. – Москва: Недра. – 1974. – С. 367.
6. **Кузьменко И.Ф., Довбиш А.Л., Дарбинян Р.В. и др.** Эффективная установка сжижения природного газа на базе АГНКС с использованием открытого цикла Клименко. – Технические газы. – 2006. – № 4. – С. 25-29.
7. **Сердюков С.Г., Стрельцов Ю.М., Логинов Д.Н. и др.** Эффективные методы ожижения и разделения природного газа. – Газовая промышленность. – 1999. – № 10. – С. 29-30.
8. **Рубашов И.Б., Бортников Ю.С.** Электрогазодинамика. – Москва: Атомиздат. – 1971. – С. 166.
9. **Musgrove P.** Electrogasdynamic refrigeration. – Phys. Bulletin. – 1972. – P. 594.
10. **Бумагин Г.И., Бородин Д.В., Лапкина А.Г. и др.** Расчет процессов в ступени ЭГД генератора-детандера на природном газе. Физическая и математическая модели. – Вестник МАХ. – 2007. – № 1. – С. 8-13.
11. **Бумагин Г.И., Бородин Д.В., Лапкина А.Г. и др.** Ожижители природного газа на базе ЭГД генератора-детандера. – Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2007. – № 6. – С. 17-20.

Перспективный способ и средства огнезащиты пожароопасного оборудования объектов хранения и потребления СПГ

В.Л. Страхов,

зам. генерального директора группы компаний «ТОЗ», профессор, д.т.н.

В статьях [1, 2] убедительно показана перспективность применения в России сжиженного природного газа (СПГ), который используется в качестве газомоторного топлива, а также замещает дизельное топливо или топочный мазут на предприятиях с энергоемкой технологией.

Однако, наряду с очевидными преимуществами использования горючих газов, процессы их добычи, производства, транспортировки, хранения, переработки и использования связаны с чрезвычайно высокой опасностью пожара и взрыва при аварийных ситуациях [3]. Это обуславливает необходимость и важность проведения исследований, направленных на обеспечение безопасного использования горючих газов и, в частности, пожаробезопасности аварийных ситуаций, связанных с разгерметизацией оборудования и выбросами горючих газов.

Вместе с тем необходимо отметить, что при проектировании, монтаже и сдаче в эксплуатацию объектов такого типа их владельцы вынуждены нести большие затраты средств на комплекс мер по противопожарной защите, достигающие 30% от стоимости основного технологического оборудования. Это является сдерживающим фактором развития рынка СПГ и требует поиска альтернативных средств противопожарной защиты.

К числу противопожарных средств такого типа относится **пассивная огнезащита**. Применение пассивной огнезащиты дает возможность приравнять надземное расположение резервуаров к подземному расположению, уменьшить противопожарные разрывы, отказаться от использования дорогостоящих элементов активной огнезащиты.

На основе результатов проведенных ранее теоретических и экспериментальных исследований разработаны варианты конструктивного исполнения средств пассивной огнезащиты для следующих типовых элементов технологического оборудования:

- резервуаров для СПГ с опорами и трубопроводами обвязки в пределах обваловки;
- узлов вакуумного вентиля и разрывной мембраны кожуха резервуара;
- метановой арматуры (вентили и клапаны) в щитах управления (в пределах обваловки и непосредственно за ней).

При разработке данного проекта был использован опыт, накопленный при разработке пассивной огнезащиты резервуаров хранения сжиженных углеводородных газов (СУГ) на АГЗС [4].

В основу разработки положен запатентованный ранее способ ослабления воздействия потока энергии в виде света, тепла и конвективных газовых потоков на защищаемые объекты (патент №2284202 от 27.09.06 г.)

Этим изобретением решается задача получения оптимальной по толщине, массе и стоимости **композиционной огнезащиты** за счет учета рационального сочетания различных физических эффектов, позволяющих блокировать лучисто-конвективный тепловой поток, поступающий от пламени к поверхности защищаемого объекта.

Способ решения поставленной задачи заключается в формировании покрывающей защищаемый объект слоистой композиционной огнезащиты. Причем, ее оптимальный состав и структура определяются путем моделирования процессов теплопереноса в композиционной огнезащите и защищаемом объекте с учетом влияния нагрева и термического разложения на теплофизические характеристики материала, влагопереноса и сопровождающих его тепловых эффектов испарения-конденсации влаги в системе композиционная огнезащита – защищаемый объект, а также лучистого и конвективного переноса теплоты через слои этой системы. При этом для расчета каждого слоя защитного пакета используется универсальное уравнение сохранения энергии или нестационарной теплопроводности [5].

Этот способ получил дальнейшее развитие при разработке разборной защитной конструкции и способа хранения резервуаров с огнеопасными веществами (патент RU 2295369 С2 от 20.03.07 г.). Запатентованные технические решения были реализованы при разработке конструктивного исполнения средств огне- и теплозащиты технологического оборудования производства, хранения и потребления сжиженного природного газа.

В результате НИОКР по теме «Проведение научных исследований и разработка типовых конструкций средств пассивной огнезащиты пожароопасного оборудования объектов производства, хранения и потребления природного газа» (государственный контракт №4523р/4390 от 30.06.2006 г. с Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере) были выполнены:

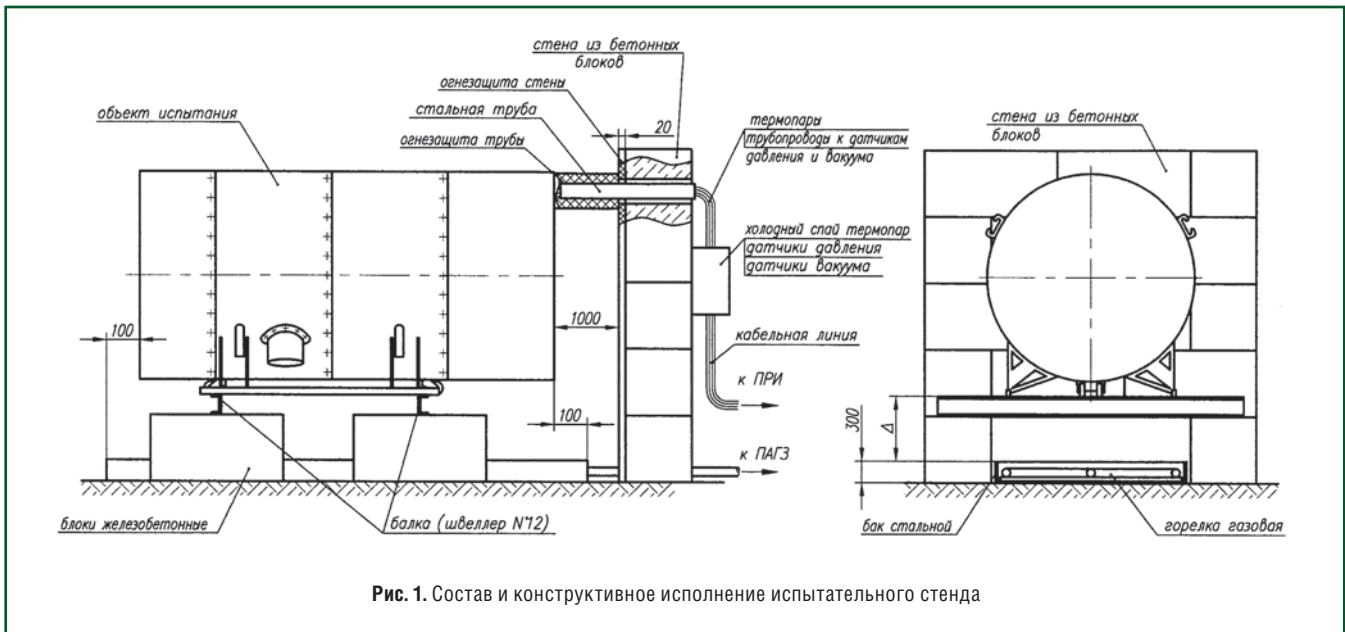


Рис. 1. Состав и конструктивное исполнение испытательного стенда

- разработка технических требований к средствам огне- и теплозащиты (пассивной огнезащиты) технологического оборудования производства и потребления СПГ;

- разработка методик и проведение экспериментальных исследований комплекса теплофизических, термохимических и термомеханических свойств перспективных огнезащитных материалов;

- разработка уточненной математической модели функционирования пассивной огнезащиты технологического оборудования, а также алгоритма и программы расчета ее параметров;

- на основе проведенных расчетов разработаны оптимальные варианты конструктивного исполнения огне- и теплозащиты для типовых элементов технологического оборудования;

- разработка конструкторской документации, изготовление опытных образцов и проведение заводских испытаний средств огне- и теплозащиты, подтвердивших правильность принятых технических решений;

- разработка уникальной методики и проведение предварительных огневых испытаний (без заполнения сжиженным газом) в пламени природного газа опытных образцов средств пассивной огнезащиты, подтвердивших их рабо-

тоспособность при натурном огневом воздействии [4];

- с учетом полученных результатов проведены уточненные расчеты параметров и разработана конструкторская, эксплуатационная документация и ТУ на типовые средства огне- и теплозащиты натурного технологического оборудования;

- разработка технологии изготовления типовых средств огне- и теплозащиты натурного технологического оборудования;

- разработка уникальной методики и проведение на частично за-

полненной сжиженным природным газом цистерне ЦТК-1/0,25 со штатной обвязкой огневых испытаний огне- и теплозащиты, показавших, что средства огне- и теплозащиты обеспечивают целостность защищаемого объекта в течение 70 мин при огневом воздействии, вызванном горением природного газа;

- проведение специализированной организацией исследований прошедшей огневые испытания цистерны ЦТК-1/0,25 со штатной обвязкой, показавших, что цистерна и запорные устройства сохранили свою работоспособность;



Рис. 2. Огневое испытание заполненной сжиженным природным газом цистерны с конструктивной огнезащитой

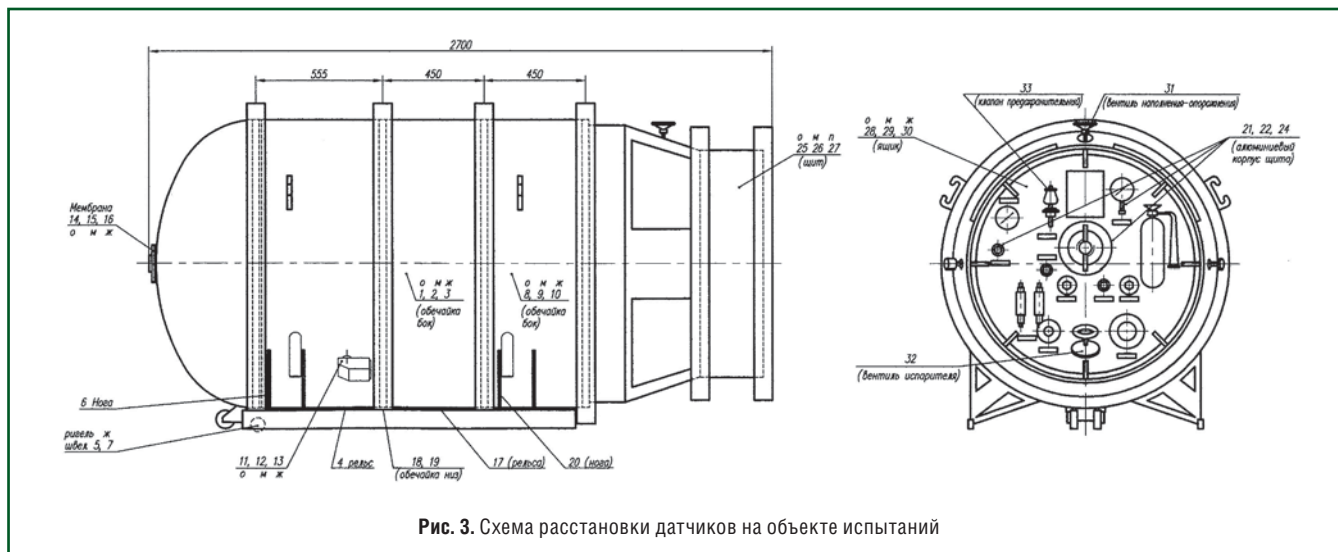


Рис. 3. Схема расстановки датчиков на объекте испытаний

■ по результатам огневых испытаний проведена корректировка рабочей документации на средства огне- и теплозащиты.

Оптимальным исполнением огнезащиты элементов технологического оборудования является ком-

позиция, состоящая из следующих слоев (от наружной поверхности):

1. Защитно-декоративный слой из тонколистовой стали.
2. Полость для пенококса, образующегося при нагреве листового материала типа ОГРАКС Л-1.

3. Терморасширяющийся листовый материал типа ОГРАКС Л-1.

4. Термостойкий теплоизолирующий слой, набираемый из базальтоволоконного огнезащитного материала рулонного типа МБОР-5,

Таблица

Результаты измерения температуры в характерных зонах объекта испытаний

| Расположение контрольных точек | № точки на схеме рис. 3 | Значения температуры (°C) в моменты времени, мин | | |
|--|-------------------------|--|-----|-----|
| | | 30 | 60 | 70 |
| Днище с разрывной мембраной: на обогреваемой поверхности между слоями пенококса и базальтоволоконного материала на защищаемой поверхности | 16 | 582 | 550 | 576 |
| | 15 | 517 | 502 | 505 |
| | 14 | 127 | 199 | 216 |
| Боковая поверхность обечайки (навстречная сторона): на обогреваемой поверхности огнезащиты между слоями пенококса и базальтоволоконного материала на защищаемой поверхности | 10 | 298 | 330 | 357 |
| | 9 | 283 | 297 | 300 |
| | 8 | 51 | 82 | 93 |
| Боковая поверхность обечайки (подветренная сторона): на обогреваемой поверхности огнезащиты между слоями пенококса и базальтоволоконного материала на защищаемой поверхности | 3 | 749 | 752 | 745 |
| | 2 | 705 | 714 | 676 |
| | 1 | 109 | 196 | 222 |
| Кожух арматурного шкафа: в пламени на обогреваемой поверхности огнезащиты на поверхности кожуха | 27 | 930 | 943 | 902 |
| | 30 | 495 | 541 | 497 |
| | 25 | 42 | 147 | 182 |
| Арматура, расположенная внутри шкафа: на алюминиевом корпусе щита вблизи наливного патрубка на алюминиевом корпусе щита вблизи манометра на вентиле испарителя на предохранительном клапане на вакуумном вентиле | 22 | 32 | 87 | 108 |
| | 24 | 37 | 97 | 120 |
| | 32 | 22 | 76 | 103 |
| | 33 | 38 | 88 | 107 |
| | 11 | 100 | 110 | 110 |
| Опорные конструкции: на обогреваемой поверхности огнезащиты на опоре емкости на рельсе емкости на швеллере | 7 | 697 | 801 | 765 |
| | 6 | 103 | 106 | 107 |
| | 17 | 77 | 108 | 112 |
| | 5 | 119 | 149 | 188 |

толщина которого определяется расчетом в зависимости от параметров защищаемых элементов технологического оборудования.

Для обечайки и днищ резервуаров, входящих в состав наиболее широко применяемой на практике «Системы хранения компактной БСХ-25/0,6» (чертеж 2082 364211 1454 ГЧ ОАО «Криогенмаш»), оказалось возможным использовать огнезащиту упрощенной конструкции – без термостойкого теплоизолирующего слоя.

Установленное в техническом задании требование атмосферостойкости обеспечивает наружный защитно-декоративный слой конструктивной огнезащиты (в условиях пожара он предохраняет от разрушения пенококс теплоизолирующего слоя).

Конфигурация термостойких теплоизолирующих матов и облицовки конструктивной огнезащиты определяется в зависимости от формы и размеров конкретного оборудования.

С целью подтверждения правильности основных технических решений, принятых при разработке пассивной огнезащиты технологического оборудования, были проведены ее натурные огневые испытания. Объектом огневых испытаний была огнезащита частично заполненной сжиженным азотом транспортной цистерны ЦТК-1/0,25 объемом 1 м³ со штатной обвязкой (рабочее давление 0,25 МПа).

Проведенный анализ показал, что состояние цистерны, заполненной сжиженным азотом, при огневом воздействии идентично состоянию цистерны, заполненной сжиженным природным газом.

На днище цистерны со щитом управления и клапаном наполнения был установлен кожух, имитирующий арматурный шкаф емкости БСХ-25/0,6.

Разработанная ЗАО «Теплоогнезащита» конструкция огнезащиты цистерны с арматурным шкафом и штатной обвязкой моделирует конструкцию огнезащиты емкости БСХ-25/0,6 объемом 25 м³, изготов-

ливаемой по чертежам ОАО «Криогенмаш».

Огнезащита разрабатывалась в соответствии с «Техническими требованиями к средствам пассивной огнезащиты технологического оборудования объектов производства, хранения и потребления сжиженного природного газа», утвержденными ФГУ ВНИИПО МЧС РФ, ОАО «Криогенмаш» и ЗАО «Теплоогнезащита».

При определении конструктивного исполнения средств огнезащиты значения предельно допускаемой температуры защищаемых элементов принимались следующие:

- для стальной оболочки резервуара и трубопроводов обвязки – 600°C;
- для стальных опор резервуара – 500°C;
- для разрывной мембраны кожуха резервуара – 600°C;
- для метановой арматуры – по критической температуре наименее стойкого к нагреванию материала (например, 120-150°C для резины, входящей в конструкцию узла вакуумного вентиля).

Параметры огнезащиты определялись по результатам оптимизационных расчетов и предварительных огневых испытаний опытных образцов огне- и теплозащиты на элементах технологического оборудования без заполнения СПГ.

Конструктивная огнезащита, изготовленная в соответствии с разработанной на предыдущих этапах НИОКР конструкторской и технологической документацией, была смонтирована на цистерне ЦТК-1/0,25 в процессе подготовки к огневым испытаниям. Кроме того, в процессе подготовки объекта к огневым испытаниям на нем были установлены датчики температуры и давления в соответствии с «Методикой огневых испытаний опытных образцов огне- и теплозащиты технологического оборудования объектов производства, хранения и потребления сжиженного природного газа».

Перед испытаниями цистерна с огнезащитой устанавливалась на

испытательный стенд в соответствии с рис. 1 над газовой горелкой испытательного стенда с обеспечением заданного зазора Δ , который выбирался экспериментально с целью обеспечения заданного режима нагрева объекта испытаний.

Подача природного газа в газовую горелку производилась по стальному трубопроводу от передвижного автогазоаправщика (ПАГЗ) с цистерной СПГ через испарители и редуктор. Испытания проводились в соответствии с «Методикой огневых испытаний опытных образцов огне- и теплозащиты технологического оборудования объектов производства, хранения и потребления сжиженного природного газа», разработанной ЗАО «Теплоогнезащита» и согласованной с ФГУ ВНИИПО МЧС РФ, Ростехнадзором и ФГУП Федеральный научно-производственный центр «НИИ прикладной химии».

Установленные в методике испытаний параметры огневого воздействия обеспечивались конструкцией газовой горелки и величиной расхода подаваемого на нее горючего – природного газа.

Огневые испытания конструктивной огнезащиты, смонтированной на резервуаре с обвязкой, проводились при непосредственном воздействии на наружную поверхность испытываемого объекта пламени сгорающего в атмосферных условиях природного газа (рис. 2). В процессе огневого испытания производилось визуальное наблюдение за поведением объекта испытаний и видеосъемка, а также контроль показаний основных датчиков температуры и давления.

Испытания показали, что разработанная ЗАО «Теплоогнезащита» конструктивная съемная огнезащита (огне- и теплозащита) технологического оборудования объектов производства, хранения и потребления СПГ, прошедшая огневые испытания на частично заполненной сжиженным азотом цистерне ЦТК-1/0,25 со штатной обвязкой, обеспечивает целостность защищаемого объекта в течение 70 мин

при огневом воздействии, вызванном горением природного газа.

Основные результаты измерения температуры в характерных зонах объекта испытаний, показанных на рис. 3, представлены в таблице.

Можно видеть, что температура газовой среды вблизи поверхности испытываемого объекта в период активного горения топлива составляла около 1000°C . Максимум температуры защищаемой поверхности резервуара (под огнезащитой) был достигнут в конце огневого воздействия, продолжавшегося 1 ч 10 мин. Наибольшее значение температуры (222°C) было зафиксировано на боковой поверхности цилиндрической части резервуара (обечайки) с подветренной стороны.

Таким образом, в процессе огневого испытания продолжительностью 1 ч 10 мин температура защищаемой поверхности резервуара не превысила 400°C , то есть была значительно ниже температуры, при которой начинает существенно снижаться предел прочности стали.

Максимальное значение температуры на газовой арматуре, расположенной внутри арматурного шкафа с огнезащитой, к концу огневого воздействия находилось в пределах $103\text{--}120^{\circ}\text{C}$, то есть не превысило предельно допустимого уровня для уплотнительных прокладок фланцевых соединений и запорной арматуры.

За время огневого воздействия давление паров сжиженного газа во внутренней полости резервуара повысилось с $0,086$ до $0,102$ МПа, что значительно ниже рабочего давления для цистерны ЦТК-1/0,25.

