



ТРАНСПОРТ

НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
№ 5 (11) 2009

НАЦИОНАЛЬНАЯ ГАЗОМОТОРНАЯ АССОЦИАЦИЯ



АФФИЛИРОВАНА
С МЕЖДУНАРОДНЫМ ГАЗОВЫМ
СОЮЗОМ



Абсолютная система учета СУГ на АГЗС и МАЗК

**Повышение эксплуатационной надежности ГБА
при низких температурах**

Работа дизелей на смесях дизельного топлива и рапсового масла

Газотурбовоз на СПГ

**Международный научно-технический журнал
«Транспорт на альтернативном топливе»
№ 5 (11) / 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 «Газпром 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.

Р.З. Кавтарадзе

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

А.В. Николаенко

ректор Московского государственного технического
университета («МАМИ»), профессор

С.И. Козлов

заместитель генерального директора
ООО «Газпром 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

зам. начальника Управления ОАО «Газпром»,
президент НГА

В.Л. Стативко

исполнительный директор НГА, к.т.н.

В.Н. Удун

генеральный директор ОАО «НПО Гелиймаш», к.т.н.

Представительство в Украине (г. Киев)

Ю.В. Лысенко, директор

(044) 422-88-74, 425-17-78

Редактор

О.А. Ершова

Отдел подписки и распространения

В.Н. Бояринова, В.А. Ионова

Корреспондент

М.С. Федорова

Компьютерная верстка

Ф.А. Игнащенко

Адрес редакции:

115304, Москва, ул. Луганская, д. 11, оф. 311.

Тел./факс: (495) 321-50-44, 363-94-17.

E-mail: transport.io@oeg.gazprom.ru

transport.er@oeg.gazprom.ru

www.ngvrus.ru

Отпечатано с готовых диапозитивов в типографии «ГранПри»,

Ярославская обл., г. Рыбинск, ул. Луговая, д. 7

Номер заказа

Сдано в набор 3.08.2009 г.

Подписано в печать 7.09.2009 г.

Формат 60x90 1/8. Тираж 3000 экз. Бумага мелованная.

Печать офсетная, печ. л. 5, усл. печ. л. 10.

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

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

**На обложке представлена
технологическая система «АМТ-ГАЗ»**

В НОМЕРЕ:

XII ежегодное общее собрание Европейского делового конгресса, 10-11.06.2009 г., г. Порто Черво (Сардиния, Италия).....	2
9-й международный бизнес-форум и специализированная выставка «Мир сжиженных и сжатых газов – 2009», 10-12.06.2009 г. (Киев, Украина).....	3
А.Г. Рубан Экономические стимулы применения КПП на автотранспорте.....	6
Новости из-за рубежа.....	12
И.К. Аминов, Д.Г. Корниенко, А.В. Смирнова Реализация международного проекта «Голубой коридор» в Северо-Западном регионе РФ.....	16
Гжегож Яжиньски, Ю.В. Панов Блоки управления системами впрыска газа с функцией EOBД.....	19
В.А. Марков, А.В. Стремяков, С.Н. Девянин Работа дизелей на смесях дизельного топлива и рапсового масла.....	22
Д.Н. Гуленин Технологическая система «АМТ-ГАЗ» для заправки СУГ на АГЗС и МАЗК.....	30
Абсолютная система учета СУГ на АГЗС и МАЗК.....	33
Успешная работа компании «Паритет-строй» в условиях экономического кризиса.....	34
Н.Г. Певнев, М.В. Банкет Повышение эксплуатационной надежности газобаллонных автомобилей при низких температурах окружающего воздуха.....	36
А.Н. Иванов Мировые стандарты в обслуживании топливных карт безналичной оплаты: архитектура ТК.....	40
С.И. Мандрик САУ АГНКС нового поколения ЗАО «Промэнергомаш».....	42
С.П. Сусликов, А.Ф. Шин Особенности реконструкции АГНКС-250 ООО «Газпром трансгаз-Кубань».....	44
Т.К. Крушневич, А.И. Пятничко, В.Т. Крушневич Особенности осушки природного газа на АГНКС.....	46
С.П. Семенцев Где нет газовой трубы, там работают мобильные заправки.....	48
В.А. Щербинин, Ю.В. Панов, А.А. Назаров, В.И. Молчанинов Применение элементов АГТС «САГА-7» для безопасной и эффективной эксплуатации газовых автобусов.....	51
Д.Д. Гайт, И.О. Набойченко, Л.А. Ежеская Создание инфраструктуры для эксплуатации газотурбовозов на Свердловской железной дороге.....	58
В.Ф. Руденко, А.Г. Воронков, Е.Ю. Стальной Газотурбовоз ГТ1 на альтернативном моторном топливе СПГ.....	63
Резерв для газификации регионов.....	66
В.М. Володин, П.Д. Лупачев, В.С. Гольнев Биотопливо и производство продуктов питания.....	69
О.К. Алексева, С.И. Козлов, Р.О. Самсонов, В.Н. Фатеев Системы хранения водорода.....	72

XII ежегодное общее собрание Европейского делового конгресса, 10-11.06.2009 г., г. Порто Черво (Сардиния, Италия)

10 июня 2009 г. открылось XII ежегодное общее собрание Европейского делового конгресса (ЕДК), в работе которого приняли участие около 250 представителей компаний и организаций из 23 европейских стран. Российскую делегацию возглавлял председатель правления ОАО «Газпром», Президент ЕДК А.Миллер.



рации и банки, как ОАО «Газпром», «ExxonMobil», «Daimler Chrysler», «Siemens», «Shell», «Total», «Deutsche Bank», «Dresdner Bank», «Alcatel», «Wintershall», «E.ON Ruhrgas» и другие. Секретариат ЕДК находится в Берлине (Германия).

Конгресс занимается практическими вопросами экономического сотрудничества в Европе, разработкой предложений по устранению препятствий в создании благоприятных условий для эффективного и безопасного ведения предпринимательской деятельности.

В настоящее время практическая работа ЕДК ведется семью рабочими комитетами: «Энергетика»; «Промышленность и строительство»; «Законодательство, банки, финансы»; «Информация и коммуникации»; «Экология и здравоохранение»; «Человеческие ресурсы, образование, наука»; «Безопасность предпринимательства».

В рамках общего собрания ЕДК прошла конференция «Энергетический сектор: кризис финансовых рынков и его влияние на инвестиционную ситуацию и на баланс спроса и поставок энергоносителей».

Во время работы собрания 11 июня прошли заседания всех семи рабочих комитетов ЕДК.

В работе комитета «Промышленность и строительство», прошедшей под руководством председателя этого комитета, начальника Департамента по транспортировке, подземному хранению и использованию газа ОАО «Газпром» О.Аксютину, приняли участие и некоторые члены Национальной газомоторной ассоциации.

Справка

Европейский деловой конгресс объединяет 117 членов из 23 стран Европы, в том числе такие крупнейшие корпо-



9-й международный бизнес-форум и специализированная выставка «Мир сжиженных и сжатых газов – 2009», 10-12.06.2009 г. (Киев, Украина)

Несмотря на то, что времена на Украине, да и во всем мире сейчас нелегкие в связи с экономическим кризисом, традиционная встреча профессионалов рынка газомоторного топлива и технических газов состоялась и была интересной и нужной. Как отметило большинство участников и посетителей выставки, очень важно, что сохранилась традиция, давшая возможность снова встретиться, обменяться новостями, поговорить о состоянии международного газомоторного рынка, выработать общую стратегию, изучить опыт соседей и поддержать друг друга.



Конечно же, в этом году выставка была меньше обычной по количеству участников и посетителей, так как некоторые отечественные и зарубежные компании ушли с рынка, другие снизили активность, часть потенциальных участников не посчитала возможным тратить силы и финансовые ресурсы на участие в этом мероприятии. Но все же выставка и международный бизнес-форум собрали достаточное количество украинских участников и гостей из многих стран мира.

Стала уже традицией поддержка прошедшего украинского бизнес-форума Европейской газомоторной ассоциацией (NGVA Europe).

В прошлом году выставку посетил глава ассоциации Питер Бойзен, в этом году почетным гостем стал генеральный менеджер ассоциации Мануэль Лаге. В рамках бизнес-форума М.Лаге представил доклад на тему «Использование биотоплива на городском транспорте», в котором рассказал участникам и специалистам об интегрированном европейском опыте.

В этом году в выставке приняли участие 54 компании и фирмы из Украины, Белоруссии, Бразилии, Ирана, Индии, Литвы, Польши, России, Турции, Чехии. Общая площадь выставки составила около 1000 м². Среди посетителей вы-

ставки уже не первый год можно было встретить гостей не только из Украины, России, Белоруссии, Казахстана, Молдавии, Узбекистана, Грузии и Армении, но также специалистов из Италии, Чехии, Румынии, Польши, Словакии, Кипра, Болгарии, Ирана, Бангладеш, Пакистана и других стран.

Организаторами бизнес-форума и выставки как обычно выступили Газовая ассоциация Украины, которая в этом году стала членом Европейской газомоторной ассоциации, украинская ассоциация производителей технических газов «УА-СИГМА» и украинская выставочная компания «МЭДВИН». Поддержку выставке традиционно оказали Министерство транспорта Украины и Государственный научно-исследовательский и проектный институт автомобильного транспорта (ГосавтотрансНИИпроект). Информационные партнеры выставки – специализированные издания «АГЗК+АТ» (Россия), «Транспорт на альтернативном топливе» (Россия), «Czas na gaz!» («Time for gas», Польша), NGV Global – электронное издание IANGV, интернет-ресурс «Gaz Bazaar», украинские журналы «Современная АЗС», «Нефть и газ», «Газ & Нефть», «Нефтерынок», «Автотема», «Перевізник ua» и, конечно же, украинские автогазовые интернет-ресурсы www.autogas.com.ua, www.gbo.ua.

Главная задача, которую ставили перед собой организаторы этих двух важнейших мероприятий, – дальнейшая популяризация использования газа в качестве моторного топлива и формирование рынка качественного оборудования для газозаправочных станций, АГНКС, газобаллонного оборудования автомобилей, услуг по проектированию и строительству АГЗС и АГНКС, переоборудованию транспорта на газовое моторное топливо, переосвидетельствованию баллонов и т.д.

Каждый год на украинский рынок приходят все новые и новые произво-



дители различного оборудования, которые видят высокий научно-технический потенциал Украины и находят здесь новые рынки сбыта своей продукции. Приятно отметить, что все больше и больше известных компаний для первого шага на Украине выбирают именно эту выставку и в результате находят не только конечных потребителей, но и представителей, дистрибьюторов, импортеров, которые в дальнейшем продвигают их продукцию со знанием специфики украинского рынка газозаправочного и газобаллонного оборудования.

Несмотря на продолжающийся экономический кризис, на прошедшей выставке как в качестве участников, так и в качестве посетителей появились новые

компании и фирмы, которые проявляют повышенный интерес к украинскому рынку и изучают его возможности. Второе достижение этой выставки заключается в том, что специалисты и производители посещают экспозицию уже не только для того, чтобы поддержать существующие и наладить новые прочные контакты с поставщиками различного газового оборудования, но и для того, чтобы ознакомиться с новыми достижениями в этой сфере, оценить весь спектр демонстрируемой продукции, а также получить в личной беседе или в ходе различных семинаров квалифицированную помощь от непосредственных производителей газового оборудования.

Вопреки многим прогнозам, в этом году в выставке приняли участие прак-

тически все украинские производители газозаправочного оборудования. Чего, к сожалению, не скажешь о компаниях, которые занимаются импортом газобаллонного оборудования и переоборудованием автомобилей на альтернативные виды газомоторного топлива. Многие компании в этом году были вынуждены отказаться от экспонирования своей продукции, однако, приняли участие в выставке в качестве посетителей. На выставке можно было встретить всех без исключения старых знакомых как из Украины, так и из Италии, Польши, России и даже Аргентины.

В целом выставка и Международный бизнес-форум прошли на высоком организационном уровне, несмотря на все возникавшие проблемы, став очередным местом встречи и обмена опытом для участников и посетителей этих двух важнейших мероприятий.

В своих планах на будущее организаторы выставки намерены продолжать расширять тематику выставки, привле-



чать новых участников, гостей, укреплять международные связи ассоциации и организаторов выставки. В следующем году Международный газовый форум «Мир сжиженных и сжатых газов» планирует привлечь к участию авторов различных новых альтернативных топливных разработок для автомобилей, а также нового топлива для промышленности и быта. Хотелось бы также уделить внимание не только переоборудованию автомобилей на газ, но и продукции тех компаний, которые предлагают новые автомобили и автобусы, работающие на газовом топливе, непосредственно от производителя.

Мы будем рады видеть наших партнеров, новых участников и посетителей в гостеприимном Киеве в июне следующего года.

**10-й МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ГАЗОВЫЙ ФОРУМ в Киеве
ждет своих участников
и посетителей в 2010 г.!**





www.MVK.ru

+7 495 995-05-95

VIII Международный Форум PCVEXPO

WWW.PCVEXPO.RU



**НАСОСЫ
КОМПРЕССОРЫ
АРМАТУРА
ПРИВОДЫ И ДВИГАТЕЛИ**

13-16 ОКТЯБРЯ 2009

РОССИЯ, МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

КОНТАКТЫ ДИРЕКЦИИ ФОРУМА: ТЕЛ./ФАКС: (495) 925-34-82, E-MAIL: PCVEXPO@MVK.RU

Параллельно пройдут выставки:



Под патронатом:

Правительства Москвы
Московской Торгово-промышленной палаты

Организаторы Форума:

ЗАО «МВК»
Российская Ассоциация производителей насосов
Ассоциация компрессорщиков и пневматиков
Научно-Промышленная Ассоциация Арматуростроителей



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

Программа:

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

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

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

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

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

По окончании обучения выдается Удостоверение о повышении квалификации.

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

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

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

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

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

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

Экономические стимулы применения КПГ на автотранспорте

А.Г. Рубан,

региональный менеджер по продажам в Центральной
и Восточной Европе компании «Worthington Cylinders GmbH»

Инновации и дешевое топливо будущего

Замедление мировой экономической конъюнктуры значительно ударило по всем мировым рынкам. В 2008 г. с началом мирового финансового кризиса автомобилестроение оказалось в числе самых депрессивных отраслей глобальной экономики. Автомобилестроители США, Европы и России были вынуждены обращаться к своим правительствам за финансовой поддержкой. Приспособление к изменившимся условиям рынка, устранение ненужных расходов и разработка новых видов продукции стали ключом успешной конкуренции для многих компаний, связанных с автомобилестроением. Именно инновации в автомобилестроении могут, по мнению чешского экономиста Милана Зеленого [1], обеспечить выход мировой экономики на принципиально новый этап развития. Главное место в этих инновационных стратегиях приспособления займет дальнейшее продвижение идеи дешевого и экономичного автотранспорта на моторном топливе, альтернативном бензину и дизельному топливу, а также создание соответствующей инфраструктуры.

Инновационность в развитии применения доступных альтернативных видов моторного топлива ставится во главу угла в первую очередь в странах, импортирующих нефть. Так, разрабатывалось синтетическое топливо, получаемое из угля, во время второй мировой войны в Германии. В 70-х гг. прошлого века дефицит нефти в Бразилии, где 80% грузоперевозок осуществляется автотранспортом, привел к дальнейшей реализации правительственных программ по развитию ав-

тотранспорта на газе и биоэтаноле. В странах, обладающих дешевыми топливными ресурсами, инновационными с точки зрения будущего, наличие автотранспорта на таком топливе должно восприниматься как само собой разумеющееся. Ярким подтверждением этому служит Пакистан.

Вывод о выгодности дешевых инновационных стратегий неувидителен, ведь для любой компании снижение операционных затрат, в том числе и на моторное топливо для автотранспорта, начатое даже во время кризиса, в долгосрочной перспективе ведет к экономии и повышению конкурентоспособности продукции. Бывший вице-президент США Альберт Гор, рассматривая в своей книге «Неудобная правда» различные аспекты развития климатического кризиса, замечает, что рыночная капитализация автомобильных компаний из Азии, производящих более экономные автомобили, выше, чем компаний США [2]. И хотя он исходит из данных по автомобилям на традиционном жидком нефтяном моторном топливе, методом аналогий указанный вывод можно экстраполировать и на транспортные средства, работающие на альтернативном топливе. В подтверждение этому приведем пример компании «Fiat», которая несколько месяцев назад вела переговоры с компанией «Chrysler» о покупке 20% акций последней. А ведь «Fiat» – крупнейший итальянский производитель автомобилей на метане. Только с января 2007 г. до мая 2008 г. в Италии было продано почти 80 тыс. этих автомобилей¹.

¹ Для сравнения: в Российской Федерации сегодня используется свыше 100 тыс. автомобилей на КПГ.

Хотя на сегодняшний день около 95% всех автомобилей, находящихся в эксплуатации в мире, еще потребляют бензин или дизельное топливо, альтернативное топливо довольно успешно и безвозвратно отвоевывает у них позиции. Из всех известных альтернативных видов моторного топлива компримированный природный газ (КПГ) и сжиженный углеводородный газ (СУГ) получили наиболее широкое распространение, благодаря дешевизне применения и относительно хорошей развитости заправочной инфраструктуры. Использование этих двух видов альтернативного моторного топлива не требует глубокой химической переработки сырья, так как основано на физических методах их подготовки к применению. Оба типа топлива могут легко применяться в бензиновых и дизельных двигателях [3].

Использование же электричества, водорода и биотоплив на автотранспорте, несмотря на экологические выгоды, пока только находится на стадии внедрения и коммерциализации.

Является ли транспорт на КПГ альтернативой?

В настоящее время мировой автомобильный парк насчитывает порядка 900 млн. ед. и приблизительно на 30% состоит из грузовых автомобилей, а на 70% – из легковых и автобусов. Каждый год в мире производится 40-45 млн. автомобилей, причем около 25 млн. заменяют выводимые из эксплуатации транспортные средства, а 20 млн. составляют ежегодный прирост мирового автопарка [4]. Из всего мирового автопарка около 9,5 млн. автомобилей² заправляются СУГ и около 7 млн. автомобилей [5] – КПГ. В силу более высокой энергетической ценности метана (рис. 1) [6], более низких показателей эмиссии CO₂ (рис. 2) [6]

² По данным компании «Worthington Cylinders GmbH».

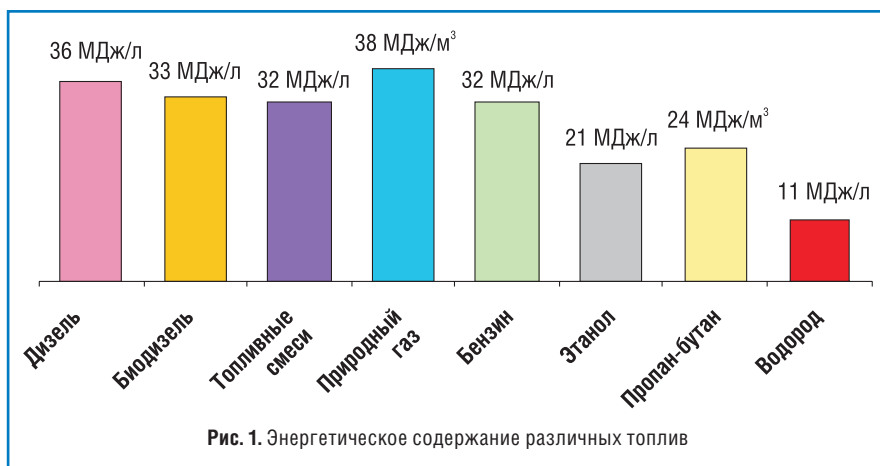


Рис. 1. Энергетическое содержание различных топлив

и при цене КПГ в 2 раза меньшей, чем у бензина или дизтоплива, в ближайшие десятилетия специалисты прогнозируют потенциальное увеличение в мире газомоторных автотранспортных средств на КПГ до 20-25 млн. ед. [5].

Если соображения диверсификации альтернативных источников энергии и экологии лучше объясняют мотивацию национальных правительств при продвижении программ «чистого» топлива, то для конечного потребителя решающими факторами использования такого топлива являются наличие заправок, цена автомобиля, стоимость его эксплуатации (и/или переоборудования) и возможности послепродажного обслуживания.

В табл. 1³ приведен сравнительный анализ применения в Австрии и Германии КПГ и СУГ, как двух вариантов наиболее используемых альтернативных топлив.

В связи с тем, что стоимость ГБО, работающего на СУГ, значительно ниже ГБО на КПГ, то массовое применение на автотранспорте СУГ в Европе происходило в основном в таких низкодходных странах, как Польша и Турция при переоборудовании подержанных автомобилей с бензина на этот вид топлива. Ведь переоборудование подержанного автомобиля на КПГ иногда стоит больше, чем сам автомобиль! Страны со слаборазвитой и неконкурент-

³ По данным компании «Worthington Cylinders GmbH».

ной автомобильной промышленностью пополняли свой парк метановых газобаллонных автомобилей за счет их переоборудования в процессе эксплуатации. На долю этих стран в мире приходится 4,6 млн. метановых автомобилей. Развитые же страны наладили заводское производство автомобилей на КПГ. Компании «BMW», «Volvo», «Daimler-Benz», «Iveco», «MAN», «Opel», «Peugeot», «Renault», «Citroen», «Skania», «Fiat», «Volkswagen», «Ford», «Honda», «Toyota» уже сегодня предлагают на продажу газобаллонные автомобили заводского изготовления.

Факторы формирования спроса на КПГ в период рецессии

Европейские компании, занимающиеся производством газовых баллонов для автомобилей на КПГ, даже в период кризиса отмечают стабильный спрос на свою продукцию со стороны компаний, серийно производящих автотранспорт на КПГ. Западноевропейские производители автотранспорта на КПГ активно продолжают продвигать идеи новых стандартов для газовых технологий. Успешные попытки, например, были предприняты в июне 2009 г. представителями компаний «NGV System Italia», «Fiat Group Automobiles», «ENI», «Fiat Powertrain Technologies», «IVECO» во время

Таблица 1

Сравнительные данные применения СУГ и КПГ на автотранспорте в Австрии и Германии

Наименование	КПГ	СУГ
Система ГБО	Высокого давления, 200 бар	Низкого давления, 15 бар
Эмиссия CO ₂	-25%	-9%
Количество заправок в Австрии	77	12
Количество заправок в Германии	800	2300
Цена за 1 кг или 1 л на 17.02.2009 г.	0,92 евро/кг	0,69 евро/л
Калорийная ценность	13 кВт·ч/кг	6,9 кВт·ч/л
Расход топлива на 100 км («VW», «Touran»)	5,3 кг	9,6 л
Стоимость израсходованного топлива на 100 км	4,88 евро	6,62 евро
Стоимость ГБО	3000-4500 евро	2000-2500 евро
Марки автомобилей в заводском исполнении	«VW», «Opel», «Daimler»	«Ford», «Daewoo»
Количество центров по переоборудованию в Германии	60	350
Ограничения	–	Автомобили не допускаются в общественные подземные гаражи
Недостатки	Занимает часть кузова	При серийном производстве автомобиля двигатель не адаптирован на СУГ

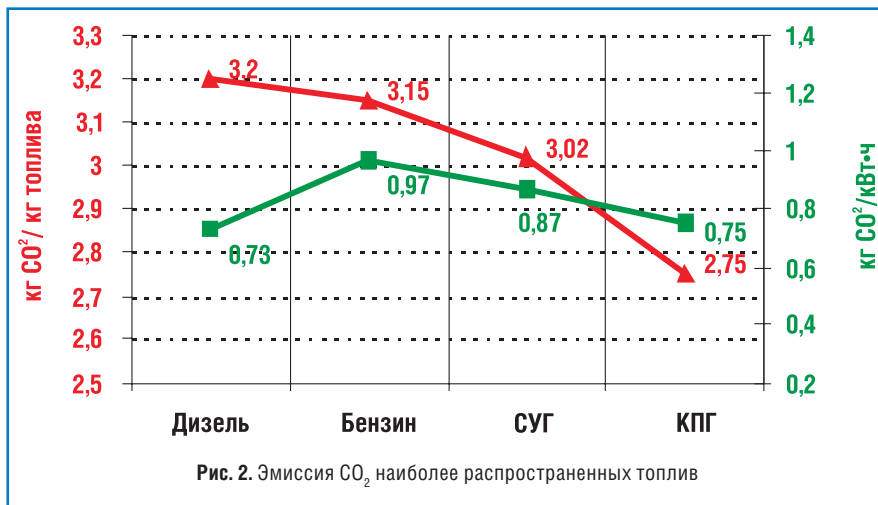


Рис. 2. Эмиссия CO₂ наиболее распространенных топлив

встречи с национальным правительством Италии, которое должно было предложить конкретные политические меры для дальнейшего стимулирования спроса на КПГ.

Стабильность спроса в Европе на КПГ, как альтернативное моторное топливо, отражают сегодня два типа факторов, способствующих переосмыслению необходимости его применения на автотранспорте.

Первый тип факторов – традиционные аргументы лоббистов газового моторного топлива на автотранспортных средствах: повышение роли природного газа в структуре мирового энергетического баланса, снижение доли парниковых выбросов и более высокая энергетическая ценность природного газа в сравнении с другими видами топлива. Это подтверждают стратегические цели Директората по энергетике и транспорту Европейского Союза, предполагающие увеличение доли КПГ, как

альтернативного моторного топлива, с 2% в 2010 г. до 10% в 2020 г. [7]. Эти цели были установлены задолго до кризиса 2009 г. и предполагали снижение эмиссий до 130 г/км в декабре 2008 г. для 65% новых автомобилей, в 2013 г. для 75% автомобилей, в 2014 г. для 80% и в 2015 г. для 100% новых автомобилей. Дополнительно в странах Западной Европы для стимулирования газификации автотранспорта предусматривается существенное (в 1,5-2 раза) уменьшение налогов на автомобили, использующие газовое топливо. Кроме того, автовладельцы после конверсии автомобиля освобождаются от налоговых выплат на три года.

Другой тип факторов связан с экономической конъюнктурой: дешевизна природного газа даже при падении цен на невостребованную нефть и бензин; снижение цен на газобаллонное оборудование; образование избытков непроданного природного газа у ком-

паний, занятых добычей и продажей этого ресурса; стремление транспортных организаций оставаться конкурентоспособными путем снижения цены на свои услуги. Последний фактор должен отчетливо проявляться у коммунальных предприятий городских служб и в компаниях со своим собственным автопарком.

Относительно российской специфики заметим, что по-настоящему сильный толчок реализации утвержденной в ОАО «Газпром» «Целевой комплексной программы развития газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе, на 2007-2015 гг.» должно придать принятие Федерального закона «Об использовании альтернативных видов моторного топлива» [8]. С 1999 г. по коридорам власти гуляет проект закона «Об использовании природного газа в качестве моторного топлива», неясна судьба и другого, не менее важного для России, закона «Об обеспечении экологической безопасности автотранспорта», разработанного Комитетом Государственной Думы по экологии [9]. Именно в условиях принятия этих актов у отечественных и зарубежных серийных производителей автомобилей в РФ, при верном налоговом регулировании, появится стимул все более активного массового внедрения транспорта на природном газе, а производители АГНКС будут стремиться предлагать наиболее капиталоеффективные модели заправок.

На современном этапе развития российского газомоторного рынка эффект от применения альтернативных видов моторного топлива на автотранспорте в условиях российской экономики пока малозаметен. Производство КамАЗов и автобусов ГАЗ на КПГ скорее напоминает единичное переоборудование в заводских условиях, чем серийное производство⁴. А ведь выгоду серийного производства автотранспорта на метане можно легко понять, если руководствоваться микроэкономической моделью оптимального размера фирмы [10] (рис. 3).

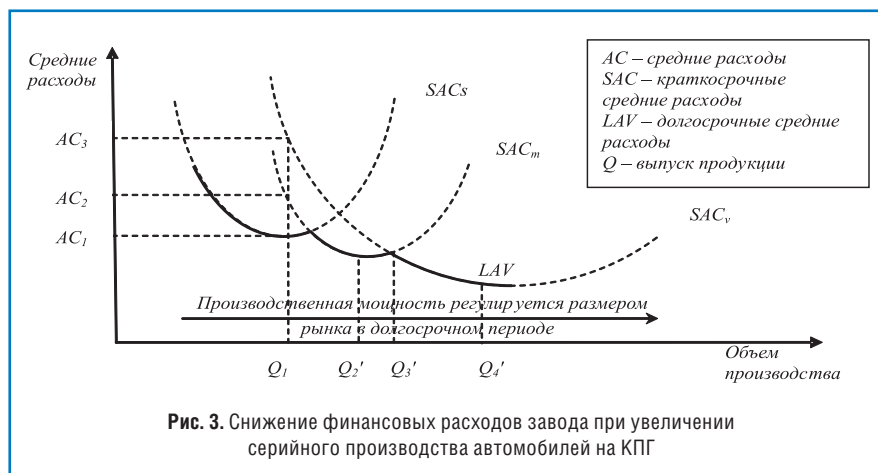


Рис. 3. Снижение финансовых расходов завода при увеличении серийного производства автомобилей на КПГ

⁴ Мощности компании «Раритэк», сотрудничающей с КамАЗом, позволяют переоборудовать на КПГ до семи автомобилей в сутки.

Очевидно, что при значительном увеличении производства автомобилей на КПГ в долгосрочной перспективе средние расходы фирмы на производство такого автотранспорта будут снижаться. Само собой разумеется, долгосрочной спрос на транспорт на КПГ должен дополнительно стимулироваться различными правительственными мерами и льготами. Эти оба обстоятельства должны помочь сравнять цену бензиновых и метановых автотранспортных средств, которые, по оценкам европейских экспертов, разнятся на 5-15% [11].

Газовый баллон – основной элемент ГБО автомобиля

Руководствуясь указанными выше факторами, в условиях кризиса заводские производители автомобилей на КПГ предъявляют достаточно жесткие требования к производителям метановых баллонов, число которых в настоящее время в мире достигло почти 8 млн. Из них около 7 млн. – это металли-

ческие баллоны, а 1 млн. – композитные [12]. Ведь метановый баллон – один из основных элементов топливной системы автомобиля на КПГ. Для европейских автомобильных компаний важны соотношение объема и цены баллона, его масса, стабильность производственного процесса, наличие продукции в ассортименте, создание пула поставщиков. При сокращении расходов на научные разработки и развитие для многих автомобилестроителей цельнотянутый металлический баллон 1-го типа для КПГ сегодня является первоклассной альтернативой возможным вариантам, например, композитному баллону 4-го типа. У последнего, несмотря на вдвое меньшую массу, из-за высокой стоимости стеклопластика и трудоемкой технологии изготовления стоимость в 2-3 раза выше, а срок службы меньше в связи со снижением в течение эксплуатации конструктивной прочности оплетки [13].

Несмотря на экономический спад метановые баллоны сегодня

требуемый товар. Баллоны компании «Worthington Cylinders GmbH», технология изготовления которых была описана в журнале «Транспорт на альтернативном топливе», № 5 за 2008 г., остаются востребованными компаниями, связанными с автотранспортом на сжатом природном газе. Продукция «Worthington Cylinders GmbH» сертифицирована по ISO11439, ECE R110, NZS5454 и ГОСТ-Р. Цельнометаллические метановые баллоны компании применяются не только в серийном производстве автомобилей на КПГ (рис. 4), но и в основных составляющих метановой инфраструктуры – на АГНКС (рис. 5) и в составе ПАГЗ (рис. 6) в рамках проектов так называемых виртуальных трубопроводов.

Ниже в табл. 2⁵ приведена характеристика наиболее популярных типовых размеров метановой продукции компании «Worthington Cylinders GmbH», сертифицированной в Российской Федерации.

5 По данным компании «Worthington Cylinders GmbH».

Таблица 2

Технические характеристики баллонов «Worthington Heiser» для транспорта на КПГ

Емкость, л	Внешний диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг	Рабочее / испытательное давление, бар	Применение
33,5	235	940	32,5	200/300	При переоборудовании легковых автомобилей «Волга», «Нива», «УАЗ», «АЗЛК». Альтернатива 35-литровому баллону, изготовленному Котласским заводом
35	267	820	39,0	200/300	
35	270	800	38,0	200/300	
36	229	1070	35,5	200/300	
36,5	204	1290	32,0	200/300	Под рамой «Газели» за задним мостом
39,5	270	860	40,0	200/300	
40	267	920	43,0	200/300	
40	280	845	42,0	200/300	
49,5	267	1070	45,0	200/300	Под рамой «Газели» в продольном направлении, на автобусах «ПАЗ» и «Икарус», на грузовых бортовых автомобилях «ГАЗ», «Зил», «КамАЗ». Альтернатива 50-литровым Мариупольским и Первоуральским баллонам из углеродистой и легированной стали
50	229	1440	46,0	200/300	
50	267	1085	49,0	200/300	
50	280	1020	48,5	200/300	
51	270	1100	47,5	200/300	
53	267	1145	51,5	200/300	
57	280	1145	54,0	200/300	При переоборудовании сельхозтехники и грузового автотранспорта
60	270	1270	55,0	200/300	
70	280	1380	62,0	200/300	
80	270	1645	68,0	200/300	В аккумуляторных блоках АГНКС
80	267	1775	107	250/375	
89	270	1870	91	250/375	В ПАГЗ



Рис. 4. Автомобиль «VW Caddy» на КПГ во время пробега Берлин – Бангкок через Москву и Шанхай, 2007 г.



Рис. 5. Баллоны «Worthington», установленные на АГНКС производства «НГТ Холдинг» (Россия)



Рис. 6. ПАГЗ, оборудованный метановыми баллонами «Worthington-Heiser»

Баллоны, выпускаемые компанией «Worthington Cylinders GmbH», изготавливаются из высоколегированной стали, что обеспечивает их повышенную устойчивость к внешним ударам, а также небольшую массу в сравнении с аналогами Первоуральского или Мариупольского заводов.

Проблемы, сдерживающие развитие транспорта на КПГ

Как уже отмечалось выше, основной проблемой, сдерживающей развитие автотранспорта на КПГ в РФ, является отсутствие достаточной государственной поддержки и по-настоящему серийных производств автомобилей на газе. Западные компании, работающие сегодня в России («BMW», «Iveco», «Volkswagen», «Volvo» и др.), может быть, и рискнули бы внедрять здесь свой «метановый опыт», однако, зачастую они сталкиваются не только с отсутствием государственной поддержки по внедрению альтернативных видов моторных топлив на автотранспорте, но и с несоответствием местных и европейских требований нормативных документов. Такие несоответствия присущи не только российской практике. Они встречаются и в развитых странах. Так, газобаллонные стандарты ISO и ECE R110 имеют 62 различия. Многие страны не следуют правилам ECE и дополнительно требуют, чтобы компоненты ГБО также удовлетворяли ISO. Поэтому производители ГБО часто должны проводить два различных вида тестов [14].

С подобными нестыковками можно столкнуться и в ГОСТ 949–73 России и Украины. Например, в п. 10.2.5 запас прочности баллонов в Российской Федерации в 2003 г. был понижен

с 2,6 до 2,4 согласно общепринятой европейской практике, а на Украине он так и остался 2,6. Поэтому необходимо приведение к единообразию требований зарубежных и отечественных нормативных документов.

Другая проблема – внедрение прогрессивного опыта. Для российских производителей баллонов, например, это не всегда возможно, а главное не всегда выгодно. Так, применение теста ультразвуком при переосвидетельствовании баллонов не регламентировано действующим в РФ ГОСТом. Внедрение технологии мониторинга баллонов во время эксплуатации транспорта на КПГ с целью снижения периода переосвидетельствования сосудов под давлением (лазер, оптические волокна, акустические сенсоры и т.д.) [14] сделает применение отечественных баллонов невыгодным

из-за несоответствия целевому уровню качества.

В заключение отметим, что для «инновационной модели» развития автотранспорта на КПГ как в Европе, так и в России должны быть законодательно созданы предпосылки для строительства достаточного количества АГНКС, что вызовет повышенный спрос на автомобили на КПГ. Так, по данным компании «Chart-Ferox» среднее расстояние между АГНКС должно быть сокращено до 12 км [15]. В Италии, например, этот показатель составляет 25 км, в Германии – 24 км, на Украине – 62 км.

Комплексное решение указанных проблем, вмешательство правительства для создания дополнительных стимулов применения КПГ на транспорте и переосмысление мирового опыта помогут более активному применению природного газа на транспорте.

Литература

1. Minister: Car-scrapping premium prepared, date not set yet. / Prague daily monitor, Wednesday, 22 July 2009. Available: <http://praguemonitor.com>
2. **Гор А.** Неудобная правда. Глобальное потепление: Как остановить планетарную катастрофу. – Ал Гор; [пер. с англ. А. Калужного]. – СПб.: Амфора, 2007. – С. 273.
3. **Терентьев Г. А. и др.** Моторные топлива из альтернативных сырьевых ресурсов. – Г.А. Терентьев, В.М. Токов, Ф.В. Смаль – М.: Химия, 1989. – С. 125-127.
4. **Доманов В., Напольский Б.** Альтернативные виды топлива. – «Международные автомобильные перевозки», № 4 (68), 2006. <http://www.map.asmap.ru>
5. **Волков В., Каплун С., Зеря А.** Новый шаг в использовании КПГ в качестве моторного топлива. – «АГЗК+АТ», № 6 (36), 2007 – С. 67.
6. **Lage Manuel.** Bio-natural-gas for cleaner urban transport. Presentation. MICROPHILOX project: Biogas as a potential renewable energy source. – Barcelona, March 2009.
7. **Szurlej A.** Krajowy rynek CNG na tle wydranych panstw UE. 13. Miedzynarodowe Forum Gazowe 2009. Warszawa, 18-19 Marca 2009.
8. **Ким А.А.** Актуальность принятия Федерального закона «Об использовании альтернативных видов моторного топлива». – «Транспорт на альтернативном топливе», № 3 (9), 2009. – С. 24-25.
9. **Кириллов Н. Г.** Проблемы экологизации автомобильного транспорта в России. – Энергетика и промышленность России, № 12 (40), 2003 г. <http://www.eprussia.ru>
10. **Soukupová J., Hofeš J., Macáková L., Soukup J.** Mikroekonomie (2. vyd.), Management Press, Praha, 1999. – P. 215.
11. Final report of the PROCURA project: «Hitting the Road in Green Mode, tools for successful procurement of alternative fueled vehicles for private and public car fleets». Published on 12-12-2008. Available: <http://www.procura-fleets.eu/2008/12/751/>
12. **Irani Roy S.** Gases in the 21st century. Part 2: Compressed Natural Gas, CNG Today's Green Fuel? – Gas World, Issue 39 August 2008. – P. 52.
13. **Рубан А.Г.** Анализ характеристик баллонов высокого давления для сжатых газов. – «Технические Газы», Одесса: «УА-Сигма», – 2009, № 2 – С. 52-59.
14. **Mariani F.** Development of International NGV Standards. International Conference Prospects for the Development and Use of CNG in Transport, Prague 23-24 January 2008.
15. **Chrž V., Emmer C.** LNG for support of NGV refueling stations infrastructure. – International Conference Prospects for the Development and Use of CNG in Transport, Prague 23-24 January 2008.



WORTHINGTON
CYLINDERS
A Worthington Industries Company

Надежность, проверенная ОПЫТОМ



Worthington Cylinders GmbH

Beim Flaschenwerk 1
A-3291 Kienberg
Austria
www.wthg.at

Новости из-за рубежа

Европа: метан сохраняет бюджет

Европейские страны продолжают активно переводить свой автомобильный парк на сжатый природный газ (КПГ). Глобальный кризис сказался на отраслях национальных экономик. Не стала исключением и газомоторная отрасль. В ряде стран снизились темпы перевода автомобильного транспорта на КПГ и строительства АГНКС, а стоимость сжиженного углеводородного газа (СУГ) снизилась даже ниже стоимости метана.

Тем не менее, общая тенденция увеличения спроса на природный газ и биометан остается положительной. Мировой парк газобаллонных автомобилей, использующих в качестве моторного топлива КПГ и сжиженный природный газ (СПГ), превысил 10 млн. ед., что составляет примерно 1,25% от общего числа автомобильного парка. В Европе численность метановых автомобилей превысила 1 млн. ед.

Краткосрочный период снижения цен на моторное топливо закончился. Стоимость барреля нефти на мировом рынке достигла 70-долларового рубежа, и, по мнению ряда аналитиков, выйдет на уровень 100 долл. США уже к концу этого года. Соответственно розничные цены на автомобильное топливо в Западной Европе практически вышли на уровень лета прошлого

года. В этой ситуации актуальность массовой метанизации автотранспорта не снижается, а даже возрастает. Все больше и больше политиков и менеджеров осознают, что КПГ является эффективной антикризисной мерой.

Австрия, Германия, Италия, Швейцария переводят все большее количество муниципального автотранспорта на природный газ. Газовые автобусы, мусороуборочные машины, автомобили коммунальных служб, такси перестали быть диковинкой во многих европейских городах. При этом на их бортах написано, что это экологически чистые автомобили, поскольку они работают на природном газе – самом чистом углеводородном топливе. Экономические преимущества метана, как правило, не упоминаются, а вот экологический акцент сделан. Не отстают от бюджетников и частные таксомоторные компании. В Европе пока не так много грузовых автомобилей на КПГ, хотя их численность постоянно увеличивается.

Усилия политиков по охране окружающей среды и повышению бюджетной эффективности поддерживают многие европейские автопроизводители. Вряд ли стоит напоминать, что практически все крупнейшие мировые концерны серийно выпускают метановые автомобили. Спектр таких автомобилей становится все шире. Пока наиболее широко представле-

ны легковые автомобили и автобусы. Однако автозаводы все больше приглядываются и к грузовикам. Главной проблемой здесь является пока еще скудное предложение газовых двигателей с мощностью более 300 л.с.

Общей проблемой для многих национальных газомоторных рынков является обеспечение экономической эффективности эксплуатации газозаправочных мощностей. Газовики получают доход от реализации сырьевого газа; автомобильные и машиностроительные компании – от продажи газобаллонных автомобилей, газоиспользующего и газозаправочного оборудования; владельцы и операторы транспорта экономят на моторном топливе. А вот владельцы и операторы АГНКС являются наиболее незащищенным звеном в цепочке участников рынка КПГ. Капитальные и эксплуатационные затраты окупаются в приемлемые сроки только при наличии потребителя. Государственная поддержка, безусловно, нужна всем участникам газомоторного рынка. Но именно в отношении инфраструктуры заправки газом она наиболее важна.

МЕТАИнфо

США:

палата Представителей Конгресса голосует за метан

Палата Представителей американского парламента 393 голосами «за» при 35 голосах «против» приняла решение о выделении 150 млн. долл. США на НИОКР в области использования природного газа в качестве мо-





торного топлива. Эти средства будут выделяться, начиная с 2010 г. в течение пяти лет. В соответствии с инициативой конгрессмена от Республиканской партии Джона Салливана эти средства должны быть направлены на создание метановых двигателей для легковых и грузовых автомобилей, повышение надежности и эффективности АГНКС, продвижение двигателей, работающих на КПГ для использования в гибридных автомобилях. Председатель Комитета по науке и технологиям Палаты представителей Барт Гордон заявил, что в будущем будут использоваться различные виды моторного топлива и технологии.

Но поскольку природный газ чище нефтяного топлива, а США располагают запасами природного газа, то этот энергоноситель будет играть более важную роль в обеспечении устойчивого развития автотранспорта США.

В 2009 г. деятельность американских институтов законодательной и исполнительной власти в области расширения использования природного газа на транспорте заметно активизировалась. Политические деятели и организации выдвигают все новые и новые законодательные инициативы по использованию природного газа на автотранспорте.

Рынок природного газа для автотранспорта в США развивается вяло. В основном на газ переводят большегрузную технику, специальные автомобили. Достаточно много техники работает на СПГ. Но по степени государственного внимания метан до недавних пор уступал гибридным технологиям, водороду. Биометан пока не находит еще распространения у

американцев. И вот в 2009 г. американские политики обратили внимание на природный газ. Объяснение, кажется, лежит на поверхности: США хотят обезопасить себя и снизить степень зависимости от импортной нефти.

МЕТАИнфо

США:

новый метановый закон

Томас Бун Пикенс, 81-летний видный американский финансист, возглавляющий фонд «BP Capital Management», автор Плана Пикенса, объявил 8 июля Днем энергетической безопасности. Пикенс известен как человек, который в 80-х гг. прошлого столетия поглотил целую череду независимых нефтяных компаний и выбил их из бизнеса. По уровню богатства (3 млрд. долл. США) журнал «Форбс» ставит Пикенса на 117-е место в Америке и 369-е в мире.



В течение многих лет Т. Бун Пикенс ведет последовательную борьбу за прекращение зависимости США от импортной нефти. Если в 1970 г. на долю импортируемой нефти приходилось 24%, то к 2009 г. эта доля выросла до 65%. Только в 2008 г. американцы заплатили за «чужую» нефть 475 млрд. долл. Есть опасение, что через 10 лет эта сумма вырастет до 10 трлн. долл.

США потребляют 21 млн. баррелей нефти в сутки из 85 млн. баррелей, ежедневно добываемых во всем мире. Другими словами 4% мирового населения потребляют четверть мировой добычи нефти! Каждый день Америка ввозит 12 млн. баррелей нефти. А вся

Саудовская Аравия производит только 9 млн. баррелей нефти.

Деятельность Т. Бун Пикенса поддерживают многие законодатели. Особенно в последнее время, когда в США активизировались законодательные инициативы в области использования альтернативных видов моторного топлива, включая природный газ. Недавно ряд американских законодателей внес на рассмотрение проект нового закона «Новая топливная альтернатива, дающая американцам решения» (New Alternative Transportation to Give Americans Solutions Act – NAT GAS Act). Основные цели закона заключаются в следующем: стимулировать приобретение и использование автомобилей на природном газе и, прежде всего, большегрузных и корпоративных, заводское производство метановых автомобилей, строительство АГНКС, пунктов обслуживания ГБА, развитие гаражных и индивидуальных заправочных мощностей; обеспечить закупку для бюджетных организаций к 2014 г. не менее 50% метановых автомобилей; продлить частичное субсидирование кредитов при приобретении автомобиля на КПГ и АГНКС до 2027 г.

Американский политический истеблишмент посылает стране мощный сигнал: отказ от импортной нефти и переход на природный газ – именно то, что стране требуется сейчас. «Самая большая опасность для США, – говорит Т. Бун Пикенс, – это сочетание высоких цен на нефть с зависимостью от ее поставок из недружественных стран». Каких же благ ожидают Пикенс и его сторонники от грядущей метанизации американского транспорта? А вот каких: сокращение зависимости от импорта нефти; оживление американской газовой промышленности и энергетики, а также американской автомобильной промышленности; создание миллионов новых рабочих мест; рост объемов выплат роялти десяткам тысяч американских фермеров и землевладельцев; радикальное сокращение выбросов диоксида азота и твердых частиц; возрождение

умирающих рынков капитала; формирование энергетического фундамента для будущего роста богатства, капитализации, целеустремленности, демократии и свободы Америки.

Несмотря на пафос и некоторую лозунговость последнего пункта, американские законодатели совершенно прагматичны. Развитие национального рынка КПГ и СПГ в качестве моторного топлива принесет дивиденды американским газовым компаниям («Chesapeake Energy», «ConocoPhillips», «British Petroleum»), производителям компрессорного оборудования («General Electric», «Ingersoll Rand»), автомобилестроителям («Honda Motor Company»), а также акционерам компаний «Fuelmaker», «Clean Energy Fuels».

Новый закон предусматривает распространение на все марки автомобилей субсидирования из бюджета до 80% дополнительной стоимости чисто газового автомобиля и до 50% дополнительной стоимости двухтопливного автомобиля. Увеличен максимальный размер субсидий при покупке метанового автомобиля стоимостью от 5 000 до 12 000 долл. США; при строительстве АГНКС повысилась освобождение от налога на заправочное оборудование стоимостью от 50 000 до 100 000 долл. США. Так, при цене легкового метанового автомобиля «Civic GX» 24 590 долл. США покупатель фактически заплатит на 7 000 долл. меньше.

Законопроект разрешает применять льготы на приобретение газовых автомобилей и развитие газозаправочной структуры в отношении поставщиков и лизингодателей этого оборудования. Администрации штатов и муниципалитетов получают право размещать долговые обязательства (под освобождение от налогов) для аккумуляции средств на развитие газомоторной инфраструктуры.

Затраты на строительство новых мощностей по производству метановых автомобилей могут быть на 100% вычтены из налогооблагаемой базы до 31.12.2014 г., а с 1.01.2015 г. до 1.01.2020 г. – на 50%. Государственные

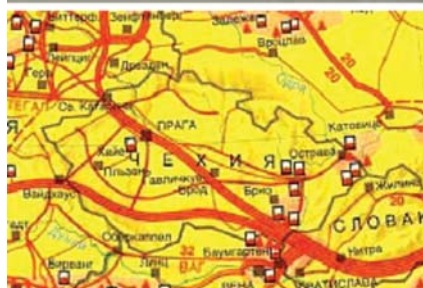
организации обязаны приобретать автомобили на альтернативном моторном топливе, если только не будет представлено убедительных доказательств, что альтернативной модификации нет в продаже или ее приобретение нецелесообразно.

Законопроект также предусматривает предоставление грантов на разработку газовых двигателей для легкового и грузового автотранспорта.

Следует напомнить, что нынешний Президент США Барак Обама также приложил руку к развитию газомоторного рынка США: в 2008 г., еще будучи сенатором, он внес законопроект о применении природного газа на школьных автобусах.

МЕТАИнфо

Чешская Республика: открыта самая большая в мире АГНКС самообслуживания



В мае этого года в Праге состоялось торжественное открытие крупнейшей в мире АГНКС самообслуживания. Эта станция построена компаниями «Bonett Bohemia» (эксклюзивный представитель компании «IMW Industries Ltd») и «Kraus Global» для компании «Prazska Plynarenska», являющейся основным поставщиком природного газа в Праге. АГНКС предназначена для заправки 50 грузовых автомобилей «Мерседес-Бенц» NGT Esonic, принадлежащих компании «Prazske Sluzby», обеспечивающей

уборку улиц в столице Чехии. Кроме того, компания «Bonett Bohemia» сконструировала для этой АГНКС уникальную систему управления процессом заправки, которая делает возможной оплату топлива не только с помощью корпоративных и банковских карточек, но и наличных денег.

Сенсорный интерфейс позволяет клиентам вводить команды на чешском, английском, немецком, словацком, русском и других языках. В целом, благодаря эффективным мерам государственной поддержки, использование природного газа в качестве моторного топлива в Чешской Республике переживает период динамичного развития. Годовой прирост продаж КПГ для транспорта составил 20%, газобаллонных автомобилей – 45%, АГНКС – 30%. Согласно статистическим данным на май 2009 г. в стране насчитывается 33 АГНКС и 1400 газобаллонных автомобилей (в том числе 1100 легковых и 237 автобусов). За прошедший год автотранспорту было реализовано 6,76 млн. м³ газа. По прогнозам к 2020 г. продажи КПГ должны достичь 800 млн. м³, а парк АГНКС и метановых автомобилей возрасти до 400 и 460 000 ед. соответственно. Национальный газомоторный рынок координирует Чешская газовая ассоциация.

Общее годовое потребление природного газа в Чехии составляет около 6 млрд. м³. Страна имеет собственные запасы голубого топлива, однако они весьма ограничены: в Чехии добывается всего около 1% от общего объема его потребления. Поэтому Чешская Республика получает природный газ из России (75% от общего объема потребления) и из Норвегии (25%).

По территории Чехии проходят магистральные газопроводы, по которым газ поставляется в Германию. Общее число потребителей природного газа в Чехии – около 2,8 млн.; их обслуживают примерно 30 компаний-поставщиков. Ведущая роль принадлежит германскому концерну «RWE AG», который является собственником чешского газового мо-

нополиста «RWE Transgas». С начала 2006 г. монополия «RWE Transgas» разделилась на две компании: «RWE Transgas», закупающую газ у производителей, и «RWE Transgas Net», занимающуюся транспортировкой газа. ОАО «Газпром» напрямую присутствует на чешском газовом рынке через трейдера «Vemex s.r.o.», совладельцем которого он является. «Газпром экспорт» и чешская компания «Vemex» подписали контракт на поставку с 2008 по 2012 гг. до 500 млн. м³ газа ежегодно. Газовый рынок Чехии был полностью либерализован в соответствии с Энергетическим законом Чешской Республики с 1 января 2007 г.

МЕТАИИНФО

У корейцев будет свой гибрид

Компания «Hyundai» принимает у своих граждан заказы на гибрид «Elantra LPI HEV», продажи которого стартовали 8 июля этого года. Это первый в мире гибридный электромобиль с двигателем на сжиженном

природном газе (Liquefied Petroleum Injected – LPI) и литий-ионными полимерными аккумуляторами. Также автомобиль получил трансмиссию CVT (Continuously Variable Transmission).

Напомним, что премьера новинки состоялась на автосалоне в Сеуле в апреле этого года. В Корее автомобиль будет продаваться под именем «Avante». Как заверяет производитель, расход топлива в бензиновом эквиваленте составляет 4,5 л на 100 км. Это на 47% меньше обычной «Elantra» с двигателем объемом 1,6 л.

Несколько позже компания «Kia» выпустит на рынок «брата-двойника», сделанного на той же платформе – «Kia Forte LPI HEV».

<http://auto.oboz.ua/news/2009/06/17/17431.htm>

Мексика:

в производстве биотоплива разрешат использовать импортную кукурузу

Правительство Мексики планирует разрешить использование импорт-

ной кукурузы в производстве биотоплива, поскольку использование для данных целей продовольственных сельхозкультур, выращенных внутри страны, ограничивается местным законодательством. По словам представителей власти, «частичное или полное использование импортной кукурузы в производстве биотоплива не будет требовать официального разрешения от министерства сельского хозяйства».

Напомним, что Мексика запретила использование кукурузы в производстве альтернативных видов топлива, так как это может сократить предложение продовольственного зерна на внутреннем рынке. Его использование разрешается лишь в случае наличия избыточных запасов.

Следует отметить, что по прогнозу Международного совета по зерну (IGC) в 2009-2010 гг. Мексика импортирует 8,5 млн. т кукурузы против 8 млн. т в 2008-2009 гг.

<http://www.udaily.net/index.php?view=123874>

Форум
ГАЗОВАЯ ИНДУСТРИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ
 к 145-летию российской нефтегазодобычи на Кубани
IV СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
ГАЗОВАЯ ИНДУСТРИЯ
GAZ INDUSTRY
7-9
ОКТАБРЯ
2009
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ГК «ЖЕМЧУЖИНА» г. СОЧИ

ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

- ◆ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОДОБЫЧИ
- ◆ СТРОИТЕЛЬСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ, РЕМОНТ, РЕКОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ ГАЗОДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ
- ◆ ПОСТАВКА И СБЫТ ГАЗА
- ◆ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ
- ◆ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ ГАЗА
- ◆ ГАЗИФИКАЦИЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЛИМПИЙСКИХ ОБЪЕКТОВ
- ◆ ГАЗ НА ТРАНСПОРТЕ (АГНКС, АГЗС, УСПГ, МНОГОТОПЛИВНЫЕ АЗС)
- ◆ СЖИЖЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВКА, ХРАНЕНИЕ И РЕГАЗИФИКАЦИЯ СПГ
- ◆ ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ ГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА
- ◆ ИНЖИНИРИНГОВЫЕ УСЛУГИ
- ◆ ОБРАЗОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Организационный комитет: +7(495) 697-1685, 697-8455, e-mail: info@gaz-industry.ru
www.gaz-industry.ru

Реализация международного проекта «Голубой коридор» в Северо-Западном регионе РФ

И.К. Аминов,

зам. начальника отдела филиала «Ленавтогаза»
(ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург»),

Д.Г. Корниенко,

зам. начальника отдела филиала «Ленавтогаза»
(ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург»),

А.В. Смирнова,

экономист отдела филиала «Ленавтогаза»
(ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург»)

В настоящее время имеется разрыв в обеспечении КПП на участке трассы между Великим Новгородом и Тверью – он составляет 350 км. Этот разрыв будет устранен по окончании строительства АГНКС в г. Валдай, и тогда будет получен полноценный участок «Голубого коридора».

Недостатком, однако, будет довольно большое расстояние между АГНКС

За последние годы потребление сжатого природного газа (КПГ) в Северо-Западном регионе имеет тенденцию к увеличению. По результатам 2008 г. совокупное потребление КПГ увеличилось на 15%. Причем на отдельных АГНКС увеличение загрузки составляет: Великий Новгород – 33%, Тверь – 43%, Смоленск – 28% (рис. 1).

Это связано в основном с возрастающим интересом потребителей к экономически выгодному и качественному альтернативному топливу – КПГ, а также с активной деятельностью ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург» по стимулированию потребления КПГ.

Неоднократно уже отмечалось, что обеспечение внутренних и международных автомобильных трасс газовым моторным топливом является своевременным и необходимым.

В настоящее время в странах Европы наблюдается стабильный рост количества газобаллонных автомобилей, работающих на КПГ, ежегодно растут объемы потребления газомоторного топлива, строятся новые АГНКС.

Отсутствие достаточного количества АГНКС на международных автотранспортных маршрутах является одним из тормозящих факторов в развитии отечественных рынков газомоторного топлива.

Зона ответственности ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург» охватывает важные участки международного проекта «Голубой коридор»,

который в свою очередь является составляющей частью проекта международных транспортных коридоров (МТК).

В границах действия ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург» проходят участки трех международных транспортных коридоров по проекту «Голубой коридор»:

- Таллинн – Рига – Варшава – Калининград – Гданьск (МТК 1) (рис. 4);

- Берлин – Варшава – Минск – Москва – Нижний Новгород (МТК 2) (рис. 3);

- Хельсинки – Санкт-Петербург – Москва – Витебск – Киев – Одесса – Кишинев – Пловдив – Бухарест – Александруполис (МТК 9) (рис. 2).

Наиболее обеспеченным автомобильными газонаполнительными компрессорными станциями на территории Северо-Запада России является транспортный коридор № 9. На участке между Хельсинки и Москвой действуют шесть АГНКС ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург».

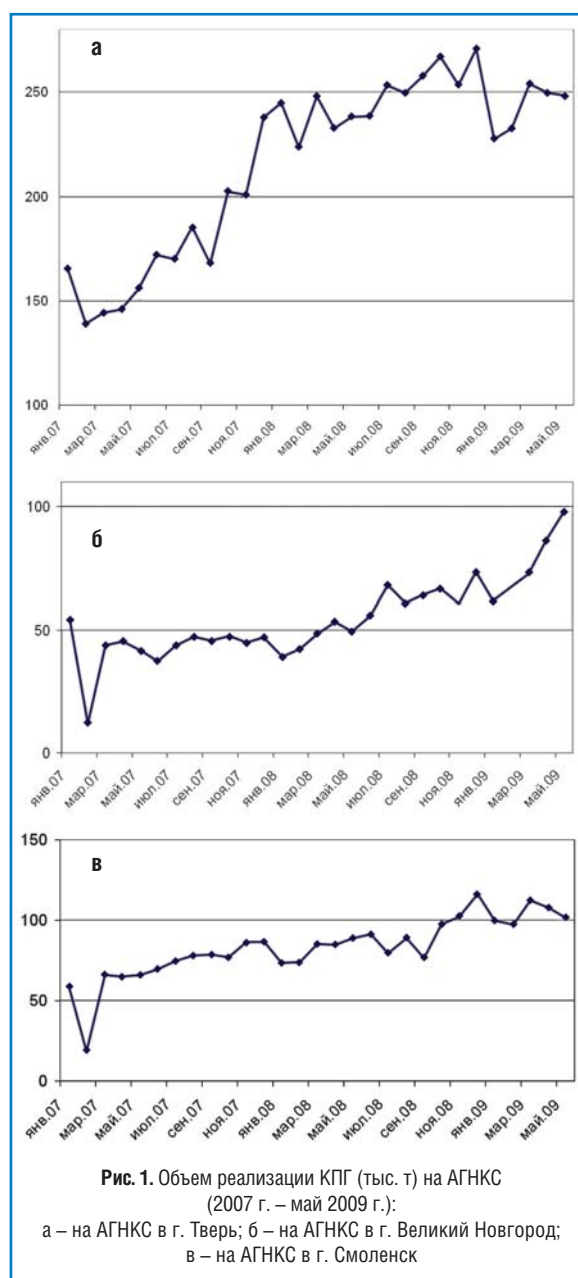


Рис. 1. Объем реализации КПГ (тыс. т) на АГНКС (2007 г. – май 2009 г.):

а – на АГНКС в г. Тверь; б – на АГНКС в г. Великий Новгород; в – на АГНКС в г. Смоленск

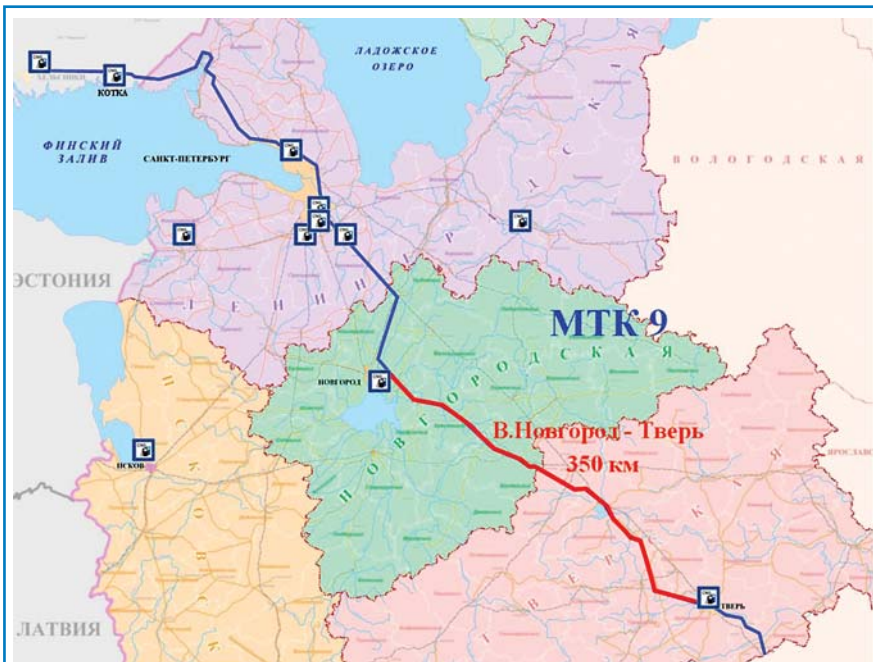


Рис. 2. Участок транспортного коридора Хельсинки – Москва (МТК 9)

на участке Санкт-Петербург – Хельсинки. Расстояние между АГНКС в Сестрорецке и АГНКС в Котке составляет 240 км, что на 40 км больше принятого «шага» размещения. Поэтому, на наш взгляд, необходима станция в Выборге. Строительство ее запланировано Целевой комплексной программой развития газозаправочной сети на 2010-2015 гг. ОАО «Газпром». Кроме этого, в программе запланировано

строительство ряда других АГНКС по этому же маршруту. После ввода их в эксплуатацию на маршруте Хельсинки – Москва будет действовать 10 АГНКС ОАО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург», среднее расстояние между которыми составит 110 км. При этом максимальная отдаленность друг от друга не будет превышать 150 км.

Что касается второго международного транспортного коридора МТК 2 по

маршруту Берлин – Варшава – Минск – Москва – Нижний Новгород, то на участке Москва – Витебск действует только одна АГНКС ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург» в Смоленске.

На рис. 3 можно увидеть, что есть разрыв в обеспечении автотранспорта КПГ на участке между Смоленском и Москвой (350 км), который планируется ликвидировать путем строительства АГНКС в Вязьме. В настоящее время осуществляется подготовка к строительству этой станции, после ввода ее в эксплуатацию этот разрыв будет устранен.

Что касается первого транспортно-го коридора из Таллинна в Гданьск, то здесь ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург» пока не имеет АГНКС, но строительство станций в Калининграде и Советске (Калининградская область) запланировано в рамках Целевой комплексной программы ОАО «Газпром».

Если говорить в целом о проекте «Голубой коридор», то после ввода в эксплуатацию АГНКС в гг. Валдай, Вязьма, Выборг и Калининград в зоне ответственности ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург» этот проект будет полностью реализован. Расстояние между станциями не будет превышать 200 км, что соответствует общей концепции создания подобных «Голубых коридоров».

В рамках реализации Целевой комплексной программы планируется строительство еще 24 АГНКС на территории Санкт-Петербурга, Карелии, Ленинградской, Новгородской, Псковской, Смоленской, Тверской и Калининградской областей, что к 2015 г. позволит обеспечить газомоторным топливом (природным газом) основные транспортные артерии Северо-Западного региона.

До 2008 г. проект «Голубой коридор» носил в большей степени теоретический характер. Осенью 2008 г. идея стала превращаться в реальность. 17 сентября 2008 г. из Санкт-Петербурга стартовал автопробег «Голубой коридор» по маршруту Санкт-Петербург – Москва, инициированный ОАО «Газпром» и организованный ООО «ВНИИГАЗ», ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург» и Национальной газомоторной ассоциацией. Маршрут автопробега прошел через гг. Санкт-



Рис. 3. Участок транспортного коридора Берлин – Варшава – Минск – Москва (МТК 2)



Рис. 4. Участок транспортного коридора Таллинн – Рига – Варшава – Калининград – Гданьск (МТК 1)

повышение популярности этого вида топлива, как наиболее экологически чистого, дешевого, безопасного и доступного углеводородного топлива.

В апреле 2009 г. опыт проведения «Голубых коридоров» был продолжен. С 20 по 24 апреля 2009 г. в целях дальнейшего продвижения компримированного природного газа как моторного топлива состоялся очередной автопробег автомобилей, работающих на КПГ. Маршрут протянулся от Ростова-на-Дону до Сочи через Краснодар и Новороссийск. В пробеге принял участие транспорт, использующий КПГ в заводском исполнении: КамАЗ, Фольксваген, Мерседес, Опель, ГАЗ, ЛиАЗ, IVECO (16 автомобилей).

Проводимые ОАО «Газпром» автопробег показывают на практике возможность использования транспорта на КПГ в междугородных и международных перевозках, способствуя появлению среди региональных властей, перевозчиков и автовладельцев все больше сторонников перевода автотранспорта на газомоторное топливо, что не может не сказываться на увеличении загрузки АГНКС, находящихся именно на маршрутах «Голубых коридоров».

Петербург, Великий Новгород, Тверь и финишировал на территории ООО «ВНИИГАЗ» в Москве 22 сентября 2008 г. Общая протяженность маршрута составила 720 км. Автоколонна состояла из 15 автомобилей различных про-

изводителей: грузовые автомобили КамАЗ, автобусы ЛиАЗ и НЕФАЗ, легковые автомобили Опель, Фольксваген, ВАЗ, ГАЗ. Главной целью пробега было привлечение внимания к альтернативному моторному топливу – метану,

АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО

Международный профессиональный журнал

- Эксклюзивная аналитика и обзоры рынков биоэтанола, биодизеля, биогаза, пеллет и брикетов, солнечной и ветровой энергетики, а также энергоэффективных технологий и оборудования
- Анализ нормативной базы государств и ее изменения
- Конкретные примеры деятельности компаний
- Описание новых технологических решений и достижений
- Конъюнктура рынков альтернативного топлива и энергии
- Котировки акций компаний, работающих в сфере альтернативной энергетики

Периодичность: 1 раз в месяц
 Объем: 60 стр.
 Формат: А4 (полноцветный)
 География читателей: страны СНГ и Восточной Европы
 Версии журнала: печатный и электронный

FuelAlternative
 Тел./факс: +38 044 383 0356
 Ул. Матусюка, 4, оф. 505, м. Киев, 02156, Украина
 info@fuelalternative.com.ua, www.fuelalternative.com.ua

Блоки управления системами впрыска газа с функцией EOBD

Гжегож Яжиньски,
президент компании «ELPIGAZ», магистр-инженер,
Ю.В. Панов,
профессор МАДИ (ГТУ), к.т.н.

Европейская бортовая диагностическая система EOBD (European On Board Diagnostic) появилась с переходом на экологический класс «Евро-3», а затем на «Евро-4» и «Евро-5». Она была введена для унификации и расширения процедур диагностики ГБО при оперативном контроле в эксплуатации требуемых законодательством показателей, включая экологическую безопасность.

По сравнению с предыдущими системами диагностики система EOBD (или ранее внедренная американская версия OBD-II) стала значительно шире контролировать технические параметры, процессы, функции, элементы, датчики силовых агрегатов, обеспечивая на базе такого мониторинга коррекцию необходимых факторов для поддержания заданных производителем и законодательством показателей автомобиля на определенном пробеге. Одновременно с этим система EOBD информирует водителя и специалистов о возникших неисправностях и необходимости их устранения. Все это повысило эффективность эксплуатации, обслуживания и диагностики автомобиля, обеспечивая, наряду с экологическими показателями, надежность систем двигателя и топливную экономичность.

При настройке обычных газовых систем питания на автомобилях с OBD часто возникают трудности из-за высокой чувствительности бортовой диагностики. OBD подает сигнал, что система работает с ошибкой (включение лампы MIL), и корректирует параметры впрыска бензина, однако, причиной ошибки является неправильная установка или настройка газовой системы. Сегодня для оптимизации решения этой задачи внедряются газовые электронные блоки

управления с функцией взаимодействия с OBD (блоки OBD).

Для понимания особенностей работы газового блока OBD (рис. 1, поз. б) напомним, что принцип работы систем впрыска газа 4-го поколения основан на том, что для управления газовой форсункой 3 исходным является время впрыска бензина, которое рассчитывает бензиновый электронный блок управления (ЭБУ) 7 (рис. 1).

Расчет необходимого времени впрыска бензина происходит в несколько этапов:

- формирование «базового количества топлива»;
- коррекция «базового количества топлива» по условиям эксплуатации, состоянию элементов двигателя и напряжению в сети.

Бензиновый ЭБУ 7 определяет «базовое количество бензина» по алгоритму в постоянной памяти – постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ). Одновременно этот параметр корректируется с помощью поправочного коэффициента $k_{кор}$, называемого топливным балансом «fuel trim», в постоянно-активной памяти энергозависимого оперативного запоминающего устройства (ОЗУ). В упрощенном виде окончательное время бензинового впрыска tib представим как:

$$tib = tibb + k_{кор} \cdot tibb$$

где: tib – окончательное расчетное время впрыска бензина; $tibb$ – базовое время в ПЗУ бензинового ЭБУ; $k_{кор}$ – корректирующие коэффициенты в ОЗУ бензинового ЭБУ.

Базовое время впрыска – это папка с алгоритмами, воспринимаемыми как таблицы, которые находятся в ПЗУ, их называют также топливными таблицами, картами или топливным банком. ЭБУ определяет текущий

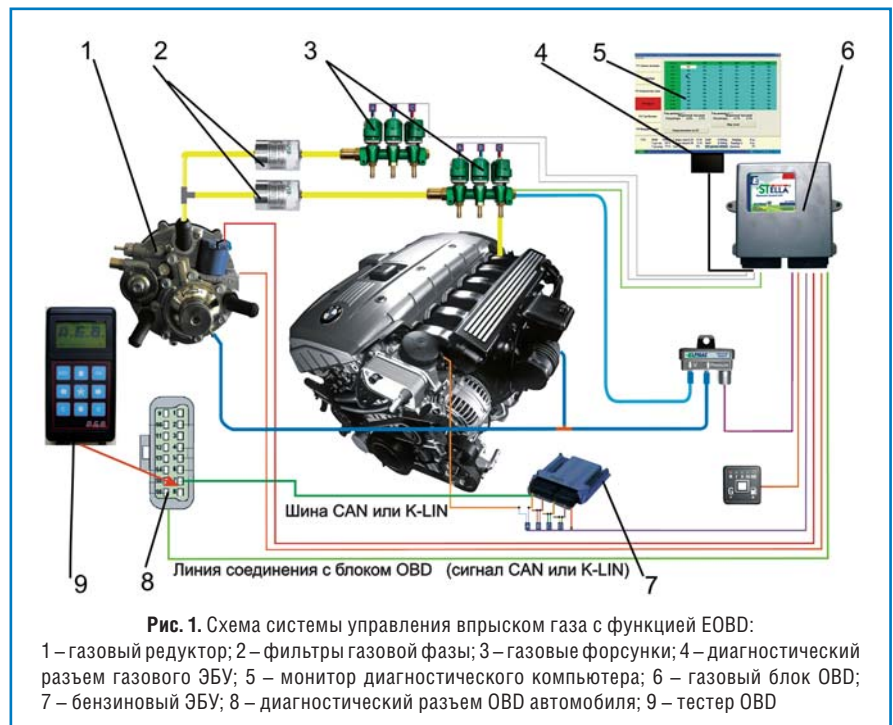


Рис. 1. Схема системы управления впрыском газа с функцией EOBD:

1 – газовый редуктор; 2 – фильтры газовой фазы; 3 – газовые форсунки; 4 – диагностический разъем газового ЭБУ; 5 – монитор диагностического компьютера; 6 – газовый блок OBD; 7 – бензиновый ЭБУ; 8 – диагностический разъем OBD автомобиля; 9 – тестер OBD



Рис. 2. Тестер OBD AE 214

режим двигателя и выбирает оптимальную на данный текущий момент величину t_{ibb} .

Корректировка параметра базового времени впрыска бензина t_{ibb} выполняется для оперативного учета ряда факторов. В ПЗУ ЭБУ содержится таблица адаптивной корректировки подачи топлива с корректирующими коэффициентами адаптации топливного банка $k_{кор}$. Такими факторами являются, например, загрязнения бензиновых форсунок, зазора в клапанах, ухудшение качества бензина и другие.

Сначала происходит кратковременная (**быстрая**) корректировка подачи топлива путем изменения времени открытия форсунок t_{ib} – **Fast fuel trim** (FFT). Если идентичное отклонение будет зарегистрировано несколько раз при тех же оборотах и нагрузке двигателя, вводится постоянный поправочный коэффициент – долговременная (**медленная**) корректировка

подачи топлива **Slow fuel trim** (SFT). Затем этот коэффициент заносится в ПЗУ. Это связано с условиями стандартов «Евро-3», «Евро-4», «Евро-5», требующих сохранения информации о нарушениях экологических характеристик на длительном пробеге. Эти стандарты предписывают, что в любом автомобиле есть унифицированный диагностический разъем (EOBD) 8, с которого считываются тестером 9 корректировки параметра базового времени впрыска бензина Fast fuel trim и Slow fuel trim (рис. 1).