Применительно к условиям выполненных огневых испытаний были проведены расчеты температурных полей в элементах испытанной конструкции с огнезащитой. Типичные результаты расчетов представлены на рис. 4. На этом же рисунке приведены экспериментальные данные, полученные при огневых испытаниях, из которых видно, что расчет удовлетворительно согласуется с

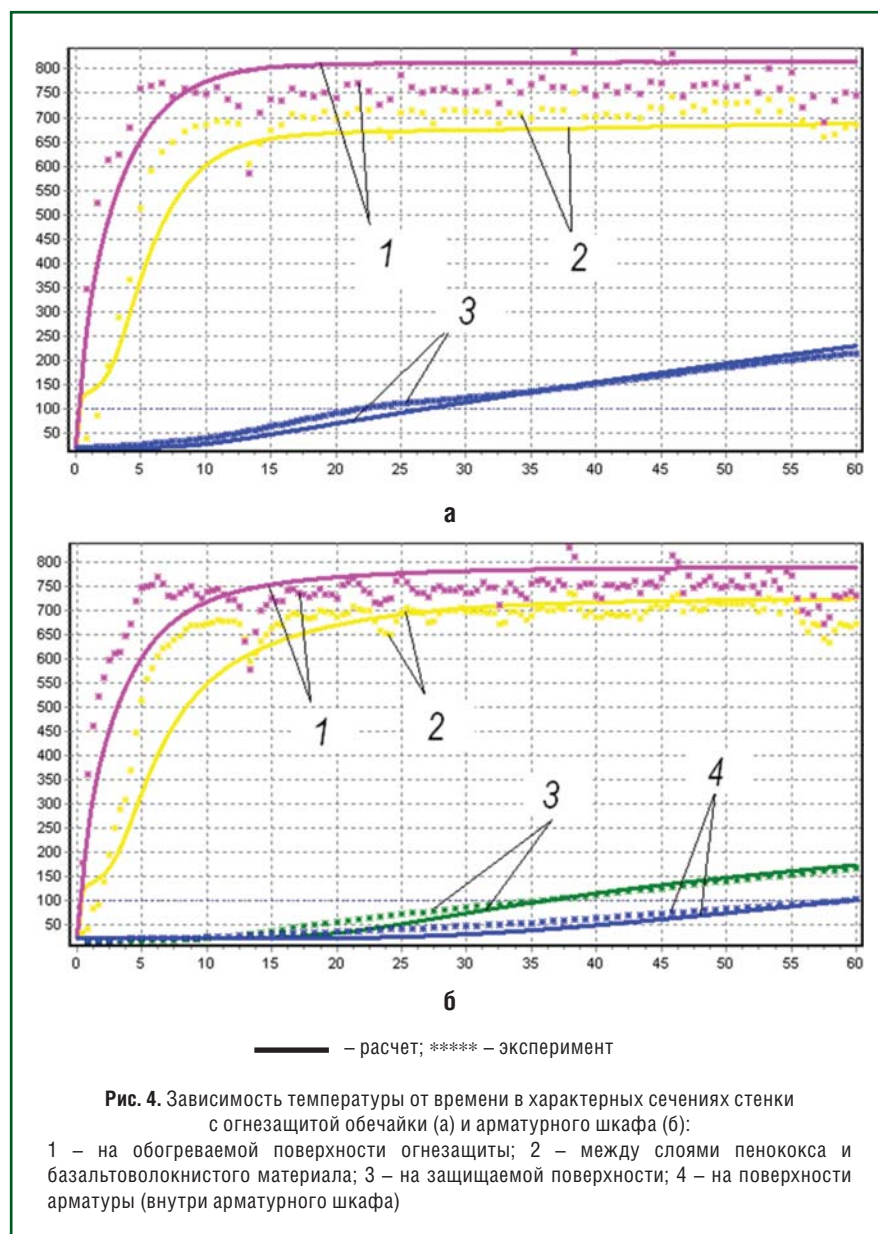
экспериментом. Следовательно, разработанную компьютерную программу расчета и принятые при расчетах исходные данные можно использовать для проведения уточненных расчетов огнезащиты натуральных объектов.

Уточненные расчеты, проведенные для конструктивной огнезащиты основных элементов технологического оборудования «Системы хранения компактной БСХ-25/0,6», показали, что толщина слоев огнезащиты, выбранная на стадии рабочего проектирования, в основном удовлетворяет предъявляемым требованиям за исключением огнезащиты арматурного шкафа. В этом случае потребовалось увеличение

толщины слоя базальтоволоконистого материала на 10 мм.

После огневых испытаний специализированной организацией была проведена проверка работоспособности резервуара хранения сжиженных газов с арматурой и трубопроводами. В результате проверки было установлено следующее:

1. Уровень вакуума в межстенном пространстве цистерны не изменился с момента перекрытия вакуумного вентиля после огневых испытаний (по истечении 7 сут.). Следовательно, кожух цистерны и разрывная мембрана сохранили свою целостность и герметичность, вакуумный вентиль сохранил свою работоспособность.



2. Избыточное давление во внутренней емкости цистерны сохраняло постоянное значение на протяжении всей проверки (около 1 ч).

3. Признаков повреждения запорных устройств, потери герметичности сальников и соединений не установлено.

Анализ результатов огневых испытаний позволил сделать следующие выводы:

1. Разработанная ЗАО «Теплоогнезащита» конструктивная съемная огнезащита (огне- и теплозащита) технологического оборудования объектов производства, хранения и потребления СПГ, прошедшая огневые испытания на частично заполненной сжиженным азотом цистерне ЦТК-1/0,25 со штатной обвязкой, обеспечивает целостность защищаемого объекта в течение 70 мин при огневом воздействии, вызванном горением природного газа. При этом:

- температура защищаемой поверхности цистерны не превышает уровня, при котором начинает снижаться предел прочности стали;

- температура на прокладках фланцевых соединений и запорной арматуры не превышает уровня, допускаемого «Техническими требованиями к средствам пассивной огнезащиты технологического оборудования...»;

- давление внутри цистерны не превышает уровня срабатывания предохранительных клапанов, и истечения паров сжиженного газа не происходит.

2. Проведенные специализированной организацией исследования прошедшей огневые испытания цистерны ЦТК-1/0,25 со штатной обвязкой показали, что цистерна и запорные устройства сохранили свою работоспособность.

Разработанные средства пассивной огне- и теплозащиты (конструктивной огнезащиты) могут быть использованы в нефтяной и газовой промышленности при добыче и переработке природного газа для обеспечения пожарной безопасности технологического оборудова-

ния (резервуаров, отсечных клапанов, задвижек и т.п.) производства, хранения и потребления горючих газов.

Результаты работы могут быть также использованы в малой тепло- и электроэнергетике, основанной на применении природного газа, при газификации железнодорожного, воздушного и водного транспорта.

Исходными данными по конкретному использованию результатов проведения НИОКР являются:

- рабочая конструкторская документация на конструктивную композиционную огнезащиту объектов производства, хранения и потребления сжиженного природного газа;

- технические условия на конструктивную композиционную огнезащиту объектов производства, хранения и потребления СПГ;

- инструкция по монтажу конструктивной композиционной огнезащиты;

- руководство по эксплуатации конструктивной композиционной огнезащиты;

- маршрутный технологический процесс изготовления конструктивной композиционной огнезащиты;

- комплекты чертежей технологической оснастки для изготовления конструктивной композиционной огнезащиты;

- технологический регламент на производство работ по изготовлению конструктивной композиционной огнезащиты.

Применение разработанных средств пассивной огне- и теплозащиты (конструктивной огнезащиты) позволяет:

- приравнять наземное расположение резервуаров хранения горючих газов на объектах их производства и потребления к подземному расположению;

- сократить нормативные расстояния от резервуаров до других технологических блоков;

- повысить уровень пожарной безопасности объекта;

- ограничить распространение пожара;

- эффективно управлять процессом локализации аварии.

Это обеспечивает значительную экономию средств при строительстве и эксплуатации объектов хранения и потребления СПГ, позволяет уменьшить прямой и косвенный ущерб в случае пожара.

Кроме того, дополнительная теплоизоляция резервуаров дает возможность получить экономию СПГ за счет уменьшения интенсивности его испарения.

Вывод

В результате проделанной работы создана быстро устанавливаемая и съемная конструктивная огнезащита технологического оборудования объектов производства, хранения и потребления сжиженного природного газа на базе принципиально нового способа ослабления потока теплоты на защищаемые объекты.

Литература

1. **Стасайтис А.В.** Перспективы развития рынка АГЗС в России. – «Транспорт на альтернативном топливе», 2008, № 1. С. 22-26.

2. **Горбачев С.П., Копосов А.И.** Оценка эффективности малотоннажного производства СПГ на газораспределительных станциях. – «Транспорт на альтернативном топливе», 2008, № 1. С. 65-68.

3. **Молчанов В.П.** О состоянии пожарной безопасности в Российской Федерации и мерах, принимаемых по ее стабилизации. – Материалы конференции «Безопасность в нефтегазовом комплексе». – М.: Gro-teck, 2000.

4. **Страхов В.Л., Крутов А.М.** Перспективный способ и средства огнезащиты технологического оборудования объектов хранения и потребления СУГ и СПГ. – «Транспорт на альтернативном топливе», 2008, № 3. С. 12-18.

5. **Страхов В.Л., Крутов А.М., Давыдкин Н.Ф.** Огнезащита строительных конструкций. – Под ред. Ю.А. Кошмарова. – М.: ТИМР, 2000. – С. 433.

Пути развития водородной энергетики

С.И. Козлов, зам. генерального директора ООО «ВНИИГАЗ», д.т.н.

Развитие цивилизации и смена исторических эпох во многом определяются типом основного используемого в экономике энергоносителя. В XIX столетии это были древесина и уголь, в XX в. – нефть и природный газ. Экономика, базирующаяся на традиционных источниках углеводородов, несмотря на ее неоспоримые преимущества, неотвратимо ведет к энергетическому и экологическому кризисам, вызванным ограниченностью запасов и неравномерным распределением ископаемых ресурсов, и к геополитическим потрясениям.

Неизбежность глобального энергетического кризиса была осознана еще в начале 80-х гг. прошлого века, когда «топливный голод» и перманентное ухудшение экологической обстановки в мире дали мощный импульс развитию исследований в области поиска альтернативных энергоносителей и их коммерциализации. Именно в это время зародилась концепция «водородной цивилизации», согласно которой человечество сможет избежать экономической катастрофы и сохранить биосферу пригодной для жизни, двигаясь только в направлении «экологически чистого вектора»: водородная энергетика – водородная экономика – водородная цивилизация. Переход к ней будет исторически длительным и сопряженным с глобальными изменениями в материальной и духовной жизни человечества.

Суть концепции заключается в получении водорода с помощью возобновляемых источников энергии (солнечных, геотермальных, ветровых и т.д.) или атомной энергии, его транспортировке и эффективном использовании в промышленности, а также в качестве универсального топлива для транспортных энергетических установок, которые являются основными потребителями углеводородного топлива и основными загрязнителями окружающей среды.

Водород может применяться в качестве горючего, благодаря его уникальным физико-химическим свойствам и уже накопленному опыту его производства и использования. В сравнении с другими видами энер-

гоносителей водород имеет ряд преимуществ:

- это самый распространенный элемент во вселенной;
- его использование не загрязняет окружающую среду;
- сырьем для его получения могут быть не только природные углеводороды, но и вода, ресурсы которой практически неограниченны;
- его можно использовать для синтеза искусственных топлив, более эффективных, чем ископаемые;
- для транспортировки и хранения синтетических топлив можно использовать существующую инфраструктуру;
- водород и синтетические топлива можно применять в существующих энергетических установках, в том числе и на транспорте;
- теоретически потери энергии при транспортировке водорода по трубам вдвое меньше, чем при передаче электричества по проводам;
- водород – единственное топливо для эффективных безмашинных преобразователей энергии топливных элементов, использование кислорода в них не повлияет на общее его количество в атмосфере.

Однако водород как энергоноситель имеет и ряд недостатков, которые сдерживают широкое использование его в энергетике. Он в восемь раз легче природного газа и химически чрезвычайно активен, в природе находится в связанном состоянии в органическом веществе и воде. Водород взрывоопасен (особенно, если утечка происходит в закрытом или плохо вен-

тилируемом помещении), а водородное пламя не может быть замечено человеческим глазом. Как любой синтетический продукт, водород дороже углеводородных аналогов. Последний недостаток при росте цен на природное топливо в обозримом будущем может исчезнуть.

Необходимо отметить, что все энергетические процессы сводятся к трансформации одного вида энергии в другой в соответствии с законом сохранения энергии. Возможности использования энергетических ресурсов ограничивает также второй закон термодинамики, требующий во всех процессах преобразования энергии возрастания энтропии. Развитие энергетики, в том числе и водородной, связано с еще одним законом, учитывающим физические свойства среды, в которой происходит преобразование энергии, и ограничивающим плотность ее потока (вектор Умова – Пойтинга).

К сожалению, исследования в области поиска альтернативных энергоносителей часто ограничиваются узкотехническими подходами, не учитывающими перечисленные закономерности, что приводит к затратам на бесперспективные проекты.

Например, получение промышленного водорода за счет солнечной энергии на практике связано с ограниченной плотностью ее потока – с одного квадратного метра освещенной солнцем поверхности можно получить мощность не более 100 Вт. Поэтому, чтобы генерировать мощность 50 МВт, нужно снимать электроэнергию с площади в половину квадратного километра. В настоящее время технические решения, реализующие указанную возможность с приемлемой экономической эффективностью, отсутствуют.

Использование ветра и других возобновляемых источников энергии для получения больших мощностей также экономически неоправдано из-за недостаточной плотности энергетического потока. К примеру, накопленную в водохранилищах гравитационную энергию воды можно эффективно использовать для получения водорода, но только так называемую «провальную» энергию гидроэлектростанций, то есть энергию,

вырабатываемую в ночное время, когда ее потребление падает. Однако доля гидроэлектростанций в энергетическом балансе страны не превышает 5%, и ее заметного увеличения в ближайшее время не ожидается. Это связано с тем, что сооружение плотин рентабельно только на горных реках, когда на единицу площади водохранилища приходится большая потенциальная энергия.

Таким образом, практическое использование солнечной, ветровой, гравитационной и других видов возобновляемой энергии для получения водорода в промышленных масштабах в обозримом будущем маловероятно, и использование этих видов энергии рационально только в области малой энергетики, где требуются мощности всего в несколько киловатт.

Внешне очень проста и заманчива идея производства водорода электролизом воды за счет избыточной энергии атомных электростанций (АЭС). Ее можно получить, построив новые АЭС (в том числе плавучие станции). К 2025-2030 гг. в энергетическом балансе России доля производства электроэнергии на АЭС должна увеличиться до 20-25%. Таким образом, к этому времени в России, возможно, появится избыток электроэнергии для получения электролизного водорода в промышленных количествах.

Метод получения водорода электролитическим разложением воды отличается высокой чистой получаемого продукта (более 99,99%), непрерывностью и относительной простотой технологического процесса (следовательно, возможна его полная автоматизация), возможностью получения ценных побочных продуктов – тяжелой воды и кислорода, этот метод также безупречен с экологической точки зрения (не нарушается круговорот вещества в природе).

Однако у этого метода есть и существенный недостаток – большие энергетические затраты: на производство 1 м³ водорода расходуется 4-5 кВт·ч электрической энергии.

Известны и другие способы получения водорода: прямой термолитиз воды при температуре свыше 2500°C; термохимический процесс получения водорода из воды при ее реакции с химически активными соединениями

(например, бромом); риформинг углеводородов; фотоэлектрохимический метод получения промышленных объемов водорода из воды, основанный на фотоэффекте в полупроводниках. Однако ни один из перечисленных способов не достиг еще стадии промышленного применения.

В настоящее время наиболее освоенным методом получения промышленного водорода является паровая конверсия природного газа. На первой стадии процесса при температуре 750-850°C в присутствии катализатора происходит деструкция метана и водяного пара на водород и монооксид углерода. На второй стадии «реакция сдвига» превращает монооксид углерода и воду в диоксид углерода и водород. Эта реакция происходит уже при температурах 200-250°C. На предприятиях газохимии таким способом получают 90% промышленного водорода, который используется непосредственно на месте производства, что устраняет проблемы, связанные с созданием специальной инфраструктуры для хранения и транспортировки водорода.

Использование водорода в качестве универсального энергоносителя на транспорте диктует необходимость решения сложных технических проблем – создание с нуля инфраструктуры, обеспечивающей хранение, транспортировку, заправку водородом, а также его эффективное использование в энергетических установках транспортных машин. Решение этих проблем потребует огромных капиталовложений. Например, потребности автотранспорта среднего города в водородном топливе оцениваются в 3·10⁵ т/г. (~33·10⁹ нм³). Энергозатраты на производство такого количества водорода электролизом воды составят (1,3-1,6)·10¹⁰ кВт·ч, а требуемые мощности (около 2 млн. кВт) эквивалентны строительству 9-10 мини-АЭС типа «Малахит» или двух ВВЭР-1000 при капиталовложениях более 3 млрд. долл. США.

В настоящее время созданы экспериментальные бортовые системы хранения сжатого газообразного водорода при давлении до 35 МПа в бесшовных толстостенных баллонах с многослойными стенками из нержавеющей сталей. Масса баллона достигает

33 кг на 1 кг водорода. Такие системы хранения обеспечивают автомобилю пробег около 200 км. Для увеличения запаса хода до 500 км необходимо повысить рабочее давление в баллонах до 70 МПа, что весьма проблематично из-за ограниченной механической прочности современных конструкционных материалов. Для обеспечения требований безопасности необходимо, чтобы баллон выдерживал давление, по крайней мере вдвое превышающее рабочее.

Отметим также, что на сегодняшний день даже самые современные баллонные системы имеют в 2-3 раза большие весовые и габаритные показатели в сравнении с системами хранения традиционных видов топлива.

При сжижении водорода его объем уменьшается в 700 раз, но для его хранения требуется создать криогенные системы. Решение этой проблемы осложняется тем, что в жидком состоянии водород находится в узком интервале температур – от точки кипения 20К до точки замерзания 17К.

В настоящее время перспективы развития бортовых криогенных систем связываются с созданием легких композитных баллонов с весовым содержанием водорода до 8-10%. Пока же технологии производства и эксплуатации криогенных систем хранения водорода остаются весьма сложными и дорогостоящими.

Теоретически привлекательной представляется идея создания систем хранения водорода на борту транспортной машины, основанная на адсорбции водорода гидридами металлов (магния, железотитановых сплавов и др.). Гидриды, однако, хранят водород с небольшой плотностью энергии на единицу массы, а процессы их заправки идут недопустимо медленно. Извлекается водород из гидрида методом гидролиза и термической диссоциации при температуре от 150 до 300°C. Чтобы избежать больших затрат энергии, нужно добиться высвобождения водорода при температуре около 80°C. Исследования в этой области пока только начинаются.

Следует обратить особое внимание на оценку весогабаритных и стоимостных показателей металлгидридных систем хранения водорода. Весовое содержание доступного водорода в

низкотемпературных металлгидридных средах составляет 1-2%. В связи с этим бортовая система его хранения для обеспечения запаса хода на одной заправке в 500 км по весогабаритным показателям приближается к грузоподъемности автомобиля, а в контейнере массой 20 т для доставки водорода на АЗС будет содержаться не более 400 кг доступного водорода, что по теплоте сгорания эквивалентно 1,2 т бензина. Для транспортировки же 1 т водорода потребуется контейнер, содержащий не менее 50 т поглощающего сплава, который с учетом массы системы теплообменников и конструктивных элементов будет весить около 75-100 т! Кроме того, стоимость только металлгидрида в таком контейнере составит 1,5-2,5 млн. долл. США (стоимость поглощающих сплавов примерно 30-50 долл. США/кг), а стоимость контейнера будет в 1,5-2 раза выше – 3-5 млн. долл. США.

Поскольку количество циклов зарядки-разрядки для современных сплавов-поглотителей до их деградации составляет $\sim 10^3$ на 1 т транспортируемого водорода, потери поглощающей способности эквивалентны стоимости примерно 50 кг сплава, то есть – 1500-2500 долл. США. Это превышает стоимость 1 т водорода, полученного электролизом воды за счет «провальной» электроэнергии АЭС. Очевидно, что затраты на транспортировку 1 т водорода в металлгидридных контейнерах с учетом полных энергозатрат и амортизационных отчислений будут непомерно высокими и практическая реализация теоретически привлекательной идеи в обозримом будущем нецелесообразна, хотя есть определенные перспективы, связанные с новыми поглотителями (фуллерены, нанотрубки) с содержанием водорода более 10%.

Таким образом, существующие системы хранения водорода пока неприемлемы для транспорта вследствие их малой емкости, технической сложности и недостаточной безопасности в эксплуатации. Проблемой остается и изменение свойств металла в водородной среде за счет насыщения его поверхностного слоя водородом. При этом снижаются прочностные свойства металла – наступает так называемая водородная хрупкость.

Что же касается эффективного использования водорода в транспортных силовых установках, то современные двигатели внутреннего сгорания могут быть приспособлены для работы на водороде. При этом улучшаются их экологические характеристики, и отпадает надобность в дорогостоящих каталитических нейтрализаторах, так как в выпускных газах практически отсутствуют оксид углерода, несгоревшие углеводороды (их наличие обусловлено лишь выгоранием смазочного масла) и двуокись углерода. Физико-химические свойства водородо-воздушных смесей позволяют организовать рабочий процесс двигателей с очень бедными смесями (коэффициент избытка воздуха более 3), что существенно снизит выбросы оксидов азота.

В то же время конвертирование существующих конструкций двигателей внутреннего сгорания для работы на водороде приводит к уменьшению их эффективной мощности (из-за снижения коэффициента наполнения), возникновению обратных вспышек на нагрузках, близких к максимальным, и другим нежелательным явлениям. Поэтому необходимо создание специальных конструкций транспортных двигателей, в которых были бы реализованы преимущества этого вида топлива. Например, увеличение степени сжатия (этому способствует высокая детонационная стойкость водорода), обеспечение работы двигателя во всем диапазоне нагрузок на бедных смесях, что снизит потери на газообмен и повысит экономию топлива.