Когда в настройке газовой системы питания имеется отклонение, бензиновый блок 7 воспринимает это, как отклонение в бензиновой системе, и корректирует FFT и SFT. Таким образом, при настройке системы с обычными газовыми блоками управления (без функции OBD) необходимо было получить сигнал и информацию FFT и SFT с помощью тестера OBD AE 214 (рис. 2). Затем требовалось оперативно проанализировать FFT и SFT (рис. 3) на нескольких режимах, скорректировать топливную карту и вновь проконтролировать топливный банк. Часто эта процедура выполняется в условиях дорожного теста при различных нагрузках, а также на большой скорости автомобиля.

Газовый блок управления с функцией взаимодействия с OBD (рис. 4) кардинально решает задачу настройки систем 4-го поколения по двум направлениям:

- во-первых, благодаря непосредственной возможности коммуникации цифровой сигнал FFT и SFT сканируется и поступает с 16-пинового разъема OBD 8 автомобиля в газовый блок OBD 6 и на монитор диагности-

ческого компьютера 5 (рис. 1, 5). Таким образом, при выполнении этой диагностической процедуры не требуется тестер OBD, а информация находится в одном окне монитора;

- во-вторых, поступающий сигнал обрабатывается газовым ЭБУ 6, и этот блок OBD автоматически оптимизирует состав газозоудной смеси и, соответственно, корректировку топливной карты газовой системы (рис. 5).

Показатели FFT и SFT в системе управления двигателя и автомобиля передаются одновременно со многими другими данными по шине линии CAN или K-LIN в виде цифрового сигнала на 16-штырьковый диагностический разъем OBD 8 (рис. 1).

Шина данных Controller Area Network (CAN) – это разновидность специальных шин для использования в



Рис. 4. Газовый блок STELLA OBD фирмы «ELPIGAZ» для пяти-, шести- и 8-цилиндровых двигателей

бортовых системах управления автомобилем со скоростью передачи данных 250-500 кБит/с (стандарт CAN норма ISO 11898). Другой разновидностью является низкоскоростная шина K-LIN – 20 кБит/с (ISO 9141).

Таблица

Типы коммуникации

Тип коммуникации по тестеру AE 214	Тип шин	Подробности подключения
TYP 1	K-LINE	ISO 9141-2
TYP 2	K-LINE	KWP-2000 FAST INIT
TYP 3	K-LINE	KWP-2000 SLOW INIT
TYP 6	CAN	CAN STANDARD 250 кБит/сps
TYP 7	CAN	CAN EXTENDED 250 кБит/сps
TYP 8	CAN	CAN STANDARD 500 кБит/сps
TYP 9	CAN	CAN EXTENDED 500 кБит/сps

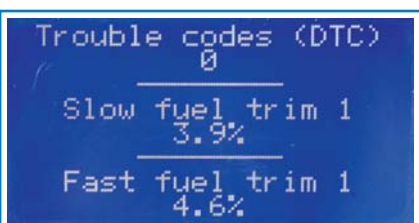


Рис. 3. Дисплей тестера OBD AE 214, раздел «Параметры»: «Trouble codes» (коды ошибок); «Slow fuel trim»; «Fast fuel trim»

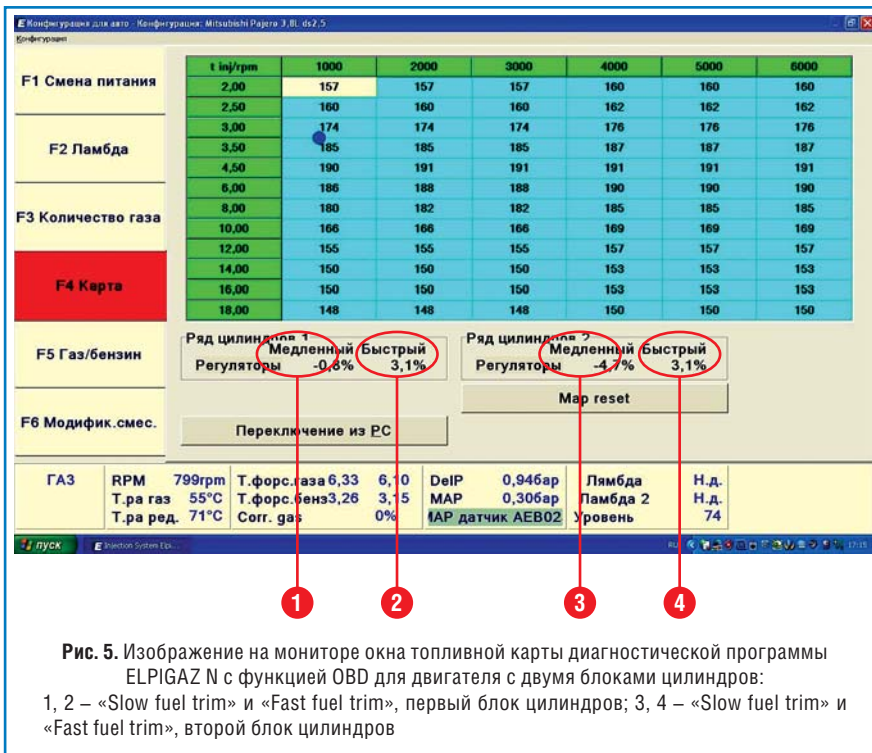


Рис. 5. Изображение на мониторе окна топливной карты диагностической программы ELPIGAZ N с функцией OBD для двигателя с двумя блоками цилиндров: 1, 2 – «Slow fuel trim» и «Fast fuel trim», первый блок цилиндров; 3, 4 – «Slow fuel trim» и «Fast fuel trim», второй блок цилиндров

качественных механических элементов – редукторов и газовых форсунок. Любая электроника может корректировать дефекты настройки и отклонения в работе редукторов и форсунок в определенном диапазоне. В связи с этим установка газовых систем OBD может выполняться с учетом применения редукторов, обеспечивающих хороший подогрев (Vega-i, Vega-i Sport, рис. 8) и газовых форсунок, имеющих одинаковый расход газа на всех цилиндрах двигателя (Stella Verde).

Накопленный сегодня опыт показывает, что применение газовых систем с блоками OBD особенно эффективно при переводе на СУГ и КПГ современных автомобилей, оснащенных EOBD или OBD-II, с двигателями, удовлетворяющими требованиям «Евро-4» и «Евро-5», и в особенности V-образными или рядными с пятью и шестью цилиндрами. Блоки OBD позволяют автоматически включаться автокалибровке, предотвращать вклю-

В различных моделях автомобилей могут применяться несколько видов шин передачи данных, которые распознаются тестером OBD, как типы коммуникации. Выше в таблице представлены типы коммуникации, которые определяются и индексируются на дисплее тестера OBD (AE 214 фирмы «АЕВ») (рис. 2).

Для подключения двигателей с различным числом цилиндров фирма «ELPIGAZ» предлагает блоки управления газовых систем STELLA EOBD AE2001NC (3, 4 цил.) и AE2568D (5, 6, 8 цил.) и специальную диагностическую программу, совместимую с предыдущими версиями ELPIGAZ N:

- для коммуникации цифрового сигнала необходимо вставить контак-

ты (пины) в указанные на рисунках свободные ячейки разъемов газового блока управления;

- для подключения к 3-4-цилиндровым блокам управления AE2001NC линий типа CAN и K-LINE необходимо вставить контакты (пины) и подключить указанные на рис. 6, 7 провода к разъемам газового блока и диагностического разъема OBD автомобиля. Провода имеются в комплекте газовой системы, предназначенной для автомобилей с OBD. Аналогичная технология подключения и блоков AE2568D (5, 6, 8 цилиндров).

Эффективность работы систем питания с газовым блоком управления, имеющим функцию взаимодействия с OBD, связана с применением высоко-



Рис. 8. Газовый редуктор Vega-i Sport для инжекторных систем питания СУГ

качественные лампы MIL даже при активном стиле вождения, при этом гарантируется возможность работы двигателя с экологическими стандартами бензинового аналога.



Рис. 6. Коммуникация CAN



Рис. 7. Коммуникация K-LINE

Литература

1. **Jerzy Merksiz, Stanisław Mazurek.** Pokładowe systemy diagnostyczne pojazdów samochodowych. Copyright by Wydawnictwa Komunikacji i Łączności sp.z.o.o., Warszawa, 2007. S. 603.

2. **Bogusław Skarpetowski.** Lepsze wrogiem dobrego. Jazda za grosze № 2, 2009. Poland, Gdansk.

Работа дизелей на смесях дизельного топлива и рапсового масла

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

А.В. Стремяков,
аспирант МГТУ им. Н.Э. Баумана,

С.Н. Девянин,
зав. кафедрой Московского государственного агроинженерного университета (МГАУ) им. В.П. Горячкина, д.т.н.

В статье представлены результаты экспериментальных исследований работы дизеля Д-245.12С на смесях дизельного топлива и рапсового масла различного состава. Проведен анализ физико-химических свойств этих смесей. Подтверждена возможность значительного улучшения показателей токсичности отработавших газов дизеля при использовании указанных смесевых биотоплив.

В последнее время большой интерес вызывает использование в дизельных двигателях биотоплив, производимых из растительных масел [1-3]. Этот интерес объясняется возобновляемостью сырьевых ресурсов для производства этих топлив, хорошими экологическими качествами растительных масел и возможностью заметного снижения парникового эффекта при работе дизелей на этих биотопливах. Использование биотоплив позволяет обеспечить замещение нефтяных дизельных топлив (ДТ) альтернативным возобновляемым источником энергии, а также сохранение рабочих мест в сельскохозяйственных регионах.

Важным фактором использования в качестве топлив для дизелей растительных масел являются их хорошие экологические качества. Растительные масла отличаются высокой биоразлагаемостью: попадая в почву и природные водные бассейны они практически полностью разлагаются в течение нескольких недель. Растительные масла имеют хорошие экологические качества, обусловленные малым содержанием в них серы и полициклических ароматических углеводородов. Наличие в молекулах растительных масел достаточно большого количества атомов кислорода (8-12% по массе), участвующих

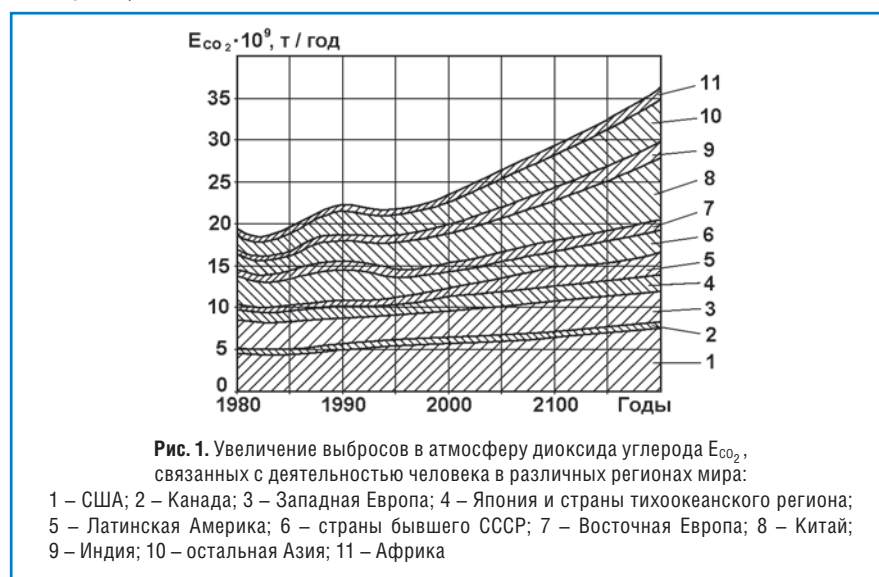
в процессе окисления углеводородов топлива, позволяет снизить выбросы в атмосферу продуктов неполного сгорания топлива.

Применение биотоплив не нарушает баланс между кислородом и углекислым газом в атмосфере, поскольку при сгорании топлив растительного происхождения выделяется столько же углекислого газа, сколько растение поглотило из атмосферы за период своего существования. Важность этой проблемы подтверждается данными рис. 1, свидетельствующими о том, что в настоящее время в атмосферу ежегодно выбрасывается более 25 млрд. т углекислого газа, а к 2020 г.

ежегодные выбросы CO_2 в атмосферу достигнут 35 млрд. т [1].

Для производства биотоплив используются различные растительные масла: рапсовое, соевое, подсолнечное, пальмовое, кукурузное, арахисовое, льняное и др. [1]. Но наибольшее практическое применение при производстве биотоплив нашло рапсовое масло (РМ). На рис. 2 показано распределение сырьевых ресурсов (растительных масел) для производства биодизельного топлива в Европе.

При использовании РМ в качестве моторного топлива возможны два пути – централизованное и децентрализованное производство моторных топлив. Централизованное производство предусматривает получение из РМ метилового эфира рапсового масла (МЭРМ) и снабжение им автотранспорта с помощью сети автозаправочных станций. В ряде стран Евросоюза в настоящее время на заправочных станциях отпускается биодизельное топливо, представляющее собой смесь 95% ДТ и 5% МЭРМ. На состоявшейся в ноябре 2005 г. в Магдебурге (Германия) международной конференции представитель концерна «Daimler Chrysler» сообщил, что все автомобили, выпускаемые концерном, подготовлены к работе на моторных топливах, содержащих 10% биотоплива [4]. Проведен ряд исследо-



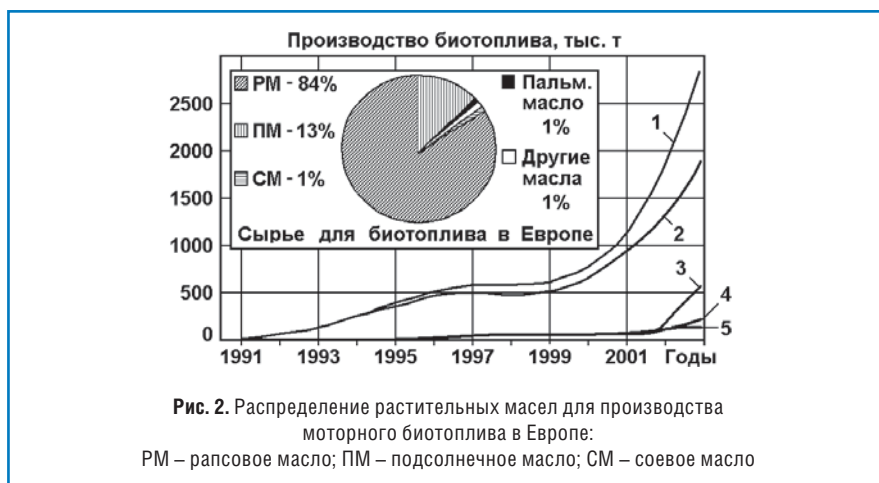


Рис. 2. Распределение растительных масел для производства моторного биотоплива в Европе:
РМ – рапсовое масло; ПМ – подсолнечное масло; СМ – соевое масло

ваний по адаптации дизелей к работе на этих биотопливах [5-8].

Следует отметить, что МЭРМ является химически активной жидкостью, поэтому при его использовании в качестве самостоятельного топлива или как добавки к дизельному топливу топливные баки, топливопроводы и другие элементы конструкции, контактирующие с эфиром, должны иметь стойкое покрытие [1]. Другими недостатками МЭРМ являются недостаточно высокая экологичность производства этого вида топлива (при производстве МЭРМ используется токсичный метиловый спирт) и несколько большая цена по сравнению с исходным растительным маслом.

При децентрализованном производстве, как правило, используется простое фильтрованное РМ (в чистом виде или в смеси с ДТ). Преимущества децентрализованного производства РМ – это небольшие энергозатраты при его производстве, низкие инвестиционные затраты, сокращение транспортных расходов. При этом обычно РМ применяется в качестве топлива непосредственно на месте его производства – в фермерских хозяйствах, агропромышленных предприятиях и др.

При комплексном использовании рапса, то есть при получении РМ и одновременном использовании в сельском хозяйстве растительной массы

и жмыха, остающегося после отжима масла и являющегося ценным белковым продуктом для животноводства, затраты на производство РМ и ДТ оказываются примерно равными при урожайности рапса 7-9 ц семян рапса с гектара [1]. В условиях европейской части России урожайность семян ярового рапса обычно составляет 20-30 ц/га, а его потенциальная урожайность равна 30-40 ц/га, а в некоторых случаях и выше. Поэтому стоимость моторных биотоплив на основе РМ соизмерима или несколько ниже стоимости дизельного топлива. По данным на 2007 г. себестоимость 1 л РМ была равна 10-12 руб., цена 1 л МЭРМ составляла около 20 руб., а цена 1 л ДТ превысила 20 руб. [9]. В ближайшей перспективе при широкомасштабном производстве РМ его цена будет значительно ниже стоимости ДТ.

Указанные факторы и предопределяют интерес, проявляемый к использованию чистого рапсового масла в качестве топлива для дизелей [9-12].

Однако использование растительных масел в чистом виде в качестве моторного топлива для дизелей сдерживается повышенным нагарообразованием – отложением кокса на распылителях форсунок и других деталях, образующих камеру сгорания.

Таблица 1

Физико-химические свойства различных топлив

Физико-химические свойства	Топлива				
	ДТ	РМ	80% ДТ + 20% РМ	60% ДТ + 40% РМ	40% ДТ + 60% РМ
Плотность при 20°C, кг/м ³	830	916	848	865	882
Вязкость кинематическая при 20°C, мм ² /с	3,8	75	9	19	30
Коэффициент поверхностного натяжения σ при 20°C, мН/м	27,1	33,2	—	—	—
Теплота сгорания низшая, кДж/кг	42500	37300	41500	40400	39400
Цетановое число	45	36	—	—	—
Температура самовоспламенения, °C	250	318	—	—	—
Температура помутнения, °C	-25	-9	—	—	—
Температура застывания, °C	-35	-20	—	—	—
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг вещества, кг	14,3	12,6	13,9	13,5	13,1
Содержание, % по массе:					
С	87,0	78,0	—	—	—
Н	12,6	10,0	—	—	—
О	0,4	12,0	—	—	—
Общее содержание серы, % по массе	0,20	0,002	—	—	—
Коксуемость 10%-ного остатка, % по массе	0,2	0,4	—	—	—

Примечание. « — » – свойства не определялись; для смеси ДТ и РМ указано объемное процентное содержание компонентов.

Некоторые параметры дизеля Д-245.12С (4 ЧН 11/12,5)

Параметры	Значение
Тип двигателя	Четырехтактный, рядный, дизельный
Число цилиндров	4
Диаметр цилиндра D , мм	110
Ход поршня S , мм	125
Рабочий объем цилиндра V_h , л	1,08
Общий рабочий объем iV_h , л	4,32
Степень сжатия ϵ	16,0
Система турбонаддува	Турбокомпрессор ТКР-6 Борисовского завода автоагрегатов
Тип камеры сгорания, способ смесеобразования	Камера сгорания типа ЦНИДИ, объемно-пленочное смесеобразование
Номинальная частота вращения n , мин ⁻¹	2400
Номинальная мощность N_e , кВт	80
Литровая мощность $N_{e,l}$, кВт/л	18,5
Механизм газораспределения	Клапанного типа с верхним расположением клапанов
Система охлаждения	Водяная, принудительная
Система смазки	Принудительная, с разбрызгиванием
Фильтр масляный	Сетчатый
Насос масляный	Шестеренчатый
Система питания	Разделенного типа
Топливный насос высокого давления (ТНВД)	Рядный типа РР4М10У1f фирмы «Motorpal» с всережимным центробежным регулятором
Диаметр плунжеров ТНВД $d_{пл}$, мм	10
Ход плунжеров ТНВД $h_{пл}$, мм	10
Длина нагнетательных топливопроводов L_T , мм	540
Форсунки	Типа ФДМ-22 производства ОАО «Куроаппаратура» (г. Вильнюс)
Распылители форсунок	Фирмы «Motorpal» типа DOP 119S534 с пятью сопловыми отверстиями диаметром $d_p=0,34$ мм и проходным сечением $\mu_p f_p=0,250$ мм ²
Давление начала впрыскивания форсунок $p_{фот}$, МПа	21,5

Увеличению нагарообразования способствует наличие в растительных маслах смолистых веществ, то есть их повышенная коксуемость. Если дизельные топлива по ГОСТ 305–82 имеют коксуемость 10%-ного остатка, не превышающую 0,3%, то коксуемость большинства растительных масел обычно составляет 0,4–0,5% (табл. 1). Для снижения коксуемости растительных масел необходимы их очистка от смолистых веществ, а также использование смесей ДТ и РМ.

Еще одной проблемой, возникающей при работе дизеля на РМ, является его повышенная вязкость. По вязкостно-температурным характеристикам, представленным на рис. 3, видно, что при нормальной температуре $t=20^\circ\text{C}$ вязкость РМ на порядок выше, чем у стандартного ДТ ($\nu_T=75$ мм²/с у РМ и $\nu_T=3,8$ мм²/с у ДТ, см. табл. 1). Но при повышении температуры вязкость РМ быстро снижается: при $t=40^\circ\text{C}$, характерной для топливоподающих систем дизелей, вязкость РМ уменьшается вдвое – до $\nu_T=36$ мм²/с, а при $t=70^\circ\text{C}$ – до $\nu_T=17,5$ мм²/с.

Существенно меньшей вязкостью обладают смеси РМ и ДТ. Вязкость смеси, содержащей 80% ДТ (по объему) и 20% РМ, при $t=20^\circ\text{C}$ составляет $\nu_T=9$ мм²/с, а при температуре $t=40^\circ\text{C}$ снижается до $\nu_T=5$ мм²/с, что соизмеримо с вязкостью чистого ДТ (в соответствии с ГОСТ 305–82 вязкость летнего ДТ составляет $\nu_T=3$ –6 мм²/с).

Поскольку РМ по своим физико-химическим свойствам отличается от стандартных ДТ, целесообразно применять смесевое биотопливо, представляющее собой смесь ДТ и РМ. Эти компоненты хорошо смешиваются, а смеси имеют приемлемые физико-химические свойства, позволяющие сжигать их в дизеле без внесения изменений в его конструкцию (см. табл. 1).

В МГТУ им. Н.Э. Баумана проведены исследования возможности работы дизеля Д-245.12С (4 ЧН 11/12,5) на смесях РМ и ДТ. Указанный дизель выпускается Минским моторным заводом (ММЗ) для малотоннажных грузовых автомобилей ЗиЛ-5301 «Бычок», а его модификации – для автобусов Павловского автомобильного завода (ПАЗ) и тракторов «Беларусь» Минского тракторного завода (МТЗ).

Некоторые параметры исследуемого дизеля приведены в табл. 2.

Дизель исследовался на моторном стенде АМО «ЗиЛ» на режимах внешней скоростной характеристики и 13-ступенчатого испытательного цикла Правил 49 ЕЭК ООН с установочным углом опережения впрыскивания $\theta=13^\circ$ поворота коленчатого вала (КВ) до ВМТ и неизменным положением упора дозирующей рейки (упора максимальной подачи топлива). Моторный стенд был оборудован комплектом необходимой измерительной аппаратуры. Дымность

ОГ измерялась с помощью ручного дымомера МК-3 фирмы «Hartridge» (Великобритания) с погрешностью измерения $\pm 1\%$. Концентрации NO_x , CO , CH_x в ОГ определялись газоанализатором SAE-7532 японской фирмы «Yanaco» с погрешностями измерения указанных компонентов $\pm 1\%$.

На первом этапе испытаний дизель исследовался при работе на ДТ и смесевом биотопливе, содержащем 80% ДТ и 20% РМ. Испытания дизеля Д-245.12С на режимах внешней скоростной характеристики показали заметное увеличение часового расхода

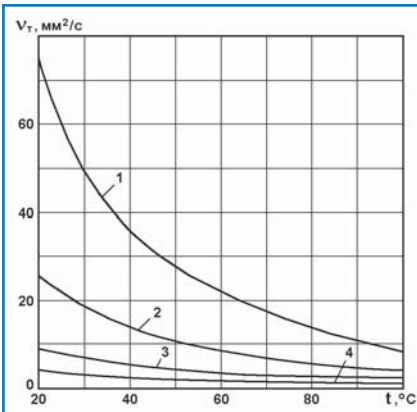


Рис. 3. Вязкостно-температурные характеристики РМ (1), смесей ДТ и РМ в соотношении 50 на 50% (2) и 80 на 20% (3), дизельного топлива зимнего (4)

топлива G_T при использовании смеси ДТ и РМ. При работе на таком смесевом биотопливе в исследуемом диапазоне частот вращения КВ двигателя расход топлива G_T увеличился в среднем на 1,5-2,0 кг/ч по сравнению с работой на ДТ (рис. 4). В результате испытаний эффективный крутящий момент двигателя M_e возрос на 40-50 Н·м на режимах с низкой частотой вращения КВ двигателя ($n=1000-1300$ мин⁻¹) и на 10-20 Н·м – на режимах с высокой частотой вращения КВ двигателя

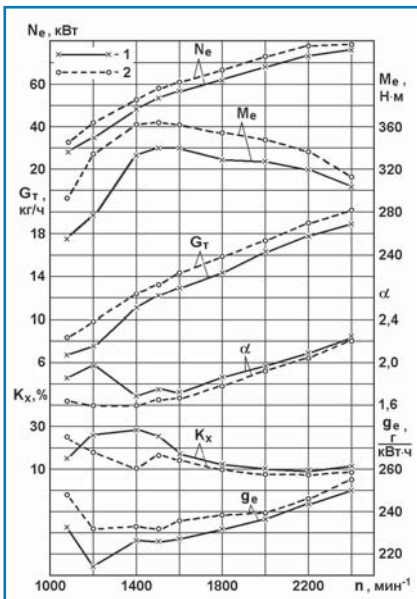


Рис. 4. Зависимость эффективной мощности N_e , крутящего момента M_e , расхода топлива G_T , коэффициента избытка воздуха α , дымности ОГ K_x и удельного эффективного расхода топлива g_e от частоты вращения n КВ дизеля Д-245.12С на режимах внешней скоростной характеристики при использовании дизельного топлива (1) и смесевое биотоплива (2)

($n=2000-2400$ мин⁻¹). Соответственно увеличивалась и эффективная мощность двигателя N_e .

Несмотря на значительное увеличение часового расхода топлива G_T при работе на смесевом биотопливе коэффициент избытка воздуха α снижался незначительно, особенно на режимах со средними и высокими частотами вращения КВ двигателя. Это объясняется меньшим количеством воздуха, необходимым для сгорания 1 кг биотоплива (см. табл. 1). При переходе на биотопливо на режиме максимального крутящего момента при $n=1500$ мин⁻¹ удельный эффективный расход топлива g_e увеличился с 225,8 до 231,8 г/(кВт·ч), а на режиме максимальной мощности при $n=2400$ мин⁻¹ – с 249,0 до 255,1 г/(кВт·ч) по сравнению с работой на ДТ. Такое увеличение удельного эффективного расхода биотоплива объясняется его меньшей теплотворной способностью H_u (соответственно 42,5 и 41,5 МДж/кг у ДТ и его смеси с РМ, см. табл. 1). Однако при использовании этих двух видов топлива эффективный КПД дизеля оказался практически одинаков: $\eta_e=37,5\%$ – на режиме максимального крутящего момента при $n=1500$ мин⁻¹ и $\eta_e=34,0\%$ – на режиме максимальной мощности при $n=2400$ мин⁻¹. При переводе дизеля с ДТ на смесь 80% ДТ и 20% РМ на режиме максимального крутящего момента при $n=1500$ мин⁻¹ дымность ОГ K_x сократилась с 25 до 16% по шкале Хартриджа, а на режиме максимальной мощности при $n=2400$ мин⁻¹ – с 11 до 8% (рис. 4).

Результаты экспериментальных исследований Д-245.12С на режимах 13-ступенчатого испытательного цикла представлены на рис. 5-8. При переводе дизеля с ДТ на смесь 80% ДТ и 20% РМ наиболее значительное увеличение часового расхода топлива G_T отмечено на режимах с полной нагрузкой (рис. 5). На режиме максимальной мощности при $n=2400$ мин⁻¹ расход топлива G_T увеличился с 18,81 до 19,94 кг/ч, а на режиме максимального крутящего момента при $n=1500$ мин⁻¹ – с 12,10 до 13,24 кг/ч. На режимах с неполной нагрузкой рост G_T при переходе на биотопливо оказался менее значительным, а на режиме холостого хода при $n=850$ мин⁻¹ расходы G_T оказались

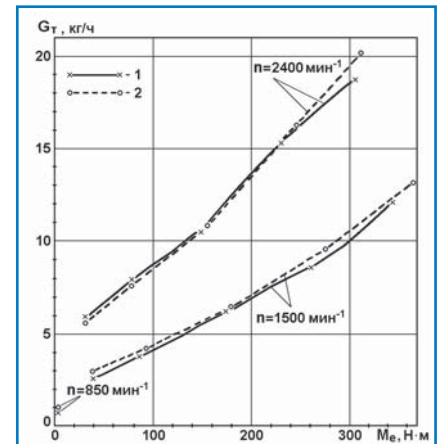


Рис. 5. Зависимость часового расхода топлива G_T от частоты вращения КВ двигателя n и эффективного крутящего момента M_e дизеля Д-245.12С при использовании дизельного топлива (1) и смесевое биотоплива (2)

равны 0,72 и 0,89 кг/ч соответственно при работе на ДТ и смесевом топливе.

Тип топлива оказывает влияние и на концентрацию в ОГ оксидов азота C_{NOx} (рис. 6). На режиме холостого хода при $n=850$ мин⁻¹ переход с ДТ на смесь 80% ДТ и 20% РМ привел к снижению C_{NOx} с 0,0200 до 0,0180%. На режимах со средними нагрузками отмечен заметный рост C_{NOx} . Так, на режиме с $n=1500$ мин⁻¹ и $M_e=260-275$ Н·м концентрация C_{NOx} возросла с 0,0850 до 0,0955%. На режимах с малыми нагрузками ($M_e=30-150$ Н·м) и с полной нагрузкой переход с ДТ на смесевое биотопливо не сопровождался значительным изменением величин C_{NOx} .

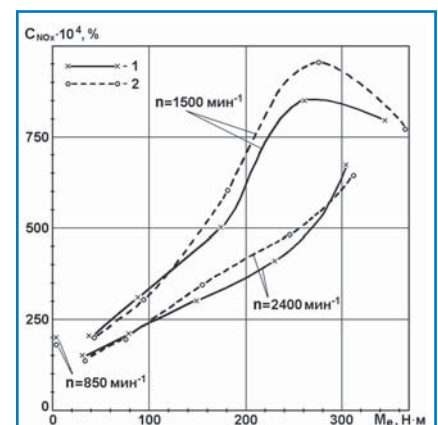
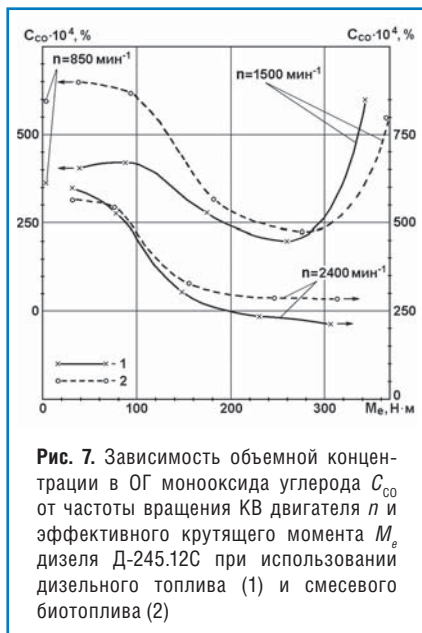
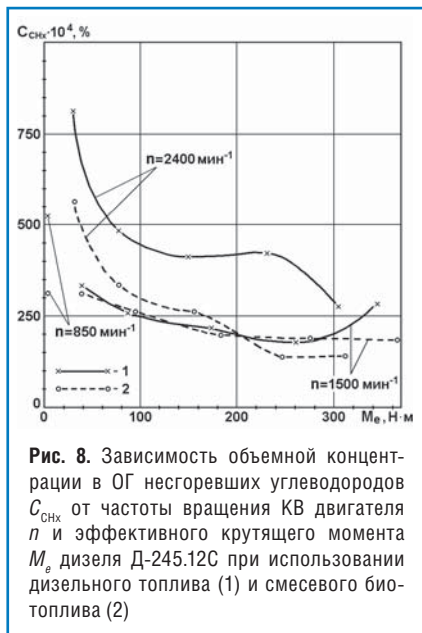


Рис. 6. Зависимость объемной концентрации в ОГ оксидов азота C_{NOx} от частоты вращения КВ двигателя n и эффективного крутящего момента M_e дизеля Д-245.12С при использовании дизельного топлива (1) и смесевое биотоплива (2)



От типа применяемого топлива зависит и содержание в ОГ монооксида углерода C_{CO} (рис. 7). При переводе дизеля с ДТ на смесь 80% ДТ и 20% РМ наибольшее увеличение концентрации C_{CO} отмечено на режиме холостого хода при $n=850 \text{ мин}^{-1}$ и на режиме с минимальной нагрузкой ($M_e=38-39 \text{ Н}\cdot\text{м}$) при $n=1500 \text{ мин}^{-1}$. На этих режимах величина C_{CO} возросла примерно в 1,6 раза. На первом из указанных режимов перевод дизеля с ДТ на смесь 80% ДТ и 20% РМ сопровождался увеличением C_{CO} с 0,0365 до 0,0600%. На режимах же с высокими нагрузками ($M_e > 280 \text{ Н}\cdot\text{м}$) при $n=1500 \text{ мин}^{-1}$ и с низкими нагрузками ($M_e < 70 \text{ Н}\cdot\text{м}$) при $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ бо-



лее высокие концентрации C_{CO} имели место при работе на ДТ.

Тип топлива оказывает наибольшее влияние на концентрацию в ОГ несгоревших углеводородов C_{CHx} (рис. 8). Особенно заметно это влияние на режиме холостого хода при $n=850 \text{ мин}^{-1}$ и на всех нагрузочных режимах при $n=2400 \text{ мин}^{-1}$. На указанных режимах перевод дизеля с ДТ на смесь 80% ДТ и 20% РМ сопровождался снижением C_{CHx} в 1,5-2,0 раза (на первом из указанных режимов C_{CHx} снизилась с 0,0520 до 0,0310%).

По приведенным на рис. 6-8 характеристикам содержания в ОГ нормируемых токсичных компонентов (оксидов азота NO_x , монооксида углерода CO , несгоревших углеводородов CH_x) с использованием общепринятых методик рассчитаны их интегральные удельные массовые выбросы на режимах 13-ступенчатого цикла (соответственно e_{NOx} , e_{CO} , e_{CHx}).

Оценка эксплуатационного расхода топлива на режимах 13-ступенчатого цикла проведена по среднему (условному) удельному эффективному расходу топлива, который определялся с использованием зависимости [1]

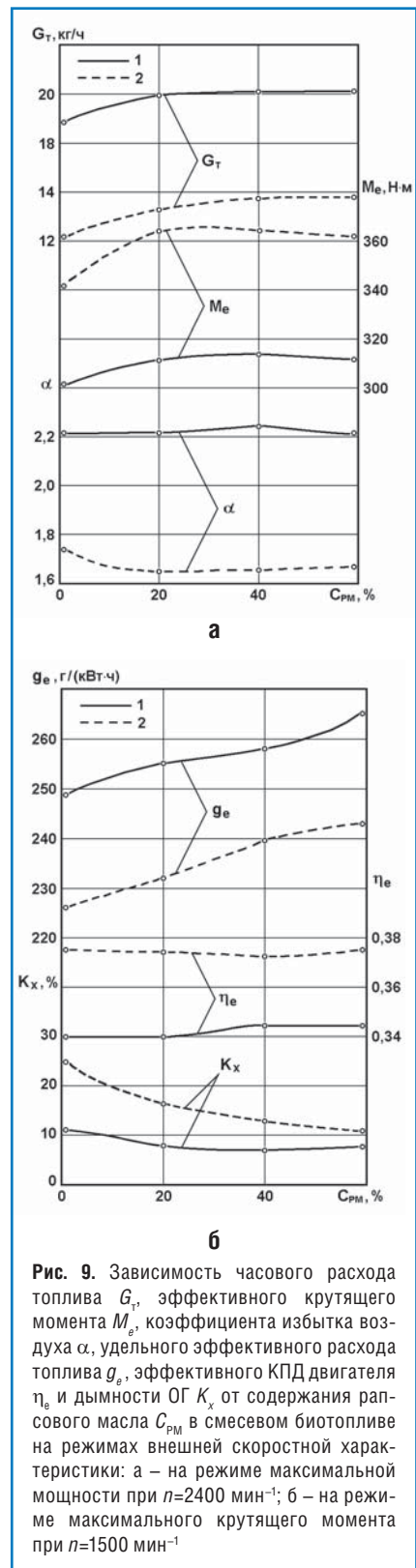
$$g_{eул} = \frac{\sum_{i=1}^{13} G_{Ti} \cdot K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{ei} \cdot K_i}$$

где N_{ei} и G_{Ti} – эффективная мощность двигателя и часовой расход топлива на i -том режиме; K_i – весовой коэффициент, отражающий значимость i -того режима. Поскольку смесевые биотоплива имеют меньшую теплотворную способность, топливную экономичность дизеля при его работе на этих топливах целесообразно оценивать не удельным эффективным расходом топлива g_e , а эффективным КПД дизеля η_e . Причем, для интегральной оценки работы дизеля на режимах 13-ступенчатого цикла использован условный эффективный КПД, определяемый из соотношения

$$\eta_{eул} = \frac{3600}{H_U \cdot g_{eул}}$$

Результаты расчетов по приведенным зависимостям представлены в табл. 3.

Представленные в табл. 3 данные подтверждают возможность за-



метного улучшения экологических показателей дизеля Д-245.12С при его переводе с ДТ на смесь 80% ДТ и 20% РМ. Так, при работе дизеля на смесевом биотопливе на режимах 13-ступенчатого цикла удельный массовый выброс углеводородов e_{CHx}

Показатели дизеля Д-245.12С, работающего на смесевых биотопливах

Показатели дизеля	Объемная концентрация рапсового масла в смесевом биотопливе, %			
	0	20	40	60
Часовой расход топлива на режиме максимальной мощности, G_{T2400} , кг/ч	18,81	19,94	20,3	20,7
Часовой расход топлива на режиме максимального крутящего момента, G_{T1500} , кг/ч	12,10	13,24	13,71	13,73
Крутящий момент на режиме максимальной мощности, M_{e2400} , Н·м	301	311	313	311
Крутящий момент на режиме максимального крутящего момента, M_{e1500} , Н·м	341	364	364	360
Дымность ОГ на режиме максимальной мощности, K_{x2400} , %	11,0	8,0	7,0	8,0
Дымность ОГ на режиме максимального крутящего момента, K_{x1500} , %	25,0	16,5	13,0	11,0
Удельный эффективный расход топлива на режиме максимальной мощности, g_{e2400} , г/(кВт·ч)	249,0	255,1	258,1	265,1
Удельный эффективный расход топлива на режиме максимального крутящего момента, g_{e1500} , г/(кВт·ч)	225,8	231,8	239,8	243,1
Эффективный КПД дизеля на режиме максимальной мощности, η_{e2400}	0,340	0,340	0,345	0,345
Эффективный КПД дизеля на режиме максимального крутящего момента, η_{e1500}	0,375	0,374	0,372	0,376
Условный удельный эффективный расход топлива на режимах 13-ступенчатого цикла g_{eycl} , г/(кВт·ч)	247,20	254,38	259,40	272,23
Условный эффективный КПД на режимах 13-ступенчатого цикла, η_{eycl}	0,343	0,341	0,343	0,336
Интегральный удельный выброс оксидов азота, e_{NOx} , г/(кВт·ч)	7,442	7,159	7,031	6,597
Интегральный удельный выброс монооксида углерода, e_{CO} , г/(кВт·ч)	3,482	3,814	3,880	3,772
Интегральный удельный выброс углеводородов, e_{CHx} , г/(кВт·ч)	1,519	0,965	0,949	1,075

снизился с 1,519 до 0,965 г/(кВт·ч), то есть на 36,5%, выброс оксидов азота e_{NOx} – с 7,442 до 7,159 г/(кВт·ч), то есть на 3,8%, а выброс монооксида углерода e_{CO} , напротив, вырос с 3,482 до 3,814 г/(кВт·ч), то есть на 9,5% по сравнению с работой на стандартном ДТ. Рост эмиссии СО при работе на смесевом биотопливе отчасти связан с некоторым увеличением часового расхода этого топлива (на 6-10%) и с соответствующим увеличением мощности дизеля. В частности, при переводе дизеля с ДТ на смесь 80% ДТ и 20% РМ на режиме максимального крутящего момента при $n=1500$ мин⁻¹ эффективная мощность N_e увеличилась с 53,6 до 57,1 кВт, а на режиме максимальной мощности при $n=2400$ мин⁻¹ – с 75,5 до 78,2 кВт. Коэффициент избытка воздуха α остался при этом практически неизменным (соответственно 1,7 и 2,2 на указанных режимах), что объясняется меньшим количеством воздуха, необходимым для сгорания 1 кг топлива (соответственно 14,3 и 13,9 кг/кг у ДТ и смеси 80% ДТ и 20% РМ, см. табл. 1).

Представленные выше результаты исследований дизеля Д-245.12С полу-

чены при его работе на смесевом биотопливе, содержащем 80% ДТ и 20% РМ. Но определенный интерес представляет вопрос о влиянии состава смесевых биотоплив на характеристики дизеля. Оценка этого влияния позволяет провести оптимизацию состава смесевых биотоплив с целью достижения наиболее благоприятных показателей топливной экономичности и токсичности ОГ дизеля. С этой целью проведены исследования дизеля Д-245.12С при работе на чистом ДТ и смесевом биотопливе, содержащем от 20 до 60% РМ. Физико-химические свойства этих смесей приведены в табл. 1, а результаты испытаний дизеля на этих топливах представлены на рис. 9 и 10 и в табл. 3.

Характеристики дизеля Д-245.12С, работающего на смесевых биотопливах, представлены на рис. 9а и свидетельствуют о том, что увеличение содержания РМ в смесевом биотопливе C_{PM} от 0 до 20% приводит к заметному росту часового расхода топлива G_T и эффективного крутящего момента M_e . При дальнейшем повышении C_{PM} от 20 до 60% значения G_T и M_e изменяются

незначительно. Величины коэффициента избытка воздуха α слабо зависят от концентрации C_{PM} во всем диапазоне ее изменения (0-60 %).

Характеристики удельного эффективного расхода топлива g_e , эффективного КПД дизеля η_e и дымности ОГ K_x приведены на рис. 9б и в табл. 3. На режиме максимальной мощности при $n=2400$ мин⁻¹ увеличение концентрации РМ в смесевом биотопливе C_{PM} с 0 до 60% приводит к росту удельного эффективного расхода топлива g_e с 249,0 до 265,1 г/(кВт·ч) и снижению дымности ОГ K_x с 11,0 до 8,0%. Аналогичное увеличение C_{PM} на режиме максимального крутящего момента при $n=1500$ мин⁻¹ сопровождалось ростом g_e с 225,8 до 243,1 г/(кВт·ч) и уменьшением K_x с 25,0 до 11,0%. Приведенные данные свидетельствуют о том, что использование смесевых биотоплив позволило заметно уменьшить дымность ОГ. Указанное же увеличение удельного расхода смесевых биотоплив g_e объясняется его меньшей теплотворной способностью (табл. 1). При этом с ростом C_{PM} эффективность процесса сгора-

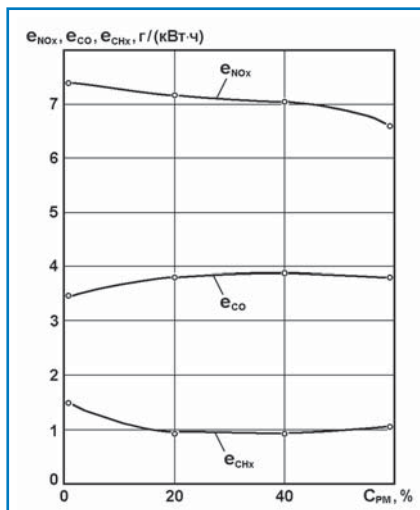


Рис. 10. Зависимость удельных массовых выбросов оксидов азота e_{NOx} , монооксида углерода e_{CO} и несгоревших углеводородов e_{CHx} от содержания рапсового масла C_{PM} в смешанном биотопливе на режимах 13-ступенчатого испытательного цикла

ния практически не изменялась. Так, изменения эффективного КПД дизеля при работе на топливах с различным содержанием РМ не превышали 2% (табл. 3), что сопоставимо с точностью определения удельного эффективного расхода топлива g_e .

Значения удельных массовых выбросов токсичных компонентов e_{NOx} , e_{CO} , e_{CHx} представленные на рис. 10 и в табл. 3, подтвердили возможность заметного улучшения экологических показателей дизеля при использовании смешанных биотоплив. Их применение позволяет снизить выбросы наиболее значимых токсичных компонентов ОГ дизелей – оксидов азота NO_x , а также углеводородов CH_x . Уве-

личение содержания РМ в смешанном биотопливе C_{PM} с 0 до 60% приводит к снижению на режимах 13-ступенчатого цикла удельных интегральных выбросов оксидов азота e_{NOx} с 7,442 до 6,597 г/(кВт·ч), то есть на 11,4%, и выбросов углеводородов e_{CHx} с 1,519 до 1,075 г/(кВт·ч), то есть на 29,2%. При этом минимум выбросов углеводородов ($e_{CHx} = 0,949$ г/(кВт·ч)) отмечен при $C_{PM} = 40\%$.

В то же время увеличение C_{PM} с 0 до 60% приводит к росту на режимах 13-ступенчатого цикла удельных интегральных выбросов монооксида углерода e_{CO} с 3,482 до

3,772 г/(кВт·ч), то есть на 8,3%. При этом максимум выбросов монооксида углерода $e_{CO} = 3,880$ г/(кВт·ч) отмечен при $C_{PM} = 40\%$. Для снижения выброса монооксида углерода при работе дизеля на смешанных биотопливах необходимо дальнейшее совершенствование процессов распыливания топлива и смеси образования.

В целом, проведенный комплекс экспериментальных исследований дизеля Д-245.12С показал возможность оптимизации состава смешанного биотоплива с учетом минимизации расхода топлива и выбросов токсичных компонентов ОГ.

Литература

1. **Девянин С.Н., Марков В.А., Семенов В.Г.** Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. – М.: Издательский центр ФГОУ ВПО «МГАУ им. В.П. Горячкина», 2008. – С. 340.
2. **Марков В.А., Гайворонский А.И., Грехов Л.В. и др.** Работа дизелей на нетрадиционных топливах: Учебное пособие. – М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2008. – С. 464.
3. **Льотко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С.** Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. – М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. – С. 311.
4. Zehn Prozent Biokraftstoff für Alle. – Verein Deutscher Ingenieure. VDI- Nachrichten. – 2005. – Jg. 59, № 47. – P. 8.
5. **Braun F.** Biodiesel: Ein Nutzer Erzählt. – KFZ Anzeiger. – 1996. – Jg. 49, № 2. – P. 12-15.
6. **Roeker G.G.** Rapsöl-Methyl-Ester eignet sich als Ernanzung zu Dieselmotoren. – Maschinenmarkt. – 1995. – Jg. 101, № 1/2. – P. 22-24.
7. **Смайлис В., Сенчила В., Берейшене К.** Моторные испытания РМЭ на высокооборотном дизеле воздушного охлаждения. – Двигателестроение. – 2005, № 4. – С. 45-49.
8. **Марков В.А., Шустер А.Ю., Девянин С.Н.** Работа дизелей на смесях дизельного топлива и метилового эфира рапсового масла. – Транспорт на альтернативном топливе. – 2009, № 4 (10). – С. 33-37.
9. **Гражданкин Б.** Рапс полностью обеспечит сельское хозяйство России дизельным топливом. – Аграрный эксперт. – 2007, № 8. – С. 20-25.
10. Широкомасштабные эксперименты по введению рапсового масла в дизельное топливо. – Автомобильная промышленность США. – 1997, № 3. – С. 5-9.
11. Neue Pflanzenölmotoren von DMS. – MTZ. – 1993. – Jg. 54, № 7/8. – P. 365.
12. **Савельев Г.С., Кочетков М.Н.** Использование рапсового масла в качестве топлива в дизельных двигателях. – Транспорт на альтернативном топливе. – 2009, № 1 (7). – С. 62-66.

ОАО «Газпром» завершит исследования по получению синтетических жидких топлив в IV квартале 2010 г.

На заседании правления ОАО «Газпром», состоявшегося 19.06.2009 г., был рассмотрен ход разработки технологии и создания индустрии производства синтетических жидких топлив.

Было отмечено, что создание технологий и оборудования для производства синтетических жидких топлив (СЖТ) является одним из приоритетных направлений инновационной деятельности ОАО «Газпром»,

обеспечивающих решение его стратегических задач по диверсификации товарной продукции, повышению ее добавочной стоимости.

Правление ОАО «Газпром» поручило профильным подразделениям компании завершить экспериментальные исследования по получению синтетических жидких топлив в IV кв. 2010 г., а в I кв. 2011 г. подготовить предложения о целесообразности внедрения полученных технологических решений в опытно-промышленном масштабе.



О вступлении в члены НГА

Руководство некоммерческого партнерства «Национальная газомоторная ассоциация» (НГА) приглашает предприятия топливно-энергетического комплекса, машиностроительные предприятия, инжиниринговые компании, научные и учебные заведения, занимающиеся вопросами газификации транспорта и развития газозаправочных сетей, вступить в члены НГА с целью повышения эффективности своей работы.



Для этого необходимо направить в НГА по адресу 115304, Москва, ул. Луганская, д. 11 следующие документы:

- Заявление о вступлении в члены НГА
- Подтвержденное ознакомление с уставом НГА
- Почтовые и банковские реквизиты



Контактные телефоны:

(495) 647-03-07,

Забалуева Ольга Николаевна;

(495) 321-50-44

E-mail: transport.io@oeg.gazprom.ru

olgazabalyeva@mail.ru

www.ngvrus.ru



Технологическая система «АМТ-ГАЗ» для заправки СУГ на АГЗС и МАЗК

Д.Н. Гуленин

начальник отдела проектирования ООО «АМТ»

Одной из последних работ специалистов ООО Инженерно-строительной компании «АМТ» является разработка и изготовление новой технологической системы «АМТ-ГАЗ» в модульном исполнении для заправки СУГ на АГЗС или МАЗК, которая полностью соответствует требованиям пожарной безопасности НПБ 111–98* (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид технологической системы «АМТ-ГАЗ»

Технологическая система в модульном исполнении имеет ряд преимуществ перед традиционными системами:

- позволяет значительно уменьшить площадь, занимаемую участком СУГ;
- сокращает расходы на строительство и монтаж оборудования;
- снижает расходы на доставку оборудования.

Основные ее преимущества:

- любая модификация технологической системы «АМТ-ГАЗ» разрешена к применению как участок СУГ МАЗК;

- возможно снижение объема противопожарных резервуаров с 200 м³ в соответствии с требованиями НПБ 111–98* до 100 м³ в соответствии с ТЭД «АМТ-ГАЗ»;

- существует возможность не предусматривать систему водяного орошения технологического оборудования;
- расположение всех топливораздаточных колонок (ТРК) МАЗК в один ряд под одним навесом;
- расстояние от топливораздаточных колонок СУГ до операторной с торговым залом и кафе – 7 м.

Весь цикл производства и испытаний оборудования при изготов-

лении технологической системы проходит полностью в заводских условиях. Все сварные швы подвергаются рентгенологическому контролю. Трубопроводы и сосуды при этом испытываются избыточным давлением 2,5 МПа.

На технологическую систему «АМТ-ГАЗ» специалистами компании разработана и согласована в установленном порядке технико-эксплуатационная документация (ТЭД), в которой существенно снижены расстояния от оборудования участка СУГ до объектов, к ней не относящихся, в соответствии с требованиями НПБ 111–98*.

Согласно разработанной ТЭД, такая технологическая система разрешена к применению, как участок СУГ МАЗК. В состав технологического оборудования станции входят наземный двустенный резервуар, топливораздаточная колонка на один или два раздаточных рукава, трубопроводы технологической обвязки, насосные агрегаты на выдачу и слив СУГ из автоцистерны.

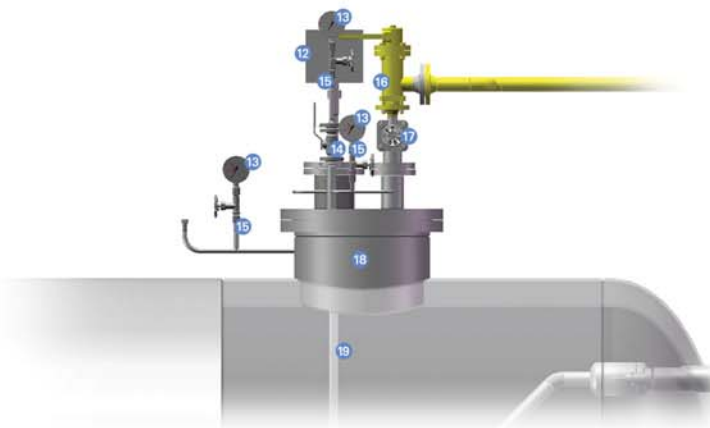
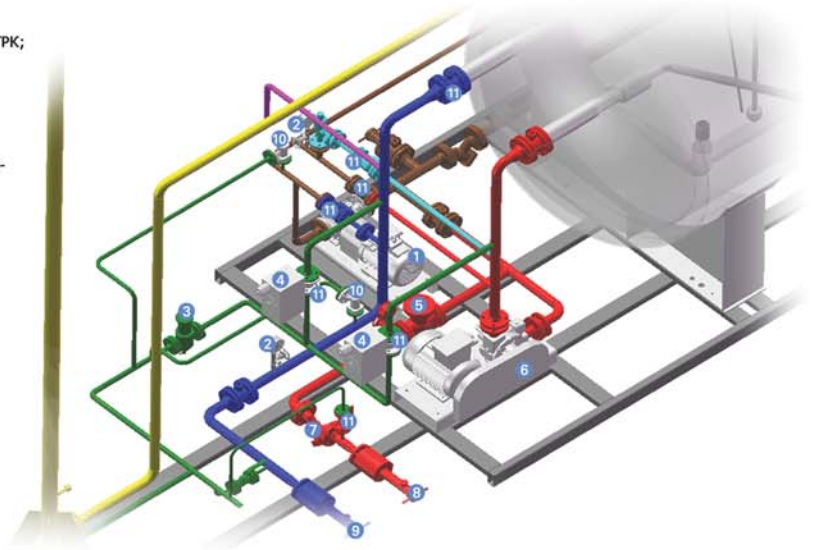
Специалистами компании в настоящее время разработаны различные варианты реализации данной технологической системы, что позволяет в зависимости от условий ее размещения и пожеланий заказчика оптимально подобрать необходимое оборудование по соотношению цена–качество.

Технологическая система «АМТ-ГАЗ» управляется от щита автоматизации, разработанного специалистами компании, который изготавливается на собственном производственном участке. При изготовлении щита используются высококачественные импортные комплектующие и японский промышленный контроллер «OMRON».

Ниже на рис. 2 показана схема технологической системы «АМТ-ГАЗ».

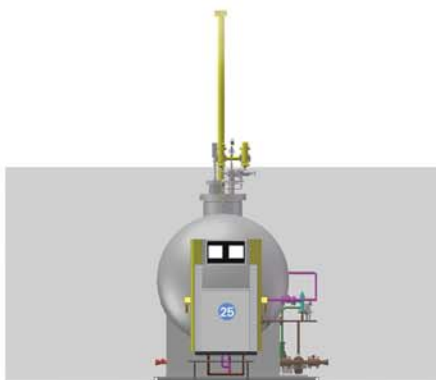
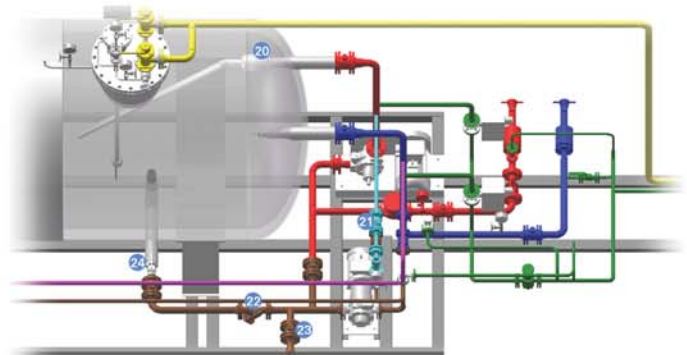
Вместе с технологической системой поставляется АСУ «АМТ»,

- 1 Насосный агрегат «Blackmer» LGL158A, подача на ТПК;
- 2 Манометры показывающие;
- 3 Электромагнитный клапан «Сенсор» DN 25;
- 4 Узлы автоматического отсечения на основе электромагнитных защелок «Zawgaz»;
- 5 Клапан обратный КОП на линии слива с АЦ;
- 6 Насосный агрегат «Blackmer» LGLD2E, слив с АЦ;
- 7 Фильтры «Pilzno» FWPk DN 50;
- 8 КПУ-04, линия слива - Жидкая фаза;
- 9 КПУ-04, линия слива - Паровая фаза;
- 10 Клапаны предохранительные «Pilzno» ZBKk10;
- 11 Краны шаровые «Zawgaz»;



- 12 Система измерения уровня жидкости в резервуаре;
- 13 Манометры показывающие;
- 14 Кран шаровой «Zawgaz» DN 15;
- 15 Клапаны под манометр КЗИМ 10;
- 16 Клапан предохранительный «Pilzno» ZBKp DN 25;
- 17 Переключающее устройство предохранительных клапанов «Pilzno»;
- 18 Крышка люка резервуара;
- 19 Скоростной клапан «Fisher» F 138;

- 20 Скоростной клапан «Rego» 3500 L4;
- 21 Клапан «Blackmer» BY PASS BV1;
- 22 Фильтр на линии выдачи «Pilzno» FWPk DN 50;
- 23 Узел аварийного слива;
- 24 Донный клапан с ручным фиксатором «Rego»;



25 ТПК «Adast».

- Линия выдачи СУГ на ТПК
- Линия возврата паров СУГ в резервуар
- Линия слива СУГ из АЦ
- Линия возврата паровой фазы из АЦ
- Линия сброса паров СУГ из резервуара
- Байпасная линия
- Линия сброса паров СУГ из трубопроводов наружной обвязки ТС

Рис. 2. Схема технологической системы «АМТ-ГАЗ»

позволяющая с единого места оператора управлять технологическими процессами МАЗК. Ее основные технические характеристики:

- максимально возможное количество ТРК – 16 шт.;
- автоматическое отслеживание объемов топлива;
- создание отчетов по рукавам, емкостям, видам платежей;
- работа с фискальными регистраторами фирм «Штрих-М», «АТОЛ-Технологии»;
- работа с уровнемерами «Струна», «Сенсор»;
- ведение складского учета в магазине сопутствующих товаров;
- работа со сканером штрих-кодов и с терминалом «Petrol plus».

Для заправки автомобильных баллонов мы рекомендуем использовать топливораздаточные колонки «ADAST LPG» чешской компании «ADAST Systems», которая начала поставлять свою продукцию на территорию бывшего СССР еще в 70-х гг. прошлого века. За время эксплуатации эти колонки прекрасно зарекомендовали себя в условиях сурового российского климата и невысокого качества российского газа. Последняя разработка чешской компании – серия топливораздаточных колонок «V-Line», которые отличаются совре-

менным дизайном и более высокими потребительскими качествами.

Имея большой опыт проектирования подобных объектов, специалисты нашей компании прекрасно понимают, что значит для владельца АГЗС в финансовом отношении внеплановый останов его станции из-за выхода из строя одного из рабочих элементов технологической системы. Поэтому для обеспечения бесперебойной и безопасной эксплуатации технологической системы «АМТ-ГАЗ» применяются только самые технологичные и проверенные временем комплектующие известных российских и зарубежных производителей, таких как:

- «Blackmer» (США) – компрессоры и насосные агрегаты для слива из газоведа и выдачи СУГ на ТРК;
- «Sterling SiHi» (Германия) – насосные установки для выдачи СУГ;
- «Zawgaz» (Польша) – запорная арматура;
- «Pilzno» (Польша) – регулирующая арматура;
- «Новинтех» (Россия) – системы измерения уровня;
- «СЕНСОР» (Россия) – системы контроля уровня и давления.

Компания «АМТ» предлагает комплексную поставку оборудования, что позволяет ее заказчикам сокра-

тить расходы на самостоятельное приобретение и доставку всех необходимых материалов и комплектующих на объект строительства. Кроме технологической системы «АМТ-ГАЗ», в стандартный комплект поставки входят: газоанализаторы; устройство заземления АЦ; пульты управления; коммутирующие устройства; электро-монтажные изделия; подземные изолированные трубопроводы до ТРК; кабельная продукция.

Состав этого оборудования определяется после ознакомления с генеральным планом размещения технологической системы на местности и поставляется заказчику в необходимых количествах.

Специалисты компании «АМТ» за годы работы накопили уникальный опыт по проектированию, монтажу и строительству опасных производственных объектов: АЗС, АГЗС, МАЗК, ГНС и нефтебаз. Непосредственное взаимодействие проектировщиков с коммерческими, строительными и монтажными подразделениями позволяет существенно сократить сроки выполнения всех работ и ввода объекта в эксплуатацию.

**115230, Россия, Москва,
ул. Нагатинская, 4а
Тел./факс: + 7 495 741-54-12**

42 новосибирских автобуса марки «МАЗ» будут ездить на КПГ

Стоимость переоборудования одного такого автомобиля составляет 350 тыс. руб. Подобный опыт в Новосибирске есть – несколько лет назад 100 автобусов «ПАЗ» были переоборудованы на газ. Тогда стоимость модернизации одного автобуса составила 42 тыс. руб., но в настоящее время все эти автомобили отработали свой ресурс.

Начальник управления пассажирских перевозок мэрии Новосибирска Валерий Новоселов так обосновыва-

ет необходимость переоборудования автобусов под газовое топливо: «Выхлопы от газового топлива в гораздо меньшей степени отравляют воздух, нежели выхлопы от бензина и солянки. Любой двигатель, работающий на газе, служит дольше и реже нуждается в ремонте. Газ дешевле бензина и солянки на 50%».

Сейчас переговоры о переоборудовании новосибирских автобусов ведутся с предприятием ООО «Газпром трансгаз Томск». Стоимость мон-

тажа-демонтажа двигателя одного автобуса составляет 350 тыс. руб. На первом этапе планируется переоборудовать 42 автобуса марки «МАЗ».

Первый заместитель мэра Андрей Ксензов отметил, что договор с ООО «Газпром трансгаз Томск» целесообразен в том случае, если эта фирма выразит готовность инвестировать средства в строительство газовых заправок в Новосибирске. На данный момент их всего две, и обе – в левобережной части города. Есть ООО «Газпром трансгаз Томск» и альтернатива – новосибирское предприятие «АВТОгаз», у которого есть опыт переоборудования «КамАЗов».

Абсолютная система учета СУГ на АГЗС и МАЗК

Участники рынка сжиженного углеводородного газа (СУГ) традиционно пользуются двумя различными системами учета – в оптовых операциях применяется массовый метод учета (тонны), а розничный рынок оперирует объемными величинами (литры). Часто экономическая эффективность современной АГЗС напрямую зависит от наличия двух систем учета отпуска СУГ – объемной и массовой. Параллельный учет отпуска СУГ в килограммах помогает владельцам АГЗС избежать многочисленных проблем, связанных с переливом газомоторного топлива в процессе заправки автотранспорта и организацией учета поступившего и фактически реализованного СУГ.

На сегодняшний день производители оборудования для АГЗС предлагают для оснащения газозаправочных колонок расходомеры разных типов – поршневые, турбинные, с овальными шестернями. Их работа характеризуется быстрым износом движущихся механизмов, напрямую влияющим на точность измерений. Так, например, газозаправочные колонки, оборудованные поршневыми системами, необходимо постоянно тарировать, проводя регулярные проверки. Кроме того, для некоторых расходомеров ремонт движущихся механизмов возможен только в заводских условиях, что может стать неприятным сюрпризом для владельцев АГЗС.

В настоящее время немецкая компания «Flüssiggas Anlagen GmbH» («FAS») разработала новую серию газозаправочных колонок, обеспечивающих полный контроль над операциями по отпуску топлива. Наряду с традиционным отпуском СУГ в литрах параллельно ведется учет в массовых единицах (килограммах). Таким образом, операторы газозаправочных станций в режиме реального времени могут получить полную картину движения и отпуска СУГ, причем с учетом плотности и температуры.

Колонки фирмы «FAS» оборудованы массовым (килограммовым) счетчиком-расходомером, позволяющим измерить:

- массу прошедшего через колонку топлива (в килограммах);
- температуру и плотность СУГ;
- скорость потока СУГ;
- количество литров.

Массовый счетчик также имеет узел суммирования измерений.

В отличие от традиционных поршневых и турбинных расходомеров, счетчики «FAS» не имеют движущихся частей. Тарирование такого оборудования происходит на заводе, так как показания в процессе длительной эксплуатации не «уходят». Безусловное преимущество массового расходомера компании «FAS» – это высокая точность данных, так как получаемые величины являются измеренными, а не рассчитанными по косвенным данным.

Газозаправочные колонки фирмы «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 фирмы «FAS» в России помог заслужить признание многих крупных нефтегазовых и сбытовых компаний по всей стране.

Для получения подробной информации по оборудованию «FAS» для АГЗС обращайтесь по телефонам (812) 335-49-50, (495) 647-05-77

Комплексы оборудования для АГЗС и ГНС

Новые модификации заправочных колонок серий FAS 120/220/230 с функцией массового учета. Межповерочный интервал – 2 года.

Модульные АГЗС

Полифункциональные технологические узлы по отпуску и хранению СУГ с функцией массового учета

Резервуары для СУГ

Исполнение для наземного и подземного размещения. Высокая точность изготовления. Высокая жесткость конструкции.

Насосный агрегат FAS NZ R10

Производительность – до 140 л/мин. Заводские агрегатирование. Уникальное сочетание «цена-качество»

Срок гарантии — 3 года!

Узнайте подробнее по телефонам (495) 647 0577 • (812) 335 4950 • (831) 456 4727 • (383) 201 1230

FAS
Flüssiggas-Anlagen
www.fas.su

Успешная работа компании «Паритет-строй» в условиях экономического кризиса

Развитие рынка сетей АЗС и АГЗС в условиях экономического кризиса претерпело существенные изменения. Первое полугодие 2009 г. показало снижение затрат на проведение инвестиционных программ у основных участников газомоторного рынка.



АЗС в фирменном стиле «Газпром нефть» (г. Ноябрьск)

Из ведущих компаний нефтегазового сектора серьезные планы по ребрендингу АЗС наметила только компания «Газпром нефть». Остальные

нефтяные и газовые компании сократили свои затраты в этом направлении или вообще предпочли отложить их до лучших времен.

В этой ситуации необходимым условием получения заказов от клиентов стало обязательное повышение качества оказываемых услуг, четкое соответствие согласованным срокам проведения работ, увеличение сроков гарантии на продукцию.

Одним из предприятий, которое смогло адаптироваться к новым реалиям рынка, стала компания «Паритет-строй».

ООО «Паритет-строй» более 8 лет ведет свою деятельность в области комплексного оформления АЗС и АГЗС. Производственный комплекс компании площадью 5,5 тыс. м² оснащен современным высокопроизводительным оборудованием. Мощности производства позволяют изготавливать и производить монтаж 200 АЗС или АГЗС в год.

Основными продуктами, на которые рассчитаны производственные мощности компании, являются комплекты облицовки АЗС и АГЗС, информационные стелы, пилоны. Особое внимание уделяется постоянному повышению качества производимых продуктов и услуг. Серийное производство гарантирует оптимальные цены на производимую продукцию, а индивидуальный подход к каждому клиенту позволяет поддерживать долговременные партнерские отношения.

Самым важным достоянием компании являются наши заказчики. На протяжении многих лет наша компания поддерживает



АЗС в фирменном стиле «Helios» (г. Алма-Ата, Казахстан)

партнерские отношения с нефтяной компанией «ЛУКОЙЛ». Каждый год специалисты ООО «Паритет-строй» оформляют новые АЗС в фирменном стиле компании «ЛУКОЙЛ».

В 2009 г. компания «Паритет-строй» выиграла тендер на ребрендинг АЗС компании «Газпром нефть». В настоящее время завершаются работы по монтажу двух АЗС в стиле «Газпром нефть» в г. Ноябрьск.

Еще одним знаковым событием для компании стал выход на международный рынок. В августе 2009 г. в бывшей столице Казахстана Алма-Ате была сдана первая АЗС в стиле «Helios».

Все работы по производству и монтажу были произведены с высоким качеством исполнения и завершены точно в срок. Представители заказчика приняли работы без замечаний к качеству.

Для обеспечения постоянной загрузки производственных мощностей компания начала производство рекламных конс-

трукций сити-формата, которые используются для установки на территории АЗС и АГЗС.

Результаты первого полугодия 2009 г. показали эффективность проводимой компанией стратегии, стали подтверждением статуса надежного партнера.

С подробной информацией о компании «Паритет-строй» можно познакомиться на сайте: www.paritet-stroy.ru.

Адрес компании:
г. Пермь, ул. Героев Хасана,
д. 105, корп. 70

КОМПЛЕКС УСЛУГ ПО ОФОРМЛЕНИЮ АЗС и АГЗС

- Проектирование
- Производство
- Монтаж
- Гарантийное и постгарантийное обслуживание



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

**Серийное качество
Индивидуальный подход**

Паритет
ГРУППА КОМПАНИЙ

Повышение эксплуатационной надежности газобаллонных автомобилей при низких температурах окружающего воздуха

Н.Г. Певнев,

зав. кафедрой Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ), профессор, д.т.н.,

М.В. Банкет,

аспирант СибАДИ

В последнее десятилетие XX в. в мировой экономике начала набирать силу волна популярности сжиженного нефтяного газа (СУГ) как моторного топлива. Сегодня только в США пропановый бизнес оценивается в 8 млрд. долл. США. По прогнозам специалистов эта волна достигнет своего высшего уровня к концу первой четверти XXI в. В России также наблюдается повышенный интерес к использованию СУГ в качестве моторного топлива. Так, рост объемов СУГ, реализуемого через автомобильные газовые заправочные станции (АГЗС), за последние три года вырос на 60% [1].

По мнению аналитиков, если стоимость нефтяного жидкого моторного топлива в течение ближайших лет повысится, спрос перераспределится в сторону СУГ.

В настоящее время в России основными альтернативными видами моторного топлива являются компримированный природный газ (КПГ) и СУГ [2].

Реализация КПГ в Российской Федерации в 2008 г. продолжила свой рост и составила 321 млн. м³, что на 4% больше, чем в предыдущем году. Традиционно наибольшим спросом пользуется метан у автомобилистов Ставропольского края. За год тут было продано более 33 млн. м³, что составляет более 10% от общероссийского рынка КПГ. На втором месте находится Свердловская область – 28,2 млн. м³, на третьем Краснодарский край – 23,2 млн. м³, затем Челябинская область – 19,7 млн. м³, Ростовская область – 16,1 млн. м³. Самый впечатляющий рост спроса в 2008 г. по сравнению с 2007 г. отмечен в Башкирии – 80% (7,6-13,6 млн. м³). За последние семь лет спрос на автомобильный метан значительно вырос. Почти на 60% вырос спрос на КПГ в Республике Адыгея и Оренбургской области [3].

Однако в некоторых регионах России инфраструктура для применения КПГ не подготовлена, требуется значительное финансирование для внедрения КПГ на автомобильном транспорте, что в условиях финансового кризиса не представляется возможным. Например, в Западной Сибири широкое распространение получил СУГ, так как здесь находятся нефтеперерабатывающие заводы и научные центры по использованию СУГ на автомобильном транспорте.

История развития газомоторного топлива показывает, что применение газа в двигателях внутреннего сгорания зависит от следующих основных факторов: уровня технического прогресса; дефицита нефтяного моторного топлива; ухудшения экологии городов, вызванного вредными выбросами автомобилей, работающих на бензине и дизельном топливе; наличия ресурсов и уровня добычи нефти и газа.

Сейчас во всем мире СУГ производится и используется как высококачественное бытовое и альтернативное моторное топливо, что является следствием основных его преимуществ:

- экономическая целесообразность применения;

- экологическая безопасность газовых двигателей;

- износостойкость цилиндропоршневой группы газового двигателя;

- возможность использования СУГ при температуре окружающей среды и умеренных давлениях как в жидком, так и газообразном состоянии. В жидком виде эти газы хранятся и легко транспортируются, а в газообразном используются и имеют лучшую, чем искусственные газы, характеристику сгорания при отсутствии вредных примесей.

Особенностью автомобилей, переоборудованных на СУГ, является оснащение их комплектом газобаллонного оборудования для обеспечения работы на газовом топливе при сохранении штатной бензиновой системы питания. При переоборудовании базовых грузовых и легковых автомобилей на СУГ не требуется принципиальных изменений конструкции. Двигатели грузовых и легковых автомобилей, переоборудованных на СУГ, работают полноценно как на сжиженном газе, так и на бензине.

Недостатками СУГ являются:

- одорация (присутствие неприятного запаха в узлах и агрегатах при использовании одорированного СУГ);

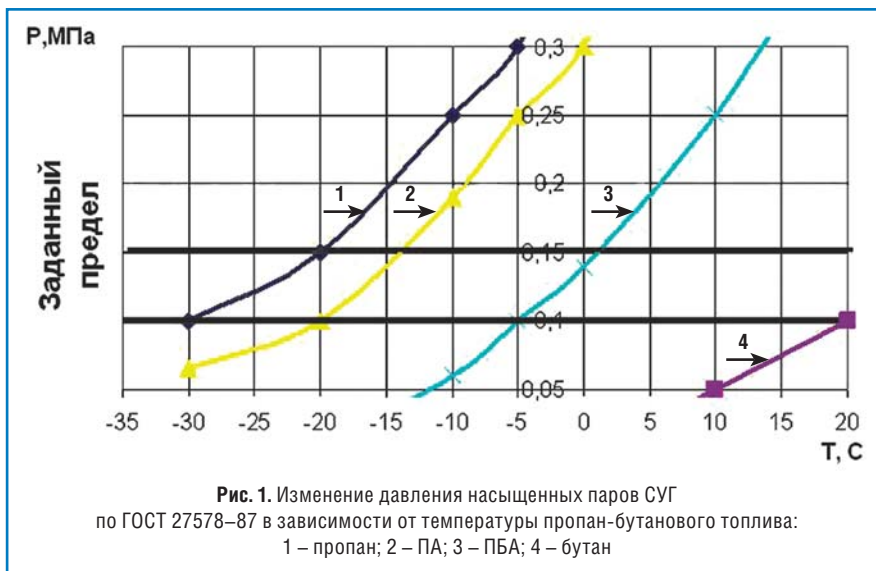
- незначительное снижение мощности двигателя автомобиля;

- травмоопасность;

- невозможность эксплуатации автомобилей, работающих на СУГ, при низких температурах окружающего воздуха [4].