Вместе с тем водород уже сейчас можно использовать в современных транспортных двигателях в качестве улучшающей добавки к обычному углеводородному топливу. Первые работы в этой области были проведены еще в 70-х гг. прошлого столетия.

Доля водорода в топливной смеси составляет всего 5-10%. Такое количество водорода в виде синтез-газа (смесь водорода и монооксида углерода) можно вырабатывать на борту автомобиля в специальном топливном процессоре методом парциального окисления основного топлива. Работы, проведенные в этом направлении ОАО «АвтоВАЗ», РФЯЦ-ВНИИЭФ и Институтом катализа Сибирского отделения РАН, показали, что исполь-

зование синтез-газа на борту автомобиля приводит к снижению CO и NO_x до уровня норм «Евро-5» без применения нейтрализаторов с одновременным увеличением КПД [1]. При этом наилучшие результаты получены при использовании в качестве основного топлива природного газа.

Специалисты ОАО «АвтоВАЗ», опираясь на результаты проведенных исследований [1], полагают, что период перехода от силовых установок с бензиновыми двигателями к силовым установкам с топливными элементами наиболее рационально проводить, организовав серийный выпуск автомобилей, работающих на природном газе, и создав бортовые генераторы синтез-газа (топливные процессоры). Экспериментальные исследования, проведенные ОАО «АвтоВАЗ», показывают, что перевод транспортных двигателей с бензина на природный газ уменьшает эмиссию CO₂ на 23%, а введение в состав силовой установки дополнительно генератора синтез-газа – на 52%. Однако попытки разработать компактный серийный топливный процессор для производства водорода из углеводородного топлива непосредственно на борту автомобиля пока не увенчались успехом. На последних автосалонах и выставках по водородной энергетике таких автомобилей представлено не было. Несколько фирм показали автомобильные топливные процессоры на метаноле, но, как известно, инфраструктуры заправки метанолом, как и водородом, пока не существует.

Теоретически наиболее эффективно использование водорода в энергетических установках на топливных элементах, которые обладают многими достоинствами, например:

- количество удельных выбросов вредных компонентов на 1,5-2 порядка ниже, чем у тепловых машин;
- они практически бесшумны;
- имеют КПД 40-65%, мало зависящий от изменения нагрузки в диапазоне от 20 до 100%.

Принцип работы всех топливных элементов одинаков: при пропускании кислорода и водорода через пористые электроды, разделенные электролитом, происходит соединение атомов водорода с гидроксильным остатком ОН, полученным в результате рас-

пада электролита на ионы. При этом образуется вода и высвобождаются электроны, которые направляются во внешнюю цепь на положительный электрод, где захватываются кислородом, в результате чего по внешней цепи образуется электрический ток. Таким образом, кислород непрерывно пополняет в электролите расход ОН, а водород поддерживает необходимое количество воды.

Топливные элементы отличаются типом электролита, рабочими температурами, электродными реакциями, конструктивным исполнением, типом конструкционных материалов и могут быть условно разделены на четыре основные группы: низкотемпературные элементы с рабочей температурой до 100°C, среднетемпературные – от 100°C до 300°C, высокотемпературные – от 300°C до 1000°C.

Практического применения достигли энергоустановки с низкотемпературными топливными элементами с твердополимерными, щелочными электролитами, а также со среднетемпературными фосфорнокислыми элементами. Энергоустановки первых двух типов применялись на космических кораблях «Джемини», «Спейс Шатл», «Буран» и подводных аппаратах. Эти энергоустановки работают на чистых криогенных компонентах (водород и кислород).

Единственной промышленной энергоустановкой является РС-25 электрической мощностью 200 кВт на фосфорнокислых топливных элементах американской корпорации «UTC Fuel Cells». В этой энергоустановке в качестве горючего используется природный газ (из которого паровым риформингом получается водород), окислитель – кислород воздуха.

Среднетемпературные и высокотемпературные топливные элементы с электролитами из расплавленных карбонатов щелочных металлов, твердыми электролитами из спеченной смеси церия, циркония, лантана и т.п. пока не вышли из стадии экспериментальных исследований. Создание промышленных образцов энергоустановок с такими топливными элементами осложняется в основном технологическими и конструктивными проблемами: обеспечение приемлемого ресурса работы (разрушение электродов), разложение

электролита, обеспечение термостабилизации батареи топливных элементов при высокой температуре и т.д.

Необходимо отметить, что применению топливных элементов любого типа в энергетике больших мощностей препятствует все то же ограничение плотности потока энергии из-за ограниченной скорости диффузионных процессов в электролитах. На практике плотность потока энергии настолько мала, что с 1 м² электрода современных топливных элементов можно снять около 200 Вт. Для генерирования, например, мощности в 100 МВт рабочая площадь электродов достигает половины квадратного километра. Капитальные затраты на создание такой электростанции вряд ли оправдаются генерируемой ею электроэнергией.

Над созданием транспортных силовых установок на топливных элементах работают практически все ведущие автомобилестроительные корпорации мира, хотя по указанной выше причине такие энергоустановки не смогут конкурировать с современными перспективными тепловыми двигателями для получения больших мощностей. Ниша энергоустановок на топливных элементах – городской транспорт (максимальная мощность 50–200 кВт), который большую часть времени работает на режимах малых и средних нагрузок, где в наибольшей степени проявляются преимущества топливных элементов (малая зависимость КПД от нагрузки, бесшумность, «чистый выхлоп»).

К настоящему времени для транспортных машин созданы экспериментальные силовые установки на топливных элементах с протонообменной мембраной, которые, помимо всех достоинств, отличаются еще и быстрой запуском. Например, экспериментальная силовая установка HydroGen1 мощностью 56 кВт (это уже седьмое поколение разработки) корпорации «General Motors» выходит на полную мощность за 30 с даже при температуре окружающего воздуха –20°C. Но в качестве катализаторов в электродах топливных элементов используется платина, и стоимость такой силовой установки пока сравнима со стоимостью автомобиля с бензиновым двигателем.

Показательно, что все ведущие автомобильные корпорации демонс-

трируют пока только опытные образцы автомобилей с силовыми установками на топливных элементах. За последние 10 лет выпущено около 60 прототипов, причем большинство из них работает на чистом водороде. Если к сказанному добавить высокую стоимость водорода и отсутствие инфраструктуры заправок, то становится ясным, что переход на массовое применение на транспорте силовых установок на топливных элементах в ближайшем будущем проблематично и зависит не только от успехов в коммерциализации непосредственно топливных элементов, но и от времени создания водородной инфраструктуры.

За последние годы в области стационарной энергетики на топливных элементах также произошли большие изменения. Если в 90-х гг. прошлого века считалось рациональным создание энергоустановок мощностью 250–2000 кВт, то сегодня происходит пересмотр позиций в сторону уменьшения мощности. Это объясняется тем, что преимущества топливных элементов в наибольшей степени и быстрее всего могут реализоваться в области так называемого децентрализованного энергоснабжения. Наиболее привлекательным в части коммерциализации считается рынок мощностей 1–10 кВт. Коммерческое производство энергоустановок мощностью 1 кВт осваивают Япония и Южная Корея, а верхнюю границу диапазона – США и Западная Европа. Предполагается, что энергоустановки на топливных элементах, кроме высокой экономичности и экологичности, будут иметь дополнительные преимущества перед традиционными, а именно: бесшумность, одновременную когенерацию электрической и тепловой энергии, малое время на обслуживание, высокое качество тока.

Этот рынок, так же как и автомобильный, относится если не к массовому, то к крупносерийному. При этом предполагается, что в будущем такие автономные энергоустановки станут ядром децентрализованного энергоснабжения (например, для коммунального использования). В этом сегменте рынка нет необходимости в создании специальной водородной инфраструктуры, так как для таких энергоустановок целесообразнее

применять местное углеводородное топливо (природный газ, биогаз и т.п.).

Стационарные энергоустановки малой мощности имеют свои специфические особенности. Например, из-за менее жестких требований к весогабаритным показателям упрощается создание топливного процессора по сравнению с автомобильным. Если автомобильный топливный процессор должен иметь очень хорошие динамические характеристики, то стационарный может быть не таким «быстрым», но при этом иметь ресурс в 5-10 раз выше, чем автомобильный, и обслуживаться не чаще одного раза в год.

По-видимому, в водородной энергетике применение энергоустановок на топливных элементах малой мощности в децентрализованном энергоснабжении – самое реальное и перспективное направление. Разработчики энергоустановок, понимая, что создать абсолютно новый продукт и сразу завоевать рынок практически невозможно, ищут такие ниши для начального применения этих энергоустановок, где заказчик на первой стадии внедрения согласился бы на несколько завышенную цену 1 кВт установленной мощности. Например, американские фирмы используют для этого армейскую нишу, а также прямые государственные инвестиции.

В ОАО «Газпром» научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области водородной энергетике начаты в 1992 г. Совместно с федеральными ядерными центрами Министерства Российской Федерации по атомной энергии (в настоящее время Федеральное агентство по атомной энергии – Росатом) были проведены комплексные исследования по всем типам топливных элементов. Для практической реализации результатов этих работ ОАО «Газпром» выбрало два направления – создание энергоустановки с протонообменной мембраной (ближайшая перспектива) и с твердооксидным электролитом (на более отдаленную перспективу – 10-15 лет).

Для подготовки необходимых кадров, получения опыта эксплуатации принципиально новой техники и ее пропаганды в ОАО «Газпром» эксплуатируется энергоустановка PC-25C™ американской корпорации «UTC Fuel Cells» на фосфорнокислых топливных

элементах мощностью 200 кВт. Специалисты ОАО «Газпром» совместно с американской корпорацией провели огромную работу по адаптации энергоустановки к условиям эксплуатации в России.

В настоящее время для реализации ближней перспективы ОАО «Газпром» совместно с РФЯЦ-ВНИИЭФ работает над проектом автономной энергоустановки с протонообменной мембраной мощностью 5 кВт для питания систем связи, АСУ-ТП, катодной защиты трубопроводов. Мощность энергоустановки и ее конструктивное исполнение (автономное) выбраны с учетом особого положения, которое сложилось в области малой энергетики (энергоустановки мощностью 100-5000 Вт). В этом диапазоне мощностей вообще нет машин, работающих на природном газе. Исключение составляют лишь импортные паротурбинные энергоустановки «Ormat» (Франция – Израиль) мощностью от 0,4 до 2,1 кВт. Отличительная особенность этих машин – низкий КПД (~3%) и огромная стоимость – до 50 тыс. долл. США за 1 кВт установленной мощности. Аналогичной отечественной техники для решения перечисленных выше задач пока не создано. Российские термоэлектрические генераторы мощностью 150 Вт имеют примерно такую же эффективность и удельную стоимость. Поэтому совместный проект ОАО «Газпром» и РФЯЦ-ВНИИЭФ направлен на решение актуальной проблемы – создание для нефтегазового комплекса страны эффективных энергоустановок малой мощности, работающих на природном газе.

ОАО «Газпром» совместно с Росатомом, Российской академией наук, Российским научным центром «Курчатовский институт» намерено развивать сотрудничество в области создания энергоустановок на топливных элементах, пригодных для практического применения. Главными направлениями работ являются проблемы надежности (ресурса), мощностного ряда энергоустановок и снижение стоимости 1 кВт установленной мощности.

Примечательно, что при разработке топливного процессора необходимо решать те же задачи, что и при создании малотоннажных устройств газохимии, в частности, комплек-

сов по производству синтетических жидких топлив. Так что преодолевая проблемы, возникающие в процессе разработки энергоустановок на топливных элементах, ОАО «Газпром» одновременно создает задел в области водородной энергетики для нового типа высокотехнологичных установок переработки так называемого низконапорного газа, запасы которого (весьма значительные) образуются после окончания основной разработки газовых месторождений.

Итак, краткий анализ реального продвижения элементов водородной энергетики показывает, что при общемировой тенденции к ее созданию существуют и общие технические и экономические проблемы в области получения, транспортировки, хранения и использования водородного топлива. Исследования в области водородной энергетики в каждой стране имеют свои специфические особенности, связанные с климатическими и географическими условиями, уровнем развития науки и технологий [2].

Для России, большая часть территории которой находится в зоне холодного климата, с ее уникальными запасами природного газа и опытом создания современных АЭС наиболее реальным путем развития большой водородной энергетики представляется «метано-атомно-водородное» направление, требующее большого объема научно-исследовательских работ.

От решения описанных выше проблем зависит успех создания «водородной экономики», но при этом надо иметь в виду, что переход к ней возможен только при условии широкого использования водорода – тогда водородная инфраструктура будет эффективной.

Литература

1. **Мирзоев Г.К., Сорокин А.И.** Концепция ОАО «АвтоВАЗ» по переходу к использованию альтернативных топлив и водорода. Доклад на Международном форуме «Водородные технологии для производства энергии». – Москва, февраль 2006.

2. **Алфеев В.Н., Ваучский Н.Н., Зайченко П.А., Иванов М.И.** Доклад на Международном форуме «Водородные технологии для производства энергии». – Москва, февраль 2006.

Состояние и перспективы развития промышленного производства диметилового эфира для использования в качестве моторного топлива на автотранспорте

Д.А. Мирошниченко, начальник лаборатории ООО «ВНИИГАЗ», к.т.н.,
М.В. Жирнова, научный сотрудник ООО «ВНИИГАЗ»

В середине XX в. в мире началась ускоренная добыча, переработка (сжижение) и потребление природного газа. К началу XXI в. объемы потребления природного газа составили порядка 1 трлн. м³ в год. Повышение цен на нефть и бензин, а также забота о чистоте среды обитания все больше и больше привлекают внимание науки, производства и бизнеса к использованию природного газа не только в качестве энергоносителя, но и в качестве моторного топлива в двигателях внутреннего сгорания. Однако использование природного газа на автотранспорте приводит к необходимости разработки и создания новых дорогостоящих топливных систем автомобиля и систем дистрибуции газового топлива.

Ниже в таблице приведены основные физико-химические свойства ДМЭ в сравнении с известными энергетическими и моторными топливами. При стандартных условиях ДМЭ является горючим газом, который сжигается при давлении 6 атм. Одним из основных свойств, позволяющих рассматривать ДМЭ, как альтернативное дизельное моторное топливо, является его высокое цетановое число.

Из таблицы видно, что, помимо использования в дизельных двигателях, ДМЭ может найти применение в качестве альтернативного энергоносителя и коммунально-бытового топлива.

Направление использования ДМЭ в качестве энергоносителя и дизельного топлива, получившее развитие в последнее десятилетие, привело к необходимости разработки новых крупнотоннажных технологий, позволяющих производить ДМЭ миллионами тонн с относительно низкой себестоимостью.

Все существующие на сегодняшний день промышленные технологии производства ДМЭ многостадийны и на первом этапе предполагают получение синтез-

Одним из возможных выходов из данной ситуации является применение топлив, которые могут быть получены путем химической конверсии природного газа. При этом сохраняются экологические преимущества газовых топлив (отсутствие сернистых соединений, полнота сгорания, снижение выбросов оксидов азота), но не требуется серьезного переоборудования автопарка и заправочных станций.

Перспективным топливом для дизельных двигателей, которое может быть получено из природного газа, является диметиловый эфир

(ДМЭ). ДМЭ известен достаточно давно, но раньше он применялся лишь в парфюмерии для создания давления в баллонах с лаками и дезодорантами. Там он заменил вредные газы – фреоны, бутан и пропан. Также ДМЭ использовался как хладагент и растворитель. Объем мирового спроса на ДМЭ для вышеуказанных целей составляет порядка 150 тыс. т/г. и удовлетворяется за счет действующих газохимических производств, где ДМЭ образуется в качестве побочного продукта синтеза метанола, а также за счет производства ДМЭ из метанола.

Физико-химические свойства ДМЭ в сравнении с метаном, пропаном и традиционным дизельным топливом

| Показатель | ДМЭ | Метан | Пропан | Дизельное топливо |
|--|----------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------|
| Химическая формула | CH ₃ OCH ₃ | CH ₄ | C ₃ H ₈ | — |
| Температура кипения, °С | -21,5 | -161,5 | -42,0 | 180-370 |
| Плотность в жидком состоянии при 25°С, г/см ³ | 0,67 | 0,42 | 0,49 | 0,84 |
| Давление насыщенных паров при 25°С, МПа | 0,61 | 24,6 | 0,93 | — |
| Предел взрываемости, % | 3,4-17,0 | 5,0-15,0 | 2,1-9,4 | 0,6-7,5 |
| Цетановое число | 55 | 0 | 5 | 45-50 |
| Низшая теплота сгорания, ккал/кг | 6900 | 12000 | 11100 | 10600 |

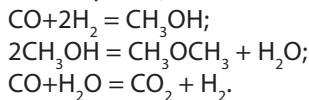
Таблица

газа (смеси водорода и окиси углерода) из природного газа, угля или других углеводородных ресурсов. Производство синтез-газа широко используется в химической промышленности и является хорошо изученным процессом. Технологии получения синтез-газа имеются в портфелях многих инжиниринговых компаний и фактически доведены до совершенства.

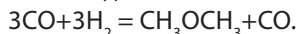
Что касается непосредственно стадии синтеза ДМЭ, то эти технологии являются относительно новыми разработками, которые могут быть реализованы на базе двух основополагающих принципов:

1. Прямой синтез, в котором из синтез-газа получают ДМЭ.

При этом протекают следующие основные реакции:

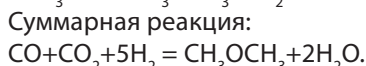
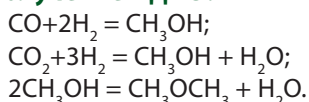


Суммарную реакцию можно записать в виде:



Отсюда следует, что для прямого синтеза ДМЭ оптимальным является состав синтез-газа с соотношением $\text{H}_2/\text{CO} \approx 1$.

2. Производство метанола и его последующая дегидратация, с получением ДМЭ.



В этом случае оптимальный состав синтез-газа характеризуется величиной факториала $f = (\text{H}_2 - \text{CO}_2) / (\text{CO} + \text{CO}_2)$,

который в идеальном случае должен быть ≈ 2 .

Одна из технологий прямого синтеза была разработана известной японской компанией «NKK» в конце 90-х гг. прошлого века. В настоящее время для продвижения данной технологии создана компания «DME International», включающая большое количество участников, в том числе компании «Total», «JFE», «Toyota Tsusho», «Hitachi», «Idemitsu», «INPEX», «JAPEX», «Marubeni», «LNG Japan», «Taiyo-Nissan».

Принципиальная технологическая схема прямого синтеза ДМЭ приведена на рис. 1. Синтез-газ, полученный конверсией природного газа, проходит стадию очистки от CO_2 и поступает в реактор синтеза ДМЭ. Образовавшиеся продукты поступают в сепаратор, где отделяется непрореагировавший синтез-газ, который возвращают на стадию синтеза ДМЭ. Смесь CO_2 , метанола, воды и ДМЭ после выделения CO_2 поступает на стадию ректификации, где в первой колонне отделяют готовый продукт от водно-метанольной смеси, во второй разделяют воду и метанол. Метанол возвращают на стадию синтеза ДМЭ. Выделенный после стадий риформинга и синтеза ДМЭ CO_2 компримируется и подается на вход конвертера метана для снижения соотношения H_2/CO .

Основное положительное отличие данной технологии от двухстадийного синтеза – высокая конверсия за один проход (55-60%), что позволяет снизить кратность цир-

куляции и, соответственно, уменьшить необходимый объем оборудования и капитальные затраты.

Однако требование к оптимальному соотношению $\text{H}_2/\text{CO}=1$ в синтез-газе приводит к необходимости выделения CO_2 после стадий риформинга и синтеза ДМЭ, его компримирования и возврата на стадию риформинга, что является одним из серьезных недостатков рассматриваемой технологии. Тем не менее, при использовании на первой стадии газификации угля с получением бедного водородом синтез-газа указанный недостаток, напротив, является благоприятным фактором.

Для реализации технологии прямого синтеза был разработан специальный высокоактивный катализатор. Причем из-за высокого выделения тепла в результате реакции потребовалось применение сларри-реактора с суспензией катализатора в специальном масле, что создает дополнительные сложности при регенерации катализатора и эксплуатации установки.

Технология рассчитана на производство ДМЭ или ДМЭ с метанолом в определенном соотношении. То есть, при принятии решения о создании промышленного производства по рассматриваемой технологии у компании, производящей ДМЭ, должна быть 100%-ная уверенность в устойчивом спросе на этот продукт, о чем в современных реалиях говорить, по всей видимости, рано, либо этой компании должны быть предоставлены долгосрочные гарантии от потребителя ДМЭ.

Что касается практической реализации технологии прямого синтеза, то пока компанией «JFE» построена только пилотная установка производительностью 100 т в сутки на о. Хоккайдо (Япония).