Согласно ГОСТ 16350–80 территория России расположена в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом [5]. В результате чего проблема эксплуатации автомобилей, работающих на СУГ, при отрицательных температурах окружающего воздуха является актуальной.

В настоящее время преобладающее количество современных автомобилей оснащено инжекторной системой питания двигателя. При подаче



СУГ через электромагнитные форсунки по требованию ГОСТ Р 52087–2003 необходимо обеспечить избыточное давление насыщенных паров газа от 0,1 до 0,15 МПа в интервале температура от +35°С до –30°С [6].

Анализ данных (рис. 1) показывает, что минимально возможная температура пропан-бутанового топлива, при которой соблюдаются требования к работе впрысковой системы питания двигателя на пропане автомобильном (ПА), составляет –20°С, а на пропан-бутане автомобильном (ПБА) –5°С. На АГЗС заправка автомобилей выполняется, как правило, не ПА, а ПБА.

В баллоне СУГ находится в двух состояниях – в жидком и парообразном. В двигатель СУГ поступает в жидком состоянии, а в редукторе-испарителе он переходит в парообразное состояние. Давление паровой фазы в баллоне позволяет поддерживать давление газа после испарителя по принципу сообщающихся сосудов. После испарителя

давление газа будет равно давлению газа в баллоне [7].

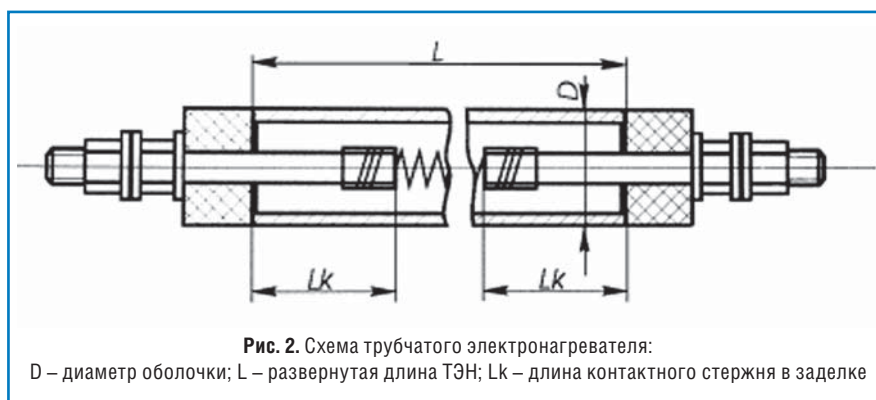
Следует отметить, что большое влияние на температуру газового топлива оказывает не только температура окружающей среды, но и место расположения газового баллона (в салоне или на раме автомобиля).

С учетом продолжительности зимнего периода в России, в частности, в Сибири, использование СУГ на автомобиле становится проблематичным в течение 5-6 мес., что влечет за собой увеличение эксплуатационных затрат на топливо в результате использования дорогостоящего бензина.

Повышение эксплуатационной надежности газобаллонных автомобилей в условиях отрицательных температур возможно получить двумя методами:

- 1) применять СУГ марки ПА;
- 2) применять устройства для поддержания давления СУГ в автомобильных газовых баллонах.

Применять СУГ марки ПА в настоящее время не представляется возмож-



ным ввиду ограниченных поставок его нефтеперерабатывающими заводами.

Поддерживать давление СУГ в автомобильных газовых баллонах с помощью устройств возможно также двумя путями:

- 1) выполнять подачу жидкой фазы СУГ с помощью насоса – жидкий фазированный распределенный впрыск (5-е поколение ГБО);
- 2) поддерживать избыточное давление насыщенных паров, используя подогрев жидкой фазы СУГ.

Обеспечить безотказную эксплуатацию автомобилей на СУГ при низких температурах можно за счет применения топливных систем ГБО 5-го поколения [8]. В отличие от систем 4-го поколения в топливных системах 5-го поколения газ поступает в цилиндры в жидкой фазе. Для этого в баллоне находится газовый насос, который обеспечивает циркуляцию жидкой фазы газа из баллона через рампу газовых форсунок с клапаном обратного давления [9].



К недостаткам топливной системы 5-го поколения следует отнести ее высокую чувствительность к «грязному газу», низкую ремонтопригодность и большую сложность. Все эти недостатки практически перечеркивают ее преимущества в условиях эксплуатации в России и поэтому упомянутое газобаллонное оборудование не нашло широкого применения в России.

Из вышесказанного следует, что наиболее приемлемым для обеспечения безотказной эксплуатации автомобиля на СУГ в условиях отрицательных температур является **испарение жидкой фракции газа**.

Для выбора испарителя газа необходимо произвести анализ конструкций нагревателей.

Анализируя опыт ГОУ ВПО «СибАДИ» и МГТУ «МАМИ», которые в разное

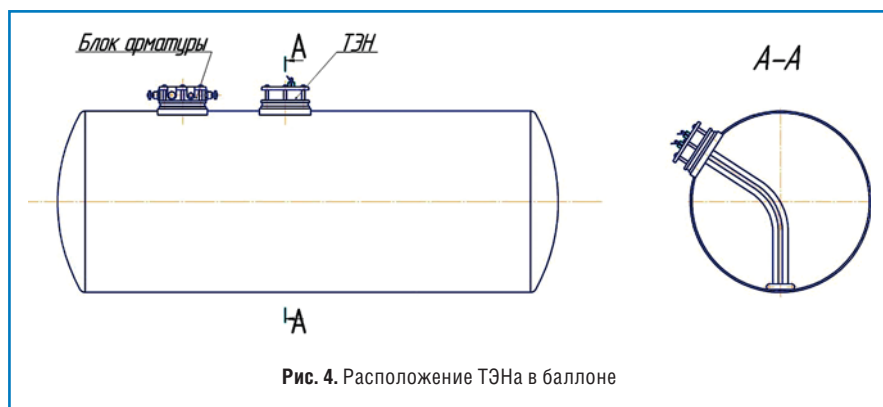


Рис. 4. Расположение ТЭНа в баллоне

время предлагали устройства для испарения СУГ, такие как утилизационный контур отработавших газов двигателя на баллоне СУГ [7], электронагревательный контур на баллоне СУГ, вариант подогрева автомобильного газового баллона с помощью охлаждающей жидкости [10], а также опыт подогрева газа в подземных резервуарах в системе жилищно-коммунального хозяйства, можно сделать вывод, что наиболее подходящим для подогрева газа в автомобильном газовом баллоне был бы трубчатый электронагреватель (ТЭН) [11,12].

Трубчатый электронагреватель – это электрический нагреватель сопротивления, состоящий из нагревательного элемента и имеющий на концах контактные стержни, запрессованный вместе с наполнителем в металлическую оболочку в соответствии с рис. 2 [13].

В зависимости от формы ТЭНы подразделяются на трубчатые оребренные, угловые, патронные и для агрессивных сред [14]. Поскольку СУГ является агрессивной средой, рассмотрим данный вид ТЭНов.

ТЭНы из коррозионностойких металлов изготавливаются по условиям работы в конкретной емкости (вид раствора, концентрация, рабочая температура, время разогрева). Для оболочек стандартных ТЭНов, кроме бесшовных труб из нержавеющей стали 12Х18Н10Т, рекомендуемой для слабых растворов кислот и щелочей (рН=5-9), в агрессивных средах используется химически стойкая сталь 10Х17Н13М2Т, а также такие металлы как медь, свинец, титан, цирконий и тантал [14].

Исключительно химически стойким материалом, на который не дей-

ствуют кислоты, щелочи, окислители и растворители, является политетрафторэтилен (фторопласт). Он совершенно негорюч, абсолютно негигроскопичен, обладает практически нулевой адгезией и относится к одним из лучших диэлектриков. Естественно, такой материал привлекателен для устройств низкотемпературного электронагрева, поскольку диапазон его рабочих температур от -60°C до $+250^{\circ}\text{C}$. Для подогрева нефтепродуктов в оборудовании нефтедобычи и емкостях хранения, особенно в зимних условиях, фторопластовые нагреватели также имеют преимущества как по требованиям безопасности, так и по отсутствию коррозионных отложений, которые могут ухудшить теплоотдачу и вызвать выход из строя ТЭНов [14].

В наших исследованиях были испытаны два варианта оболочки ТЭНа (медь и нержавеющая сталь), так как оболочку из фторопласта изготовить не представилось возможным.

Для установки ТЭНа необходимо произвести конструктивную доработку газового баллона, которая должна производиться на заводе-изготовителе. Она заключается в установке на баллон дополнительного фланца, аналогичного фланцу, предназначенному для блока арматуры (рис. 3).

На рис. 4 показано место расположения ТЭНа в газовом баллоне на примере 50-литрового цилиндрического автомобильного баллона.

При размещении дополнительного фланца необходимо соблюдать следующие условия: ТЭН должен быть размещен в газовом баллоне таким образом, чтобы он находился в жидкой фазе в погруженном состоянии,

нагревательная часть ТЭНа должна располагаться вблизи трубки забора газа блока арматуры для наиболее эффективного использования нагревателя, доступ к фланцу после монтажа баллона должен быть свободным.

ТЭН крепится к фланцу только с помощью латунных конусных муфт [15].

На рис. 5 представлен фланец с трубчатым электронагревателем, закрепленным посредством латунной конусной муфты. Материал фланца – латунь, материал оболочки ТЭНа – бесшовная медная трубка марки М1 диаметром 10 мм, конусная муфта – внутренний диаметр 10 мм, наружный диаметр 14 мм, датчик давления – ММ120Д [16].

Преимуществами данного соединения являются: возможность демонтажа ТЭНа из фланца при обслуживании или выходе ТЭНа из строя; минимальные затраты при замене ТЭНа (замена конусной муфты); возможность регулировать длину ТЭНа в зависимости от диаметра газового баллона.

Для поддержания заданного давления предусмотрена автоматичес-

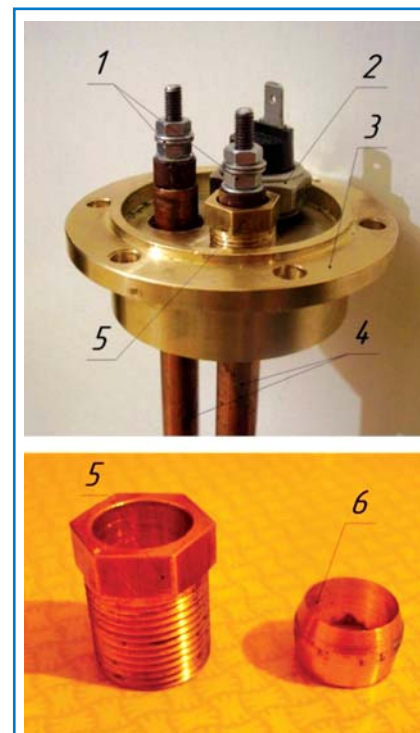


Рис. 5. Соединение фланца и ТЭНа с помощью латунных конусных муфт: 1 – контактная часть ТЭНа; 2 – датчик давления; 3 – фланец для крепления ТЭНа; 4 – ТЭН; 5 – конический штуцер; 6 – конусная муфта

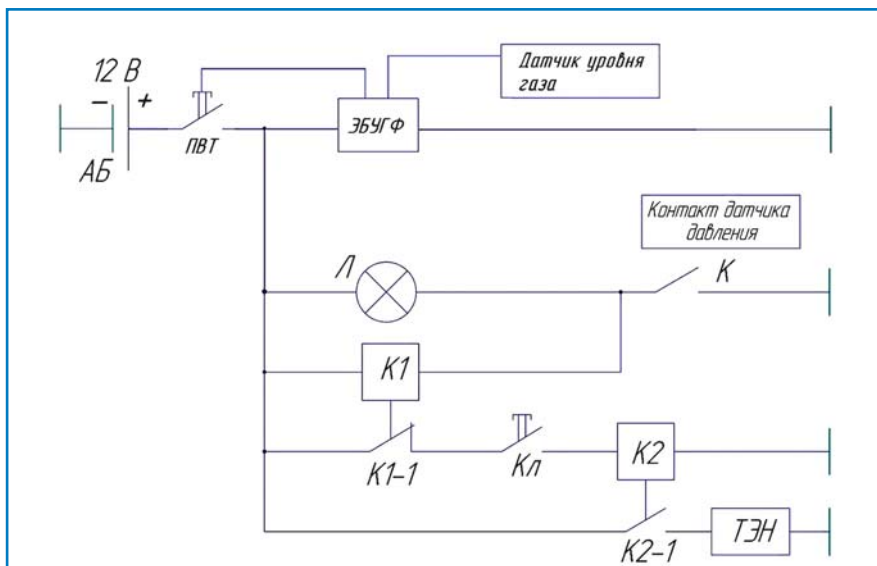


Рис. 6. Схема автоматической защиты ТЭНа:

АБ – аккумуляторная батарея; Л – лампа; Кл – клавиша; К1, К2 – катушки; К1-1, К2-1 – контакты; ПВТ – переключатель вида топлива; ЭБУГФ – электронный блок управления газовыми форсунками

кая схема защиты ТЭНа, которая представлена на рис. 6 [9].

На схеме рис. 6 питание указано от аккумуляторной батареи (АБ), но на автомобиле АБ и генераторная установка запитаны параллельно, поэтому все потребители электроэнергии при работающем ДВС питаются от генераторной установки.

Датчик давления используется серийный, применяемый для контроля давления в системе смазки двигателя (рис. 7) [16].

Датчик ввернут в резьбовое отверстие во фланце трубчатого электронагревателя и каналом соединен с газовым баллоном. Если давление в баллоне менее 0,6 МПа, то диафрагма датчика остается неподвижной, и электрический ток поступает в ТЭН, а в случае повышения давления диафрагма датчика прогибается вверх, его подвижный контакт замыкается, отключая питание ТЭНа и включая сигнальную лампу в цепь. После монтажа ТЭНа в газовый баллон не-

обходимо произвести испытания на герметичность. Схема защиты выполнена в виде блока, который крепится в подкапотном пространстве автомобиля.

Предложенный вариант обеспечения работоспособности с использованием ТЭНа позволит выполнять круглогодичную эксплуатацию газобаллонных автомобилей с достаточно высокими эффективными показателями.

Выводы

1. В регионах, где имеется развитая инфраструктура для использования СУГ на автомобильном транспорте, применение этого вида жидкого моторного топлива следует считать перспективным.

2. Для обеспечения круглогодичной эксплуатации автомобильного транспорта на СУГ можно рекомендовать предложенный вариант поддержания заданного давления в автомобильном газовом баллоне.

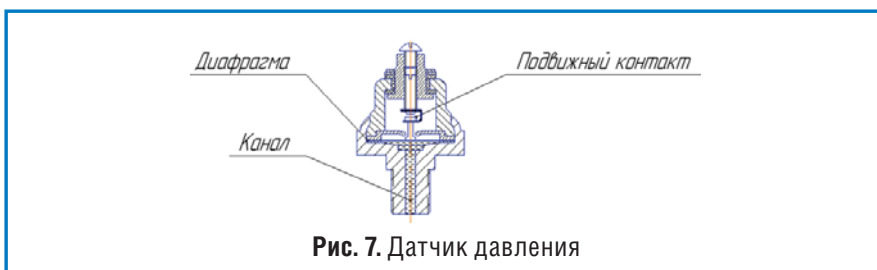


Рис. 7. Датчик давления

Литература

1. <http://firma-trader.ru/ssggaz.html>.
2. Ким А.А. Актуальность принятия Федерального закона «Об использовании альтернативных видов моторного топлива». – Транспорт на альтернативном топливе, № 3 (9) 2009. – С. 24.
3. Кавтарадзе Р.З. Новости из регионов. – Транспорт на альтернативном топливе, № 3 (9) 2009. – С. 44-46.
4. http://www.ikirov.ru/article_id_265_mid_129.html.
5. ГОСТ 16350–80 «Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей». – М.: Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды, 1981. – С. 114.
6. ГОСТ Р 52087–2003 «Газы углеводородные сжиженные топливные. Технические условия». – М.: Издательство стандартов, 2003. – С. 7.
7. Певнев Н.Г. Техническая эксплуатация газобаллонных автомобилей: Учебное пособие. Омск. СибАДИ. – 2002 г. – С. 218.
8. http://www.avtogaaz.land.ru/sistems/5_pokol.html.
9. Певнев Н.Г., Банкет М. В. К выбору испарителя жидкой фазы сжиженного нефтяного газа в автомобильном баллоне при отрицательных температурах окружающего воздуха. Вестник СибАДИ. – Омск, 2009. – С. 5-9.
10. Ерохов В.И. Система питания двигателя внутреннего сгорания сжиженным газовым топливом. АГЗК+АТ. 2008 г., № 2 (38) – С. 55-60.
11. Чукарин Л.А. Сельская газовая служба. – Ленинград «Недра», 1984 г. – С. 215.
12. Банкет М.В. Анализ устройств, применяемых для испарения сжиженных газов в емкостях хранения: Материалы 59-й Международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров (24-25.09.2007 г.). – Омск. СибАДИ, 2007. – С. 43-52.
13. ГОСТ 13268–88 «Электронагреватели трубчатые. Технические условия». – М.: Издательство стандартов, 1998. – С. 16.
14. http://www.forkom.ru/production_teny/ten_agressive.htm.
15. Певнев Н.Г., Банкет М. В. Анализ способов крепления трубчатого электронагревателя жидкой фазы СУГ к фланцу автомобильного баллона. – Омск. СибАДИ, 2009. – С. 244-247.
16. Вахламов А.А. Автомобиль. Основы конструкции. – Москва: Машиностроение, 1981. – С. 44-53.

Мировые стандарты в обслуживании топливных карт безналичной оплаты: архитектура ТК



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

В этой и следующей статьях рассмотрим два основных типа архитектуры топливных карт (ТК) – «оффлайновую» и «онлайнную».

Начнем с «оффлайновой» архитектуры ТК. Главная особенность данной архитектуры состоит в том, что в момент принятия решения об отпуске топлива PoS-терминал, установленный на АГНКС, АГЗС или АЗС, не обращается в процессинговый центр (ПЦ) за авторизацией указанного количества топлива или денежного эквивалента для данной топливной карты. Решение принимается автономно на основе данных, загруженных заранее в PoS-терминал или записанных в микропроцессор топливной карты. Под PoS-терминалом будем понимать рабочее место оператора системы коммерческого учета (СКУ) или автоматизированной системы учета (АСУ) АГНКС, АГЗС или АЗС, которое, в том числе, оборудовано устройством ввода ТК.

Существует два варианта «оффлайна». В первом варианте «оффлайновой» архитектуры в PoS-терминале, как правило, хранятся номера или диапазоны номеров карт, которые могут обслуживаться, и но-

мера карт, которые запрещены к обслуживанию (так называемые «стоп-листы»). Сами карты выполняют роль идентификаторов и не содержат данных о количестве топлива. Возможна защита карт ПИН-кодом, который также проверяется PoS-терминалом без обращения в ПЦ. В конце закрытия смены PoS-терминал связывается с ПЦ для получения актуальных данных о существующих картах и отправки реестра произведенных за смену операций, чтобы ПЦ смог произвести в дальнейшем расчеты между продавцом и контрагентами-покупателями. Этот процесс называется «электронной инкассацией PoS-терминала». Рассмотренный вариант организации ТК получил распространение в Европе на базе недорогих карт с магнитной полосой и использования принципа пост-оплаты топлива «стабильными» контрагентами-покупателями.

Второй вариант «оффлайновой» архитектуры, получившей распространение и в России, использует «кошельковую» схему (решение принимается, в том числе, на основании данных, записанных в микропроцессоре ТК). В этом случае на карте

в защищенном виде хранятся тип и количество топлива (или денежный эквивалент количества). Сама карта также может быть защищена ПИН-кодом, который также проверяется в диалоге PoS-терминала и карты без обращения в ПЦ. В момент отпуска топлива PoS-терминал уменьшает счетчик топлива на карте на отпущенное количество топлива. Дополнительно, как и в первом варианте, PoS-терминал хранит «стоп-лист» карт, которые запрещены к обслуживанию. Это необходимо для блокировки утерянных/украденных карт и карт контрагентов-покупателей, обслуживание которых запрещено в сети на данный момент.

Плюсы «оффлайновой» архитектуры заключаются в следующем: нет необходимости в обеспечении надежной и быстрой связи PoS-терминала с ПЦ 24 ч в сутки, что позволяет эксплуатировать такую инфраструктуру ТК небольшим топливным компаниям (отпадает необходимость инвестировать в дорогостоящие ресурсы коммуникационных центров и ИТ-служб).

Минусы: продавцам топлива невозможно оперативно контролировать остаток топлива покупателей и быстро блокировать карты контрагентов; покупателям невозможно оперативно управлять лимитами карт, пополнять или блокировать их; в случае сбоя данных PoS-терминала или выхода его из строя (что в «полевых» условиях бывает в результате скачков напряжения и т.п.) ПЦ не может получить реестр произведенных за день операций, и для обеспечения расчетов необходимо анализировать электронные слипы СКУ (АСУ) или инкассированные бумажные квитанции. К серьезным и принципиальным для крупных топливных розничных сетей недостаткам «оффлайновой» архитектуры ТК также относится тот факт, что с ростом масштаба инфраструктуры ТК (расширением сети, увеличением количества карт в обращении, числа контрагентов-покупателей и потребности в максимальной оперативности со стороны корпоративных клиентов) начинает «буксовать» процедура электронной инкассации терминалов – на каждый терминал сети необходимо в процессе инкассации передавать все пополнения карт и все номера карт, которые были заблокированы, украдены или утеряны.



МИРОВЫЕ СТАНДАРТЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПЛАСТИКОВЫХ КАРТ В СЕТЯХ АГНКС, АГЗС, АЗС !!!



ТОПЛИВНЫЕ КАРТЫ И УДАЛЁННОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАРТАМИ ОНЛАЙН
ПРОГРАММЫ ЛОЯЛЬНОСТИ ОНЛАЙН (СКИДКИ, БОНУСЫ, ЛОТЕРЕИ)
ПРИЁМ МЕЖДУНАРОДНЫХ БАНКОВСКИХ ПЛАСТИКОВЫХ КАРТ

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ ВАРИАНТ ОСНАЩЕНИЯ

**Скорость (1,8 сек)
и безопасность
обслуживания
клиентов**

Антенна GSM/GPRS
(стационарное крепление
на крыше АГНКС, АГЗС, АЗС)

**Монтаж
“под-ключ”**



Транзакционный маршрутизатор
CITYNET Micro SV.3 с технологией
2xGPRS (стационарное
размещение)



Ethernet/UDP или RS 485/232
подключение АСУ и терминала к
маршрутизатору

СКУ (АГНКС, АГЗС),
АСУ ТРК (АЗС)

Терминал (смарт пинпад)
Verifone Smart 5000

**Обучение
персонала**



**Автоматизированное
взаимодействие
систем, отсутствие
“двойного ввода”**



ООО ФЛИТ КАРДС

123060, Россия,
г. Москва, Ул. Берзарина, д.36, стр. 11
Тел.: +7(985) 970 59 74, +7(495) 380 07 97
info@fleetcards.ru



САУ АГНКС нового поколения ЗАО «Промэнергомаш»

С.И.Мандрик,
генеральный директор ЗАО «Промэнергомаш»

В декабре 2008 г. специалистами ЗАО «Промэнергомаш» были проведены работы по капитальному ремонту системы автоматического управления (САУ) АГНКС № 2 (изготовитель – завод «Борец») в г. Ставрополь.

В рамках капитального ремонта была заменена система автоматизации компрессорных установок (КУ), общестанционного оборудования и блока осушки газа на современную систему автоматического управления «СКАТ», произведена замена пневмодатчиков давления и датчиков температуры по ступеням компрессоров, а также установлены электромагнитные клапаны взамен пневмоприводных.

В результате проведенных работ персонал АГНКС с первого дня после запуска станции отметил положительные изменения в эксплуатации своего оборудования и, в первую очередь, простоту в эксплуатации новой САУ.



Рис. 1

Это первая АГНКС на территории России, где установлена САУ такого высокого технического уровня, что, несомненно, вызывает профессиональный интерес у специалистов других предприятий. Для ознакомления с работой САУ «СКАТ» на АГНКС в г. Ставрополь уже приезжали представители разных дочерних предприятий ОАО «Газпром» из Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода, Махачкалы, Перми и других городов. Всеми, без исключения, специалиста-



Рис. 2

ми были даны положительные оценки предложенного технического решения, особенно отмечались малогабаритность, эргономичность САУ, ее

высокая надежность и безопасность в эксплуатации.

Малогабаритность САУ нового поколения достигнута за счет использования современной общепромышленной элементной базы, собранной только в одном шкафу. Она позволяет максимально сконцентрироваться на управлении процессом, не рассеивая внимания на отслеживание показаний приборов по всей операторской.

Шафы управления АГНКС до модернизации (рис. 1) занимали полностью все помещение в операторной. Сейчас вся автоматика размещена только в одном шкафу (рис. 2).

Эргономичность решения – пульт управления оператора с мнемосхемой (рис. 3), совмещенный с «touch-панелью» и обеспечивающий наглядность представления информации, значительно снизил нагрузку и упростил работу эксплуатирующего персонала.

Монитор позволяет предоставить оператору более детальную мнемосхему АГНКС с индикацией всех аналоговых параметров, просмотреть состояние КУ и другого станционного оборудования.

Высокая надежность и безопасность эксплуатации оборудо-



Рис. 3

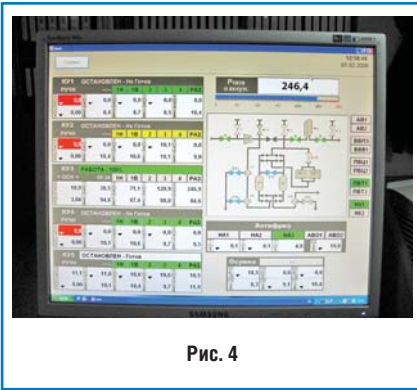


Рис. 4

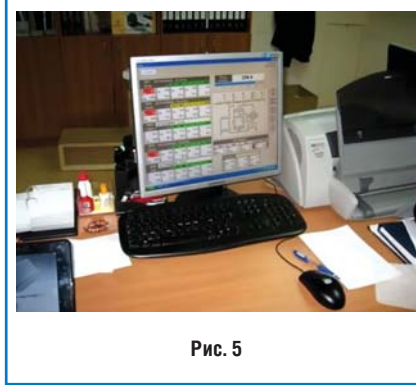


Рис. 5



Рис. 6: а – шкаф КИПиА до модернизации; б – шкаф КИПиА после модернизации

вания САУ достигнута за счет непрерывного контроля всех уставок по технологическим параметрам и контроля целостности цепей аналоговых датчиков (рис. 4).

Самодиагностика системы, запрет некорректных действий оператора, разграничение прав доступа к системе в зависимости от категории пользователя – все это направлено на сведение сбоев в работе системы практически к нулю.

Для контроля работы и анализа состояния оборудования АГНКС установ-

лен дополнительный персональный компьютер (ПК), предназначенный для архивирования технологических данных, предупредительных и аварийных событий, действий оператора, их ретроспективного просмотра, выявления причин аварийных ситуаций, ошибочных действий оператора, а также вывода графиков и отчетных журналов на печать (рис. 5).

При подключении к ПК модема возможна передача статистических и текущих данных на удаленный компьютер.

Кроме того, в компрессорном цехе АГНКС были дополнительно проведены работы по оптимизации размещения приборов КИПиА.

Морально и физически устаревшие датчики и манометры были заменены на современные приборы с меньшими габаритами (рис. 6), что позволило демонтировать лишние стойки и освободить проходы между компрессорными установками. На шкаф КИПиА была смонтирована передняя панель, адаптированная к новой конфигурации приборов.



ЗАО «ПРОМЭНЕРГОМАШ»

Поставка, монтаж, пуско-наладка и сервисное обслуживание АГНКС

Автоматизация технологических процессов и модернизация САУ

Поставка запчастей и комплектующих для АГНКС

Проекты под ключ

Тел./факс: (812) 493-25-82, 493-25-70
E-mail: info@promenmash.ru

Особенности реконструкции АГНКС-250 ООО «Газпром трансгаз-Кубань»

С.П. Сусликов,
зам. генерального директора ООО «Газпром трансгаз-Кубань»,
А.Ф. Шин,
начальник отдела АГНКС-250 ООО «Газпром трансгаз-Кубань»

АГНКС-250 (ст. Кушевская), расположенная на трассе М4 «Дон», в настоящее время является визитной карточкой ООО «Газпром трансгаз-Кубань» в Краснодарском крае. Данная АГНКС-250 (производства ГДР) с компрессорной установкой (КУ) типа 2НВ2К-160/100, проектной мощностью 250 заправок в сутки (производительность 6,7 млн. м³ газа в год) была запущена в эксплуатацию в 1994 г.



Также важным моментом было решение об использовании современного оборудования отечественного производства. Проведя анализ, мы остановились на системе автоматического управления (САУ) ООО «Ленпромавтоматика» (Санкт-Петербург). Во-первых, САУ, разработанная этой компанией (КСПА 005-00-02), изначально предназначалась для замены морально устаревших и технически изношенных САУ АГНКС производства ГДР. Во-вторых, предложенные технические решения и алгоритмы работы САУ неоднократно были отработаны при эксплуатации в других дочерних обществах ОАО «Газпром». И, в-третьих, необходимо было уложиться в сжатые сроки по поставкам оборудования, монтажу и проведению пусконаладочных работ САУ. В настоящее время благодаря современным аппаратно-программным средствам функциональность САУ значительно расширилась (к примеру, система проводит периодическое тестирование своих каналов и датчиков), увеличился объем операторной части станции, упростилась работа персонала АГНКС при проведении технического обслуживания САУ. Демонтированное оборудование АГНКС-250 было использовано, как запасные части для других станций.

Еще один назревший вопрос – замена системы коммерческого учета газа. В 80-е гг. прошлого столетия, она вообще не была предусмотрена проектом. Учет вели вручную по специальным таблицам, исходя из показателей давления и объема баллонов. Со временем, когда стало ясно, что автоматическая система коммерческого учета газа – не роскошь, а необходимость, ее пришлось устанавливать и отдельно монтировать на заправочных колонках. Здесь помог опыт эксплуатации АГНКС (в части замены заправочных колонок) наших коллег из ООО «Газпром трансгаз Ставрополь». Мы остановили свой выбор на заправочных колонках ООО «НПО РОТОР» СИУ-01-ЕХ-7. В новых заправочных колонках имеется штатная аппаратура по учету газа, которая, кстати, позволяет интегрировать терминалы по приему банковских и топливных карт. На станции установили измеритель-

В процессе эксплуатации АГНКС-250 возникал ряд проблем, основными из которых были: отсутствие элементной базы для ремонта системы автоматики, системы коммерческого учета, неудовлетворительное внешнее состояние зданий и инженерных сооружений. В районе АГНКС развивалась инфраструктура, реконструировался участок федеральной трассы. Естественно повышались требования к внешнему облику объектов, находящихся на данной территории. Таким образом, реконструкция станции, находившейся в исправном техническом состоянии, но имеющей неприглядный вид, стала остро необходимой.

Вопрос о техническом перевооружении АГНКС-250 обсуждался

в нашей компании неоднократно. Окончательное решение о проведении реконструкции было принято в 2007 г. на техническом совещании и утверждено главным инженером – первым заместителем генерального директора ООО «Газпром трансгаз-Кубань» Ю.И. Бакановым.

Основной принцип, которого мы придерживались при составлении технического задания на реконструкцию, – это проведение работ без остановки станции. Обусловлено это было тем, что количество АГНКС пока еще недостаточно в нашем регионе, поэтому прекращение действия даже одной станции может повлечь за собой потерю ряда потребителей в данном районе и в целом по Краснодарскому краю.



но-управляющую систему, состоящую из колонки, блока электроники, персональной ЭВМ, выносного индикатора и устройства аварийной остановки заправки.

С оформлением внешнего вида АГНКС было сложнее всего. Оказалось, что опыта приведения станции такого типа в соответствие с требованиями корпоративного стиля ОАО «Газпром» еще ни в одной компании не было. Мы стали первыми.

Для реализации этой задачи подготовили эскизы, которые прошли многочисленные согласования в наших отделах. Эскизы были изготовлены в нескольких вариантах, которые показывали АГНКС в вечернее и дневное время, на них было обозначено

размещение информационной стелы и флажков по отношению к дороге и станции, показано оформление заправочных боксов и потолка заправочной галереи, скрывающей технологические трубопроводы. При этом необходимо было добиться, чтобы внешний вид АГНКС был разработан с учетом дальнейшей технической эксплуатации станции и обеспечивал предельно простой и быстрый доступ к любой части трубопровода, кабеля или иного оборудования.

Общий объем проведенных работ по реконструкции АГНКС-250:

- приведение станции в соответствие с корпоративным стилем; благоустройство территории;

- замена РС602 на САУ КСПА 005-002-02;
- установка новой системы определения загазованности с оптическими датчиками ЭГОС-О;
- установка периметральной сигнализации;
- монтаж 8 заправочных колонок «РОТОР» с системой коммерческого учета отпускаемого газа;
- установка системы видеонаблюдения за процессом заправки;
- монтаж электронной информационной стелы;
- отремонтированы санитарно-бытовые помещения для обслуживающего персонала и клиентов;
- установлено современное освещение.

Наш опыт модернизации АГНКС-250 оказался удачным. Благодаря оснащению проектного количества заправочных постов (8 ед.) системой коммерческого учета газа годовой объем реализуемого газа после проведения реконструкции станции вырос на 30,7% и продолжает увеличиваться. В этом году рост за прошедшие пять месяцев по сравнению с аналогичным периодом прошлого года составил 11,6%.

Прогнозные результаты по 2009 г. – увеличение потребления газа по сравнению с 2008 г. на 10%. В планах на ближайшее будущее – реконструкция других АГНКС нашей компании.

На МКАД открыт новый пункт по переоборудованию автомобилей на КПГ

17.06.2009 г. на АТП ООО «Газпром ВНИИГАЗ» состоялась открытие пункта переоборудования, технического обслуживания и диагностики автомобилей для работы на КПГ, СПГ или СУГ. Открытие пункта – это первый этап работ по развитию Центра использования газа в качестве моторного топлива ООО «Газпром ВНИИГАЗ», в котором планируется проведение исследований технологий применения газа на различных видах транспорта, в коммунальном хозяйстве,

а также исследований газозаправочного и газоиспользующего оборудования. В рамках подготовки открытия сотрудниками ООО «Газпром ВНИИГАЗ» совместно с учеными МАДИ разработана необходимая нормативная документация, на основании которой получен сертификат соответствия на работы и услуги. В день открытия на участке переоборудования был представлен первый автомобиль, оснащенный газобаллонным оборудованием с использованием системы электрон-

ного регулирования с распределенной подачей газа. Пункт по переоборудованию автомобилей предлагает следующие услуги:

- установку всех видов газобаллонного оборудования (ГБО), включая сложные современные системы управления подачей газа (система 4-го поколения с фазированным впрыском газа);
- обслуживание ГБО в течение всего срока эксплуатации;
- ремонт ГБО;
- наладку и регулировку ГБО;
- проверку герметичности ГБО.

Подробная информация по телефону: **8-910-434-89-13 – Балашов Михаил.**

МЕТАНинфо

Особенности осушки природного газа на АГНКС

Т.К. Крушневич,

ведущий научный сотрудник Института газа НАН Украины, к.т.н.,

А.И. Пятничко,

зав. отделом Института газа НАН Украины, к.т.н.,

В.Т. Крушневич,

научный сотрудник Института газа НАН Украины

В статье рассмотрены вопросы качества осушки природного газа, заправляемого в баллоны автомобилей на АГНКС. Предложено уменьшить требования к осушке природного газа на АГНКС с 9 до 32 мг/м³.

Questions of the natural gas quality filled in cylinders of cars are considered. It is offered to reduce requirements to drainage of natural gas on АГНКС with 9 up to 32 mg/m³.

В настоящее время на территории Украины на компримированный природный газ (КПГ) для газобаллонных автомобилей, используемый как моторное топливо, действует ГОСТ 27577–87, в котором установлено, что содержание воды в газе должно быть не более 9 мг/м³.

Попробуем разобраться, почему выбрано именно это значение. Для анализа используем разработанную нами программу для расчетов содержания влаги в природном газе (ПГ) по принятым методикам, разработанным Гухманом Л.М. [1] и Истоминым В.А. [2]. Сравнение методик показывает их близкие значения. Различие составляет 0,7°C на уровне –30°C при давлении 201 бар абс. Поэтому с достаточной точностью можно применять обе методики. С учетом того, что работы [1] были приняты в ОАО «Газпром» для расчетов ранее, в дальнейшем приведем расчетные данные по этой методике.

Чаще всего на АГНКС используется природный газ из магистрального газопровода, содержание влаги в котором нормируется на уровне точки росы –10°C при 40 бар, что составляет 70,5 мг/м³.

Содержание влаги в ПГ 9 мг/м³ при 201 бар абс. соответствует тем-

пературе конденсации влаги –30°C по упругости паров над слоем воды. Отсюда следует вывод о том, что на то время за основу была принята температура окружающей среды –30°C и соответственно величина 9 мг/м³. Это значение соответствует точке росы при атмосферном давлении –58,7°C. Точке росы –60°C соответствует содержание влаги 7,7 мг/м³. Содержание влаги в ПГ 9 мг/м³ при 201 бар абс. и температуре –30°C по упругости паров воды надо льдом соответствует давлению 75 бар абс.

С другой стороны, при принятой температуре точки росы –30°C в баллоне будет лед, поэтому равновесное содержание воды в ПГ следует определять именно надо льдом. В этом случае влагосодержание при –30°C будет 6,67 мг/м³ и при атмосферном давлении точка росы будет –56,5°C, а не –60°C, как это трактуется контролирующими органами. При принятых 9 мг/м³ точка росы надо льдом в баллоне будет –26,3°C.

Проведем расчетный эксперимент для стандартного баллона объемом 50 л. При принятых условиях в баллоне при давлении 201 бар и расчетной температуре 20°C будет 11,878 м³ газа и при температуре в баллоне –30°C будет находиться 9 • 11,878=106,9 мг

влаги. При этом в твердую фазу (лед) перейдет 27,7 мг воды. При отборе газа из баллона до давления 12 МПа равновесное влагосодержание составит 7,59 мг/м³, и в баллоне может содержаться 54,40 мг воды в оставшихся 7,167 м³ ПГ. А уйдет с отобранном газом 24,826 мг воды. Фактически в баллоне останется 44,8 мг воды в газовой фазе. Дефицит влаги составит 9,6 мг, который будет покрыт за счет испарения льда. Дальнейшие расчеты показывают, что при остаточном давлении газа в баллоне 50 бар весь лед перейдет в газовую фазу.

Во всех случаях редуктор высокого давления должен устанавливаться в подкапотном пространстве автомобиля и обогреваться от системы охлаждения двигателя.

А теперь посмотрим, какие могут быть температуры окружающей среды по Украине и в соседних странах.

По Белоруссии согласно СНБ 2.04.01–97 самая низкая температура января составляет –7,9°C. По России согласно СНиП 2.01.01–82 по городам, расположенным на широте Украины, эта температура составляет: для Белгорода –8,1°C, Липецка –9,4°C, Смоленска –8,6°C, Москвы –9,4°C, Московской области –10,2°C. А вот для Сургута это уже –22°C, Надыма –23,6°C, Тарко-Сале –25°C. Эти данные относятся к работе газоперекачивающих агрегатов магистральных газопроводов при расчете затрат природного газа на выполнение газотранспортной работы, что применимо и для анализа работы АГНКС и газобаллонных автомобилей.

На Украине самая низкая среднемесячная температура наблюдается в Сумской области – минус 7,7°C [4]. Отсюда следует вывод, что для Украины нет необходимости применять параметры осушки ПГ на АГНКС для условий Севера Сибири.

Расчетные данные по содержанию влаги для диапазона температур от –6 до –14°C приведены ниже в таблице.

Для Украины при расчетах можно принять среднемесячную температуру окружающей среды –10°C. Тогда

Таблица

Температура, °С при 201 бар	Влагосодержание, г/м ³ , вода	Температура точки росы при атм. давлении, °С		Влагосодержание, г/м ³ , лед	Температура точки росы при атм. давлении, °С
-6	0,04486	вода	лед	0,04228	-47,3
-6	0,04486	-50,8	-46,8		
-8	0,03965	-51,9	-47,8	0,03654	-48,5
-10	0,03499	-52,9	-48,8	0,03154	-49,7
-12	0,03082	-54,0	-49,9	0,02719	-50,9
-14	0,02711	-55,1	-51,0	0,02341	-52,1
-30	0,00905	-63,8	-59,5	0,00666	-61,8
-26,7	—	—	—	0,009	-59,5
-10,2	—	—	—	0,031	-50,1
-9,8				0,032	-49,6

влагосодержание газа при 201 бар абс. составит 31,54 мг/нм³, что соответствует точке росы при атмосферном давлении -49,7°С. При -12°С эти параметры возрастут до 27,2 мг/нм³ и -50,9°С соответственно.

Исходя из этих данных рекомендуем принять для АГНКС влагосодержание ПГ на уровне 32 мг/нм³, что соответствует точке росы -49,6°С при атмосферном давлении, и ввести эти значения в нормативные документы.

Для других стран СНГ самые низкие среднемесячные температуры следующие:

- Азербайджан +3,9°С;
- Армения, Севан -8,2°С;
- Грузия: Казбеги -14,7°С, Крестовый перевал -10,5°С, остальные регионы меньше -6°С;
- Киргизия: Сусамыр -21,5°С, Кочкорка -9,9°С;
- Узбекистан: Каракалпакия -8,2°С, Чимбай -6,1°С;
- Таджикистан: Мургаб -17,3°С, Хорог -7,7°С;
- Молдавия -3,5°С.

Одновременно следует отметить следующее.

Существующие методы осушки природного газа для АГНКС – это использование твердых адсорбентов (силикагеля и цеолита). Рабочая емкость их составляет 6-8% масс. и требуется нагрев их до 200°С и 260°С соответственно. Причем на нагрев

адсорбентов (регенерацию) необходимо затратить примерно 10% уже осушенного газа, который может быть возвращен на всасывание в компрессор, и повторно будет затрачена энергия на его осушку.

Достижимая степень осушки газа силикагелем составляет примерно -40°С, цеолитами -50°С. Для достижения значений 9 мг/нм³ температуру регенерации цеолита необходимо повысить до 280-300°С, что представляет значительные трудности при подборе высокотемпературного теплоносителя для условий АГНКС. Возможна разработка способов осушки природного газа на АГНКС жидкими поглотителями, например, гликолями высокой концентрации. Затраты энергии на регенерацию будут значительно меньше.

Имеется еще одна проблема – это отсутствие надежных средств контроля степени осушки природного газа. Их создание требует затрат значительных финансовых средств.

В Италии минимальная температура принята -5°С (45 мг/нм³), в России -30°С (9 мг/нм³) [3]. В Германии принято 56 мг/нм³ (информация недостоверна), что соответствует точке росы -2°С при давлении 200 бар или -23,5°С при атмосферном давлении. В некоторых других странах нет требований по доосушке природного газа, подаваемого на АГНКС из магистрального газопровода.

Исходя из вышеизложенного, считаем необходимым разработку и принятие новых норм по содержанию воды в КПГ для газобаллонных автомобилей, заправляемых на АГНКС, применительно к условиям потребителей Украины. Это обеспечит нормальную эксплуатацию газобаллонного автотранспорта при заправке на АГНКС.

Аналогичные выводы можно сделать для Азербайджана, Армении, Белоруссии, Грузии, Молдавии, Узбекистана, Таджикистана, Киргизии. В России и Казахстане такие изменения можно установить для отдельных регионов.

Литература

1. **Гухман Л.М.** Подготовка газа северных газовых месторождений к дальнему транспорту. – Л.: Недра, 1980. – С. 161.
2. **Гриценко А.И., Истомин В.А. и др.** Сбор и промысловая подготовка на северных месторождениях России. – М.: ОАО «Издательство «Недра», 1999. – С. 473.
3. **Гайнуллин Ф.Г., Золотаревский Л.С. и др.** Природный газ как моторное топливо на транспорте. – М.: Недра, 1986. – С. 255.
4. Строительная климатология. СНиП 23-01-99. МСН Межгосударственные строительные нормы 2.04-01-98.

Где нет газовой трубы, там работают мобильные заправки

С.П. Семенищев,

директор ООО НПФ «Реал-Шторм», к.т.н.

На российском рынке КПГ уже несколько лет продолжает оставаться сложная ситуация: АГНКС не загружены из-за отсутствия автотранспорта, работающего на сжиженном природном газе (СПГ), а ездить заправляться на расстояние более 20 км становится экономически нецелесообразным.

Для устранения этой проблемы необходимо приблизить заправки к потребителям и одновременно загрузить стационарные АГНКС. Это резко повысит привлекательность КПГ, как топлива, для таксистов, муниципального транспорта, внутригородских автобусов, а главное для всей сельхозтехники. Эту задачу позволяет успешно решить принципиально новая концепция использования передвижных газовых заправщиков, основанная на создании мобильных модульных газозаправок (ММГ) различной вместимости (см. ниже таблицу), разработанных и изготовленных ООО НПФ «Реал-Шторм».

ММГ отличаются следующими преимуществами:

1. Мобильность и рентабельность, когда сами ММГ заправляются от стационарной АГНКС ночью, когда практически нет автотранспорта, который необходимо заправлять.

2. Для корпоративных клиентов появится принципиально новая возможность – вечером, после рабочего дня заправить весь свой автотранспорт для следующего рабочего дня.

3. Резкое уменьшение затрат на создание нового пункта заправки – для его организации достаточно оборудовать место, а еще проще добавить за-

правку КПГ к существующей заправке СУГ или АЗС.

4. Для перевозки ММГ до АГНКС возможно использование любого грузового автотранспорта, оборудованного для перевозки опасных грузов.

5. Количество одновременно заправляемого автотранспорта определяется количеством ММГ у потребителя.

6. Объем пункта заправки определяется конкретным требуемым объемом КПГ – сколько надо ММГ для потребления, столько их и смонтировать.

7. Коэффициент опорожнения ММГ без дожимного компрессора, стоимость которого сравнима со стоимостью нескольких модулей ММГ, может достигать 80% за счет быстрой замены порожнего ММГ на заправленный, при этом увеличивается время заправки при опорожении выходной секции ММГ, когда в ней давление снижается до 100 кгс/см² и менее.

8. Экономические взаиморасчеты за использование ММГ корпоративными клиентами взаимовыгодны за

Таблица

Параметры	Объем газа при t=20°C, м ³				
	620	690	770	925	1150
Масса газа, кг	412	459	512	615	775
Масса баллона, кг пустого наполненного газом	1840 2252	1955 2370	2150 2662	2460 3075	2960 3738
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм	1950 x1850 x1990	2300 x1820 x1660	2300 x1850 x1990	2300 x1820 x2150	2300 x2260 x2150
Тип баллона	БА 100.24.5.330/ 1660	БА 185.24.5.406/ 2005	БА 123.24.5.330/ 2000	БА 185.24.5.406/ 2005	БА 185.24.5.406/ 2005
Количество баллонов, шт.	20	12	20	16	20
Количество функциональных секций	3	3	3	3	3
Количество одновременно заправляемых транспортных средств, шт.	1	1	1	1	1
Рабочее давление заправки транспортного средства, МПа	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Управление заправкой – выдачей газа	Ручное	Ручное	Ручное	Ручное	Ручное
Цена, руб.	980 000,00	1 010 000,00	1 195 000,00	1 295 000,00	1 450 000,00



счет различных вариантов логистики их использования:

- владелец ММГ и потребитель КПГ – разные юридические лица; при этом владелец ММГ берет на себя обязательства заправлять автопарк клиента в удобное для него время;

- потребитель КПГ приобретает в собственность (арендует) требуемое количество ММГ и сам доставляет их для заправки на АГНКС.

Следует отметить серьезное преимущество баллонов нашей фирмы, которые входят в состав ММГ, – срок

их переосвидетельствования составляет 10 лет, а стоимость 1 л емкости ММГ в 2,5-3 раза ниже соответствующей стоимости ПАГЗа.

Таким образом, использование ММГ для заправки автотранспорта, а также других потребителей КПГ там, где нет газовой трубы (например, для отопления коттеджей или для производственных процессов), очень рентабельно.

Специалисты ООО НПФ «Реал-Шторм» разработали и изготовили ПАГЗ-К (передвижной автомобильный

кассетный газовый заправщик), выполненный в виде отдельных самостоятельных, закрытых тентом, кассет с панелью заполнения и раздачи газа потребителям. ПАГЗ выпускается по ТУ 4575101-73454080-07 и предназначен:

а) для приема, хранения, транспортировки и выдачи метана, азота, аргона и воздуха;

б) для заправки метаном, сжатым до давления 20,0 МПа по ГОСТ 27577-2000, транспортных средств, работающих на КПГ;

в) для обеспечения природным газом в качестве топлива при газификации коттеджей, малых предприятий и т.п., удаленных от газовых магистралей и заправочных комплексов.

В комплект поставки нашего ПАГЗа входят:

- автотягач «КамАЗ-53228» с краноманипуляторной установкой модели ИФ300-02С;

- полуприцеп «НеФАЗ-9334-0000010-16» или -17 без бортов;

- кассеты (заправочные модули) с металлокомпозитными газовыми баллонами.

Каждая кассета полностью автономна в работе и к платформе полуприцепа крепится быстросъемными захватами, которые обеспечивают оперативное закрепление – открепление кассет.

С помощью краноманипуляторной установки порожние кассеты у потребителя оперативно заменяются на заполненные и отвозятся на АГНКС для заправки, чем обеспечивается бесперебойное снабжение газом.

Литература

1. **Е.П. Мовчан, В.Н. Леонов, С.П. Семенищев.** Новая концепция создания многотопливных АЗС с пунктом заправки транспортных средств КПГ. – Журнал «Транспорт на альтернативном топливе», № 4, 2008 г. – С. 54-56.

2. Патент РФ на полезную модель № 72916 «Передвижной газовый заправщик контейнерного типа». Приоритет 26.12.2007 г.



ООО Научно-производственная фирма "Реал-Шторм" разработчик и производитель облегченных металлокомпозитных баллонов (тип 3 ГОСТ Р 51753-2001) для сжатого природного газа.

Мы производим:

- баллоны для хранения и использования сжатого природного газа в качестве моторного топлива на транспортных средствах:
 - легковых и грузовых автомобилях;
 - сельскохозяйственной технике;
 - автобусах;
- аккумуляторы газа и ресиверы для АГНКС с рабочим давлением до 25 МПа;
- газобаллонные установки для передвижных газовых заправщиков вместимостью до 5500 нм³, с рабочим давлением до 31,4 МПа;
- моноблоки для транспортирования и хранения технических газов, таких как воздух, аргон, гелий, кислород и реципиентов;
- баллоны систем пожаротушения для хранения огнетушащих составов.

Срок службы баллонов 15 лет при количестве заправок до 15 тысяч.

Диапазон рабочих температур от - 45 до + 65 С. Коэффициент весового совершенства (отношение массы баллона к его вместимости) составляет 0,55-0,75.

Коэффициент запаса прочности баллонов не менее 2.6.

Срок службы до переосвидетельствования баллонов 10 лет.

Баллоны для сжатого природного газа На рабочее давление 20 МПа



Тип баллона	V (л)	Ø (мм)	L (мм)	M (кг)
БА 47.20.327 / 860	47	327	860	36,0
БА 50.20.327 / 900	50	327	900	37,5
БА 67.20.327 / 1140	67	327	1140	47,5
БА 80.20.327 / 1360	80	327	1360	56,5
БА 100.20.327 / 1660	100	327	1660	69,0
БА 123.20.327 / 2000	123	327	2000	83,5
БА 67.20.401 / 840	67	401	840	49,5
БА 80.20.401 / 965	80	401	965	57,0
БА 85.20.401 / 1015	85	401	1015	60,0
БА 96.20.401 / 1125	96	401	1125	67,0
БА 100.20.401 / 1165	100	401	1165	69,0
БА 132.20.401 / 1485	132	401	1485	88,5
БА 160.20.401 / 1765	160	401	1765	105,5
БА 185.20.401 / 2005	185	401	2005	120,0

На рабочее давление 24,5 МПа

Тип баллона	V (л)	Ø (мм)	L (мм)	M (кг)
БА 80.24.5.334 / 1360	80	334	1360	65,5
БА 100.24.5.334 / 1660	100	334	1660	80,5
БА 123.24.5.334 / 2000	123	334	2000	97,0
БА 100.24.5.408 / 1160	100	408	1165	77,0
БА 132.24.5.408 / 1450	132	408	1485	99,5
БА 160.24.5.408 / 1765	160	408	1765	118,5
БА 185.24.5.408 / 2005	185	408	2005	135,0

На рабочее давление 31,4 МПа

Тип баллона	V (л)	Ø (мм)	L (мм)	M (кг)
БА 185.31.4.415 / 2005	185	415	2005	160



Баллоны систем пожаротушения На рабочее давление 4 МПа

Тип баллона	V (л)	Ø (мм)	L (мм)	M (кг)
БИ-60-40	60	370	943	25
БИ-70-40	70	370	1043	27
БИ-80-40	80	370	1143	29
БИ-100-40	100	370	1343	34
БИ-130-40	130	370	1643	38
БИ-160-40	160	370	1943	44

На рабочее давление 6 МПа

Тип баллона	V (л)	Ø (мм)	L (мм)	M (кг)
БИ-80-60	80	380	1026	30
БИ-100-60	100	380	1226	39
БИ-160-60	160	380	1826	56

На рабочее давление 15 МПа

Тип баллона	V (л)	Ø (мм)	L (мм)	M (кг)
БИ-60-150	60	387	894	37
БИ-70-150	70	387	994	41
БИ-80-150	80	387	1094	45
БИ-100-150	100	387	1294	55
БИ-130-150	130	387	1594	67
БИ-160-150	160	387	1894	80



Применение элементов АГТС «САГА-7» для безопасной и эффективной эксплуатации газовых автобусов

В.А. Щербинин,

главный конструктор НПФ «САГА»,

Ю.В. Панов,

профессор МАДИ (ГТУ), к.т.н.,

А.А. Назаров,

директор 11-го автобусного парка ГУП «Мосгортранс», к.т.н.,

В.И. Молчанинов,

начальник технического отдела 11-го автобусного парка

ГУП «Мосгортранс»

Кафедрой эксплуатации автомобильного транспорта и автосервиса МАДИ (ГТУ) совместно с 11-м АП ГУП «Мосгортранс» и НПФ «САГА» было разработано «Руководство по эксплуатации газового оборудования для работы на компримированном природном газе». Этот документ сочетает в себе основные положения известных нормативов и технические возможности АГТС «САГА-7» с системой сигнализации утечки газа СУГ-3 (материалы изложены в журнале «Транспорт на альтернативном топливе» №№ 2 (8) и 3 (9) 2009 г.). Данное руководство позволяет эффективно решать задачи обслуживания газобаллонных автомобилей. **Практическая отработка проводилась на производственной базе филиала ГУП «Мосгортранс» – 11-го автобусного парка.**

Для эксплуатации автомобилей, работающих на компримированном природном газе (КПГ), важным является обеспечение на автотранспортном предприятии требований пожарной безопасности, определяемых РД 3112199-1069-98.

Практика показывает, что при массовом внедрении газовых автобусов, работающих на монотопливе – КПГ, требуется разработать организационные мероприятия, учитывающие особенности как производственно-технической базы (ПТБ) автобус-

ного парка, так и автомобильной газовой топливной системы (АГТС). Общим является то, что автобусные парки по объективным причинам в начальный период эксплуатации газовых автобусов не готовы полностью соответствовать всему объему дорогостоящих мероприятий по приспособлению ПТБ, изложенных в РД 3112199-1069-98, где предусмотрены специальные схемы, необходимые для организации технологического процесса ТО, ТР и хранения газобаллонных автомобилей.

Важным элементом является введение понятия пилотной группы газобаллонных автомобилей. Эксплуатация газобаллонных автомобилей в пилотной группе может начаться до полного завершения работ по приведению ПТБ в соответствие с требованиями РД 3112199-1069-98.

В статье представлены основные положения данного руководства. В них изложены технические виды воздействий, когда необходимо проверить герметичность газобаллонного оборудования при эксплуатации автотранспортных средств, также в руководстве представлены конкретные рекомендации по эксплуатации газовых автобусов с АГТС «САГА-7 ИКАРУС» и АГТС «САГА-7 ЛиАЗ».

Выписка из «Руководства по эксплуатации газового оборудования для работы на компримированном природном газе»

Введение

Цель настоящей работы – на основе накопленной информации и документации, а также на базе ранее разработанных ГУП «Мосгортранс» документов по эксплуатации газобаллонных автомобилей (ГБА) обеспечить автобусные парки документом, позво-

ляющим решать задачи эффективного внедрения КПГ в автобусных парках ГУП «Мосгортранс». В Руководстве даются сведения для решения организационных, технических, технологических задач, возникающих при внедрении и эксплуатации автобусов, работающих на КПГ.

В данной работе даются конкретные рекомендации по эксплуатации газовых автобусов *Икарус-280.33 МГП* с двигателем RABA G-10 и автобусов *ЛиАЗ 52937* с двигателем «Cummins» с помощью систем питания высокого давления АГТС «САГА-7 ИКАРУС» и АГТС «САГА-7 ЛиАЗ» и их модификаций.

Это не исключает возможности использования Руководства, как основы, при эксплуатации автобусов с модернизированными или другими системами питания.

В Руководстве даются рекомендации по организации технологических

процессов технического обслуживания и ремонта газовых автобусов. Руководство должно использоваться, как основа при подготовке и переподготовке ИТР, водителей и ремонтных рабочих, эксплуатирующих газовые автобусы. Руководство может быть использовано как базовое при разработке аналогичных документов для эксплуатации газобаллонных автомобилей в других городах и регионах.

В разработке настоящего документа принимали участие специалисты МАДИ (ГТУ) и НПФ «САГА», в нем использован опыт разработки аналогичных документов НИИАТ.

1. Производственно-техническая база автобусных парков и организация технической эксплуатации ГБА

1.1. Особенности требований к производственно-технической базе

Применение топлива, заправляемого, хранящегося и затем поступающего в двигатель под избыточным давлением в газообразном состоянии, выдвигает на первый план обслуживания ГБА дополнительные задачи обеспечения безопасности всего автомобиля за счет поддержания надежности его газобаллонного оборудования (ГБО).

Для организации процесса технической эксплуатации ГБА, соответствующего технологическим нормам, а также нормам пожарной безопасности, необходимо выполнение мероприятий по совершенствованию (приспособлению) существующей производственно-технической базы автобусных парков.

На 31.12.2008 г. основными действующими нормативными документами приспособления ПТБ (зданий, сооружений, помещений и площадок для хранения, переоборудования, технического обслуживания, ремонта и заправки газобаллонных автомобилей) являются:

- требования пожарной безопасности для предприятий, эксплуатирующих автотранспортные средства на компримированном природном газе. Руководящий документ РД 3112199-1069-98;

- НПБ 105-95 (новый документ СП12.13130.2009), определение кате-

горий помещений и зданий по взрывопожароопасности;

- Руководство по организации эксплуатации газобаллонных автомобилей, работающих на компримированном природном газе. Руководящий документ РД 03112194-1095-03.

В соответствии с этими требованиями эксплуатация может быть обеспечена при выполнении следующих условий:

- размещение на территории автобусного парка поста выпуска, аккумуляирования газа и дегазации газовых баллонов (рис. 1);

- организация участка ТО и ТР газового оборудования или его совмещение с топливным участком;

- организация поста ТО и ТР газового оборудования и поста диагностики газового оборудования;

- соответствие помещений, в которых производится ТО, ремонт и хранение газовых автобусов с газом в баллонах, требованиям пожарной безопасности;

- соответствие высоты ворот производственных корпусов высоте переоборудованных автобусов, включая баллоны на крыше.

Ниже представлены описания требований к участкам, постам, площадкам, помещениям и другим элементам ПТБ, связанным с эксплуатацией ГБА.

1.1.1. Пост контроля герметичности ГБО

Проверку герметичности газовой системы питания ГБА при ЕО следует проводить на постах контрольно-пропускного пункта. Для проверки газовой арматуры баллонов, расположенных на крыше автобуса, необходимо иметь на КПП осмотровую площадку с лестницей. Для определения места утечки газа на посту должны находиться **течеискатель типа ТИГ и аэрозольный баллончик с диагностической пеной или мыльный раствор**. При работе на осмотровой площадке должны выполняться все требования к работам, производимым на высоте.

1.2. Временная схема организации ТО, ТР и хранения газовых автобусов

До приведения производственно-технической базы и территории автотранспортного предприятия в полное соответствие с требованиями РД 3112199-1069-98 и рекомендациями РД 3112194-1095-03 допускается организация эксплуатации газовых транспортных средств по временной схеме.



Рис. 1. Пост выпуска, аккумуляирования газа и дегазации газовых баллонов

Структура временной схемы организации ТО, ТР и хранения ГБА.

На период выполнения проектных и строительно-монтажных работ по полному приспособлению ПТБ в соответствии с требованиями РД 3112199-1069-98 и рекомендациями РД 3112194-1095-03 **при наличии на автотранспортном средстве системы контроля утечки газа СУГ-3** может вводиться организация ТО, ремонта и хранения ограниченной группы ГБА по временной схеме с изложенными ниже ограничениями. В основе организации технологических процессов ТО и ТР газобаллонного оборудования и самих **транспортных средств** лежит принцип совмещения технического обслуживания базового **транспортного средства** и газобаллонных автомобилей. При организации ТО, ТР и хранения учитывается надежность современных газобаллонных автомобилей, конструктивные и технические особенности газобаллонного оборудования (в частности, **возможность постоянного контроля водителем герметичности на борту автобуса системой сигнализации утечки газа СУГ-3 с работающим двигателем или при автономной запитке СУГ-3 и организации передачи информации об утечке газа в реальном времени от СУГ-3 по радиоканалу диспетчеру автопарка** при выполнении ТО, ТР и хранения ГБА).

При организации технологического процесса ТО и ТР ГБА, а также их хранения действует схема (рис. 2), при которой ГБА поступают в помещения, соответствующие требованиям РД 3112199-1069-98 (свободные объемы производственных помещений больше допустимых $V_0 > [V]$ и кратность воздухообмена $K=1$ и др.), – на линию ЕО, зону ТО, ТР и на хранение без предварительного выпуска газа из баллонов автомобиля **при условии фиксации проверки герметичности газобаллонного оборудования.**

1.2.1. Проверка герметичности ГБА

В соответствии с представленной на рис. 2 схемой, газобаллонный автомобиль при всех видах ТО, ремонта

и хранения проходит пост ОТК контроля герметичности. Проводится заполнение листа (фиксация) проверки герметичности.

Проверка и контроль герметичности ГБО на автобусах Икарус и ЛиАЗ в соответствии с п. 4. РД 3112199-1069-98 осуществляются постоянно при работе двигателя установленной на автомобиле системой сигнализации утечки газа (СУГ-3), входящей в состав АГТС «САГА-7».

Система сигнализации утечки газа (СУГ-3) имеет встроенную систему диагностики, которая позволяет выявить автоматически неисправности системы сигнализации. При обнаружении утечки газа (негерметичности) на блоке сигнализации СУГ-3 мигает красным светом хотя бы один из четырех индикаторов, одновременно появляется прерывистый звуковой сигнал. В этом случае на посту контроля герметичности определяется место утечки газа и принимается решение по устранению утечки, затем на посту перекрывается магистральный вентиль семи баллонов, и автобус перемещается по территории на маневровом баллоне.

Если система герметична – горят все светодиоды на блоке сигнализации СУГ-3 зеленым цветом. Газобаллонный автомобиль направляется на стоянку или для выполнения требуемых видов технических воздействий.

2. Подготовка газовых автобусов к проведению ТО и ТР

2.1. Перед въездом в зоны ТО-1, ТО-2 или ТР водитель обязан установить газовый автобус на пост выпуска газа (рис. 1) и предъявить его одному из уполномоченных лиц из числа мастеров ОТК, назначаемых приказом по парку, и специалисту, уполномоченному проводить ТО и ТР ГБО для выполнения работ, установленных технологическими картами.

2.2. На посту выпуска газа лицо, уполномоченное проводить ТО и ТР ГБО, должно выполнить проверку работоспособности СУГ-3 в соответствии с действующими технологическими картами и внести соответствующую запись

в журнал проведения технического обслуживания и калибровки системы контроля утечки газа с указанием гаражного номера и даты выполнения работ.

При выполнении работ по обслуживанию ГБО, расположенного на крыше автобуса, необходимо соблюдать требования техники безопасности для работы на высоте.

2.3. При обнаружении утечки газа или неисправности СУГ-3 лицо, уполномоченное проводить обслуживание и ремонт ГБО, обязано устранить неисправность и сделать соответствующую отметку в журнале проведения технического обслуживания и калибровки системы контроля утечки газа.

Въезд в производственные помещения газовых автобусов с утечкой газа или неисправной СУГ-3 не допускается.

2.4. После проведения диагностики и калибровки СУГ-3 мастер ОТК должен подготовить газовый автобус к въезду в зону ТО или ТР, установив соответствующее давление в газовых баллонах и перекрыв необходимые вентили. Операции по перекрытию вентилей непосредственно выполняются водителем.

2.4.1. Перед постановкой газового автобуса на ТО-1 или ТР, не связанные с выполнением работ по ремонту ГБО и сварочными работами (варианты №№ 2 и 4, рис. 2), следует перекрыть магистральный вентиль от «маршевых» баллонов.

2.4.2. Перед постановкой газового автобуса на ТО-2 или ТР для ремонта ГБО, кроме ремонта баллонов и баллонных вентилей (варианты №№ 3 и 5 «а», рис. 2), перекрыть баллонные вентили «маршевых» баллонов.

2.4.3. Перед постановкой газового автобуса на ТО-1, ТО-2 или ТР, не связанные с ремонтом газовых баллонов и баллонных вентилей (варианты №№ 2, 3 и 4, рис. 2), произвести проверку давления в «маневровом» баллоне по штатному манометру. Если остаточное давление газа в «маневровом» баллоне выше 5 МПа (50 кгс/см²), следует произвести сброс газа в аккумулирующую емкость поста в соответствии с Руководством по эксплуатации поста контроля, аккумулирования и сброса

газа и внести соответствующую запись в журнал учета проведения операций аккумулирования газа и дегазации баллонов, находящийся на посту выпуска газа.

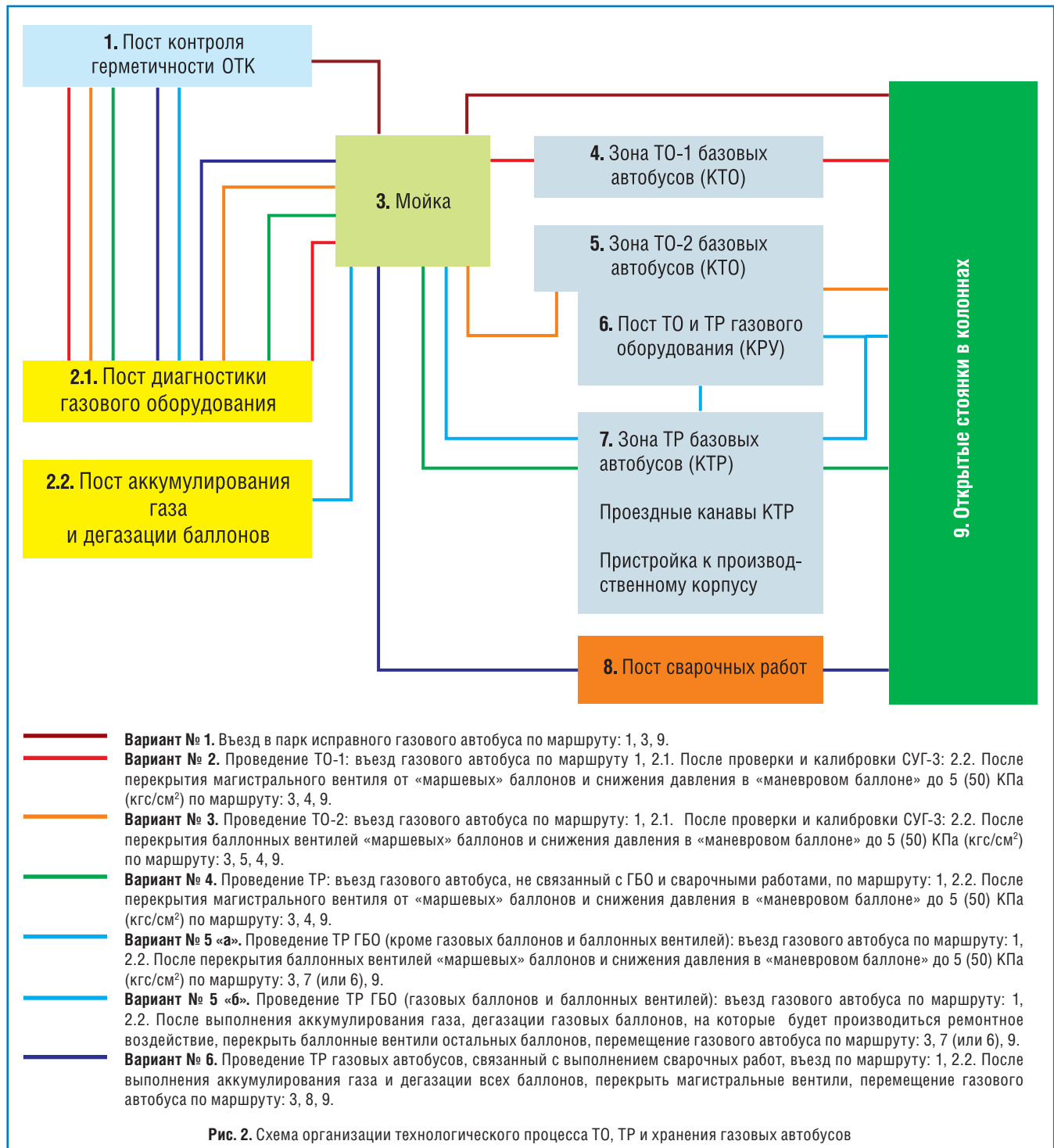
2.4.4. Перед постановкой газового автобуса на ТР, связанный с проведением сварочных работ (вариант № 6, рис. 2), произвести аккумулирование, выпуск газа и дегазацию баллонов в соответствии с Руководством по экс-

плуатации поста контроля, аккумулирования и сброса газа и внести соответствующую запись в журнал учета проведения операций аккумулирования газа и дегазации баллонов.

2.4.5. Перед постановкой газового автобуса на ТР для ремонта газовых баллонов или баллонных вентиляей (вариант № 5 «б», рис. 2) произвести аккумулирование, выпуск газа и дегазацию только тех баллонов, на

которых будут вестись ремонтные работы. Операцию следует производить в соответствии с Руководством по эксплуатации поста контроля, аккумулирования и сброса газа и внести соответствующую запись в журнал учета проведения операций аккумулирования газа и дегазации баллонов.

При этом баллонные вентиляи остальных баллонов должны быть перекрыты.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. При проведении работ, связанных с аккумулярованием и выпуском газа, на посту выпуска газа должно находиться не менее двух человек (водитель и уполномоченное лицо). Выполнение работ в одиночку не допускается (требование Руководства по эксплуатации поста контроля, аккумулярования и сброса газа).

После проведения дегазации баллонов дальнейшее перемещение газовых автобусов по территории парка следует производить только на буксире.

2.5. Въезд на мойку газовых автобусов осуществляется при условии герметичности ГБО, определяемой по СУГ-3. При этом давление в баллонах не лимитируется.

Во время нахождения газовых автобусов в помещении мойки водитель должен следить за показаниями индикаторов СУГ-3. При появлении сигнала о наличии утечки газа водитель должен предпринять меры для скорейшего выезда газового автобуса из помещения мойки, после чего установить его на **пост выпуска газа, отключить массу** и подать заявку на ремонт в установленном порядке.

При мойке газовых автобусов мощными машинами высокого давления не направлять водяную струю на газовые магистрали, узлы ГБО, электрические и электронные элементы управления ГБО и зажигания, электропроводку систем управления ГБО и зажиганием.

3. Техническое обслуживание и ремонт газовых автобусов

3.1. Въезд газовых автобусов на одном «маневровом» баллоне с давлением газа не более 5 МПа (50 кгс/см²) разрешен в зоны ТО-1, ТО-2, ТР, на участок шиномонтажа и в другие производственные помещения, объем которых отвечает требованиям противопожарной безопасности.

3.2. Перед въездом в производственную зону мастер зоны контролирует отсутствие утечки газа по

индикаторам СУГ-3 и заносит соответствующую запись в журнал контроля утечек.

3.3. Производственный мастер несет персональную ответственность за герметичность ГБО (проверка по СУГ-3) и за то, чтобы на въезжающем в его зону газовом автобусе были перекрыты все вентили в соответствии с требованиями разд. 2.

3.4. К работам по ТО и ТР газовых автобусов допускаются лица, прошедшие обучение по программе «Эксплуатация и ремонт автобусов, в которых в качестве автомобильного топлива используется сжатый природный газ» и имеющие соответствующие действующие удостоверения.

3.5. Выполнение работ по ТО-1 и ТО-2 производится в соответствии с действующими технологическими картами.

3.6. При выполнении ТО-2 и ТР (если объемом работ требуется более одной рабочей смены) газовых автобусов проводится регулярный контроль утечки газа из ГБО с использованием переносного течеискателя.

Для этого не реже двух раз в течение рабочего дня (с 8.00 до 9.00 ч и с 19.00 до 20.00 ч) контролер поста контроля герметичности ОТК или уполномоченный мастер ОТК проводят контроль герметичности ГБО и магистралей газовых автобусов, находящихся в зонах ТО-2 и ТР, переносным течеискателем. Запись о проведенном контроле с указанием результата заносится в журнал контроля утечек соответствующей зоны.

Если контроль герметичности ГБО и магистралей газовых автобусов, находящихся в зоне ТО-2 и ТР, выполняется по радиоканалу диспетчером автопарка, то в этом случае диспетчер после установления связи по радиоканалу с конкретным газовым автобусом делает запись о результате контроля в свой журнал контроля утечек. При получении сигнала об утечке газа диспетчер сообщает об этом мастеру зоны, где находится газовый автобус, и делает

запись в свой журнал контроля утечек. После выполнения работ ТО-2 и ТР мастер зоны сообщает об окончании контроля диспетчеру автопарка.