В июле 2004 г. было подписано соглашение компаний «DME International» и «Qatar Petroleum» на разработку технико-экономического обоснования (ТЭО) по созданию установки производства ДМЭ мощностью 2 млн. т/г. в Катаре. ТЭО было закончено в конце 2006 г. Од-

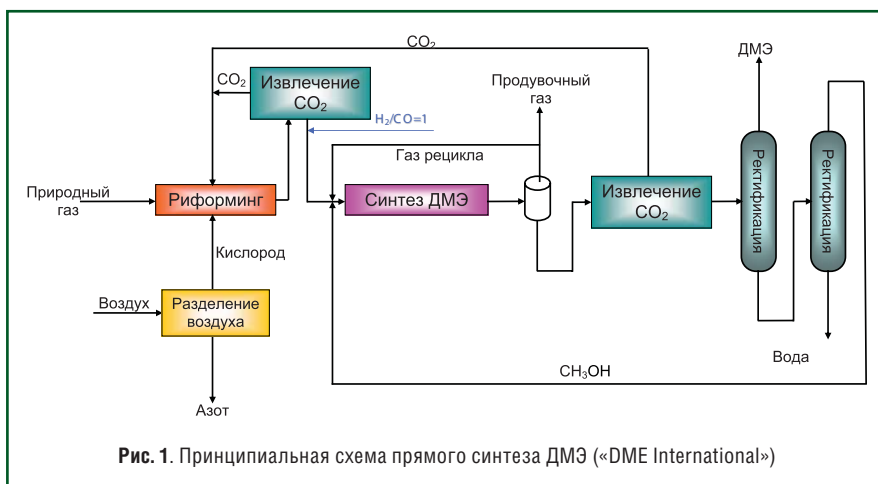


Рис. 1. Принципиальная схема прямого синтеза ДМЭ («DME International»)

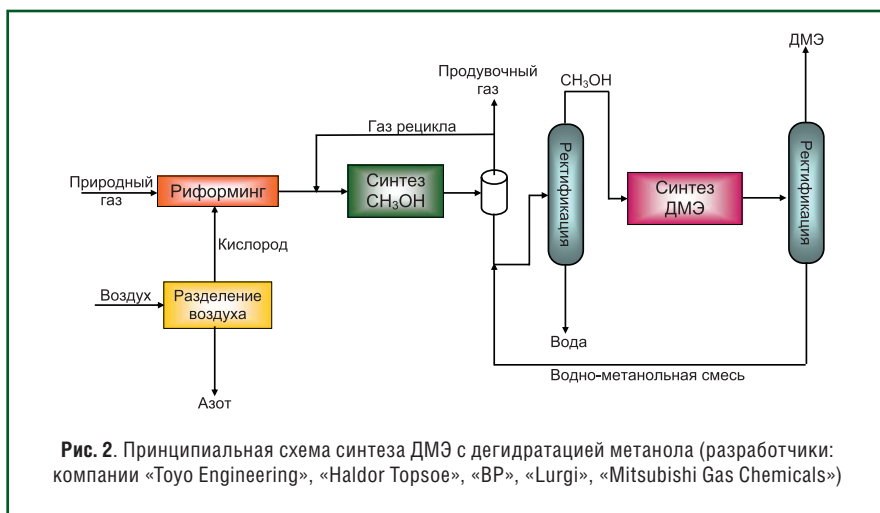


Рис. 2. Принципиальная схема синтеза ДМЭ с дегидратацией метанола (разработчики: компании «Toyo Engineering», «Haldor Topsoe», «BP», «Lurgi», «Mitsubishi Gas Chemicals»)

нако решение о начале строительства пока не принято.

Второй подход реализован в технологиях компаний «Toyo Engineering», «Haldor Topsoe», «BP», «Lurgi», «Mitsubishi Gas Chemicals» (рис. 2). В данном случае первая стадия представляет собой стандартную технологию производства метанола, а вторая – дегидратацию метанола с получением ДМЭ.

Технология является хорошо отработанной, при этом метанол и ДМЭ можно получать в любых соотношениях. В случае отсутствия спроса на ДМЭ предприятие может быть переведено на выпуск только метанола. Также при проведении синтеза ДМЭ не образуются дополнительные количества CO_2 , что является благоприятным экологическим фактором.

Основным недостатком данной технологии является низкая величина конверсии синтез-газа за проход, связанная с равновесными ограничениями реакции синтеза метанола, что, естественно, повышает кратность циркуляции и приводит к увеличению необходимого объема оборудования в сравнении с технологией прямого синтеза ДМЭ. Повышение конверсии может быть достигнуто за счет применения бифункционального катализатора (специально модифицированного катализатора синтеза метанола), поскольку в данном случае образующийся метанол сразу подвергается дегидратации, что позволяет снять термодина-

мические ограничения. Однако в этом случае теряется преимущество «гибкости» данной технологии в выпуске метанола и ДМЭ.

В настоящее время двухстадийная технология нашла большее применение в сравнении с прямым синтезом.

Лидером по производству ДМЭ в последние годы стал Китай. В КНР сегодня эксплуатируется 14 установок и заводов по производству ДМЭ суммарной мощностью около 1 млн. т в год. Первые из них мощностью 8 тыс. и 10 тыс. т в год были пущены в 1994 г. Шесть последних суммарной мощностью 770 тыс. т в год – в 2007 г. В качестве сырья заводы используют метанол или уголь. А к 2020 г.

производство ДМЭ в Китае намечается довести до 20 млн. т в год [1].

В Иране планировалось создание установки по производству ДМЭ из метанола мощностью 800 тыс. т/г. Однако в настоящее время проект приостановлен из-за разногласий по цене сырья.

В России производство ДМЭ также развивается. Уже сейчас эксплуатируется установка мощностью 10 тыс. т/г с применением бифункционального катализатора в Новомосковске, а также закончено проектирование и заказано оборудование для установки мощностью 4 тыс. т/г в ОАО «АКРОН».

В России имеется некоторый опыт и по применению ДМЭ. В 2002 г. было принято Постановление Правительства Москвы «О городской целевой программе использования альтернативных видов моторного топлива на автомобильном транспорте», в которой была поставлена задача перевода муниципального дизельного транспорта на ДМЭ.

С учетом этапов реализации данной программы прогнозировалась потребность Москвы в ДМЭ порядка 160 тыс. т в год к 2008 г. и 1,5 млн. т в год к 2012 г., которая должна была покрываться за счет переоборудования недействующих мощностей по производству метанола на



Рис. 3. Стендовые установки для отработки технологий производства синтетических жидких топлив

ОАО «ЩекиноАзот», ОАО «АКРОН», АК «НовомосковскАзот» и создания нового крупнотоннажного производства ДМЭ мощностью 700 тыс. т/г.

Были проведены успешные испытания по эксплуатации дизельных грузовых автомобилей «Бычок» на ДМЭ, но дальнейшего широкого развития программа не получила прежде всего из-за необходимости создания новой системы дистрибуции альтернативного топлива.

С учетом ускоренного развития производства ДМЭ в Китае и высокой заинтересованности в создании производств ДМЭ японских и корейских компаний наибольший спрос на ДМЭ в перспективе следует ожидать на рынке Азиатско-Тихоокеанского региона.

Второе возможное направление перспективного сбыта – топливный рынок крупных и курортных городов России. Однако это направление

потребуется принятия и выполнения программ, подобных Московской, и серьезной поддержки от государственных структур в части создания систем дистрибуции нового топлива и предоставления налоговых льгот для производителей и владельцев автотранспортных средств, работающих на ДМЭ.

ООО «ВНИИГАЗ» проводит предварительные исследования по целесообразности создания ориентированных на экспорт производств ДМЭ на базе месторождений природного газа Восточной Сибири, а также разрабатывает технологию производства ДМЭ.

Для отработки технологии синтеза ДМЭ на опытно-экспериментальной базе ООО «ВНИИГАЗ» построена стендовая установка (рис. 3), которая включает две параллельные линии синтеза ДМЭ. Установка позволяет моделировать промышленные условия по температурам, давлениям

и объемной скорости синтез-газа. Объем одной загрузки катализатора составляет порядка 8 л.

Образующиеся продукты контролируются с помощью комплекса аналитического контроля, включающего поточные и лабораторные анализаторы фирмы «Varian».

Выполнение комплексных научно-исследовательских работ на стендовой установке позволит получить все необходимые данные для выполнения полного комплекса работ – от обоснования инвестиций и проектирования до строительства и ввода в эксплуатацию промышленной установки производства ДМЭ.

Литература

1. Мастепанов А.М. Диметилэфир: перспективы и проблемы использования; Нефтегазовая вертикаль, № 3, 2008 г.

Audi A4 разогнался до 327 км/ч на биогазе

Одним из менее известных, но довольно эффективных видов альтернативного топлива, является биогаз, который добывают посредством анаэробного сбраживания биомассы (большая часть органических отходов). По своим характеристикам биогаз мало отличается от природного. Данное топливо использовал специально оснащенный прототип Audi A4 (B7), который побил рекорд скорости

для подобных автомобилей на треке в Германии. Максимальный показатель модели составил 327,2 км/ч. Под капотом автомобиля находился трехлитровый двигатель с двойным компрессором, мощностью 585 л.с.

Проект является частью исследовательской программы «Community Center of Excellence» немецкой компании «TUV Rheinland», которая занимается проведе-

нием независимых экспертизы и оценки. За помощью в технической подготовке компания обратилась к местным тюнинг-ателье.

Организаторы мероприятия считают подобное достижение большим успехом. Д-р Стефан Бернинг, который зарегистрировал рекорд, заявил, что полученный результат показывает эффективность биогаза, как альтернативы традиционным видам топлива, и доказывает, что экология и удовольствие от вождения не являются взаимоисключающими понятиями.

<http://news.autoua.net/ru/news/c48/2008/10/27/11641.html>

В Иране в эксплуатации находятся около 760 тыс. автомобилей с газовыми двигателями

Исполнительный директор компании «Газ Ходроу» Мостафа Аляви сообщил, что в настоящее время в Иране имеются 759 617 автомобилей, работающих на газовом топливе. Из них 384 191 автомобиль получил газовый двигатель в заводских условиях, а 375 426 автомобилей были переделаны в специальных мастерских. Предполагается, что до кон-

ца 1387-го иранского года (до 20.03.2009 г.) в Иране будет произведено еще 600 тыс. автомобилей с газовыми двигателями. Быстрый рост объемов производства автомобилей с газовыми двигателями создает большую диспропорцию между числом автомобилей и числом действующих автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС).

В настоящее время в стране имеется 100 одноцелевых (КПГ) и 580 АГНКС двойного назначения, обеспечивающих заправку автомобилей как сжатым природным газом, так и бензином. До 20.03.2009 г. в стране должно быть 1 800 АГНКС. Стоимость строительства одной государственной АГНКС составляет около 10 млрд. риалов (около 1 млн. долл. США).

В результате, в настоящее время на одну АГНКС приходится 1 800 автомобилей, а к началу 2009 г., если программа строительства станций будет выполнена, одна станция будет обеспечивать заправку 1 тыс. автомобилей газовым топливом.

http://iran.ru/rus/news_iran.php?act=news_by_id&news_id=53970

Использование рапсового масла в качестве топлива в дизельных двигателях

Г.С. Савельев, зав. лабораторией ВНИИ механизации сельского хозяйства (ВИМ), к.т.н.,
М.Н. Кочетков, научный сотрудник ВИМ

Биодизельное топливо из рапсового масла (РМ) применяется в виде метилэфира рапсового масла (МЭРМ), чистого РМ холодного отжима, смесового топлива из рапсового масла и дизельного топлива (СТРМ).

В 2005 г. странами ЕС произведено 3,18 млн. т биодизельного топлива, в том числе 50% приходится на долю Германии. Производственные мощности заводов ЕС в 2005 г. составляли 3,35 млн. т топлива. Директивными документами ЕС предусмотрено производство биотоплива в 2010 г. – 23 млн. т, в 2020 г. – 34 млн. т. В настоящее время производство МЭРМ в странах ЕС сокращается по причине резкого увеличения цен на растительные масла, выступлений ряда политических организаций против использования пищевой продукции на производство топлива и введения налогов на производимое биотопливо. Экспортная цена РМ в течение последних лет изменялась от 700 долл. США до 740 евро за 1 т. В Германии в сентябре 2007 г. цена РМ поднялась до 845 евро/т (30 руб./кг, 27,4 руб./л). Соответственно росли цены на РМ и маслосемена и в России. Осенью 2007 г. рыночная цена маслосемян приблизилась к 10 тыс. руб./т против 6,2 тыс. руб./т в 2006 г. В связи с этим сельхозпроизводителю было выгодно продать рапс и РМ на внутреннем рынке или на экспорт и закупать на эти деньги дизельное топливо (ДТ).

Однако с учетом значительного увеличения посевов рапса в 2008 г. цена рапсовых семян в России снизилась до 5-6 тыс. руб./т, поэтому в перспективе следует ожидать снижения цен на РМ и дальнейшего роста производства биодизеля из

рапса. При внутрихозяйственной переработке маслосемян представляет интерес определение себестоимости РМ и оценка целесообразности его использования в качестве моторного топлива. Для этого необходимо определить коммерческую эффективность производства РМ на отечественном оборудовании при различной стоимости маслосемян.

С учетом резких колебаний цен на маслосемена рапса при расчете коммерческой эффективности выбран широкий диапазон цен – от 2,5 до 10 руб./кг. Максимальная цена равна рыночной цене 2007 г., минимальная близка к себестоимости маслосемян при их внутрихозяйственной переработке и выращивании рапса по малозатратной

технологии на залежных землях с минимальным использованием удобрений и средств защиты. Опыт применения такой технологии при выращивании рапса имеется в ООО «Жито» (Рязанская обл.).

Ввиду высокой стоимости переработки РМ в МЭРМ расширяется использование чистого РМ холодного отжима и СТРМ. По сравнению с ДТ у чистого РМ плотность больше на 9%, вязкость выше в 20 раз, содержание серы меньше в 10 раз, температура застывания выше на 17°C по сравнению с зимним ДТ и на 10°C ниже летнего ДТ (табл. 1). СТРМ по физико-химическим показателям занимает промежуточное положение. Большая вязкость чистого РМ осложняет его применение в двигателях, однако, при подогреве топлива до температуры 70-90°C его вязкость снижается до значений, обеспечивающих фильтруемость и прокачиваемость в топливной системе низкого давления. Указанный диапазон температур соответствует температуре топлива в головке топливного насоса высокого давления (ТНВД) при дополнительном по-

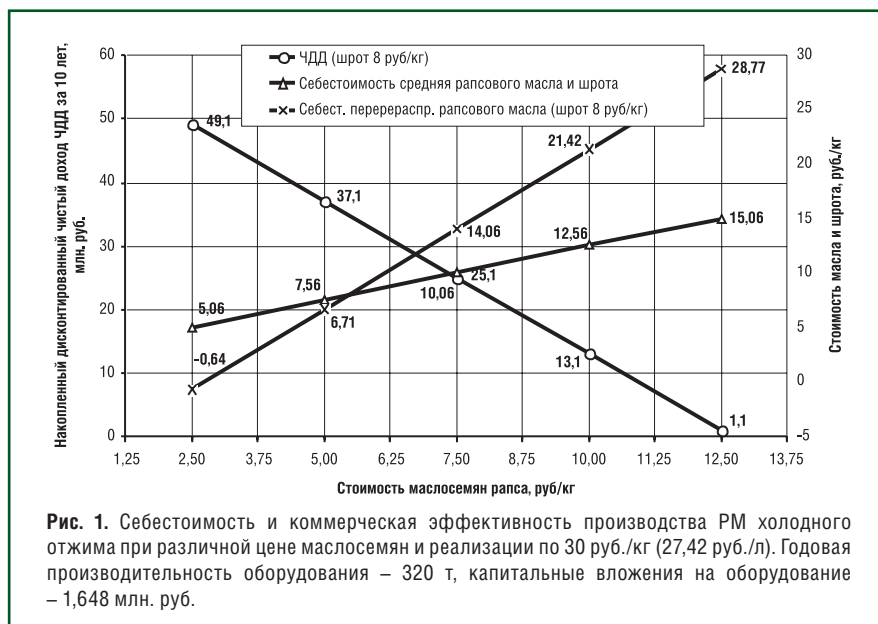


Рис. 1. Себестоимость и коммерческая эффективность производства РМ холодного отжима при различной цене маслосемян и реализации по 30 руб./кг (27,42 руб./л). Годовая производительность оборудования – 320 т, капитальные вложения на оборудование – 1,648 млн. руб.

Таблица 1

Результаты расчета коммерческой эффективности производства РМ при различной цене маслосемян рапса и продаже масла по цене 30 тыс. руб./т, жмыха 8 тыс. руб./т

| Наименование | Цена маслосемян, руб./кг | | | | |
|--|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 2,5 | 5,0 | 7,5 | 10,0 | 12,5 |
| Рыночные цены, тыс. руб./ т: | | | | | |
| жмых | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| РМ | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Капитальные вложения, тыс. руб. | 1648 | 1648 | 1648 | 1648 | 1648 |
| Численность обслуживающего персонала, чел. | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Годовой фонд рабочего времени, ч | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 |
| Годовая производительность, т: | | | | | |
| РМ | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 |
| жмых | 621 | 621 | 621 | 621 | 621 |
| всего | 941 | 941 | 941 | 941 | 941 |
| Чистый дисконтированный доход (ЧДД) за 10 лет, млн. руб. | 49 | 37 | 25 | 13 | 1 |
| Внутренняя норма доходности, % | 392,4 | 289,3 | 189,7 | 97,2 | 16,0 |
| Дисконтированный срок окупаемости менее, лет | 1 | 1 | 1 | 2 | 7 |
| Себестоимость продукции, тыс. руб./т: | | | | | |
| средняя по РМ и жмыху | 5,06 | 7,56 | 10,06 | 12,56 | 15,06 |
| РМ при реализации жмыха по цене 8 руб./кг | -0,64 | 6,71 | 14,06 | 21,41 | 28,77 |
| Приведенные затраты, тыс. руб. | 4764 | 7117 | 9470 | 11823 | 14176 |
| В том числе: | | | | | |
| оплата труда | 1536 | 1536 | 1536 | 1536 | 1536 |
| амортизационные отчисления | 165 | 165 | 165 | 165 | 165 |
| текущий ремонт и техобслуживание | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 |
| накладные и прочие расходы | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 |
| стоимость сырья | 2353 | 4706 | 7059 | 9412 | 11765 |
| стоимость энергии | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 |
| нормативная доля капвложений | 247,2 | 247,2 | 247,2 | 247,2 | 247,2 |
| Годовой доход от реализации продукции, млн. руб. | 14,5 | 14,5 | 14,5 | 14,5 | 14,5 |
| В том числе: | | | | | |
| от реализации РМ | 9,6 | 9,6 | 9,6 | 9,6 | 9,6 |
| от реализации жмыха | 4,9 | 4,9 | 4,9 | 4,9 | 4,9 |

догреве топлива от охлаждающей жидкости в теплообменнике, установленном в топливной магистрали от бака до топливоподкачивающего насоса.

В сельском хозяйстве при внутрихозяйственном производстве РМ и СТМ с использованием маслосемян рапса по себестоимости и отсутствию транспортных расходов излишки от продажи РМ могут с высокой эффективностью использоваться в качестве топлива.

В табл. 1 и на рис. 1 представлены результаты расчета себестоимости производства и чистого дисконтированного дохода при различных ценах маслосемян для внутрихозяйственного производства РМ холодного отжима на оборудовании ЗАО «Белогорье» (г. Шебекино, Белгородская обл.). Данное оборудование успешно эксплуатируется в ООО «Жито» Рязанской области.

При продаже жмыха по фиксированной цене, которая в 2008 г. достигла 8 руб./кг, себестоимость РМ в диапазоне цен маслосемян 5-10 руб./кг изменяется от 6,7 до 21,4 руб./кг. При цене маслосемян 5 руб./кг средняя себестоимость 7,5 руб./кг меньше цены жмыха и за счет этого себестоимость РМ снижается до 6,7 руб./кг (в три раза меньше цены ДТ).

При реальной себестоимости маслосемян 5 руб./кг годовой чистый доход равен 5,6 млн. руб., а с учетом дисконта – 3,7 млн. руб. Срок окупаемости затрат на приобретение оборудования с учетом дисконта – менее одного года.

Существенно снизить себестоимость РМ возможно при кооперативном приобретении более высокопроизводительного оборудования для отжима масла. При использовании оборудования с годовой производительностью 5 тыс. т масла (рис. 2) при продаже жмыха на сторону по 8 руб./кг и цене маслосемян 5 руб./кг цена РМ равна 1,35 руб./кг, что в 16 раз ниже современной цены ДТ в России. Такая низкая

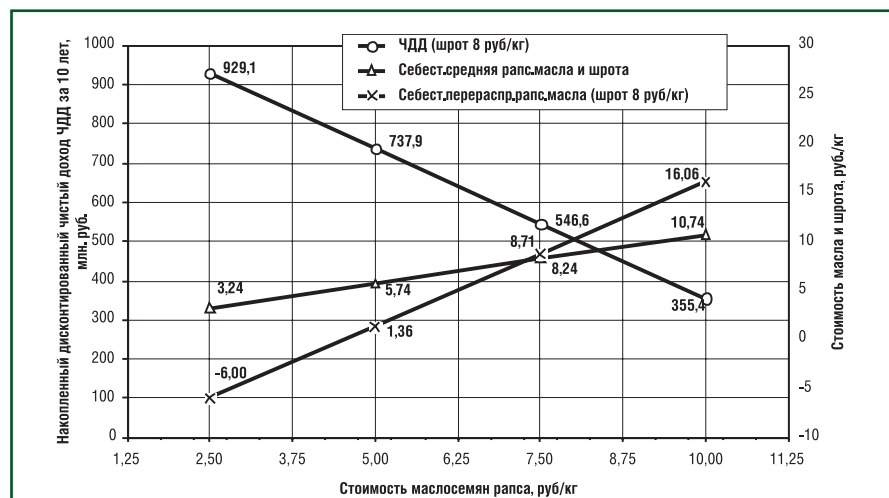


Рис. 2. Себестоимость и коммерческая эффективность производства РМ при реализации по 30 руб./кг (27,42 руб./л) и различной цене маслосемян. Годовая производительность оборудования завода – 5 тыс. т, капитальные вложения на оборудование – 12 млн. 848 тыс. руб.



Таблица 2

Коммерческая эффективность производства МЭРМ на заводе производительностью 90 тыс. т биодизеля в год при различной цене маслосемян и реализации МЭРМ по цене 36 руб./кг

| Наименование | Цена маслосемян, руб./кг | | | | |
|--|--------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 2,5 | 5,0 | 7,5 | 10,0 | 12,5 |
| Рыночные цены, руб./кг: | | | | | |
| МЭРМ | 36,0 | 36,0 | 36,0 | 36,0 | 36,0 |
| жмых | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Капитальные вложения, млн. руб. | 648900 | 648900 | 648900 | 648900 | 648900 |
| Численность персонала, чел. | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Годовой фонд рабочего времени, ч | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 |
| Годовое производство, т: | | | | | |
| МЭРМ | 90 000 | 90 000 | 90 000 | 90 000 | 90 000 |
| глицерин | 9 000 | 9 000 | 9 000 | 9 000 | 9 000 |
| жмых | 197010 | 197010 | 197010 | 197010 | 197010 |
| Себестоимость, тыс. руб./ т: | | | | | |
| средняя МЭРМ, жмыха, глицерина | 7,5 | 10,0 | 12,5 | 15,1 | 17,6 |
| МЭРМ, перераспределенная при постоянной цене жмыха 8 руб./кг глицерина | 6,17 | 14,33 | 22,49 | 30,65 | 38,81 |
| глицерина | 7,5 | 10,0 | 12,5 | 15,1 | 17,6 |
| Годовой доход от реализации продукции, млн. руб. | 4 888 | 4 888 | 4 888 | 4 888 | 4 888 |
| В том числе: | | | | | |
| МЭРМ | 3 240 | 3 240 | 3 240 | 3 240 | 3 240 |
| жмыха | 1 576 | 1 576 | 1 576 | 1 576 | 1 576 |
| глицерина | 72,0 | 72,0 | 72,0 | 72,0 | 72,0 |
| Приведенные затраты, млн. руб. | 2198 | 2955 | 3713 | 4470 | 5227 |
| В том числе: | | | | | |
| оплата труда | 1,92 | 1,92 | 1,92 | 1,92 | 1,92 |
| амортизационные отчисления | 6,89 | 6,89 | 6,89 | 6,89 | 6,89 |
| текущий ремонт и техобслуживание | 25,9 | 25,9 | 25,9 | 25,9 | 25,9 |
| накладные и прочие расходы | 22,7 | 22,7 | 22,7 | 22,7 | 22,7 |
| стоимость сырья | 867,2 | 1624,5 | 2381,9 | 3139,2 | 3896,6 |
| стоимость энергии | 43,9 | 43,9 | 43,9 | 43,9 | 43,9 |
| нормативная доля капвложений | 97,3 | 97,3 | 97,3 | 97,3 | 97,3 |
| Чистый дисконтированный доход (ЧДД за 10 лет), млн. руб. | 13359 | 9497 | 5635 | 1772 | -2492 |
| Дисконтированный срок окупаемости, лет | Менее 1 | Менее 1 | Менее 2 | Менее 4 | Более 6 |



Рис. 4. Комплект дополнительного оборудования по адаптации топливной системы тракторов для работы на рапсовом масле: 1 – дополнительный бак; 2 – теплообменник; 3 – фильтр тонкой очистки; 4 – трехходовой кран

цена масла получается за счет того, что выход жмыха в два раза больше выхода масла и продажа жмыха на сторону по цене 8 руб./кг (выше средней цены жмыха и масла, составляющей 5,75 руб./кг) приводит к значительному снижению цены масла.

Себестоимость МЭРМ на заводе с годовым производством 90 тыс. т (рис. 3 и табл. 2) одинакова с отечественной ценой ДТ (в 2008 г.) при цене маслосемян 7,5 руб./кг. Рыночная цена маслосемян рапса в 2007 г.

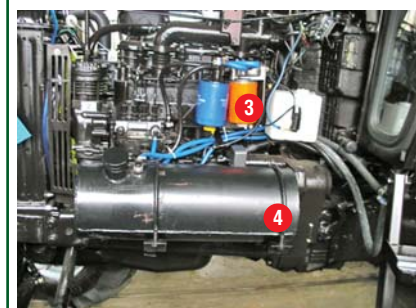
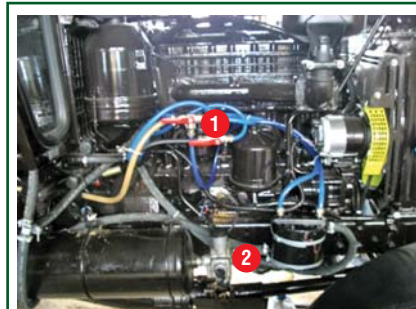


Рис. 5. Двигатель трактора МТЗ-82, оборудованный комплектом оборудования для адаптации к работе на рапсовом масле: 1 – трехходовые краны; 2 – подогреватель топлива; 3 – дополнительный фильтр тонкой очистки топлива; 4 – дополнительный бак для дизельного топлива

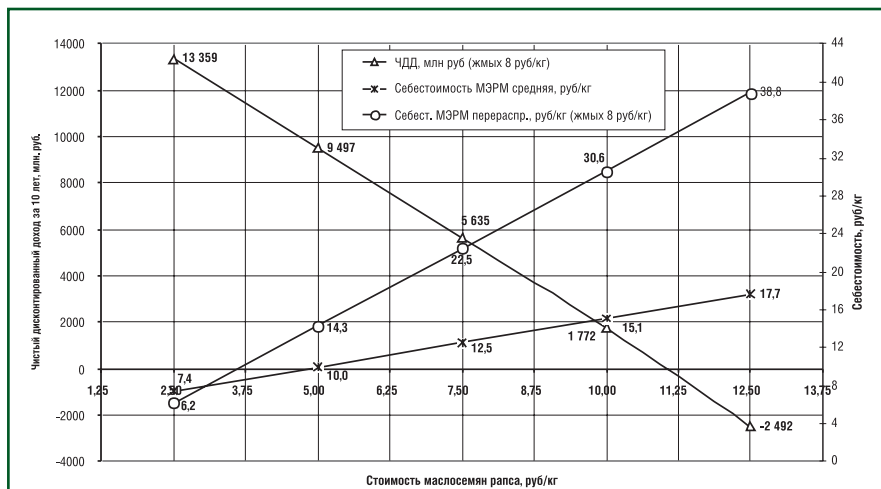


Рис. 3. Себестоимость производства МЭРМ при различной цене маслосемян, коммерческая эффективность при реализации на экспорт по цене 36 тыс. руб./т. Годовая производительность завода – 90 тыс. т, капитальные вложения – 648 млн. руб.

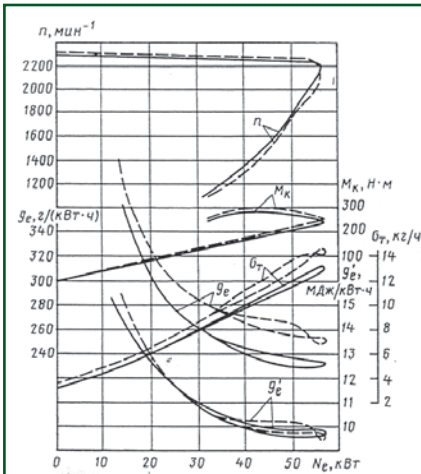


Рис. 6. Внешняя регуляторная характеристика дизеля Д-240 при работе на дизельном (---) и смесевом топливе (75% РМ + 25% ДТ) (.....)

поднималась до 8-10 руб./кг, поэтому даже крупнотоннажное производство МЭРМ на внутреннем рынке было нерентабельно. При рыночной цене маслосемян в 2008 г. 5-6 руб./кг себестоимость МЭРМ при крупнотоннажном производстве снижается до 14,5-17 руб/кг, при этом обеспечивается ЧДД 800 млн. руб. при реализации МЭРМ на экспорт по цене 36 руб./кг.

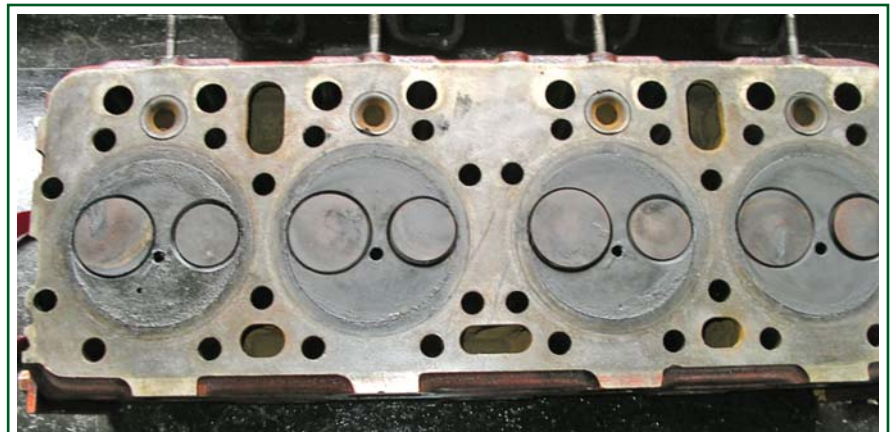


Рис. 8. Головка цилиндров двигателя Д-441 после 100 ч работы на чистом рапсовом масле

При продаже жмыха по 8 руб./кг, использовании маслосемян по цене 10 руб./кг и реализации МЭРМ на экспорт по цене 36 тыс. руб./т годовой чистый дисконтированный доход составляет 177 млн. руб., нулевая рентабельность получается при цене маслосемян 11 руб./кг.

Таким образом, биотопливо из рапса по экономическим соображениям целесообразно использовать в виде СТМ или чистого РМ холодного отжима. Исходя из этого специалисты ВНИИ механизации сельского

хозяйства провели комплексные исследования по определению мощностных, топливно-экономических показателей, параметров рабочего процесса, нагарообразования на деталях цилиндро-поршневой группы, коксования отверстий распылителей форсунок при работе двигателей Д-240 и Д-440 на чистом РМ.

В результате исследований было установлено:

1. Для обеспечения работы дизелей на СТМ и чистом РМ необходимо:

- подогревать топливо в топливной системе низкого давления;
- увеличивать эффективное проходное сечение отверстий распылителей форсунок на 25-30%;
- производить пуск и прогрев двигателя на дизельном топливе.

Для реализации данных мероприятий был разработан комплект дополнительного оборудования по адаптации топливной системы тракторов для работы на рапсовом масле (рис. 4).

Комплект, установленный на трактор МТЗ-82 (рис. 5), включает трехходовые краны 1 для переключения с дизельного топлива на рапсовое масло и обратно, подогреватель топлива 2, дополнительный фильтр тонкой очистки топлива 3, дополнительный бак для дизельного топлива 4.

2. При выполнении мероприятий по п. 1 мощность двигателей Д-240

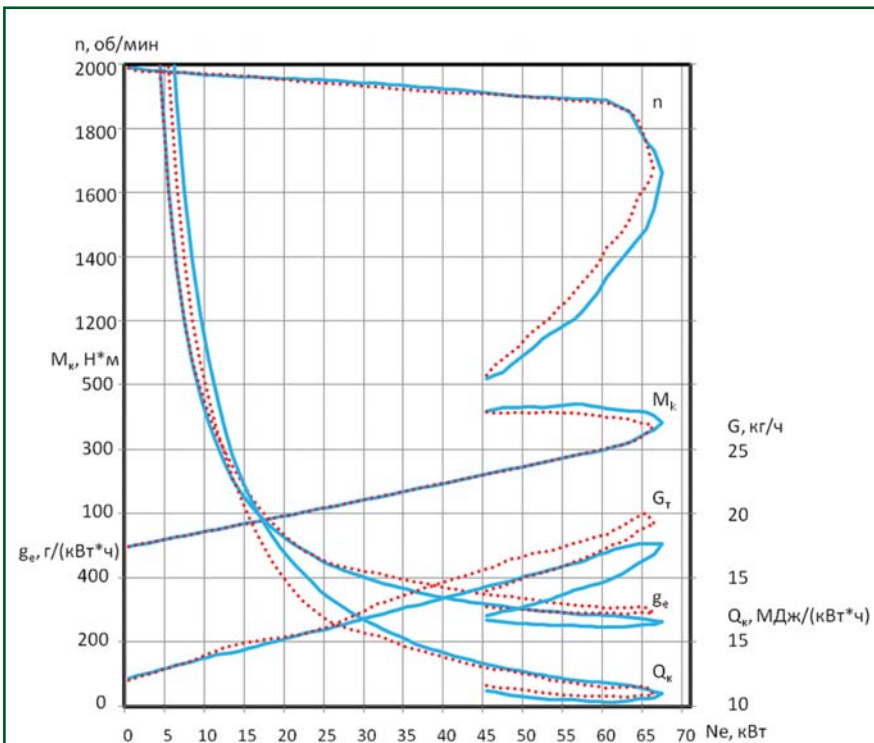


Рис. 7. Регуляторная характеристика дизеля Д-441 при работе на чистом рапсовом масле (.....) и дизельном топливе (---)



Рис. 9. Поршни двигателя Д-441 после 100 ч работы на чистом рапсовом масле

(трактора МТЗ-82) и Д-440 (трактора ДТ-75) при работе на ДТ, РМ холодного отжима и СТРМ (смесь 75% РМ и 25% ДТ) практически одинакова (рис. 6, 7).

3. По результатам исследований коксования распылителей форсунок установлено:

- при работе на РМ на распылителях наблюдается образование рыхлого нагара, а в районе отверстий распылителя – образование кратеров, нагар легко удаляется ветошью, смоченной в дизельном топливе или при дальнейшей работе на дизельном топливе. Образование кратеров вокруг отверстий распылителя не влияет на параметры распыления и мощность двигателя.

У двигателя Д-441 после работы в течение 100 ч на чистом рапсовом масле средняя закоксованность распылителей составляет 0,2%, а общая (суммарная) закоксованность – 0,7%. У двигателя Д-240 при работе на ДТ коксование распылителей составляет 0,6-1,7%, а при СТРМ (75% РМ + 25% ДТ) коксования не происходит, отмечено даже некоторое увеличение эффективного проходного сечения отверстий распылителей (0,75-3,2%);

- после работы на РМ и СТРМ распыление топлива при визуальном наблюдении имеет туманообразный вид, без сплошных струек и местных сгущений. Рабочие характеристики форсунок находятся в пределах допустимых значений и соответствуют требованиям ГОСТ 10579–88.

4. Результаты испытаний показали отсутствие нагара на огневой части камеры сгорания (рис. 8). Тарелки клапанов также не имеют нагара. На огневой части поршней нагар тоже отсутствует (рис. 9). Поршневые кольца свободно перемещаются

в канавках. Отмечено отложение нагара на верхней части головки поршня от днища до первого поршневого кольца. Нагарообразование определялось при разборке двигателя после работы на чистом РМ в течение 100 ч на режимах определения коксования отверстий распылителей форсунок.

В целом в соответствии с требованиями ГОСТ 21490–76 суммарная загрязненность поршня нагаро- и лакоотложениями и подвижность поршневых колец оценена в 18 баллов.

Работа на РМ не приводит к увеличению загрязнения масляного фильтра. Отложения в роторах центрифуг после 100 ч работы на РМ показаны на рис. 10.

Эксплуатационная проверка работы трактора МТЗ-82 на чистом рапсовом масле проведена в ООО «Жито» (Рязанская обл.), где тракторы отработали на чистом рапсовом масле сезон. За время испытаний неисправностей, связанных с работой на рапсовом масле, не отмечено.



Рис. 10. Отложения в центрифуге двигателя Д-440 после 100 ч работы на чистом рапсовом масле

Оценка экологической безопасности современных автотранспортных средств

В.И. Ерохов, профессор МГТУ «МАМИ», д.т.н.,
А.В. Николаенко, ректор МГТУ «МАМИ», профессор

Цель данной работы – разработка методологии оценки экологической безопасности наземных автотранспортных средств (АТС), проведение анализа тенденций развития автомобилестроения в мире, оценка динамики выброса вредных веществ (ВВ) и прогнозирование состояния окружающей среды.

Иntenсивное развитие автомобильного транспорта в мире выдвигает на одно из первых мест ряд взаимосвязанных энергетических и экологических проблем. Существуют различные сценарии развития автомобилизации и негативные последствия ее воздействия на природную и социально-экономическую среду на планетарном уровне. В большинстве случаев приводимые оценки и результаты носят частный и целенаправленный характер. Эффективное решение проблемы экологической безопасности автотранспорта возможно на уровне системного подхода ее решения, в основе которого разработана структура значимых загрязнителей, критерии экологической опасности, проблемные и функциональные их связи.

Специалистами МГТУ «МАМИ» предложен системный подход развития автомобилизации и ее социально-экономической и экологической оценки. В последние годы был проведен комплекс работ, связанных с оценкой энергетической и экологической безопасности автомобильного транспорта, динамикой развития автомобилестроения на планетарном и национальной уровне, созданием совре-

менных альтернативных технологий топливообеспечения автомобильного транспорта (АТ).

Экологическая безопасность автотранспортных средств в значительной степени определяется составом и уровнем концентрации вредных веществ отработавших газов (ОГ) двигателей автомобилей. Основные параметры развития автомобилизации на планетарном уровне приведены на рис. 1. Динамика роста мирового автомобильного парка (кривая 1) имеет устойчивую тенденцию увеличения. Мировой парк автомобилей увеличился с 67 млн. ед. в 1950 г. (кривая 1) до 650 млн. ед. в 2000 г. и 785 млн. ед. в 2008 г. и имеет тенденцию к дальнейшему увеличению в будущем. Изменения суммарного выброса ВВ (кривая 4) после 1991 г. имеют тенденцию к некоторому их снижению.

Формирование обобщенной структуры и численности парка на планетарном уровне представляет собой графическую модель (кривая 1). Общая закономерность формирования парка автомобилей учитывает поступление и списание подвижного состава, полученных с помощью коэффициентов списания и поставки в существующий и прогнозируемый период времени. Упрощенная модель численности парка учитывает списание и прирост подвижного состава автомобильного парка. Величина списания и поставки автомобилей в общем виде может быть определена зависимостью:

$$v_t = Z_t / A_{tn}; \quad (1)$$

$$\eta_t = Z_{tn} / A_{tn}; \quad (2)$$

где v_t и η_t – соответственно коэффициенты списания и поставки подвижного состава в текущем году, t ; Z_t и Z_{tn} – соответственно величина списания и поставки подвижного состава, осуществляемых в течение календарного года, t ; A_{tn} – численность инвентарного парка в момент « n » текущего года t .

Коэффициенты поставки и списания различных видов подвижного состава представлены зависимостями (1) и (2). Значительная часть новых автомобилей поступает на обновление парка и только небольшая их часть, около 20% (в зависимости от типа подвижного состава), используется на увеличение численности. Величина списания и поставок подвижного состава колеблется в пределах 8-14% от общей величины парка.

Ежегодный прирост мирового парка составляет 15 млн. ед., в том числе 14 млн. ед. с системами нейтрализации ОГ. В 2008 г. в мире выпускалось 48 млн. автомобилей в год (кривая 5), а общая численность автомобилей с системами нейтрализации ОГ достигает 800 млн. ед. Мировой парк автомобилей, работавших в 2008 г. на сжатом природном газе (КПГ), составляет 9,0 млн. ед.

Показатель социально-экономического развития общества на глобальном уровне продолжает расти. В 1950 г. мировой уровень насчитывал 22 автомобиля на

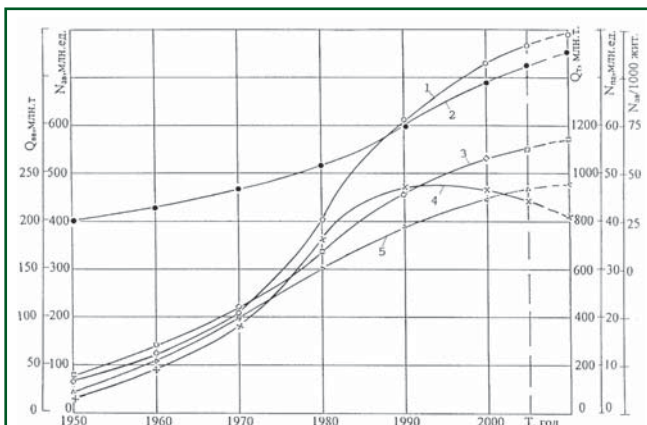


Рис. 1. Динамика роста мирового автомобильного парка и выбросов вредных веществ:

1 – мировой парк, N_{ag} , млн. ед.; 2 – количество автомобилей на 1000 чел., $N_{ag}/1000$ жителей; 3 – расход топлива в мире, Q_w , млн. т; 4 – выбросы ВВ в мире, Q_{vv} , млн. т; 5 – ежегодный рост мирового парка автомобилей, N_{ag} , млн. ед.

1 тыс. жителей (кривая 2), в 2008 г. он достиг численности 110 автомобилей на 1 тыс. жителей. Удельный вес АТ в общем загрязнении атмосферы крупных городов по отдельным компонентам составляет 70-80%. На долю АТ США, составляющего 45% мирового парка автомобилей, приходится 77% выбросов CO, 85% углеводородов (C_mH_n) и 51% окислов азота (NO_x). В США с 1996 г. все новые автомобили оснащаются нейтрализаторами ОГ. Оснащенность автомобилей системами снижения ВВ в США достигла 99,5%.

Структура загрязнения воздушного бассейна РФ на национальном уровне составляет: промышленность – 41%, энергетика – 27%, транспорт – 25%, коммунально-бытовой сектор – 7%. Вредные выбросы производственных предприятий концентрируются по огромному радиусу территории, а автомобилей на ограниченном пространстве населенного пункта.

Количество ВВ, выбрасываемых в атмосферу крупных городов РФ, составляет 60%, промышленными предприятиями – 18%, системами городского отопления 6%, электростанциями 13% и другими источниками – 3%.