При обнаружении утечки газа из ГБО газового автобуса, находящегося в зоне ТО-2 или ТР и не способного быстро покинуть помещение самостоятельно, все работы в зоне немедленно прекратить, вывести людей (за исключением лиц, ответственных за контроль утечек и ремонт газовой аппаратуры) из помещения. Затем открыть въездные и выездные ворота и включить вытяжную вентиляцию на полную мощность. Установить точное место утечки и устранить неисправность. Провести повторный контроль. После устранения утечки возобновить работу в штатном режиме.

Запись об устранении утечки заносится в журнал контроля утечек соответствующей зоны.

3.7. **Запрещается** производить устранение утечек газа в соединениях ветви высокого давления неконтролируемой подтяжкой накидной гайки резьбового соединения.

Для устранения утечки газа в таком соединении удалить газ из подвергаемой ремонтному воздействию ветви газовой магистрали, для чего перекрыть соответствующие вентили и стравить газ, плавно ослабляя затяжку соединения. Полностью отвернуть накидную гайку и провести ревизию состояния штуцера и развальцовки трубки. Если на штуцере имеются следы «выработки», заменить штуцер и трубку. Если развальцовка трубки имеет неправильную асимметричную форму – трубку заменить. Если состояние развальцовки трубки и штуцера не вызывает опасений – собрать соединение.

Затяжку соединения производить динамометрическим ключом с моментом затяжки 34,0(340)-68,0(680) Н·м (кгс/см²). **Превышение величины момента затяжки не допускается, так как это может привести к разрушению штуцера и трубки.**

4. Требования техники безопасности и обязанности водителей газовых автобусов

К управлению автобусами, использующими в качестве моторного топлива КПГ (далее газовые автобусы), допускаются линейные водители и водители-перегонщики (далее водители), прошедшие соответствующее обучение и имеющие действующее удостоверение на право работы на газовых автобусах.

4.1. Выезд газовых автобусов из парка

4.1.1. При подготовке к выезду из парка газовых автобусов водитель обязан выполнить общий объем ЕО и объем ЕО газобаллонного оборудования, установленный действующими технологическими картами.

4.1.2. Перед пуском двигателя газового автобуса водитель должен открыть все магистральные вентили от газовых баллонов.

4.1.3. Каждый раз при выезде из парка водитель обязан убедиться в исправности бортовой системы сигнализации утечки газа СУГ-3 и отсутствии утечек газа (все светодиоды-индикаторы светятся зеленым цветом).

4.1.4. Выезд из парка или движение по парку газового автобуса с неисправной СУГ-3 (если хотя бы один светодиод-индикатор не светится или мигает красно-зеленым цветом) или при наличии утечки газа (если хотя бы один светодиод-индикатор светится или мигает красным цветом) не допускаются.

Двигатель такого газового автобуса необходимо немедленно заглушить, перекрыть баллонные вентили, **отключить массу** и оформить заявку на ремонт ГБО в установленном порядке. Решение о дальнейших действиях принимает мастер участка обслуживания и ремонта газовой аппаратуры после обследования газового автобуса.

4.2. Работа газовых автобусов на линии

4.2.1. При работе на линии или выполнении других видов движения за пределами парка водитель обязан регулярно следить за показаниями контрольных ламп ГБО и двигателя и за показаниями индикаторов СУГ-3. При

срабатывании контрольных ламп ГБО и двигателя водитель должен действовать в соответствии с Руководством (инструкцией) по эксплуатации газового автобуса данной модели.

Особое внимание необходимо обращать на СУГ-3 непосредственно после проведения заправки газового автобуса газом, а также при движении газового автобуса в течение 5 мин сразу после заправки.

4.2.2. При обнаружении утечки газа по СУГ-3 или выхода из строя СУГ-3 водитель обязан:

- немедленно остановиться и высадить пассажиров из салона газового автобуса;

- перекрыть магистральные вентили от «маршевых» баллонов;

- найти место для стоянки газового автобуса, максимально удаленное от каких-либо объектов, и переместить газовый автобус на это место, **отключить массу;**

- обследовать газовые магистрали на предмет определения их целостности (отсутствие явных повреждений).

Если явных разрушений целостности газовых магистралей не обнаружено (визуально и на слух), водитель должен сообщить о случившемся диспетчеру, включить массу и следовать в парк на одном «маневровом» баллоне с соблюдением максимальной осторожности.

4.2.3. При обнаружении водителем явных разрушений целостности газовых магистралей (шипение газа, видимые разрывы газовой магистрали), водитель обязан немедленно перекрыть все магистральные вентили и сообщить о случившемся в парк.

До приезда автомобиля технической помощи водитель должен принять меры к предотвращению появления вблизи автобуса курящих лиц или каких-либо объектов, от которых может произойти воспламенение газа.

4.2.4. Водитель автомобиля технической помощи обязан перекрыть баллонные вентили на крыше автобуса. Работа по перекрыванию баллонных вентилях должна выполняться с соблюдением правил техники безопасности при работе на высоте.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Буксировка в парк газового автобуса с поврежденными газовыми магистралями должна осуществляться только с перекрытыми баллонными вентилями.

4.3. Въезд в парк и хранение газовых автобусов

4.3.1. При въезде в парк водитель обязан остановить газовый автобус на посту контроля герметичности и предъявить его контролеру ОТК.

4.3.2. Контролер ОТК обязан каждый раз при возвращении газового автобуса в парк проверить отсутствие утечки газа и исправность СУГ-3 по состоянию его индикаторов.

Если индикаторы не показывают наличие утечки газа (все индикаторы светятся зеленым цветом), контролер ОТК должен выполнить следующие действия:

- сделать в журнале учета контроля герметичности газового оборудования автобусов, использующих в качестве моторного топлива КПГ, соответствующую запись об исправности СУГ-3 и отсутствии утечки газа у газового автобуса с данным гаражным номером;

- сделать соответствующую отметку в путевом листе;

- разрешить водителю дальнейшее движение в обычном порядке.

Если хотя бы один индикатор СУГ-3 светится или мигает красным цветом (имеется утечка газа) или мигает красно-зеленым цветом (неисправность СУГ-3), контролер ОТК обязан обследовать течеискателем зону, обслуживаемую сигнализирующим индикатором, и определить место утечки.

Если требуется проверка герметичности ГБО на крыше автобуса, контролер ОТК должен при проведении работ соблюдать правила техники безопасности для работы на высоте.

Если утечка газа не подтверждается течеискателем, водителю разрешается следовать в колонну, однако, дальнейшая эксплуатация газового автобуса запрещается до устранения неисправности СУГ-3 или определения и устранения места утечки.

4.3.3. При обнаружении контролером ОТК утечки газа с использованием

течеискателя следует отключить поврежденный участок, перекрыв соответствующие вентили (если имеется техническая возможность), и направить газовый автобус на пост аккумуляирования, выпуска газа и дегазации баллонов (далее пост выпуска газа) для ремонта ГБО.

4.3.4. На посту выпуска газа водитель обязан немедленно перекрыть вентили всех баллонов, расположенных на крыше, и магистральные вентили от баллонов, расположенных под полом салона, **отключить массу** и оформить заявку на ремонт ГБО в установленном порядке.

4.3.5. Любое движение газовых автобусов по парку (кроме участка от поста контроля герметичности до поста выпуска газа) и въезд газовых автобусов в производственные помещения могут осуществляться самостоятельно только при наличии герметичности ГБО.

4.3.6. Для предотвращения нецелевого расходования (сброса) газа и сокращения времени обслуживания газовых автобусов на посту выпуска газа водитель обязан перед заездом в парк для проведения ТО-1, ТО-2 или ТР заблаговременно (за один круг до окончания работы или сразу после возникновения необходимости воз-

вращения в парк для ТР) перекрыть магистральные вентили от «маршевых» баллонов и следовать в парк на «маневровом» баллоне. Это позволит обеспечить максимальное снижение давления газа в «маневровом» баллоне естественным путем и сократить расход газа.

4.3.7. При постановке газовых автобусов на стоянку водитель обязан **определить по штатному стрелочному манометру-индикатору остаточное давление газа в баллонах и сообщить эту величину механику колонны, который на основании этой величины по соответствующим таблицам (с учетом температуры окружающего воздуха) рассчитывает остаток газа, выраженный в м³, для внесения полученного значения в путевой лист.** Затем водитель должен перекрыть все магистральные вентили, идущие от баллонов, и выработать газ из системы до самопроизвольной остановки двигателя, после чего **отключить массу.**

4.3.8. Если газовый автобус простаивает в колонне по какой-либо причине более двух суток, механик колонны обязан перекрыть баллонные вентили всех «маршевых» баллонов, оставив открытым только баллонный вентиль «маневрового» баллона (при

перекрытом магистральном вентиле от «маневрового» баллона).

При перекрытии баллонных вентилях на крыше газового автобуса следует соблюдать правила техники безопасности при работе на высоте.

4.3.9. Персональную ответственность за своевременное перекрытие баллонных вентилях газовых автобусов, простаивающих в колонне более двух дней, несут непосредственно механики колонн.

От редакции

Безопасность автотранспортных средств, работающих на газовом топливе, – одно из главных направлений в разработке газовой топливной аппаратуры. Поэтому применение элементов АГТС «САГА-7» для безопасной эксплуатации газовых автобусов сегодня актуально в связи с широким развитием перевода автотранспорта на альтернативные виды моторного топлива.

Основная ценность данной работы заключается в том, что снижаются затраты автотранспортных предприятий на ежедневный контроль герметичности газовой топливной системы автобусов перед их выездом/въездом и техническое обслуживание на АТП.

Новая АГНКС-150 в Сибири

14 июля 2009 г. в Томске в торжественной обстановке была введена в эксплуатацию новая АГНКС-150. Эта очередная станция построена в рамках Целевой комплексной программы ОАО «Газпром» по развитию газозаправочных мощностей. Оборудование поставлено фирмой «Atlas Copco», а изготовлено в Швейцарии фирмой «Greenfield». Новая АГНКС станет 9-й метанозаправочной станцией, которую эксплуатирует самый восточный трансгаз «Газпрома». В ближайших планах ООО «Газпром трансгаз Томск» предусмотрено развитие газозаправочных мощностей в Омской и Иркутской областях.

В торжественной церемонии открытия новой АГНКС принимали участие

член правления ОАО «Газпром», начальник департамента по транспортировке, подземному хранению и использованию газа О.Е. Аксютин, первый заместитель губернатора Томской области С.Е. Ильиных, генеральный директор ООО «Газпром трансгаз Томск» В.А. Маркелов, первый заместитель мэра Томска Е.В. Паршуту. По окончании торжеств, посвященных открытию новой АГНКС, гости осмотрели выставку газобаллонных автомобилей, работающих на КПГ.

Томск можно с уверенностью назвать одним из лидеров российского газомоторного рынка. В городе на КПГ уже работают 680 автобусов. Ввод новой АГНКС открывает возможности для дальнейшего роста парка газовых автомобилей.

В тот же день 14 июля 2009 г. в центральном офисе ООО «Газпром трансгаз Томск» состоялось отраслевое совещание руководителей дочерних обществ ОАО «Газпром» по вопросу повышения эффективности деятельности по производству и реализации КПГ. В совещании приняли участие представители администрации ОАО «Газпром», руководители дочерних обществ, эксплуатирующих АГНКС, научных и финансово-кредитных организаций. Тон совещанию задали председательствующий О.Е. Аксютин и основной докладчик – генеральный директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ» Р.О. Самсонов. На совещании состоялся открытый и предметный разговор по насущным вопросам эксплуатации АГНКС и развития сети АГНКС в рамках Целевой комплексной программы.

Создание инфраструктуры для эксплуатации газотурбовозов на Свердловской железной дороге

Д.Д. Гайдт,

генеральный директор ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»,

И.О. Набойченко,

главный инженер Свердловской железной дороги, к.т.н.,

Л.А. Ежевская,

ведущий научный сотрудник Уральского отделения ОАО «ВНИИЖТ»,

член-корреспондент Российской Академии инженерных наук

им. А.М. Прохорова, к.т.н.

Энергетическая стратегия ОАО «РЖД» до 2030 г. предусматривает постепенное замещение дизельного моторного топлива на тепловозной тяге сжиженным и компримированным природным газом (СПГ и КПГ).

Создание в 2008 г. магистрального газотурбовоза ГТ-1 мощностью 8,3 МВт (рис. 1) и результаты проведенных в 2009 г. его эксплуатационных испытаний позволяют в значительной степени приблизиться к решению поставленной задачи. С помощью этого нового вида тягового подвижного состава можно осуществлять на равнинных профилях вождение

тяжеловесных составов массой до 15 тыс. т. Наиболее перспективным для эксплуатации газотурбовозов является неэлектрифицированный северный полигон Свердловской железной дороги, совмещенный с полигонами Ямальской железнодорожной компании, Северной железной дороги проектом «Урал-Промышленный, Урал-Полярный». Для этого в этом регионе

имеются все необходимые условия: равнинный профиль, большие объемы перевозимых грузов, наличие в регионе дешевого природного газа, а также производственные мощности, на базе которых имеется возможность развернуть производство СПГ (Сосногорский ГПЗ, Ново-Уренгойский ГХК, Тобольский ГЗХ, проектируемый завод по производству СПГ для Бованенковского и Харасавэйского месторождений).

В газотурбовозе ГТ-1, работающем на СПГ, соединены самые прогрессивные решения разных отраслей промышленности РФ: локомотивостроения, авиастроения, криогенной техники, микроэлектроники. С созданием такого локомотива был решен ряд вопросов отечественного перспективного локомотивостроения:

- в одном кузове в пределах габаритов подвижного состава реализована мощность более 8 МВт;

- снижена трудоемкость ремонта и обслуживания силовой установки (по сравнению с поршневыми, газотурбинный двигатель на СПГ имеет меньшее количество деталей, более ремонтпригоден и долговечен в эксплуатации, не требует большого количества масла, не содержит поступательно движущихся частей);

- используется альтернативное моторное топливо СПГ, цена которого в два раза ниже цены дизельного топлива, что позволило добиться экономической эффективности от применения газотурбовоза.

Опыт прежнего столетия по строительству газотурбинных локомотивов показывает, что при явных преимуществах по конструкции газотурбинные локомотивные установки имели удельный расход дизельного моторного топлива на единицу мощности в 1,8-2 раза выше, чем поршневые. При использовании более дешевого газо-



Рис. 1. Грузовой газотурбовоз ГТ-1 на СПГ разработки ОАО «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт» (ОАО «ВНИИТИ», г. Коломна)

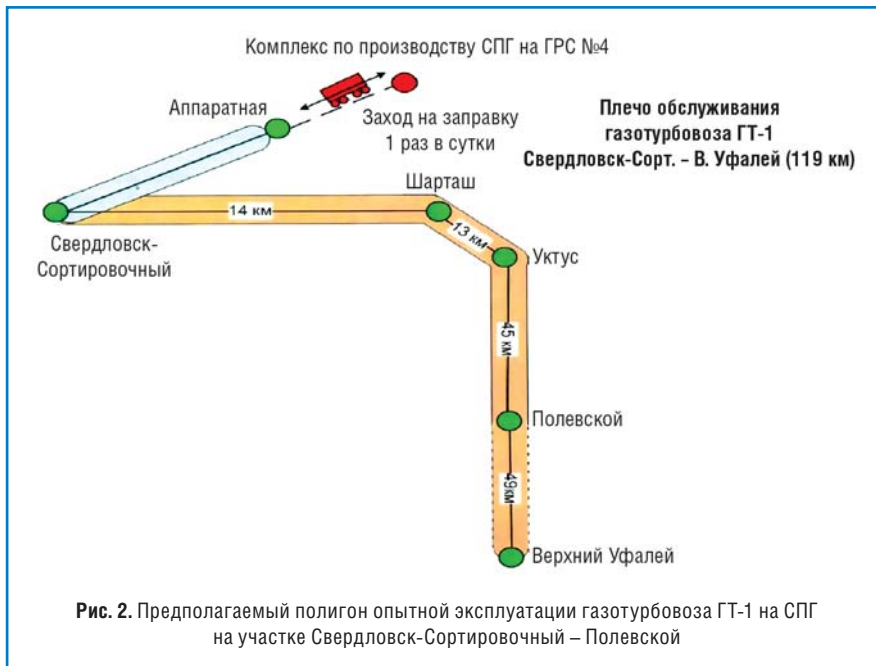


Рис. 2. Предполагаемый полигон опытной эксплуатации газотурбовоза ГТ-1 на СПГ на участке Свердловск-Сортировочный – Полевской

моторного топлива газотурбовоз может успешно конкурировать в сфере эксплуатационных расходов с современными поршневыми локомотивами на дизельном моторном топливе.



Рис. 3. Комплекс по производству СПГ на ГРС-4 (г. Екатеринбург)

Опытная эксплуатация первого газотурбовоза на СПГ планируется на участке Свердловск-Сортировочный – Полевской, который обслуживает локомотивное эксплуатационное депо Свердловск-Сортировочный (рис. 2).

Комплекс вопросов, связанных с обеспечением «жизнедеятельности» газотурбовоза, созданного на стыке ведущих отраслей промышленности, очень широк. Он включает вопросы подготовки и аттестации локомотивных и ремонтных бригад, а также административно-управленческого персонала по работе с СПГ. Такое обучение было проведено на базе учебного центра ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», где квалифицированные преподаватели центра,

специалисты ОАО «Уралкриомаш», Уральского научно-технологического центра «Электронная техника», Уральского отделения «ВНИИЖТ» поделились своими знаниями и опытом со специалистами, эксплуатирующими железнодорожную технику.

Были подробно изучены вопросы конструкции, особенности эксплуатации, ремонта и обслуживания криогенной топливной системы, а также газотурбинного двигателя НК-361. Кроме технических сведений, слушатели курса получили знания, накопленные десятилетиями, в области

организации системы защиты от воздействия вредных факторов нового вида моторного топлива, порядка действий в чрезвычайных ситуациях, а также работы автоматики систем защиты газотурбовоза ГТ-1.

Неотъемлемой частью системы эксплуатации любого инновационного транспортного средства является создание инфраструктуры производства и заправки. Свердловская железная дорога, ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», ОАО «Уралкриомаш» решают эту важную задачу комплексно. Для обеспечения опытного газотурбовозов и маневровых тепловозов качественным газомоторным топливом в районе ГРС-4 (г. Екатеринбург) был построен комплекс для сжижения природного газа (рис. 3).

В состав данного комплекса входят оборудование для сжижения, очистки, осушки СПГ и площадка для заправки газотурбовоза.

Вопросам очистки природного газа было уделено особое внимание, так как первые отказы в работе топливной системы газотурбовоза были связаны с засорением фильтров применявшимся при проведении испытаний сжиженным природным газом, который не соответствовал требованиям ГОСТ.

Заправка только на одном действующем комплексе по производству СПГ в ряде случаев затрудняет экс-



Рис. 4. Контейнер-цистерна КЦМ-35/06 для транспортировки СПГ

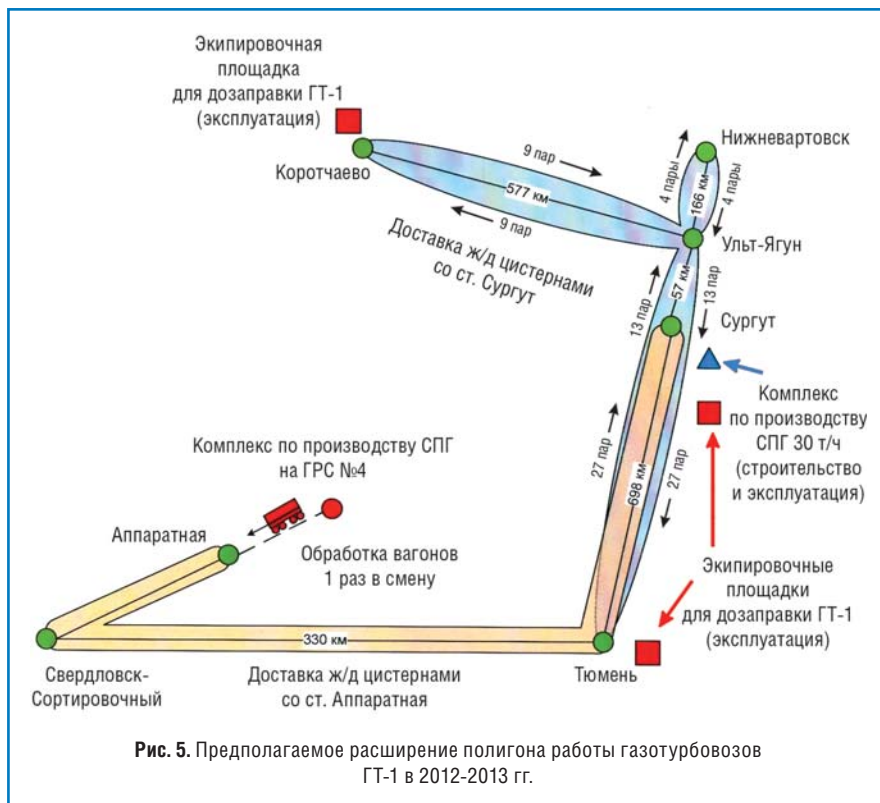


Рис. 5. Предполагаемое расширение полигона работы газотурбовозов ГТ-1 в 2012-2013 гг.

платационную работу, поэтому была предусмотрена оперативная заправка СПГ на территории локомотивного депо с помощью передвижных контейнер-цистерн КЦМ-35/06 (рис. 4).

Контейнер-цистерны КЦМ-35/06 производства ОАО «Уралкриомаш» сертифицированы для транспортировки СПГ железнодорожным, морским и автомобильным транспортом. Сжиженный природный газ может храниться в них в течение 30 сут.

Для заправки СПГ была выбрана площадка и подобрано оснащение для безопасного ведения работ. В настоящее время ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» и Уральское отделение «ВНИИЖТ» разработали технологию оперативной заправки СПГ и необходимые меры безопасности при выполнении экипировочных работ.

Такая площадка является базовой для экипировочных площадок в оборотных локомотивных депо.

Перевозка контейнер-цистернами СПГ является составной частью обеспечения природным газом и при расширении парка эксплуатируемых газотурбовозов Урало-Сибирского региона. Так, например, в

2012-2013 гг. планируется увеличить количество газотурбовозов до трех единиц и освоить полигон эксплуатации Тюмень – Сургут – Коротчаево – Нижневартовск. Для заправки газотурбовозов инфраструктура разрастется по схеме, приведенной на рис. 5.

Дополнительно к комплексу по производству СПГ на ГРС-4 потребуются ввести комплекс по производству СПГ производительностью 30 т/ч, размещенный в районе ст. Сургут с площадкой для экипировки.

Проведенные расчеты показывают, что для обслуживания существующего объема железнодорожных перевозок экипировочные площадки должны быть созданы на станциях Коротчаево и Тюмень, куда СПГ будет доставляться железнодорожными контейнер-цистернами.

На этапе массового освоения газотурбиной тяги на СПГ (период 2014-2020 гг.) в регионе Тюмень – Сургут – Коротчаево – Нижневартовск необходимый парк газотурбовозов достигнет 50 ед. Возможности использования газотурбовозов типа ГТ-1 таковы, что масса поезда может достигать 15 тыс. т, что подтверждено опытными поездками на эксперимен-

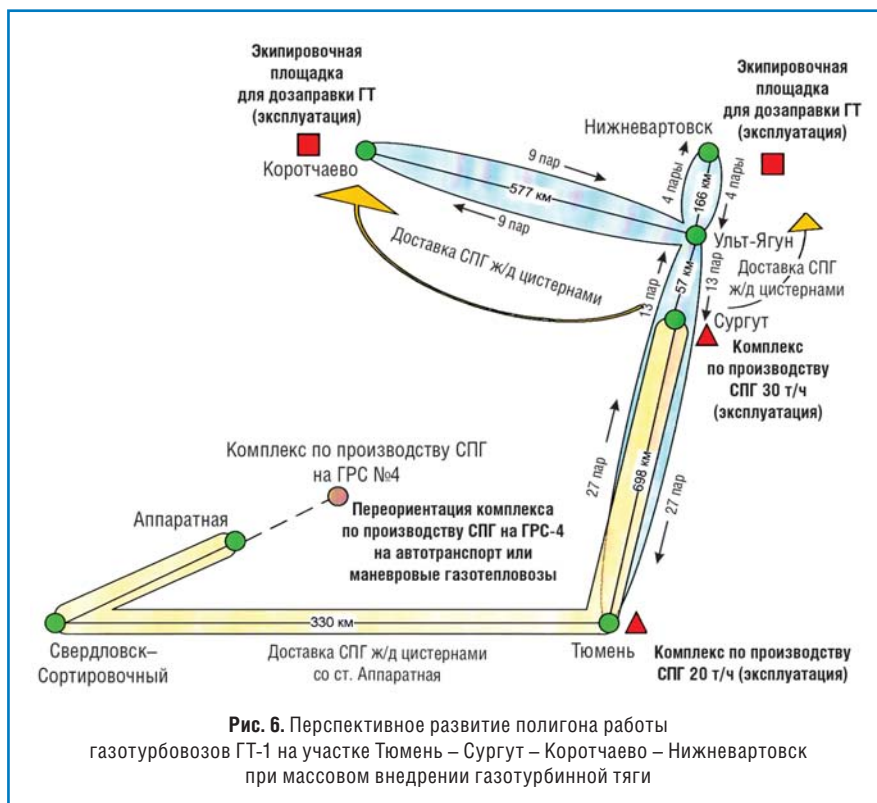
тальном кольце «ВНИИЖТ» и Московской железной дороги. При этом возрастающий объем железнодорожных перевозок может быть освоен без увеличения числа пар поездов, как показано на рис. 6.

Сеть комплексов по производству СПГ должна будет пополниться еще одним комплексом производительностью 20 т/ч на ст. Тюмень, а сеть экипировочных площадок – площадкой на ст. Нижневартовск.

Таким образом, локомотивы тех регионов, где добываются нефть и газ, могут быть мощным потребителем природного газа. Это полностью соответствует концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г., утвержденной В.В. Путиным в ноябре 2008 г. распоряжением № 1662-р (разд. 6. «Развитие энергетической инфраструктуры и повышение энергоэффективности экономики», гл. V. «Повышение национальной конкурентоспособности»), где в частности записано, что одним из приоритетных направлений развития нефтегазового комплекса станет стимулирование использования природного газа в качестве моторного топлива.

Значительную перспективу получают при этом промышленные предприятия Урала, выпускающие подвижной состав для транспортировки СПГ, так как даже при развитии комплексов по производству СПГ существенная часть газомоторного топлива будет доставляться железнодорожными цистернами. При этом экономически выгодным и технологически целесообразным является модульно-картриджный способ заправки, предложенный специалистами Свердловской железной дороги и ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», описанный в журнале «Транспорт на альтернативном топливе» № 4 2008 г.

Кроме развития заправочных комплексов СПГ и экипировочных площадок, важной частью инфраструктуры является также создание и оснащение ремонтной базы локомотивов, в которой соединены достижения раз-



личных отраслей отечественной промышленности.

Как же решают эту проблему специалисты Свердловской железной дороги, ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» и предприятий промышленности?

Основным принципом в этой области является специализация по отдельным отраслям техники, увязанная в систему плано-предупредительного ремонта, основные характеристики которой заложены в эксплуатационной документации газотурбовоза, разработанной ОАО «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт» (ОАО «ВНИКТИ»).

Газотурбинный двигатель НК-361 имеет определенный ресурс эксплуатации до выполнения планового заводского ремонта. В этом его значительное преимущество перед поршневыми двигателями. Если возникает необходимость в ремонте двигателя, то его снимают с газотурбовоза, укладывают в специальный ложемент и транспортируют на завод-изготовитель СНТК им. Н.Д. Кузнецова.

Криогенная емкость для хранения СПГ рассчитана на период эксплуа-

тации в течение 20 лет и не требует каких-либо ремонтных работ, кроме проверки внешнего оборудования. Другое криогенное оборудование (криогенный насос и защитно-регулирующая аппаратура) предполагается ремонтировать на специализированных заводах ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург».

Ремонт и обслуживание электронной аппаратуры находятся под контролем ОАО «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт» (г. Коломна). Ремонт и обслуживание тяговых двигателей, генераторов, экипажной части, кузовного оборудования, созданного на базе электровоза ВЛ15, являются специализацией локомотивного депо Свердловск-Сортировочный.

Отремонтированные и собранные воедино узлы газотурбовоза в базовом депо Свердловск-Сортировочный планируется настраивать на реостате. Для этого в настоящее время реконструируется реостатная станция, мощность которой будет доведена до 8,5 МВт. При этом используется техническое решение, описанное в литературе еще в середине прошлого века: плюсовые и минусовые электроды устанавливаются неподвижно на изолирующих элементах верхнего яруса реостатного бака. Изменение токовой нагрузки осуществляется за счет изменения уровня воды в нагрузочном баке. Вода с помощью насосных агрегатов перекачивается из нагрузочного бака во вспомогательный или обратно в зависимости от требуемой нагрузки.

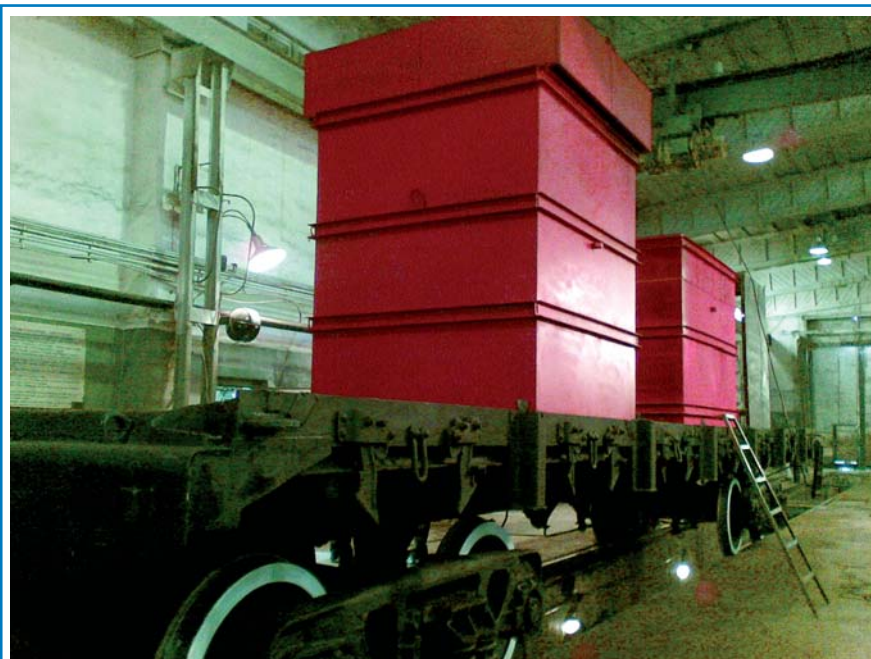


Рис. 7. Передвижной реостат с неподвижными электродами ОАО «Ураласбест»

Неподвижно расположенные пластины позволяют реализовать, как показали испытания Уральского отделения «ВНИИЖТ», при равной площади токи в 1,4 раза большие, чем на реостатах с подвижными пластинами, за счет уменьшения расстояния между электродами, которое ранее было заложено с учетом допуска на раскачивание подвижных пластин. Реостат становится более энергоемким, технологичным, компактным. Путем несложной модернизации можно реконструировать имеющиеся реостаты для повышения их мощности.

Реостатные установки, реализованные по такому принципу, успешно работают в локомотивном депо Сургут Свердловской железной дороги и на ремонтной базе Управления внешнего железнодорожного транспорта ОАО «Ураласбест», где реостат выполнен передвижным (рис. 7).

Путем регулирования количест-

ва перемычек, соединяющих электроды нагрузочного бака, можно устанавливать требуемую мощность реостатной установки, а также выполнять нагрузку секций газотурбовоза по отдельности или совместно в соответствии с программой реостатной настройки, разработанной ОАО «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт».

Управление насосами и задвижками реостатной установки выполняется дистанционно с помощью пульта управления. Защита от повышенных токов и токов короткого замыкания осуществляется с помощью подачи питания от датчика тока в силовой цепи в схему реле заземления газотурбовоза.

Реостатные площадки, оборудованные средствами пожаротушения и дегазации систем газотурбовоза, являются составной частью оснащения базовых ремонтных предприятий.

Оборудование после дегазации можно направлять в обычные ремонтные цеха.

При необходимости слива остатков СПГ из криогенной емкости газотурбовоза, например, при аварийном повреждении, криогенная секция газотурбовоза отцепляется и направляется на одно из специализированных предприятий – комплекс по производству СПГ или ОАО «Уралкриомаш», где предусмотрены технологические циклы приема СПГ от объекта эксплуатации.

Такая инфраструктура для обеспечения работы газотурбовозов во многом была обусловлена наличием на Урале специализированных предприятий криогенной техники, мощной промышленной базы ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» и оснащенной ремонтной базы ведущего депо Свердловской железной дороги – локомотивного депо Свердловск-Сортировочный.



Требования по подготовке статей к опубликованию в журнале

Редакция доводит до сведения авторов требования, которые необходимо соблюдать при предоставлении статей для публикации.

Все статьи должны обязательно сопровождаться краткими аннотациями и ключевыми словами на русском, а также (по возможности) на английском языках. Материалы статей должны быть представлены на любом электронном носителе в программе WinWord с указанием имени файла и с приложением данного текста в распечатанном виде. Объем статьи – не более 8 стр. формата А4 по 1800 знаков с пробелами на каждой. Всего 14 400 знаков с пробелами.

Представленный текстовый материал с иллюстрациями и таблицами должен иметь сквозную нумерацию. В текстовом материале не должно быть рукописных вставок и вклеек. Статьи, напечатанные на пишущей машинке, не принимаются. Электронный вид статьи должен точно соответствовать материалам на бумажном носителе.

Графический материал должен быть выполнен в формате, обеспечивающем ясность всех деталей рисунков. Формулы и символы должны быть четкими и понятными. Все обозначения в формулах необходимо расшифровать. Нумеруются только те формулы, на которые сделаны ссылки в тексте. Обозначения физических величин и единиц измерений необходимо давать в Международной системе единиц (СИ). Обязательно соблюдение действующих ГОСТов. На электронном носителе текст и рисунки должны быть выполнены в программе Microsoft Word с обозна-

чением файлов шрифтов в формате tif, rtf, doc. Иллюстрации – в формате tif (300 dpi, CMYK), eps, jpg, jpeg, cdr. Отдельно необходимо представить список подрисовочных подписей. Не следует форматировать текст самостоятельно.

При пересылке материалов по e-mail следует сопровождать их пояснительной запиской (от кого, перечень файлов и т.д.). Объемные файлы должны быть заархивированы. При подготовке статей к печати необходимо руководствоваться документами, определяющими правила передачи информации через СМИ.

Статья должна содержать следующие сведения об авторе (авторах): ФИО полностью, должность, ученая степень (если есть), почтовый и электронный адреса, контактные телефоны (служебный, домашний). Авторский коллектив должен указать ответственное лицо, с которым редакция будет вести переговоры в процессе подготовки статьи к изданию. В список литературы включаются источники, на которые есть ссылки в статье. Ссылаться можно только на опубликованные работы. Список литературы составляется в порядке употребления. В нем приводятся следующие сведения: фамилия и инициалы авторов, название работы; для журнала – название, год издания, номер, страницы, на которых размещена статья; для книг – место и год издания, издательство, общее число страниц. Редакция оставляет за собой право редакторской правки и не несет ответственности за достоверность публикации. Все внесенные изменения и дополнения в представленную к изданию статью согласовываются с автором или представителем авторского коллектива.

Принятые для печати в журнале «Транспорт на альтернативном топливе» материалы публикуются на безгонорарной основе.



Газотурбовоз ГТ-1 на альтернативном моторном топливе СПГ

В.Ф. Руденко,

главный инженер ОАО «ВНИКТИ», к.т.н.,

А.Г. Воронков,

зав. сектором ОАО «ВНИКТИ»,

Е.Ю. Стальнов,

инженер первой категории ОАО «ВНИКТИ»

Бурный рост количества железнодорожных перевозок в период с 2002 по 2008 гг. совпал с ростом цен на дизельное моторное топливо. Таким образом, статья расхода на закупку энергоносителей для локомотивов стала основной составляющей статьей в финансовых расходах ОАО «РЖД». В случае с электровозами энергоносителем является электроэнергия, цена на которую регулируется государством, однако, на неэлектрифицированных участках железных дорог перевозки выполняются с помощью тепловозов, работающих на дизельном моторном топливе. И тут рост цен на дизельное моторное топливо сильно сказывается на рентабельности перевозок и как следствие – на тарифах. К тому же массогабаритные ограничения на железной дороге не позволяют создать дизель-генератор локомотива мощностью выше 4,5 тыс. кВт для размещения на тепловозе с обеспечением необходимого запаса дизельного моторного топлива.

Все это приводит к снижению массы железнодорожного состава, проводимого локомотивом, что в свою очередь ведет к необходимости переформирования составов на стыке электрифицированных и неэлектрифицированных полигонов. Это также сказывается и на стоимости перевозок, не говоря уже об увеличении сроков нахождения грузов в пути.

Стратегической программой развития грузового железнодорожного транспорта ОАО «РЖД» предусмотрено повышение массы и скоростей

движения поездов, особенно на основных направлениях железнодорожной сети. Таким образом, решение проблем развития автономной тяги является одной из ключевых задач. Для решения этих задач в рамках энергетической стратегии ОАО «РЖД» о замещении дизельного моторного топлива альтернативными видами топлива коллектив ОАО «ВНИКТИ» в 2005 г. приступил к разработке магистрального грузового газотурбовоза ГТ-1 мощностью 8300 кВт.