Экологические проблемы крупных городов осложняются высокими темпами роста автомобильного парка, достигающими 12% в год. Негативное воздействие развитой автомобилизации на глобальном уровне может быть представлено зависимостью:

$$dP_{\text{воб}}/dt \leq dP_{\text{вос}}/dt, \quad (3)$$

где P_{воб}, P_{вос} – масштабы воздействия автомобилизации и возможности восстановления природной среды; t – продолжительность воздействия.

Мировой автомобильный парк потребляет ежегодно около 1,1 млрд. т топлива (кривая 3), в том числе 14 млрд. м³ природного газа. Мировой парк автомобилей ежегодно выбрасывает в атмосферу CO – 180 млн. т, C_mH_n – 40 млн. т и NO_x – 25 млн. т. Суммарный выброс ВВ составляет 245 млн. т (кривая 4).

Выбросы картерных газов (КГ) и различные испарения из системы питания двигателей ежегодно достигают 3 млн. т. В атмосфере неизбежно накапливается большое содержание CO₂ и уменьшается количество кислорода.

Практически все грузовые автомобили снабжены дизелями, составляющими около 20% от численности парка. Применение дизелей предпочтительно на грузовых автомобилях средней и большой грузоподъемности. В Европе свыше 70% грузовых автомобилей. В Германии 98% грузовых автомобилей снабжены дизелями, а в Англии и Италии – 35 и 53% соответственно.

В Японии на грузовых автомобилях дизели используют в меньшей степени – 16%, а в США около 5%. Автомобили с полезной грузоподъемностью свыше 9 т в США оснащаются практически только дизелями. Оптимальная удельная мощность дизеля составляет 14,5-16,0 кВт/л. Лучшие образцы отечественных дизелей среднего литража имеют близкую к ней удельную мощность 14,5 кВт/л. За последние годы мировой парк быстроходных дизелей ежегодно увеличивается в среднем на 9-10%. Начиная с 1990 г. ежегодный их выпуск в мире превышает 4 млн. ед., основная часть которых приходится на дизели мощностью до 220 кВт.

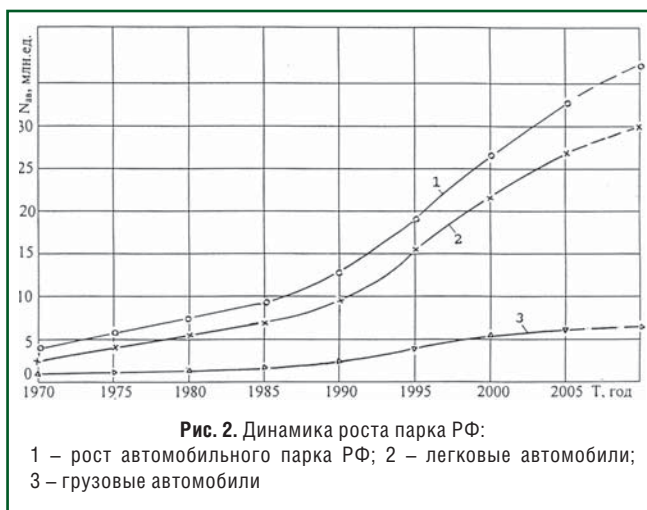


Рис. 2. Динамика роста парка РФ:
1 – рост автомобильного парка РФ; 2 – легковые автомобили;
3 – грузовые автомобили

Динамика изменения численности автомобильного парка в нашей стране приведена на рис. 2. Автомобильный парк России в 2008 г. насчитывал 35,4 млн. ед., в том числе: 27,5 млн. ед. – легковых (79,3%); 7,9 млн. ед. (18,5%) – грузовых; около 0,7 млн. ед. (2,2%) – автобусов. В последнее десятилетие принципиальных изменений в структуре автопарка не произошло. Качественный состав парка РФ по видам используемого топлива остался прежним. Доля дизельных автобусов составляет 13%. Ежегодный прирост автомобильного парка в последние годы составлял 2,8 млн. ед./г.

Основная часть АТС приходится на легковые автомобили (90,4%), контроль экологических параметров которых имеет ряд особенностей. К концу 2012 г. следует ожидать качественное изменение структуры парка автомобилей, направленное на газификацию АТ. Доля газобаллонных автомобилей (ГБА) в структуре мирового парка автомобилей в настоящее время не превышает 2%. Современный парк ГБА России, работающих на КПГ, составляет всего 95,2 тыс. ед., а на СУГ достиг 450,4 тыс. ед.

В соответствии с концепцией ОАО «Газпром» для достижения заметного экологического эффекта численность парка автомобилей на КПГ должна составлять 350-400 тыс. ед., а потребление природного газа (ПГ) ежегодно должно составлять 3,0 млрд. м³.

Средний возраст автомобильного парка России превышает 10 лет. До 10% автомобилей имеют возраст более 20 лет и не соответствуют требованиям экологической сертификации. Массовое поступление на отечественный рынок легковых автомобилей, соответствующих требованиям «Евро-3», и грузовых автомобилей, соответствующих требованиям «Евро-2», наступило только после 2007 г.

В РФ к 2010 г. следует ожидать увеличения выбросов ВВ на 20%. Рост выбросов ВВ будет происходить за счет значительного увеличения численности парка легковых автомобилей, качественного и количественного изменения структуры парка грузовых автомобилей. По оптимистичным прогнозам количество легковых автомобилей в столице приближается к среднеевропейскому уровню (400 ед./тыс. чел.), а к 2020 г. транспортные потоки в столице могут вырасти вдвое. Существенное улучшение автотранспортной ситуации связано с увеличением сред-

Таблица 1

Выброс вредных веществ различными источниками на планетарном уровне

| Вещество | Выбросы ВВ, млрд. т | | | | Доля ВВ от общих выбросов, % | | |
|-------------------------------|---------------------|---------------|-------|-----------|------------------------------|---------------|------|
| | Естественные | Антропогенные | АТ | Суммарные | Естественные | Антропогенные | АТ |
| CO | 5,0 | 0,50 | 0,18 | 5,68 | 88,0 | 8,8 | 3,2 |
| C _m H _n | 2,6 | 0,30 | 0,04 | 2,94 | 88,4 | 10,2 | 1,4 |
| NO _x | 0,77 | 0,053 | 0,025 | 0,848 | 90,8 | 6,2 | 3,0 |
| SO _x | 0,035 | 0,065 | 0,001 | 0,101 | 34,6 | 64,3 | 0,1 |
| CO ₂ | 272,2 | 19,2 | 3,9 | 295,1 | 92,2 | 6,5 | 1,30 |
| ТЧ (зола, пыль) | 295,4 | 1,75 | 0,25 | 297,4 | 99,3 | 0,58 | 0,12 |

ней скорости движения общественного транспорта с 14 до 18 км/ч.

Ежегодно в мире в атмосферу поступает 295,1 млрд. т CO₂, из них 162,0 млрд. т поглощаются растительностью в процессе фотосинтеза, значительная часть накапливается в атмосфере. Общая сумма накоплений за прошедшие 100 лет составила около 970 млрд. т. Метан поступает в атмосферу в результате различных утечек при его производстве в быту, а также при работе АТС. Содержание метана в атмосфере ежегодно возрастает на 1%. За прошедшие 100 лет его увеличение составило 150%. NO_x увеличиваются в атмосфере ежегодно на 0,2%, а общее их накопление составляет 15%. Увеличение CH₄ и NO_x обусловлено масштабным уменьшением площадей лесов.

Масса свободного кислорода, вырабатываемого зелеными насаждениями в процессе фотохимических реакций, составляет 160 млрд. т ежегодно. Основная роль поддержания планетарного уровня кислорода принадлежит фитопланктону, обеспечивающему 70% атмосферного кислорода. В результате реакции фотосинтеза за счет усвоения CO₂ образуется около 150 млрд. т органического вещества.

Большинство парниковых газов в атмосфере находятся в неизменном состоянии длительное время. NO_x и CO₂ существуют в течение нескольких десятилетий, и их воздействие носит такой же длительный характер. Ежегодные поступления ВВ в атмосферу на планетарном уровне приведены в табл. 1.

Масштабные естественные источники загрязнения носят распределенный характер. Автомобильный транспорт, являющийся антропогенным источником, связан с незначительным поступлением наиболее представительных вредных выбросов. Однако незначительное изменение равновесия в природе, связанное с динамикой развития АТ, сопровождается глобальными последствиями. Кроме того, вредные выбросы автомобильного транспорта носят сосредоточенный характер и воздействуют в населенной зоне, являющейся источником проживания людей.

Природные процессы обеспечивают 88-92,4% парниковых газов. Остальная их часть имеет антропогенное происхождение. Если тенденция роста CO₂ в последующие десятилетия сохранится, то удвоение количества CO₂ в атмосфере может произойти в середине XXI в. Наиболее оптимистические прогнозы предсказывают такое удвоение лишь к 2100 г. При удвоении CO₂ ожидаемое увеличение средней температуры нижней атмосферы составит 2-3°C в средних и низких широтах и на 5-6°C в полярных широтах. CO₂ дает наибольший вклад в парниковый эффект.

Природный объем поступления CO₂ в атмосферу планеты составил 295,1 млрд. т. Из этого количества только 6,5% выбросов CO₂ связаны с антропогенной деятельностью человека. Доля выбросов CO₂ автомобильным транспортом составляет 20% от величины антропогенного выброса. В 2008 г. эта величина составила 3,9 млрд. т. Выброс CO₂ воздушным транспортом составляет 3% от общего выброса антропогенных источников.

Грузовые автомобили при работе на КПГ выбрасывают на 25-30% CO₂ меньше по сравнению с бензиновыми автомобилями, а с дизельными – на 35-40%. Ежегодное поступление метана в атмосферу оценивается в 2,0 млрд. т. Основная масса C_mH_n антропогенного происхождения образуется при испарении жидких и газообразных топлив, сжигании углеводородных топлив как результат их неполного сгорания. Метан в 25 раз более активный парниковый газ по сравнению с CO₂. Применение газового топлива в двигателях с искровым зажиганием обеспечивает снижение токсичности ОГ по CO в 2-4 раза, NO_x – в 1,2-2 раза и C_mH_n – в 1,1-1,4 раза. Выброс CO₂ при полном сгорании 1 кг различных топлив и потребление кислорода приведено в табл. 2.

Основной экологический эффект при сжигании газовых топлив получается в результате снижения оксидов свинца и бензапирена, коэффициент экологической опасности которого составляет 3106 против 1 по отношению к CO.

Таблица 2

Потребление кислорода и выброс CO2 при сгорании 1 кг топлива

| Топливо | Потребление O ₂ , кг | Выброс CO ₂ , кг | Топливо | Потребление O ₂ , кг | Выброс CO ₂ , кг |
|---------|---------------------------------|-----------------------------|----------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Водород | 7,94 | – | Бензин | 3,04 | 3,1 |
| КПГ | 3,13 | 2,8 | Дизтопливо | 3,34 | 3,16 |
| СУГ | 3,47 | 3,0 | Мазут | 3,17 | 3,5 |
| Метанол | 1,50 | 1,37 | Каменный уголь | 2,48 | 3,0 |
| ДМЭ | 1,92 | 1,84 | | | |

Выбросы вредных веществ в атмосферу транспортными средствами, тыс. т

| Вид транспорта | CO | C _n H _m | NO _x | C | SO ₂ | Pb | Всего |
|-----------------------------|---------------|-------------------------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
| Автомобильный | 8383,5 | 1250 | 1600 | 45 | 220 | 1,5 | 11500 |
| Водный (внутренний) | 15 | 12 | 40 | 5 | 15 | – | 87 |
| Морской | 14 | 10 | 34 | 3 | 35 | – | 96 |
| Воздушный | 70 | 18 | 55 | – | 14 | – | 157 |
| Дорожно-строительные машины | 149 | 24 | 59 | 2,5 | 7 | 0,03 | 327,53 |
| Железнодорожный | 190 | 60 | 610 | 5 | 24 | – | 909 |
| Итого | 8825,5 | 1374 | 2398 | 60,5 | 295 | 1,83 | 15654,83 |

Использование ПГ в качестве моторного топлива снижает на 30% удельные выбросы CO₂.

Две трети метана, поступающего в атмосферу, имеют биологическое происхождение. Окись и двуокись азота являются катализатором разрушения озона. Специалистами США принято решение о необходимости сокращения выбросов ВВ к 2008-2012 гг. на 5,2% по отношению к базовому 1990 г. Транспортный комплекс нашей страны является одним из крупнейших загрязнителей атмосферного воздуха. Оценка выбросов ВВ транспортными средствами в целом по России в 2008 г. приведена в табл. 3.

Обычно концентрации NO_x в атмосферном воздухе невелики и достигают величины 0,001 мг/м³. На участках магистралей с интенсивным автомобильным движением отмечают повышенное содержание концентраций окислов азота.

Средний суммарный удельный выброс ВВ грузового автотранспортного средства по основным контролируемым веществам (CO, C_mH_n, NO_x и ТЧ) составляет: с бензиновым двигателем – 105 г/км, с дизелем – 29,6 г/км; бензиновый легковой автомобиль выбрасывает 21,5 г/км. Динамика изменения численности автомобильного парка РФ приведена на рис. 2.

Атмосфера крупных городов и промышленных центров нашей страны неизбежно загрязняется токсичными веществами (газами и аэрозолями) от естественных (космических, геологических процессов, продуктов жизнедеятельности живых организмов) и антропогенных (связанных с человеческой деятельностью) источников.

Общее производство СУГ в стране составляет 6,7 млн. т. Автотранспорт РФ потребляет 5% пропан-бутановых газов от всего потребления. К 2010 г. потребление составит 1,2-1,5 млн. т, что составит около 20% от его производства. Потребление ПГ в настоящее время составляет около 1,0 млрд. м³.

Численность автотранспортных средств в России, находящаяся в личном пользовании, имеет устойчивую тенденцию роста. За период с 1991 по 1996 г. число легковых автомобилей увеличилось на 51%, грузовых – на 25%, автобусов на 26%.

Автотранспорт сохраняет лидерство в загрязнении атмосферы городов. В середине 90-х гг. прошлого века на долю автотранспорта в России приходилось 80% выбросов свинца, 59% окиси углерода, 32% оксидов азота. Выбросы от передвижных источников составили около 11 млн. т, от стационарных – 0,8 млн. т (2008 г). Доля стационарных ис-

точников загрязнения атмосферы имеет тенденцию к стабильному сокращению.

Допустимое содержание CO в атмосфере США составляет 10 мг/м³, в ФРГ – 2,8 мг/м³, в РФ – 1 мг/м³. В США допустимое содержание углеводородов (за основу принят гексан) – 19,3 мг/м³, окислов азота – 0,514 мг/м³.

Динамика выброса вредных веществ автомобильным парком РФ приведена на рис. 3. Выброс контролируемых ВВ за период с 1950 по 2004 гг. сократился в 2,8 раза (кривая 1). Максимальный выброс ВВ отечественным парком достиг в 1994 г. 16 млн. т (кривая 3), а в 2008 г. он снизился до величины 11,5 млн. т.

Концентрации CO в крупных промышленных центрах многих стран могут составить 250-500 мг/м³. Обычный максимальный уровень загрязнения атмосферного воздуха CO в крупных городах мира составляет 25-125 мг/м³, средние концентрации колеблются от едва обнаруживаемых до величин порядка 15-20 мг/м³.

Анализ медико-биологических параметров ОГ выявил значительное воздействие различных компонентов ОГ на окружающую среду и человека [2]. Большинство компонентов ОГ вредны для здоровья человека, животного и растительного мира. Наиболее вредными составляющими продуктов сгорания являются окислы азота, свинца и углерода, а также различные канцерогенные вещества. Вредные вещества ОГ обладают различной степенью токсичности. Различное содержание ВВ в ОГ не позволяет однозначно оценить уровень их вредности и влияние на окружающую среду.

Сравнение агрессивности (вредности) многокомпонентной среды производят по отношению к CO. За базовое вещество принят CO, показатель агрессивности которого принят равным единице. В последние годы вредность ОГ определяют по отношению к SO_x.

Медико-биологические аспекты воздействия различных компонентов ОГ на окружающую среду и человека приведены в [1]. Коэффициент экологической опасности T_i отдельных компонентов ОГ может быть представлен зависимостью [2-5]:

$$T_i = C_i / ПДК_i, \quad (4)$$

где C_i – концентрация i -го компонента ОГ; ПДК _{i} – предельно допустимая концентрация i -го компонента.

Автотранспортные средства эксплуатируются в населенных пунктах или рабочих зонах (карьеры, шахты, склады). Поэтому расчеты суммарных показателей вредности ОГ следует проводить с учетом норм ПДК_{ср} (среднесуточ-

ная концентрация), ПДК_{мр} (максимально-разовая) и ПДК_{рз} (рабочей зоны).

Величина суммарного базового выброса ВВ выбрана постоянной и соответствует среднесуточному значению ПДК СО (мг/м³) населенных пунктов. Токсичные компоненты ОГ двигателя оказывают различное физиологическое воздействие на организм человека. Для проведения расчетов определены коэффициенты вредных компонентов ОГ.

Степень экологического совершенства процесса сжигания топлива в камере сгорания может быть определена величиной вредности многокомпонентных смесей ОГ. Многокомпонентная смесь может быть разбавлена чистым воздухом до безвредных концентраций для человека, определяемых ПДК (табл. 4).

Основными выбросами ВВ являются СО, NO_x, C_mH_n, альдегиды, оксиды серы и сажи. Номенклатура нормируемых существующих компонентов насчитывает пять компонентов, предполагаемых выбросов ВВ – 9 компонентов. Норма содержания СО₂ в ОГ составляет 160 г/км, а к 2012 г. снизится до величины 132 г/км. Снижение серы с 0,4 до 0,02% сокращает удельный выброс твердых частиц на 25%.

Токсичное воздействие NO_x проявляется в стратосфере и тропосфере. Каталитическое разрушение озонового слоя (в стратосфере) NO_x влечет за собой недопустимое возрастание биологически активной радиации и ставит под угрозу существование биосферы.

В ОГ различают более 200 индивидуальных веществ C_mH_n и СНО. Из общего количества органических компонентов ВВ автомобилей свыше 32% составляют предельные углеводороды, 27% непредельные, до 4% ароматические и более 2% альдегиды. Анализ выполняют, как уже говорилось выше, в пересчете на СО, действие которого на

организм человека изучено тщательно, а методы его измерения надежны. Среднегодовая концентрация СО в атмосферном воздухе большинства городов России колеблется в пределах 1,5-1,6 мг/м³, то есть не превышает уровня ПДК_{сс} и равна 3,0 мг/м³.

Показатель токсичности суммарного состава ОГ, содержащего *n* вредных компонентов, может быть представлен зависимостью:

$$T_{oc} = \sum_{i=1}^n (C_i / ПДК_i), \quad (5)$$

где *n* – общее число токсичных компонентов в смеси; C_{*i*} – фактическая концентрация компонента; *i* – количество токсичных компонентов.

Физический смысл параметра обусловлен минимальным количеством свежего воздуха, необходимого для разбавления ОГ до безопасного состояния. Показатель T_{оз} указывает кратность необходимого разбавления ОГ воздухом для безопасного состояния, определяемого значениями ПДК.

Например, при T_{ор} = 2 следует на 1 м³ токсичной смеси подать 2 м³ воздуха. Физический смысл параметра обусловлен минимальным количеством объемов свежего воздуха, потребного для разбавления ОГ до безопасного состояния.

При совместном действии СО и других компонентов ОГ токсичность смеси газов значительно повышается. Показатель агрессивности компонента по отношению к СО может быть представлен зависимостью:

$$W_i^{co} = ПДК_{co} / ПДК_i; \quad (6)$$

$$W_i^{so} = ПДК_{so} / ПДК_i, \quad (7)$$

Таблица 4

Предельно допустимые концентрации основных вредных веществ в воздухе

| Вредное вещество | Класс опасности | ПДК, мг/м ³ | | |
|--|-----------------|-----------------------------------|--|---|
| | | Атмосфера населенных мест | | В воздухе рабочей зоны, ПДК _{рз} |
| | | Среднесуточные, ПДК _{сс} | Максимально разовые, ПДК _{мр} | |
| Оксид углерода, СО | 4 | 3 | 5 | 20 |
| Углеводороды (в пересчете на С) | 4 | 1,5 | 5 | 30 |
| Двуокись азота, NO ₂ | 2 | 0,085 | 0,085 | 9 |
| Оксид азота, NO | 2 | — | — | 30 |
| Двуокись серы, SO ₂ | 3 | 0,05 | 0,03 | 10 |
| Сероводород, H ₂ S | 2 | 0,008 | 0,08 | 10 |
| Сажа, С | 3 | 0,05 | 0,15 | 5 |
| Бензапирен C ₂₀ H ₁₂ | 1 | 0,000015 | — | 0,00015 |
| Альдегиды: | | | | |
| акролеин (СН ₂ СНСНО) | 2 | 0,030 | 0,030 | 0,7 |
| формальдегид (H ₂ СО) | 2 | 0,012 | 0,035 | 0,5 |
| Свинец (в пересчете на Pb) | 1 | 0,0000007 | — | 0,01 |
| Аммиак | 4 | 0,04 | 0,20 | 20 |
| Бензол | 4 | 0,10 | 1,50 | 5 |
| Гидразин | 2 | — | — | 0,10 |
| Хлорид водорода | 3 | 0,2 | 0,2 | 5 |
| Озон | 1 | 0,03 | 0,16 | |

где W_i^{co} – относительный коэффициент агрессивности токсичности смеси.

Суммарная токсичность ОГ может быть представлена суммарным параметром. Для сравнительной оценки вредности многокомпонентных смесей каждое вещество приводят к изученному компоненту – СО, показывающему во сколько раз СО опаснее по отношению к сравниваемому веществу. Показатель суммарной токсичности ОГ, приведенный к СО, для различных компонентов может быть определен по формулам (6-10). В формализованном виде механизм приведения может быть представлен в виде зависимостей:

$$\sum T_{cc}^{co} = \sum_{i=1}^n (W_i * m_i); \quad (8)$$

$$\sum T_{mp}^{co} = \sum_{i=1}^n (W_i * m_i); \quad (9)$$

$$\sum T_{pz}^{co} = \sum_{i=1}^n (W_i * m_i), \quad (10)$$

где T^{co} – эквивалентная концентрация вредных веществ в ОГ (концентрация СО в условной газовой смеси, вредность которой равна вредности фактической смеси); n – число вредных компонентов, принятых для суммирования вредности ОГ; W_i – относительная токсичность i -го компонента; m_i – массовое содержание i -го компонента в многокомпонентной смеси.

Относительная вредность T_{cc}^{co} , T_{mp}^{co} , T_{pz}^{co} компонента i по отношению к СО, определяемая как отношение ПДК_{со} к ПДК_i для основных компонентов, приведена в табл. 5.

$$T_{cc}^{co} = ПДК_{cc}^i / ПДК_{cc}^{co}; \quad (11)$$

$$T_{mp}^{co} = ПДК_{mp}^i / ПДК_{mp}^{co}; \quad (12)$$

$$T_{pz}^{co} = ПДК_{pz}^i / ПДК_{pz}^{co}. \quad (13)$$

Для проведения необходимых расчетов были определены коэффициенты вредных компонентов ОГ. Серьезное внимание следует обращать на возможность отравления людей, находящихся в закрытых, плохо вентилируемых

Таблица 5

Относительная вредность компонентов ОГ при различных ПДК

| Вредное вещество | Относительная вредность при различных ПДК | | |
|----------------------------|---|---------------|---------------|
| | T_{cc}^{co} | T_{mp}^{co} | T_{pz}^{co} |
| СО | 1 | 1 | 1 |
| $C_m H_n$ | 2 | 1 | 0,07 |
| NO_x | – | – | 0,67 |
| NO_2 | 35,29 | 58,82 | 2,22 |
| Двуокись серы, SO_2 | 60 | 166,67 | 2 |
| Сероводород, H_2S | 375 | 625 | 2 |
| Сажа, С | 60 | 33,33 | 5,71 |
| Бензапирен, $C_{20}H_{12}$ | 3 000 000 | – | 133 333,33 |
| Акролеин, CH_2CHCHO | 100 | 166,67 | 28,57 |
| Формальдегид, H_2CO | 250 | 142,86 | 40 |
| Свинец (в пересчете на Pb) | 4285,71 | – | 2000 |

помещениях (водители, работники службы движения, мотористы и др.).

Как уже говорилось выше, величина суммарного базового выброса ВВ выбрана постоянной и соответствует среднесуточному значению ПДК СО населенных пунктов. Сравнивая эту величину с санитарными нормами можно составить уравнения:

$$\sum T_{cc}^{co} = \sum_i g_{co}^i * m_{oc} * T_{cc}^{co}; \quad (14)$$

$$\sum T_{mp}^{co} = \sum_i g_{co}^i * m_{oc} * T_{mp}^{co}; \quad (15)$$

$$\sum T_{pz}^{co} = \sum_i g_{co}^i * m_{oc} * T_{pz}^{co}. \quad (16)$$

В формализованном виде механизм приведения может быть представлен формулой для определения эквивалентной концентрации вредных веществ ОГ двигателя в атмосфере населенных мест (запишутся в виде $C_{\Sigma cc}^{co}$):

$$\sum_i T_{cc}^{co} = g_{co} * m_{oc} * T_{cc}^{co} + g_{cu} * m_{oc} * T_{cc}^{cu} + g_{NO2} * m_{oc} * T_{cc}^{NO2} + g_c * m_{oc} * T_{cc}^c + g_{Pb} * m_{oc} * T_{cc}^{Pb} + \quad (17)$$

$$+ g_{so} * m_{oc} * T_{cc}^{so} + g_{arp} * m_{az} * T_{cc}^{arp} + g_{bn} * m_{oc} * T_{cc}^{bn};$$

$$\sum_i T_{mp}^{co} = g_{co} * m_{oc} * T_{mp}^{co} + g_{cu} * m_{oc} * T_{mp}^{cu} + g_{NO2} * m_{oc} * T_{mp}^{NO2} + g_c * m_{oc} * T_{mp}^c + g_{Pb} * m_{oc} * T_{mp}^{Pb} + \quad (18)$$

$$+ g_{so} * m_{oc} * T_{mp}^{so} + g_{arp} * m_{az} * T_{mp}^{arp} + g_{bn} * m_{oc} * T_{mp}^{bn};$$

$$\sum_i T_{pz}^{co} = g_{co} * m_{oc} * T_{pz}^{co} + g_{cu} * m_{oc} * T_{pz}^{cu} + g_{NO2} * m_{oc} * T_{pz}^{NO2} + g_c * m_{oc} * T_{pz}^c + g_{Pb} * m_{oc} * T_{pz}^{Pb} + \quad (19)$$

$$+ g_{so} * m_{oc} * T_{pz}^{so} + g_{arp} * m_{az} * T_{pz}^{arp} + g_{bn} * m_{oc} * T_{pz}^{bn},$$

где g_{co} – g_{bn} – удельный вес каждого компонента; $C_{\Sigma cc}^{co}$ – масса ОГ; T_{cc}^{co} – относительная вредность ОГ.

В формулах (17 и 18) относительная вредность NO не приведена для уровня рабочей зоны, так как ПДК_{cc} и ПДК_{mp} на нее не установлены. В формуле (18) коэффициенты относительной вредности бензапирена и свинца по той же причине установлены по нормам ПДК_{mp}.

Входящие в формулы (18 и 19) величины концентраций имеют размерность (г/м³ или %). Количество компонента i , выбрасываемого двигателем в единицу времени, представлено размерностью г/ч. Формулы для определения эквивалентной концентрации ВВ двигателя в атмосфере населенных и рабочих мест запишутся в виде (20-22). Сравнивая эту величину с санитарными нормами можно составить уравнение (20):

$$\sum_i T_{cc}^{co} = 1 * g_{co} * m_{oc} + 2 * g_{cu} * m_{oc} + 36 * g_{NO2} * m_{oc} + 60 * g_c * m_{oc} + 4286 * g_{Pb} * m_{oc} + 60 * g_{so} * m_{oc} + 100 * g_{arp} * m_{az} + 3 * 10^6 * g_{bn} * m_{oc}. \quad (20)$$

Для расчетов принимаем соотношение различных компонентов, приведенных в табл. 5.

В атмосфере населенных мест с учетом максимально разовых концентраций относительная вредность будет представлена в виде:

$$\sum_i T_{mp}^{co} = 1 * g_{co} * m_{oc} + 1 * g_{cu} * m_{oc} + 59 * g_{NO2} * m_{oc} + 33 * g_c * m_{oc} + 1 * g_{Pb} * m_{oc} + 167 * g_{so} * m_{oc} + 167 * g_{arp} * m_{az}. \quad (21)$$



В атмосфере рабочих мест с учетом концентраций в рабочей зоне:

$$\sum_i T_{ps}^{co} = 1 * g_{co} * m_{oc} + 0,07 * g_{cu} * m_{oc} + 2,2 * g_{NO_2} * m_{oc} + 5,8 * g_c * m_{oc} + 2000 * g_{pb} * m_{oc} + 2 * g_{so} * m_{oc} + 29 * g_{arp} * m_{al} + 133333 * g_{bn} * m_{oc} \quad (22)$$

Современные ДВС автомобилей оцениваются по параметрам 9 представительных компонентов ОГ. Для определения эквивалентной концентрации ВВ в ОГ в формулах целесообразно использовать 9 компонентов. Концентрация ВВ и эквивалентный ее параметр определяют степень совершенства с точки зрения состояния экологии, но недостаточно характеризуют токсичность ОГ.

В настоящее время актуальным представляется переход от технического нормирования токсичности ОГ к технико-гигиеническому, связанному со значениями ПДК выбросов ВВ. Различают ПДК для населенных мест и производственных помещений. Сравнительная оценка содержания выцбросов ВВ автомобилями с бензиновыми и дизельными двигателями приведена в табл. 6.

Дизели сравнительно мало содержат продуктов неполного сгорания CO и C_mH_n. Содержание NO_x и сажи в ОГ дизелей значительно больше, что представляет серьезную опасность для окружающей среды.

При сжигании 1 т дизельного топлива в окружающую среду выделяется около 40 кг NO_x и выбрасывается 0,9 г твердых частиц, что в 6-9 раз выше по сравнению с бензиновыми двигателями. Обычно концентрации NO_x в атмосферном воздухе невелики и достигают величины 0,001 мг/м³. Вблизи основных магистралей уровень содержания выбросов ВВ в воздухе в 20-40 раз превышает ПДК.

Токсичные компоненты ОГ транспортного двигателя оказывают различное физиологическое воздействие на организм человека. Для проведения расчетов определены коэффициенты вредных компонентов ОГ. Разработанный индекс токсичности ОГ позволяет объективно оценить экологическую эффективность транспортного двигателя с различным рабочим процессом. Суммарная токсичность ОГ газобаллонного автомобиля по контролируемым параметрам на 30% ниже в сравнении с бензиновым автомобилем и на 50% меньше в сравнении с дизельным двигателем

Таблица 6

Содержание выбросов ВВ в ОГ автомобильного двигателя

| Вредные вещества | Масса ВВ, выбрасываемых на 1 топлива, кг | |
|------------------------|--|--------------|
| | бензиновый двигатель | дизель |
| Окись углерода | 240 | 22 |
| Углеводороды | 30 | 16 |
| Окислы азота | 22 | 37 |
| Твердые частицы (сажа) | 1,4 | 12,4 |
| Окислы серы | 1,1 | 6,0 |
| Альдегиды | 1,2 | 6,5 |
| Соединения свинца | 0,1 | — |
| Всего | 295,8 | 109,9 |

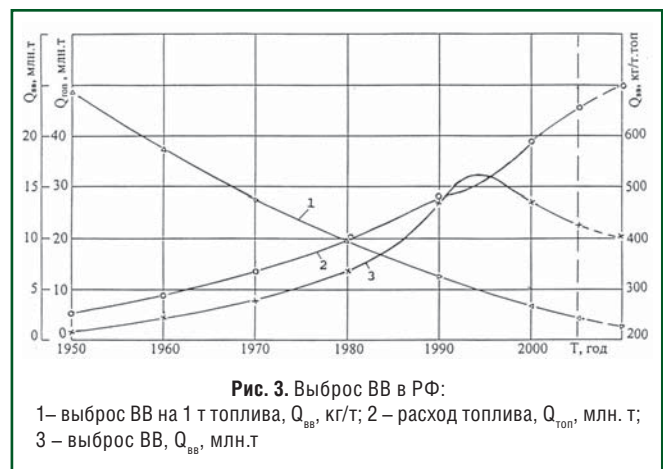


Рис. 3. Выброс ВВ в РФ:

1 – выброс ВВ на 1 т топлива, Q_{вв}, кг/т; 2 – расход топлива, Q_{топ}, млн. т; 3 – выброс ВВ, Q_{вв}, млн.т

(аналогичной мощности). Индекс токсичности ДВС получен по трем контролируемым параметрам.

Предложенный метод оценки суммарной токсичности ОГ позволяет наиболее полно учитывать условный суммарный параметр токсичности ОГ по отношению к окиси углерода. Разработанный оценочный комплекс показателей взаимосвязан с законодательными и санитарно-гигиеническими нормативами.

Расчетно-экспериментальным методом установлено, что любая многокомпонентная смесь современного двигателя может быть разбавлена чистым воздухом до безвредных концентраций. Суммарный индекс токсичности ОГ позволяет объективно оценить экологическую эффективность пассажирских перевозок с различными контролируемыми параметрами.

Экологическая безопасность является одним из определяющих критериев развития АТС и требует глубоких исследований. Полученные результаты исследований направлены на улучшение состояния окружающей среды путем уменьшения загрязнения продуктами сгорания АТС и сохранения природных биосферных комплексов для будущих поколений и всего человечества.

Выполненная работа позволила обосновать переход от технического нормирования токсичности вредных веществ, косвенно учитывающего загрязнение воздушного бассейна, к технико-гигиеническому, непосредственно учитывающему параметры предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе населенных мест и рабочей зоны.

Литература

1. Малов Р.В., Ерохов В.И., Щетина В.А. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды. – М. –Транспорт 1982. – С. 201.
2. Воронин В.Г. Теория оценки параметров токсичности транспортных газотурбинных двигателей. – Двигателестроение. N2. – 1988. – С.55–56.
3. Зонов В.А., Козлов А.В., Кутнев В.Ф. Экологическая безопасность автомобиля в полном жизненном цикле. – Москва, 2001 г. – С. 248.
4. Патрахальцев Н.Н., Горбунов В.В., Гильермо Лира Качо. Сжиженный нефтяной газ для улучшения экологических качеств дизеля. – «Грузовик». – 1999. – № 12. – С. 23-25.
5. Бондаренко Е., Филиппов А. Оценка использования некоторых видов моторного топлива по критериям экологической безопасности. – «АГЗК+АТ», № 3 (15). – 2004. – С. 60–63.

Экспериментальные исследования экологической безопасности автомобилей УАЗ-315192 и ГАЗ-31105, работающих на бензине и КПГ

А.С. Клементьев,

бакалавр техники и технологии,

А.В. Меркушев,

начальник АГНКС УАВР № 1 ООО «Газпром трансгаз Чайковский»,

А.Н. Пестерев,

механик автоколонны № 3 УАВР №1 ООО «Газпром трансгаз Чайковский»

Проблема загрязнения городов выбросами автомобильного транспорта является одной из самых актуальных и серьезнейших для всех городов мира [1]. Важным направлением обеспечения экологической безопасности является перевод части автотранспортных средств на использование альтернативных видов моторного топлива, прежде всего природного газа. На сегодняшний день природный газ является наиболее приемлемой альтернативой нефтяным моторным топливам по экономическим, ресурсным и экологическим характеристикам. Использование компримированного и сжиженного природного газа (КПГ и СПГ) в качестве топлива позволяет существенно повысить экономическую эффективность эксплуатации автомобильного транспорта и снизить их воздействие на природную среду.

Преимущества природного газа по сравнению с другими традиционными видами моторного топлива следующие [2, 3]: невысокая стоимость; существенно меньший вред экологии; высокий уровень безопасности; продление ресурса двигателя.

В ОАО «Газпром» была разработана и в настоящее время реализуется «Целевая комплексная программа развития газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе, на 2007-2015 гг.». Программа направлена на развитие инфраструктуры АГНКС и увеличение числа автомобильной и сельскохозяйственной техники, работающей на природном газе.

Реализация Программы позволит к 2015 г. удвоить российский парк автомобилей, работающих на газе, заменить около 2,5 млн. т нефтяного жидкого моторного топлива газовым и сократить суммарные выбросы вредных веществ в

атмосферу на 1 млн. условных тонн (в пересчете CO_2 -экв.).

Программа фактически стала национальной государственной про-

граммой использования природного газа в качестве моторного топлива, имеющей важное стратегическое, социальное и экологическое значение [1].

Не стоит в стороне от реализации этой программы и управление аварийно-восстановительных работ (УАВР) № 1 ООО «Газпром трансгаз Чайковский».

Целью нашего исследования является оценка использования КПГ по критериям экологической безопасности и экономичности.

Сравнительные испытания объектов исследования, автомобилей, работающих на бензине и компримированном природном газе, по определению расхода топлива и токсичности отработавших газов были проведены по ездовому циклу в соответствии с правилом № R83 ЕЭК ООН на автомобилях УАЗ-315192 2007 г. выпуска (рис. 1) и ГАЗ-31105 2004 г. выпуска (рис. 2).



Рис. 1. Автомобиль УАЗ-315192



Рис. 2. Автомобиль ГАЗ-31105



Рис. 3. Микропроцессорный газоанализатор «ИНФРАКАР»

допуска соответствовать нижней (обедненной) области регулировок по составу смеси.

Предметом исследования является влияние бензина и КПГ на экологическую опасность окружающей среды.



Рис. 4. Индикаторные трубки

Технические характеристики автомобилей

Таблица 1

| Марка автомобиля | Степень сжатия | Диаметр поршня, мм | Ход поршня, мм | Мощность, л.с. | Тип системы питания | Емкость баллонов с КПГ, л (м³) |
|------------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|---------------------|--------------------------------|
| УАЗ-315192 | 8,2 | 100 | 92 | 128 | Центральный впрыск | 70 (14) |
| ГАЗ-31105 | 9,3 | 92 | 86 | 130 | Центральный впрыск | 101 (25) |

Технические характеристики автомобилей представлены в табл. 1.

Конвертация базовых двигателей на КПГ, оборудованных системами электронного впрыска топлива, была проведена по принципу карбюрации с помощью трехступенчатых газовых редукторов итальянского производства фирмы «Renzo», смесителей с аварийным клапаном, мультиклапанов, тру-

бопроводов из нержавеющей стали ($D_n = 6$ мм, $D_{вн} = 4$ мм), кнопок с индикатором давления и кнопки-коммутатора, благодаря которой по истечении 5 с после остановки двигателя автоматически происходит отключение магистрали от газового баллона. При этом смесители были специально отрегулированы для испытаний таким образом, чтобы по пределу производственного

Испытания выбросов загрязняющих веществ с отработавшими газами производились в соответствии с ГОСТ Р 52033–2003 и ГОСТ Р 17.2.02.06–99, внешний шум на рабочем месте – ГОСТ 12.1.050–86 и СН 2.2.4/2.1.8.562–96, вибрации – ГОСТ 12.1.012–90 и СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Замеры выбросов оксида углерода CO, двуокиси углерода CO₂, углеводородов C_nH_m и O₂ производились с

Таблица 2

Показатели токсичности отработавших газов автомобиля УАЗ-315192

| Показатели ОГ | Вид применяемого топлива | | | | | | | | | |
|---------------------|--|------|------|-------|-------|--|-------|-------|-------|------|
| | Бензин | | | | | Метан | | | | |
| | Частота вращения коленчатого вала, n = мин ⁻¹ | | | | | Частота вращения коленчатого вала, n = мин ⁻¹ | | | | |
| | 850 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 850 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 |
| CO, % | 0,1 | 0,12 | 0,17 | 0,23 | 0,32 | 0,06 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| CH, ppm | 130 | 112 | 78 | 50 | 0 | 18 | 9 | 5 | 1 | 0,00 |
| CO ₂ , % | 14,88 | 14,2 | 14,9 | 15,12 | 15,33 | 14,58 | 14,46 | 14,62 | 14,78 | 14,8 |
| O ₂ , % | 0,52 | 0,56 | 0,24 | 0,12 | 0,05 | 0,35 | 0,37 | 0,18 | 0,09 | 0,1 |

Таблица 3

Показатели токсичности отработавших газов автомобиля ГАЗ-31105

| Показатели ОГ | Вид применяемого топлива | | | | | | | | | |
|---------------------|--|-------|-------|-------|-------|--|------|------|------|------|
| | Бензин | | | | | Метан | | | | |
| | Частота вращения коленчатого вала, $n = \text{мин}^{-1}$ | | | | | Частота вращения коленчатого вала, $n = \text{мин}^{-1}$ | | | | |
| | 850 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 850 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 |
| CO, % | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,15 | 0,15 | 0,07 | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,08 |
| CH, ppm | 302 | 194 | 118 | 74 | 100 | 168 | 132 | 128 | 118 | 96 |
| CO ₂ , % | 11,38 | 10,91 | 12,36 | 12,43 | 12,64 | 9,18 | 8,58 | 9,20 | 9,38 | 9,7 |
| O ₂ , % | 5,53 | 6,12 | 4,15 | 3,93 | 3,87 | 4,64 | 5,66 | 4,51 | 4,20 | 3,7 |

Таблица 4

Результаты виброакустических параметров

| Марка автомобиля | Режим работы на топливе | Результаты измерений, дБ | | | |
|------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------|------------|
| | | шума | | вибрации | |
| | | допустимое значение по норме | максимальный уровень шума | эквивалентный | допустимый |
| УАЗ-315192 | КПГ | 60,0 | 73,2 | 96 | 101 |
| | | | | 107 | 112 |
| | Бензин | 60,0 | 74,1 | 98 | 101 |
| | | | | 108 | 112 |
| ГАЗ-31105 | КПГ | 60,0 | 67,9 | 92 | 101 |
| | | | | 102 | 112 |
| | Бензин | 60,0 | 70,1 | 92 | 101 |
| | | | | 102 | 112 |

помощью микропроцессорного газоанализатора «ИНФРАКАР» (рис. 3).

Результаты сравнительных эксплуатационных испытаний работы двигателей автомобилей, работающих на бензине и КПГ, приведены в табл. 2, 3.

Из табл. 2 и 3 видно, что выбросы по CO и CH в отработавших газах при работе на метане по карбюраторному принципу 1-го поколения практически в два раза, а по CO₂ в 1,5 раза меньше тех же самых показателей при работе двигателя на бензине, оборудованного системами электронного впрыска, что подтверждает репутацию КПГ, как наиболее экологичного вида топлива, который не выделяет соединений свинца, окислов серы и сажи в атмосферу.

Количественный экспресс-контроль загрязненности воздуха в кбинах автомобилей проводился с помощью сертифицированных ручного насоса-пробоотборника НП-

ЗМ (аспиратора) и индикаторных трубок (ТИ) (рис. 4). Экспресс-контроль показал, что в рабочей зоне присутствуют вредные вещества в

пределах предельно допустимых концентраций (ПДК) и они соответствуют гигиеническим нормам ГН 2.2.5.1313-03.

Таблица 5

Значения приемистости автомобилей на разных видах топлива

| Марка автомобиля | Режим работы на топливе | Среднее время разгона автомобиля (с) до 100 км/ч |
|------------------|-------------------------|--|
| УАЗ-315192 | КПГ | 34 |
| | Бензин | 29 |
| ГАЗ-31105 | КПГ | 23 |
| | Бензин | 21 |

Таблица 6

Значения средних расходов топлива

| Марка автомобиля | Режим работы на топливе | Средний расход топлива, л (м ³)*100 км |
|------------------|-------------------------|--|
| УАЗ-315192 | КПГ | 10,0 |
| | Бензин | 13,2 |
| ГАЗ-31105 | КПГ | 8,5 |
| | Бензин | 9,0 |

Примечание. * 1 м³ КПГ эквивалентен 1 л бензина.



Рис. 5. Оборудование для снятия виброакустических параметров во время движения автомобиля

Виброакустические параметры снимались во время движения автомобиля с помощью анализатора звука и вибрации SVAN 912 AE, капсуля, предусилителя SV 01A, микрофона ВМК-205, виброметра SVAN 946 и вибропреобразователя AP-98-100-01 (рис. 5), имеющих государственную поверку. Результаты замеров виброакустических параметров приведены в табл. 4.

В результате проведенных измерений (на основании данных хронометражных карт) максимальный уровень шума и вибрации, воздействующих на водителя, при работе на газе и при работе на

бензине получились практически идентичными.

Следует отметить, что пробег каждого автомобиля за период опытной эксплуатации составил от 4000 до 5000 км. Оценка эксплуатационных качеств была проведена по следующим показателям: приемистости и эксплуатационного расхода топлива.

Приемистость оценивалась, как время разгона прогретого автомобиля по асфальту на прямом участке горизонтальной дороги до 100 км/ч. Результаты замеров представлены в табл. 5.

Расход топлива определялся, как средний эксплуатационный в

городских условиях, с учетом расхода полного бака топлива на каждом автомобиле. Результаты дорожных испытаний представлены в табл. 6.

Таким образом, можно ожидать, что для систем питания, не отрегулированных по пределу «обеднения», а также для систем питания с обратной связью по составу смеси применение КПГ не ухудшит реальных ездовых качеств, что и было подтверждено результатами дорожных испытаний.

Литература

1. **Зиновьев В.В., Загороднев А.В., Ишков А.Г. и др.** Охрана окружающей среды на предприятиях газовой отрасли: Учебное пособие. – Под редакцией В.В. Зиновьева, А.Д. Хованского. – Ростов-на-Дону: ИИЦ ООО «Наш регион», 2008. – С. 84.
2. **Клементьев А.С., Федоров В.М.** Альтернативные виды топлива: проблемы выбора ближайшей перспективы. – «АГЗК + АТ». – 2006. – № 3 (27). – С. 63-65.
3. **Клементьев А.С.** Перспективные топлива для двигателей внутреннего сгорания автотранспортных средств. – «Транспорт на альтернативном топливе», 2008, № 6 (6). – С. 76-79.



В эпоху очень большого потока информации для принятия правильного решения надо быть в курсе происходящих событий. Несмотря на то, что большинство сведений находится в открытых источниках, для их поиска требуется не только время, но и соответствующая квалификация.

Компания «Уралбизнесконсалтинг» уже более пяти лет занимается мониторингом Интернет-пространства, обладая не только соответствующими технологиями, но и квалифицированными специалистами. Постоянное совершенствование поисковых механизмов, гибкая настройка поисковых машин и подписка на ряд платных источников позволяет нам эффективно отбирать информацию, необходимую для наших клиентов. Имеющиеся технологии позволяют нам готовить мониторинги любого уровня и по любой теме.

Одним из наших продуктов этого ряда является дайджест электронных средств массовой информации «РЫНОК ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА», который на постоянной основе выпускается с ноября 2006 г. В этой области мы являемся стратегическим информационным партнером Национальной газомоторной ассоциации. Структура мониторинга включает в себя новости федеральных и региональных органов власти, посвященных этой проблеме, сообщения контролирующих органов, материалы о положении дел в регионах и отдельных компаниях.

Наш мониторинг – это источник важной информации в интересующей области, благодаря которому Вы будете точно знать, какие события, где и когда произошли и какую характеристику (положительную, отрицательную) приводят СМИ данному событию, тенденции и перспективы развития.

По вопросам получения пробного (бесплатного) мониторинга и подписки на него обращаться на электронный адрес: eco2005@yandex.ru или по тел. (347) 256-70-61, (347) 256-70-65 к Петрову Игорю Константиновичу.

Наш сайт в Интренете www.ubk-ufa.narod.ru

Перечень статей, опубликованных в журнале «Транспорт на альтернативном топливе» в 2008 г.

№ 1 (1)

- 5-я Юбилейная Международная специализированная выставка по газораспределению и эффективному использованию газа «GasSUF-2007», 25-27.09.2007 г., Москва.
- А.Р. Аблаев.** Международный конгресс «Биодизель-2007», 17-18.10.2007 г., Москва.
- России нужен закон об альтернативных видах моторного топлива.
- 6-я международная специализированная выставка «Криоген-Экспо», 13-16.11.2007 г., Москва.
- Е.Н. Пронин.** Развитие мирового рынка использования КПГ на автотранспорте в 2007 г.
- Обращение к главам газовых компаний всего мира.
- Гарт Харрис (Garth Harris).** Государственное участие в программах использования компримированного природного газа (КПГ).
- Итоги развития мирового рынка КПГ для автомобильного транспорта в 2007 г.
- А.В. Стасайтис.** Перспективы развития рынка АГЗС в России.
- Новая серия насосов NZ-R10 фирмы «FAS».
- В.А. Шишков.** Алгоритм адаптации электронной системы управления ДВС к различным химическим составам газового топлива.
- И.Ф. Маленкина.** Перспективы расширения рынка КПГ в южных регионах Российской Федерации.
- В.С. Волков, С.В. Каплун, А.В. Зеря.** Новое оборудование для использования метана в качестве моторного топлива.
- Г.С. Савельев, Е.Т. Кауров, А.Д. Шапкайц.** Коммерческая эффективность переоборудования тракторов для работы на природном газе.
- С.В. Лучков, М.В. Шестакова, Р.Н. Гатин, С.Н. Муравьев.** Внедрение турбодетандергенераторных установок, работающих в составе ГРС, для покрытия собственных нужд в электрической энергии АГНКС.
- А.П. Черепанов, Е.П. Мовчан.** О некоторых особенностях выбора АГНКС.
- Д.Н. Григорович.** Электронные системы управления подачи газа в цилиндры газотепловозов.
- В.В. Малышев, В.И. Солозобов.** Перспективы применения альтернативных топлив в авиации.
- С.П. Горбачев, А.И. Копосов.** Оценка эффективности малотоннажного производства СПГ на газораспределительных станциях.
- А.Л. Гаврина.** Применение альтернативных видов топлива на автотранспорте в Ростовской области.
- М.В. Коротков, А.А. Филиппов.** Оценка экологической эффективности применения различных видов моторного топлива в ДВС автотранспортных средств.
- Г. Яжиньски, Ю.В. Панов.** Студенты МАДИ (ГТУ) прошли практику в Польше.

№ 2 (2)

- Топливный этанол в России: проблемы производства и использования («круглый стол», 12.12.2007 г., Москва).
- Обращение к федеральным и региональным правительствам. Автомобили, работающие на природном газе, – новые возможности для страны.
- Е.Н. Пронин.** Природный газ в моторах – топливо XXI века.
- О.Ф. Жилин.** Российское газовое общество – эффективный механизм проведения государственной политики в газовой сфере.
- М. Толбоев.** Внедрение газомоторного топлива на автотранспорте России – эффективный путь улучшения состояния окружающей среды.
- История завода: 67 лет высокого качества и безопасности!
- ОАО «Алексеевка ХИММАШ» – аргументы в пользу надежности.
- Н.Н. Патрахальцев, Е.Л. Силин, О.В. Камышников.** Эффективность использования СУГ для организации газодизельного процесса с внутренним смесеобразованием.
- А.В. Козлов, А.С. Теренченко.** Оценка эффективности применения биодизельного моторного топлива в полном жизненном цикле.
- А.И. Цаплин, С.В. Бочкарев, С.П. Селезнев.** Разработка математической модели бездренажного хранения СПГ.
- Г. Яжиньски, Ю.В. Панов.** Особенности работы и сервиса газовых форсунок автомобильных двигателей.
- Д.А. Кулябин.** Опыт эксплуатации газовых автобусов фирм «МАН» и «Мерседес» на городских маршрутах.
- О.Н. Бакаринова.** Использование индивидуальных заправочных устройств компании «FuelMaker» (Канада) – эффективный путь внедрения КПГ в сельском хозяйстве.
- А.М. Савиных.** Реконструкция сети АГНКС ОАО «Газпром».
- Н.А. Лапушкин.** Технологии использования природного газа в двигателях автотранспортных средств и силовых установках.
- И.М. Коклин, А.Д. Прохоров.** Динамика роста реализации КПГ и подготовка кадров в ООО «Кавказтрансгаз».
- С.В. Моисеев, В.И. Поливанов.** Эффективность применения турбодетандерных агрегатов в технологии извлечения СУГ на месторождениях.
- М.Н. Ермолович.** Новые модели развития биоэнергетики на службе государственных интересов США.
- Зарубежные новости.
- А.С. Хачиян, И.Г. Шишлов, А.В. Вакулenco.** Автомобильный транспорт и парниковый эффект.
- М.В. Коротков, А.А. Филиппов.** Оценка экологической эффективности применения различных видов моторного топлива в ДВС автотранспортных средств. (Окончание).
- С.И. Иванов, С.В. Строганов, М.В. Коротков.** Оценка экологической эффективности от использования газомоторного топлива в ООО «Оренбурггазпром».

№ 3 (3)

- Е.Н. Пронин.** Развитие газомоторного рынка Малайзии.
- И.А. Шинев.** Испанская компания «INDOX Grupo Energy» на российском рынке СУГ и природного газа.
- Как не упустить будущую выгоду? Перспективные рынки сбыта СУГ.
- В.Л. Страхов, А.М. Крутов.** Перспективный способ и средства огнезащиты технологического оборудования объектов хранения и потребления СУГ и СПГ.
- В.А. Шишков.** Определение угла опережения зажигания при переключении с бензина на газ в зависимости от скорости горения топливной смеси.
- А.И. Гайворонский.** Экспериментальные исследования теплового состояния поршня газодизельного двигателя транспортного назначения ЯМЗ-236НЕ-ГД.
- Новости из-за рубежа.
- Я.Г. Осадчий, Е.Н. Крылов, Ю.И. Русиневич, П.В. Кононов.** Особенности нормирования и безопасной эксплуатации металлокомпозитных баллонов высокого давления.
- В.С. Волков, С.В. Каплун, А.В. Зеря.** Новые установки осушки природного газа для АГНКС и производства СПГ.
- С.П. Семенищев.** Металлокомпозитные баллоны и создание изделий на их базе.
- А.С. Вандер, М.В. Никулин.** ЗАО «Комптех» представляет АГНКС Gazpack 9 компании «CompAir» (Великобритания) на выставке «Нефтегаз 2008» на Красной Пресне 24-27.06.2008 г.
- Д.Н. Григорович.** Особенности организации рабочего процесса двигателей газотепловозов на железнодорожном транспорте.
- Н.А. Лапушкин, А.М. Савенков, И.В. Федотов.** Использование диметилового эфира в дизельных двигателях.
- Ю.Н. Шебеко, Д.М. Гордиенко, В.Л. Малкин, Д.С. Кириллов.** Пожарная безопасность топливозаправочного пункта диметилового эфира.
- А.С. Хачиян, В.Ф. Водейко.** Использование водорода в качестве моторного топлива для автомобильных двигателей внутреннего сгорания.
- С.А. Григорьев, В.И. Порембский, В.Н. Фатеев, Р.О. Самсонов, С.И. Козлов.** Получение водорода электролизом воды: современное состояние, проблемы и перспективы.
- А.С. Клементьев.** Исследования экологической безопасности автомобиля ВАЗ-21213, работающего на КПГ.
- В.И. Ерохов.** Концепция современного газодизеля и основные результаты ее реализации.
- В ООО «ВНИИГАЗ» прошла 1-я Всероссийская олимпиада информационных и компьютерных технологий для старшеклассников.
- Поздравляем юбиляра.

№ 4 (4)

- Актуальные вопросы законодательного обеспечения нефтегазовой отрасли («круглый стол», 23.04.2008 г., Москва).
- А.Р. Аблаев.** 3-й Международный Конгресс «Топливный биоэтанол – 2008», 23-24.04.2008 г., Москва.
- М.А. Цуладзе.** Выставка «Автокомплекс–2008» (Автозаправочный комплекс. Автотехсервис. Гараж и паркинг).
- XII Международная специализированная выставка газовой промышленности и технических средств для газового хозяйства, 27-30.05.2008 г., Санкт-Петербург.
- Д.Г. Корниенко, Е.С. Милоков.** Новгородская область взяла курс на газификацию транспорта.
- 8-й международный бизнес-форум и специализированная выставка «Мир сжиженных и сжатых газов – 2008», 17-19.06.2008 г., Киев (Украина).
- Общее ежегодное собрание членов НП «Национальная газомоторная ассоциация» (НГА) 28.05.2008 г., Санкт-Петербург.
- Биотопливу подсадили цену.
- Постановление Правительства Российской Федерации от 27.02.2008 г. № 121 г. Москва «О присуждении премий Правительства Российской Федерации 2007 года в области науки и техники».
- О.В. Каширина.** Комплексный подход к проектированию современных многотопливных автозаправочных комплексов.
- Н.А. Сидоров.** Топливо стране по народной цене.
- В.И. Терешин, А.С. Совлуков, А.А. Летуновский.** Система учета СУГ для оснащения газозовозов.
- Новости из-за рубежа.
- Оборудование для баллонов высокого давления ЗАО ПО «Джет».
- Вольфганг Пуппе, П.С. Баранов.** АГНКС компании «ЛМФ» (Австрия).
- А.А. Седых, А.Н. Дегтярев, А.Н. Ковалев, Ю.В. Панов, П.И. Капустин.** Опыт эксплуатации АГНКС совместно с ПАГЗ в ЗАО «Касимовавтогаз».
- С.И. Мандрик.** ЗАО «Промэнергомах» представляет АГНКС фирмы «Вауер Компрессорен» (Германия) на 6-й Международной специализированной выставке «GasSUF-2008», Москва, 23-26.09.2008 г.
- А.А. Капустин.** Система питания и управления газодизелем, работающим на природном газе.
- В.И. Захарчук, И.С. Козачук, О.В. Захарчук.** Переоборудование дизелей в газовые двигатели с искровым зажиганием.
- Е.П. Мовчан, В.Н. Леонов, С.П. Семеничев.** Новая концепция создания многотопливных АЗС с пунктом заправки транспортных средств КПП.
- Н.А. Лапушкин, А.М. Савенков, И.Б. Кесель.** Технико-экономическое обоснование применения перспективных моторных топлив, получаемых из природного газа.
- С.П. Горбачев, А.А. Логинов.** Особенности производства СПГ на газораспределительных станциях при переменном давлении в магистральном газопроводе.
- П.В. Кузнецов, С.В. Танкеев, О.Л. Мишин, Л.А. Ежеская.** Применение СПГ на локомотивах на основе блок-модульного

принципа транспортировки, экипировки и потребления газа.

- В.И. Ерохов.** Концепция современного газодизеля и основные результаты ее реализации (окончание).

№ 5 (5)

- В.Л. Стативко.** Заседание Комиссий по использованию природного и сжиженного нефтяного газа в качестве моторного топлива.
- II Международная конференция по проблемам повышения эффективности и безопасности систем производства КПП и СПГ, 19-23.05.2008 г., Одесса (Украина).
- Ежегодное собрание участников Европейского делового конгресса, 10-12.06.2008 г., Довиль (Франция).
- Годовое собрание членов НП «Ассоциация газовых предприятий Дона», 30.06.2008 г., Ростов-на-Дону.
- Юлия Ким.** Внедрение альтернативных видов газомоторного топлива на автотранспорте в Республике Корея.
- Мировая статистика перевода автомобилей на КПП по состоянию на июль 2008 г.
- Выгода очевидна. Интервью с директором Российского газового общества Алексеем Алексеевичем Зубеней.
- Н.И. Кобылкин, В.И. Терешин, А.С. Совлуков, А.С. Барабанов.** Высокоточные узлы учета СУГ на основе инновационных технологий.
- А.Ю. Банковский.** Обзор рынка газотопливных систем 4-го поколения газобаллонного оборудования автомобилей.
- А.И. Гайворонский, Р.З. Кавтарадзе.** Расчет теплообмена в камере сгорания быстрого газового двигателя.
- Фолькер Штетцер, А.В. Канаев.** Современные АГНКС компании «GreenField AG» (Швейцария) для заправки грузового автотранспорта и автобусов КПП.
- Чтобы сберечь деньги и здоровье.
- А.Ю. Потоцкий.** «NANOBOX» – самое компактное решение для АГНКС.
- В.В. Андреев.** Перспективные разработки для успешного бизнеса.
- С.И. Мандрик.** Модернизация систем автоматического управления АГНКС.
- А.Г. Рубан.** Компания «Worthington Cylinders GmbH» (Австрия) – лидер производства баллонов высокого давления.
- И.А. Караев.** Первый Сибирский проект по использованию КПП в качестве моторного топлива в сельском хозяйстве.
- Г.С. Савельев, Е.Т. Кауров, А.Д. Шапкайц, И.Л. Дьяченко, В.А. Демидов.** Конвертация дизеля Д-240 в газоискровый двигатель.
- Нижегородцы жмут на газ.
- Б.С. Рачевский.** Изучение мирового опыта строительства и эксплуатации морских терминалов СПГ.
- Новости из-за рубежа.
- Олег Никифоров.** Биотопливо второго поколения.
- С.В. Коробцев, В.Н. Фатеев, Р.О. Самсонов, С.И. Козлов.** Безопасность водородной энергетики.
- А.Р. Аблаев.** Получение моторного топлива из возобновляемого сырья в России.
- Заставим воду «гореть» лучше, чем стандартное моторное топливо.

№ 6 (6)

- Автопробег «Голубой коридор» по маршруту Санкт-Петербург – Москва, 17-22.09.2008 г.
- 2-я Международная научно-практическая конференция ОАО «Газпром» «Газ в моторах–2008», 22.09.2008 г., г. Москва, ООО «ВНИИГАЗ».
- 60 лет ВНИИГАЗу.
- 6-я Международная специализированная выставка по газораспределению и эффективному использованию газа «GasSUF–2008», 23-25.09.2008 г., Москва.
- Заседание комиссий Правительства РФ и НП «Российское газовое общество» по газомоторному топливу, г. Кисловодск.
- XI Международная научно-практическая конференция «Сжатый и сжиженный газ – 2008», 10-17.10.2008 г. (Италия).
- Р. Фернандес.** Развитие газомоторного рынка Латинской Америки.
- Питер Бойзен.** Обзор газомоторной отрасли Швеции.
- В.А. Шишков.** Анализ электронных схем управления ДВС автомобиля для работы на газе или бензине.
- О.Ф. Бризицкий, В.Я. Терентьев, В.А. Кириллов, А.И. Савицкий, В.А. Бурцев.** Использование генератора синтез-газа в ДВС автомобиля.
- Новая серия редукторов для компримированного природного газа. По материалам фирмы «ELPIGAZ» (Польша).
- Д.М. Зайцев, В.А. Антифьев.** Опыт ООО «НПО РОТОР» в создании систем измерения количества заправляемого газомоторного топлива СУГ и КПП для автотранспорта.
- Н.Г. Певнев, А.В. Трофимов, С.С. Бухаров.** Обоснование срока окупаемости устанавливаемого на автомобиль комплекта ГБО для использования СУГ.
- В.А. Маркелов, В.А. Михаленко, Е.Н. Пронин, А.В. Куликов.** Автоматизация управления взаимоотношениями с клиентами в газомоторном бизнесе.
- Новости из-за рубежа.
- А.В. Денисенко.** Применение КПП на автотранспорте в Воронежской области.
- А.А. Вишневский, М.М. Климов.** Об измерениях нормируемых компонентов в отработавших газах ДВС автомобиля.
- А.Г. Малюга.** Перспективная автомобильная техника и стационарные силовые установки ОАО «КАМАЗ» с газовыми двигателями.
- А.А. Ким.** Развитие сети АГНКС в ОАО «Газэнергожилев».
- Ю.Г. Жильев, Е.И. Рогальский.** Оборудование ООО «НТК «Криогенная техника» для компримированного и сжиженного природного газа.
- О совместном предприятии «ЕвроГазКомпрессор».
- О.Л. Мишин, С.В. Танкеев, Л.А. Ежеская, Н.С. Ежеская.** Маневровый тепловоз на сжиженном природном газе (вариант технического решения).
- С.П. Горбачев, В.П. Попов.** Современные криогенные бортовые топливные системы для автотранспорта на СПГ.
- С.В. Коробцев, В.Н. Фатеев, Р.О. Самсонов, С.И. Козлов.** Безопасность водородной энергетики. (Окончание).
- А.С. Клементьев.** Перспективные топлива для двигателей внутреннего сгорания автотранспортных средств.

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

Уважаемые читатели!
Начинается 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) – **1200 руб., 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.