В качестве силовой установки был применен газотурбинный двигатель (ГТД) НК-361 производства ОАО «СНТК им. Н.Д. Кузнецова», работающий на сжиженном природном газе (СПГ). Использование СПГ в качестве моторного топлива позволило компенсировать основную проблему применения газотурбинного двигателя (ГТД) на железнодорожном транспорте (меньший КПД по сравнению с дизельным двигателем, что соответственно приводит к большому расходу топлива на единицу выработанной энергии) за счет меньшей стоимости природного газа. В то же время основные преимущества ГТД (более высокая энерговооруженность, меньшие габариты и масса, возможность работы на природном газе) позволили создать автономный локомотив столь большой мощности.

Как показали эксплуатационные испытания, использование газотурбовоза дает 13%-ную экономию финансовых средств в сравнении с тепловозом, работающим на дизельном моторном топливе. При этом отпадает необходимость в переформировании железнодорожных составов на стыках полигонов, что тоже дает весомую экономию денежных средств. Еще одним существенным плюсом эксплуатации газотурбовозов на железнодорожных перевозках является и то, что при проводке железнодорожных со-

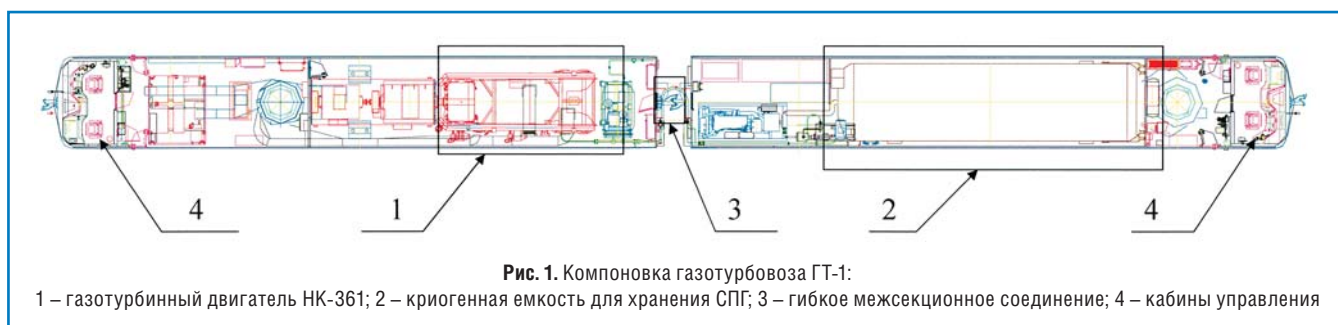


Рис. 1. Компоновка газотурбовоза ГТ-1:

1 – газотурбинный двигатель НК-361; 2 – криогенная емкость для хранения СПГ; 3 – гибкое межсекционное соединение; 4 – кабины управления

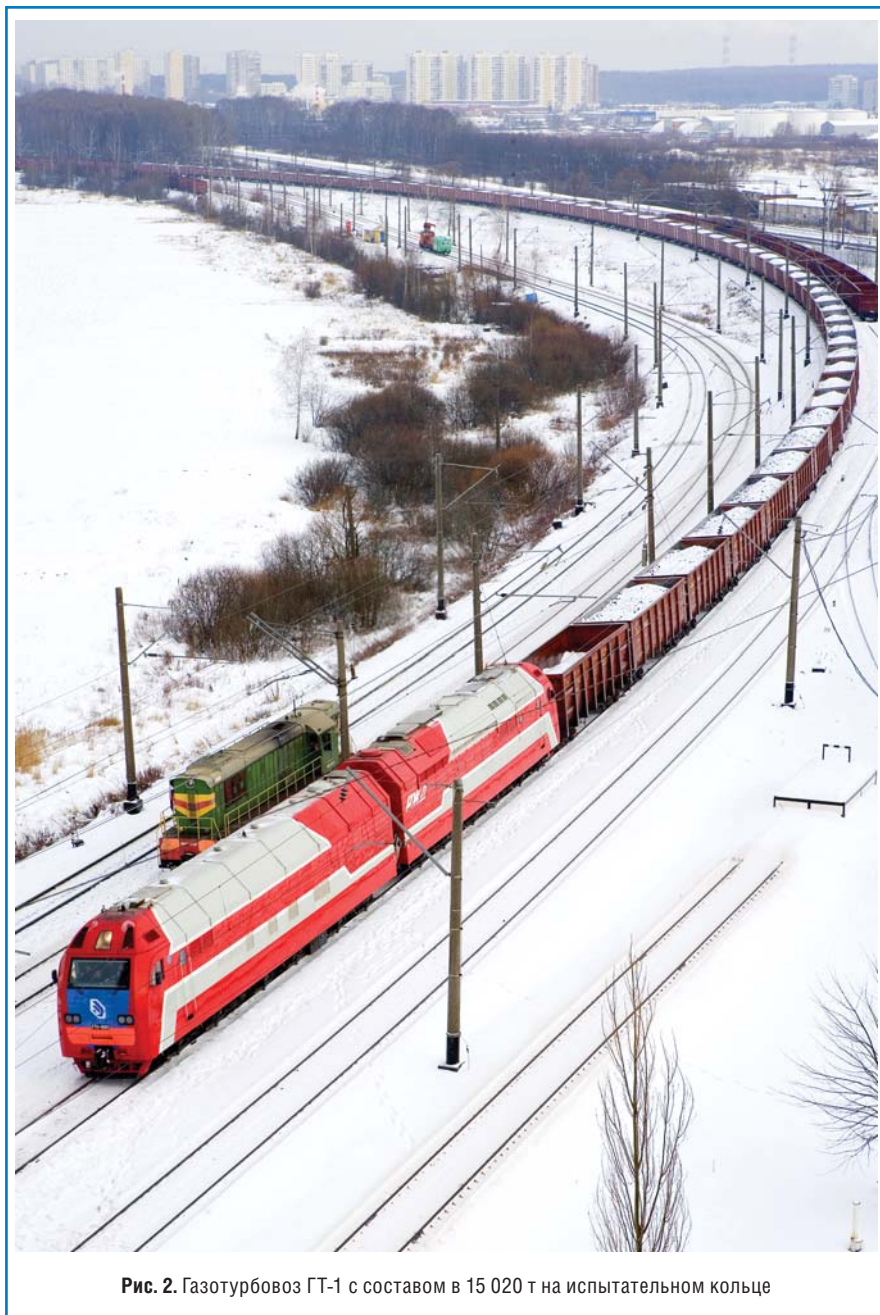


Рис. 2. Газотурбовоз ГТ-1 с составом в 15 020 т на испытательном кольце

ставов большой массы (от 8 тыс. т и выше) снижается степень загрузки железной дороги, что позволяет увеличить пропускную способность железнодорожной сети без вложения дополнительных финансовых средств.

Газотурбовоз ГТ-1 состоит из двух секций. Энергетическое оборудование (ГТД, тяговый генератор) расположено в одной секции, а криогенная емкость для хранения СПГ и аппаратура топливоподачи – в другой. Применение сжиженного природного газа позволило разместить необходимый запас топлива для бездознаправочного

пробега в 1000 км. Схема размещения оборудования на газотурбовозе ГТ-1 приведена на рис. 1.

Перевод природного газа из сжиженного состояния в газообразное (газификация) происходит за счет тепла выпускных газов турбины ГТ-1. При этом передача криогенного газа из секции с криогенной емкостью в секцию с ГТД осуществляется с использованием специально разработанных гибких межсекционных криогенных трубопроводов.

Газотурбовоз ГТ-1 управляется с помощью микропроцессорной системы управления, которая конт-

ролирует состояние всех бортовых систем и агрегатов локомотива. Кроме этого, в помощь обслуживающей локомотивной бригаде дополнительно установлена система видеонаблюдения, позволяющая контролировать обстановку в кузовах секций непосредственно из кабины управления. Камеры видеонаблюдения, расположенные по ходу движения, показывают обстановку перед кабинами машинистов, что делает более безопасным процесс сцепки-расцепки локомотива с составом.

В 2007 г. была закончена сборка газотурбовоза ГТ-1 на Воронежском тепловозоремонтном заводе. С 2007 до 2009 гг. проводились пусконаладочные работы и испытательные поездки газотурбовоза ГТ-1 с железнодорожными составами разной массы. Первая испытательная поездка состоялась 4 июля 2008 г. на Куйбышевской железной дороге, где был проведен железнодорожный состав массой 3200 т. Вслед за этим последовали испытательные поездки на Московской железной дороге с составами массой 5,9 тыс. т, 8,3 тыс. т, 10 тыс. т, а 23 января 2009 г. на испытательном кольце в г. Щербинка газотурбовозом ГТ-1 был проведен железнодорожный состав массой 15020 т, что является мировым рекордом для автономных локомотивов с одной энергетической установкой (рис. 2).

По результатам опытных поездок было принято решение о необходимости доработки криогенной системы газотурбовоза ГТ-1 с целью повышения коэффициента готовности газотурбовоза (уменьшения времени подготовки к поездке). В настоящее время ведутся работы по совершенствованию системы, что позволит сократить время подготовки к выезду более чем вдвое и улучшить управляемость силовым агрегатом. В конце 2009 г. газотурбовоз ГТ-1 должен быть принят к опытной эксплуатации.

Основные технические характеристики газотурбовоза ГТ-1 приведены ниже в таблице.

Таблица

Основные технические характеристики газотурбовоза ГТ-1

Параметры	Значения параметров
Назначение	Грузовой
Осевая формула	2 ₀ -2 ₀ -2 ₀ +2 ₀ -2 ₀ -2 ₀
Вид топлива, расходуемый запас, т	СПГ, 17,0 т
Мощность на валах тяговых двигателей, кВт	6720,0
Часовой расход газа на режиме полной мощности, кг	2300
Конструкционная скорость, м/с (км/ч)	27,8 (100)
Служебная масса, т	300
Сила тяги при трогании с места, кН	883
Касательная сила тяги длительного режима, кН	620
Скорость длительного режима, км/ч	38
КПД газовой турбины, %	30%

**От редакции:
триумф российских газовых
технологий**

22.06.2009 г. ОАО «Российские железные дороги» получило свиде-

тельство о новом национальном рекорде в области техники за создание первого и самого мощного в мире магистрального газотурбовоза ГТ-1, работающего на СПГ.

Один газотурбовоз заменяет собой четыре дизельных локомотива или один трехсекционный электровоз. Замечательным фактом является также и то, что газотурбовоз ГТ-1 является самым экологически безопасным из всех локомотивов, использующих углеводородное топливо: он уже с большим запасом перекрыл европейские нормы, которые начнут применяться к локомотивам только в 2012 г.

Газовая турбина использует природный газ, который хранится в сжиженном состоянии. Запас СПГ составляет 17 т и его хватает на 750-1000 км хода. Газотурбовоз ГТ-1 внесен, как научно-техническое достижение, в «Книгу рекордов России». Аналогичная заявка направлена в редакцию «Книги рекордов Гиннеса».

С юбилеем, коллега!

Недавно заместителя главного редактора журнала «Транспорт на альтернативном топливе» Олега Юрьевича Бриллиантова коллеги и друзья поздравляли с юбилеем.

Олег Юрьевич родился на Дальнем Востоке в Приморском крае в семье военнослужащего.

После окончания школы в 1952 г. поступил учиться в Рижское Высшее Инженерное Военное Училище ВВС им. К.Е.Ворошилова, которое успешно окончил в 1957 г., получив специальность инженер-электрик ВВС. После учебы служил в авиационном полку ВВС Черноморского Военно-Морского Флота в Крыму на инженерной должности.

Затем Олег Юрьевич работал инженером-испытателем в опытно-научной части на Центральном атомном полигоне на Крайнем Севере (арх. Новая Земля), военным представителем на серийном заводе (г. Йошкар-Ола, Марийская Республика) и в научно-исследовательском институте в Москве.

В 1970-1990 гг. работал в Военном Издательстве МО СССР (г. Москва) и прошел путь от редактора до заместителя главного редактора редакции. Занимался выпуском различной технической литературы, предназначенной для различных специалистов по новым видам боевой техники Советской Армии (авиационной, морской, ракетной, бронетанковой и др.).

За время службы в Военном Издательстве окончил Московский полиграфический институт и получил второй диплом о высшем образовании по специальности редактор.

В 1990 г. был уволен по возрасту в запас из рядов Советской Армии в звании полковника. Всего прослужил в Советской Армии 39 лет, пройдя путь от младшего лейтенанта до полковника.

За многолетнюю добросовестную службу в Советской Армии награжден орденом «За службу Родине в ВС СССР» 3-й степени, медалью «За боевые заслуги», а также 12 другими медалями.

После увольнения из рядов Советской Армии продолжал активно трудиться на гражданском поприще. Много лет работал директором издательского Центра ООО «Анkil», коммерческим директором ООО «Аудитор», ответственным секретарем научно-технического журнала «АЗК», зам. главного редактора журнала «АГЗК+АТ». В настоящее время является зам. главного редактора журнала «Транспорт на альтернативном топливе».

Где бы ни работал Бриллиантов О.Ю., его всегда отличали творческий подход к делу, высокая дисциплина, умение находить интересные оригинальные решения. Коллеги уважают Олега Юрьевича за интеллигентность, ум, образованность и светлый юмор.

Мы желаем Олегу Юрьевичу крепкого здоровья, оптимизма, творческого подъема, успехов на ниве издательской деятельности и долгих лет жизни.

**Национальная газомоторная ассоциация
Редакция журнала «Транспорт на альтернативном топливе»**

Резерв для газификации регионов

В начале 2007 г. польская биржевая компания «CP Energia S.A.» приобрела 100%-ный пакет акций российского ЗАО «Криогаз», специализирующегося на разработке технологий и внедрении сжиженного природного газа (СПГ) в Северо-Западном регионе России, а также применении энергосберегающих технологий в промышленности. Основной целью приобретения являлось создание единой производственной цепочки по производству, использованию и продаже СПГ на территории РФ, а также на экспорт.

В настоящее время СПГ достаточно широко применяется во всех странах Евросоюза. На территории Европы уже существует несколько десятилетий рынок малотоннажного СПГ. Например, компания «CP Energia S.A.» ввела в действие 9 объектов потребления регазифицированного СПГ на территории Польши и планирует ввести очередные шесть объектов до конца 2009 г.

В Северо-Западном регионе РФ сформирован небольшой, но имеющий тенденцию к активному росту, рынок этого топлива. Работа на этом рынке и его развитие могут быть основой для успеха компании, занимающейся малым бизнесом в сфере энергетики.

Выполненные ОАО «Газпром» научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по освоению технологии малотоннажного производства СПГ в целом были закончены к 2005 г. В ходе этих работ были достигнуты следующие принципиальные результаты:

- разработаны и утверждены правила безопасности при производстве, хранении и выдаче сжиженного природного газа на ГРС МГ и АГНКС (ПБ 08-342-00);

- отработана технология производства СПГ на газораспределительных станциях магистральных газопроводов;

- отработана технология производства СПГ на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях;

- отработана технология обеспечения сжиженным природным га-

зом промышленных потребителей, объектов ТЭК и жилых поселений с созданием систем приема, хранения и газификации СПГ;

- решены экономические и технические вопросы организации региональных комплексов по производству, доставке и потреблению сжиженного природного газа для обеспечения промышленности и объектов ТЭК.

Основными потребителями этого инновационного вида топлива являются объекты малой тепло- и электроэнергетики, удаленные от источников энергии или не имеющие к ним доступа, промышленные предприятия, заинтересованные в природном газе, как в топливе для технологических процессов.

Около 50% населенных районов на территории России требуют газификации. Строительство газопроводов на некоторых территориях может быть неэффективным из-за ряда причин. Использование СПГ является альтернативой в решении данной задачи. Опыт ЗАО «Криогаз» показал, что путем поставки СПГ можно обеспечить поставки природного газа индивидуальным и промышленным потребителям, а также при ремонте газопроводов. Достигнутые успехи и уровень развития позволили приступить к коммерческому освоению технологии малотоннажного СПГ.

Сегодня вводятся в строй различные как по мощности, так и по назначению теплоэнергетические объекты, основным топливом для которых является СПГ. Причем на большинс-

тве объектов внедряются когенерационные установки для параллельного производства электрической и тепловой энергии.

На фоне коммерческого развития технологии СПГ и успешной реализации проектов газоснабжения промышленных потребителей открываются широкие возможности для решения социальных задач по обеспечению газом удаленных от магистральных газопроводов объектов ТЭК, обслуживающих не только промышленность, но и население.

В период, когда возникают сложности с финансовой реализацией дорогостоящих проектов по строительству газопроводов к удаленным потребителям, единственным способом газификации производственных объектов и населенных пунктов является применение технологии СПГ. Такой подход к проблеме позволяет получить существенный экономический эффект за счет сокращения капитальных затрат.

Причем при определенных обстоятельствах внедрение технологии СПГ можно рассматривать как первый этап газификации, на котором решаются вопросы организации клиентской базы и создания локального газового хозяйства, подключенного к системе приема, хранения и регазификации СПГ.



Комплекс по сжижению природного газа на АГНКС (г. Кингисепп)

Примеры из практики

Примером подобного подхода является газовое хозяйство, организованное в г. Луга Ленинградской области. В состав объектов локальной системы газоснабжения входят две системы приема, хранения и регазификации (СПХР) СПГ, две котельные, жилой микрорайон и система газопроводов. В течение 8 лет данная система обеспечивала газоснабжение ряда промышленных предприятий, коммунальных объектов ТЭК и населения, что позволило решить ряд существенных социальных вопросов, а также повысить экономическую эффективность ведения хозяйственной деятельности промышленных потребителей. В 2008 г. в г. Луга был подведен газопровод и обеспечена подача сетевого газа, причем подвод газа в первую очередь произведен на объекты, подключенные к локальной системе газоснабжения. Таким образом, впервые в Российской Федерации практически была реализована схема поэтапного развития региона, включающая следующие этапы:

1. Создание локальной системы газораспределения природного газа с применением технологии СПГ.

2. Развитие клиентской базы, подключение коммерческих и муниципальных потребителей.

3. Строительство газопровода и подвод сетевого газа с подключением его к уже созданному локальному газопроводу и имеющимся потребителям.

4. Дальнейшее развитие клиентской базы, демонтаж системы СПХР и перемещение ее для дальнейшего использования на объектах ТЭК.

Отработанная схема может быть использована в большинстве регионов РФ, где реализуются программы газификации удаленных от магистральных газопроводов районов, городов и поселений. Это подтверждается тем, что эффективный радиус доставки СПГ составляет не менее 600 км, а применение технологии СПГ становится конкурентным по сравнению с прокладкой газопроводов уже на расстоянии 10-15 км.

Предлагаемый подход к проблеме газификации и применения технологии СПГ позволяет не только учесть

интересы государства и решить социальные вопросы, но и включить в решение задачи частных инвесторов как в части освоения производства СПГ, так и при создании клиентской базы по потреблению регазифицированного из СПГ природного газа.

Таким образом, при выполнении программ газификации может быть реализован принцип государственно-частного партнерства, позволяющий открыть новые возможности в развитии экономики.

Вниманию власти и бизнеса

ЗАО «Криогаз» имеет возможность реализации программ применения технологии СПГ на территории России. Компания имеет подходящие кадры, научно-технический потенциал, производственную базу, а также опыт, связанный со строительством, эксплуатацией и техническим обслуживанием комплексов СПГ. В планах ЗАО «Криогаз» – дальнейшее развитие российского сегмента сети производства и потребления СПГ. Причем до 70% объема СПГ планируется реализовывать местным потребителям.

Одним из новых направлений расширения может быть использование СПГ как альтернативного моторного топлива для транспорта. На практике – это расширение использования

СПГ на автомобильном и железнодорожном транспорте. Использование СПГ, как моторного топлива, влияет на экологию. К примеру, использование на городском транспорте СПГ вместо дизельного топлива и бензина имело бы значительное положительное влияние на экологическую обстановку в таких мегаполисах, как Санкт-Петербург или Москва.

ЗАО «Криогаз» в сотрудничестве с польским производителем автобусов «Соларис» готово предложить такое решение для больших городов. Фирма «Соларис» доставляет автобусы с двигателем на КПГ или СПГ, а ЗАО «Криогаз» обеспечивает поставку КПГ и СПГ. Это конкретное предложение для руководителей городов.

По мнению Ричарда Рудницкого, председателя совета директоров ЗАО «Криогаз», улучшение экологии и уменьшение расходов в условиях глобального кризиса являются теми показателями, которые не могут быть незамеченными менеджерами и представителями власти, принимающими решения об инвестировании в сфере энергетики.

В период, когда возникают сложности с финансовой реализацией дорогостоящих проектов по строительству газопроводов к удаленным потребителям, единственным способом газификации производственных



Система приема, хранения и регазификации СПГ в Игоре (Ленинградская обл.)

объектов и населенных пунктов является применение технологии СПГ.

В прошлом году компанией ЗАО «Криогаз» было завершено строительство комплекса сжижения природного газа производительностью до 7000 т в год на территории АГНКС (г. Кингисепп). В настоящее время завершаются пусконаладочные работы и начато производство СПГ.

Малотоннажный завод СПГ в г. Кингисепп создан на территории автомобильной газонаполнительной станции, осуществляющей заправку автомобилей сжатым природным газом (КПГ). Такое решение позволило комплексно решить вопросы землеотвода, подвода природного газа и электрической энергии, создания инженерной инфраструктуры, а также эффективно задействовать компрессорное оборудование автомобильной заправочной станции. С учетом такого подхода были резко снижены капитальные затраты на строительство и повышена конкурентоспособность производимой продукции. Проектирование и строительство завода было выполнено специалистами и рабочими ЗАО «Криогаз».

Малотоннажный завод СПГ был создан на базе установки сжижения

природного газа высокого давления и фреоновой холодильной машины. При его строительстве было использовано криогенное оборудование, разработанное и изготовленное российскими машиностроительными заводами. Данное оборудование предназначено для работы на типовых автомобильных газонаполнительных станциях с расходом природного газа до 4000 $\text{нм}^3/\text{ч}$ и давлением после компрессорного блока 20 МПа. Более 100 таких станций было построено на территории России в 80-90-х гг. прошлого века.

Данный комплекс был создан на базе установки сжижения природного газа высокого давления УСВД-1000. Установка представляет собой систему, состоящую из теплообменного оборудования и фреоновой холодильной машины, предназначенную для получения 1000 кг/ч сжиженного природного газа. УСВД предназначена для работы на типовых АГНКС с расходом природного газа до 4000 $\text{нм}^3/\text{ч}$ и давлением после компрессорного блока 20 МПа. Блок сжижения природного газа состоит из рекуперативных теплообменников, теплообменника-испарителя, предохранительной и запорной

арматуры, контрольно-измерительных приборов и дроссельной шайбы. Система сепарации сжиженного газа на основе двух вертикальных криогенных емкостей РЦВ-63/0.7, вместимостью 63 м^3 каждая, и криогенного насоса предназначена для сепарации парожидкостной смеси, накопления и хранения сжиженного природного газа, выдачи СПГ в автотранспортную емкость.

При проведении пусконаладочных работ подтверждены заложенные проектом технические характеристики и производительность оборудования, а также качество производимого СПГ. Содержание метана в СПГ составляет не менее 95 объемных процентов.

Продукция завода поставляется потребителям в Северо-Западном регионе Российской Федерации, а также отгружается на экспорт в Польскую Республику и в Германию. В планах компании «CP Energia S.A.» и ЗАО «Криогаз» – расширение общего объема производства СПГ с увеличением суммарной производительности установок сжижения природного газа и расширением рынка сбыта СПГ.

По материалам ЗАО «Криогаз»

ВСЕ О НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ГАЗАХ И ПРОДУКТАХ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА — В ОДНОМ ЖУРНАЛЕ!

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

“ТЕХНИЧЕСКИЕ ГАЗЫ”

ИЗДАТЕЛЬ — УКРАИНСКАЯ АССОЦИАЦИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ГАЗОВ “УА-СИГМА”

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН В ГОСКОМИТЕТЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ
ПОЛИТИКИ, ТЕЛЕ- И РАДИОВЕЩАНИЯ УКРАИНЫ —
СВИДЕТЕЛЬСТВО КВ № 4943 ОТ 15.03.2001 Г.
С 2005 Г. — ОФИЦИАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ ВАК УКРАИНЫ.
ПЕРИОДИЧНОСТЬ ИЗДАНИЯ — 6 ВЫПУСКОВ В ГОД.
ОБЪЕМ КАЖДОГО ВЫПУСКА — 72 СТР.
ПУБЛИКУЕМЫЕ СТАТЬИ РЕФЕРИРУЮТСЯ В РАЗЛИЧНЫХ ЖУРНАЛАХ
И БАЗАХ ДАННЫХ ВИНИТИ РАН (Г. МОСКВА)

ЖУРНАЛ ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СОЗДАНИЕМ,
ИЗГОТОВЛЕНИЕМ И ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ХОЛОДИЛЬНЫХ И КРИОГЕННЫХ УСТАНОВОК,
СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ ГАЗОВ (ГЕЛИЯ, ВОДОРОДА,
ОКСИДА И ДИОКСИДА УГЛЕРОДА, СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА И ДР.),
ПРОДУКТОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА, А ТАКЖЕ НАУЧНЫХ РАБОТНИКОВ И СТУДЕНТОВ

РУБРИКИ ЖУРНАЛА

- ПРОБЛЕМЫ КРИОГЕННОГО, КИСЛОРОДНОГО, КОМПРЕССОРНОГО И УГЛЕКИСЛОТНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ
- ТЕХНИЧЕСКИЕ ГАЗЫ В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ
- ПРОЦЕССЫ, ЦИКЛЫ, СХЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ И КРИОГЕННЫХ СИСТЕМ
- ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГАЗОВ И ИХ СМЕСЕЙ. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СИСТЕМАХ
- УСТАНОВКИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА, КОМПРИМИРОВАННОГО И СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА; ДИОКСИДА УГЛЕРОДА И ДР. ТЕХНИЧЕСКИХ ГАЗОВ
- ЭКОНОМИКА ПРЕДПРИЯТИЙ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, БЕЗОПАСНОСТЬ
- ПРАКТИКА, НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ

Приглашаем к сотрудничеству производителей, учёных, аспирантов и докторантов

Для оформления подписки и размещения рекламы нужно связаться с редакцией журнала по телефону или e-mail.

Адрес редакции: а/я 271, г. Одесса-26, Украина, 65026

Тел./факс: +380 (48) 777-00-87; e-mail: uasigma@paco.net; http://www.uasigma.odessa.ua

Биотопливо и производство продуктов питания

В.М. Володин,

старший научный сотрудник ОАО «Научно-исследовательский тракторный институт (НАТИ)», к.т.н.,

П.Д. Лупачев,

зав. лабораторией ОАО «Научно-исследовательский тракторный институт НАТИ», к.т.н.,

В.С. Гольнев,

зав. отделом ОАО «Научно-исследовательский тракторный институт НАТИ», к.т.н.

Из всех видов альтернативного топлива только биотопливо является полностью возобновляемым. В настоящее время освоено промышленное производство из растительного сырья только двух видов жидкого моторного топлива. Это биоэтанол, производимый из сахаро- и крахмалосодержащих растений, и биодизельное топливо, сырьем для которого являются рапсовое масло, соя, подсолнечное и пальмовое масло. К биотопливам относится также биогаз, получаемый при анаэробном брожении навоза и растительной биомассы.

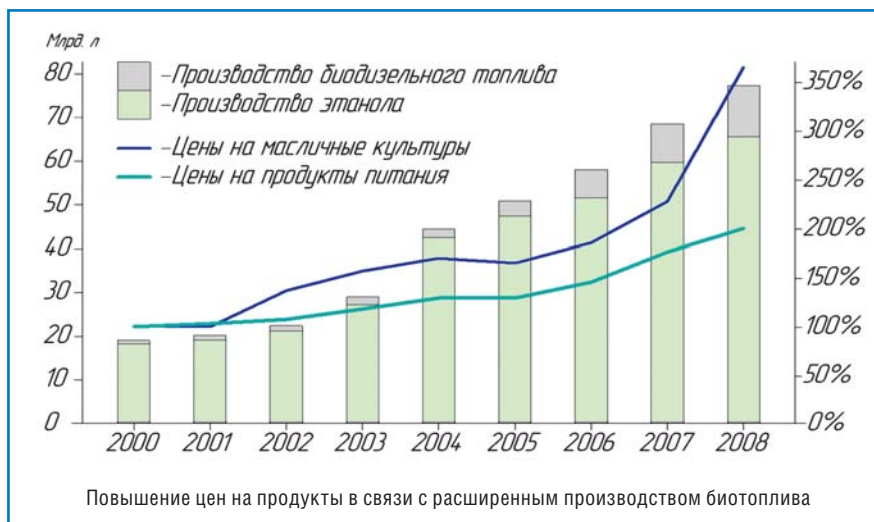
В 2008 г. в мире было произведено 63 млрд. л биоэтанола и около 12 млрд. л биодизельного топлива [1, 2, 4]. По сравнению с 2000 г. производство биоэтанола выросло в 2,4 раза, а производство биодизельного топлива – в 13 раз. За этот же период времени продукты питания в среднем подорожали в два раза, а масличные культуры – в 3,6 раза. По данным ООН только в период с сентября 2007 г. по март 2008 г. цены на кукурузу, пшеницу и рис выросли в среднем на 50% [4]. От-

части это объясняется существенным повышением цен на дизельное топливо, которое расходуется при возделывании зерновых и масличных культур, но в значительной степени рост цен на биотопливо является следствием дисбаланса между спросом и предложением нефти и сельскохозяйственной продукции.

Еще недавно считалось, что при сжигании биотоплива выделяется столько же двуокси углерода, сколько ее поглощается растениями, из ко-

торых оно производится. То есть при использовании биотоплива круговорот углерода в природе не нарушается. Однако при этом не учитывали вред, который наносится природе азотными удобрениями, используемыми при выращивании масличных и зерновых культур. Выделяемая этими удобрениями закись азота является парниковым газом, который действует в 300 раз сильнее двуокси углерода. Сотрудники немецкого Института имени Макса Планка подсчитали, что используемые при выращивании кукурузы и рапса азотные удобрения выделяют такое количество закиси азота, что получаемые из этих культур биоэтанол и биодизельное топливо оказываются вреднее минерального топлива в 1,5 раза [2]. Не учитывали также высвобождение больших количеств углекислого газа при осушении болот в Индонезии и Малайзии, которые используются под плантации пальм. Очень чувствительные нарушения экологии имеют место в Бразилии в результате вырубки тропического леса, который называют легкими планеты.

Потепление климата – это в будущем, а вот нехватка продуктов питания – это проблема дня многих стран мира уже сегодня. Поэтому возникает вопрос, каково соотношение между получаемыми с определенного участка земли продуктами питания и количеством топлива, которое может быть выработано при возделывании на этом же участке растений, служащих для его производства. Ответ на поставленный выше вопрос есть. С 1 га сельскохозяйственных угодий в условиях Европы в год можно снять 24-26 центнеров рапса, при переработке которого получается от 800 до 1200 л биодизельного топлива. Этого количества топлива достаточно, чтобы обеспечить от 10 до 15 тыс. км пробега легкового автомобиля в год при среднем расходе 8 л/100 км [1]. Но на этом же гектаре можно вырастить такое количество сельскохозяйственной продукции, которого хватит для питания пяти человек. По другим расчетам на производство 100 л биоэтанола расходуется столько же зерновых, сколько потребляется одним человеком в год.



Наибольшую активность по производству биоэтанола проявляют Бразилия и США, на которые приходится 70% мировой выработки этого топлива. В Бразилии этанол производят из сахарного тростника, урожай которого собирают до пяти раз в год. В настоящее время в этой стране вырабатывается в год около 15 млрд. л этанола, за счет которого покрывается до 40% потребности в моторном топливе. Себестоимость 1 л этанола равна 0,19 долл. США.

В США этанол вырабатывается в основном из кукурузы. Большая его часть используется для производства антидетонационной присадки МТБЭ (метил-трет-бутилового эфира). Себестоимость 1 л этанола в США равна 0,33 долл. США, а в Европе она достигает 0,55 долл. Следует отметить, что энергия, выделяемая при сгорании получаемого из кукурузы этанола, меньше, чем затраченная на его производство.

По производству биодизельного топлива лидером является Европа и, прежде всего, Германия, на которую приходится почти половина его мировой выработки. В 2008 г. в Европе действовало 214 заводов по производству биодизельного топлива суммарной мощностью 16 млн. т в год. В настоящее время биодизельное топливо производится преимущественно из рапсового масла. Используется оно чаще всего в адаптированных к нему двигателях грузовых и легковых автомобилей, а также сельскохозяйственных тракторов и самоходных машин. Было установлено, что при его сгорании в дизеле образуется меньше сажи и углеводородов, чем при сгорании дизельного топлива, полученного из нефти. При этом в отработавших газах полностью отсутствует сера. Но выброс оксидов азота несколько выше, чем при сгорании дизельного топлива.

Биодизельное топливо проявляет повышенную агрессивность по отношению к различным синтетическим материалам, резине, лакам и краскам. Установлено также, что биодизельное топливо ускоряет коррозию металлов. При попадании этого топлива в смазочное масло качество последнего ухудшается в большей степени,



Заправка биодизелем в Австралии

чем это имеет место для обычного дизельного топлива. Поэтому при использовании биодизельного топлива производители дизелей обычно рекомендуют существенно сократить сроки замены масла. Воздействие продуктов сгорания этого топлива на нейтрализаторы и сажевые фильтры пока не выяснено.

К положительным свойствам биодизельного топлива следует отнести его способность к быстрому разложению в почве и в воде и высокие смазывающие свойства. Смазывающие свойства дизельного топлива напротив становятся недостаточными при очистке его от серы. Поэтому биодизельное топливо рекомендуется подмешивать к малосернистому дизельному топливу. В настоящее время допускается подмешивание биодизельного топлива к дизельному в количестве до 5%, при этом адаптация к нему двигателей не требуется. Обсуждается также возможность увеличения этой доли до 20%.

Чтобы выработать 1000 кг биодизельного топлива, необходимо затратить 1040 кг рапсового масла, 50 кВт·ч тепловой энергии, 25 кВт·ч электроэнергии, 144 кг метанола и 19 кг КОН. Проведенные в Корнелльском и Колумбийском университетах (США) расчеты показали, что общие затра-

ты энергии на производство биодизельного топлива могут превышать энергию, выделяющуюся при его сгорании [3].

Чтобы стимулировать производство биотоплива, правительство Германии проводит политику дотирования сельского хозяйства и освобождения от налогов готовой продукции. На биодизельное топливо был введен налог только с начала 2007 г. В частности, налог на 1 л биодизельного топлива до конца 2007 г. составлял 0,09 евро, а к 2012 г. [2] его предполагается увеличить до 0,45 евро. Налог на 1 л рапсового масла, используемого в качестве моторного топлива, должен постепенно повышаться с 0,10 евро в 2008 г. до 0,45 евро к началу 2012 г. В настоящее время биодизельное топливо продается в Европе и, в частности, в Германии дешевле, чем дизельное топливо. Убытки от недополучения налогов в Европе достигают 1 млрд. евро в год. Подсчитано, что производство биотоплива может быть экономически обосновано только при цене нефти порядка 100 долл. США за баррель.

В настоящее время в Германии биодизельное топливо замещает более 7% автомобильного моторного топлива, однако, только половина его производится из рапса, выращенного



Будущая плантация масличной пальмы (*Elaeis guineensis*) – растения, завезенного из Африки и используемого для получения биотоплива. Молодые растения уже подготовлены для посадки. Снимок сделан в малазийской части острова Борнео (Калимантан), штат Саравак

в стране [3]. Другая его часть ввозится в готовом виде или в виде сырья. Подсчитано, что в Германии при полном использовании занятых в настоящее время под рапс площадей и пустующих земель можно получить только такое количество биодизельного топлива, которое заменит 5% моторного топлива из нефти. Дальнейшее расширение занятых под рапс земель неизбежно приведет к снижению площадей, используемых непосредственно или косвенно для производства продуктов питания. Таким образом, через рапс решить проблему зависимости страны от импорта нефти невозможно. С энергетической точки зрения топливо из рапса невыгодно, так как на выращивание рапса и производство из него топлива затрачивается 58% выделяемой при его сгорании энергии [2].

В последнее время для производства биодизельного топлива используется пальмовое масло. С 1 га получают в пять раз больше пальмового масла, чем рапсового, но европейский климат для выращивания пальм не подходит. Их плантации создаются в Индонезии, Малайзии, Бразилии и некоторых африканских странах. Эти страны получили, таким образом, вы-

ход на топливный рынок, увеличивая трудовую занятость своего населения. Вероятно, они смогут за счет экспорта пальмового масла покупать больше продовольствия, увеличивая потребность в его производстве.

Производство биогаза также может вызвать сокращение производства продуктов питания, так как в последнее время в качестве сырья для его получения используется преимущественно растительная биомасса, а не навоз. Свыше 90% сельскохозяйственных производителей биогаза в Германии перешли от переработки отходов сельхозпроизводства к использованию специально выращиваемых культур, например, выращенной на силос кукурузы, травяного силоса и зерновых культур. Наиболее значимой в этом отношении является кукуруза, но некоторые производители биогаза используют и другие зерновые культуры. В некоторых районах широко используется травяной силос.

Таким образом, производство биогаза становится независимым от животноводства. Навоз добавляется в биомассу только в отдельных случаях для стабилизации процесса брожения. В последнее время для производства биогаза предлагается использовать

специальные сорта высококалорийной кукурузы и специальное сырье, состоящее из зерна кукурузы и семян подсолнечника. Федеральное правительство и правительства земель ФРГ поддерживают развитие специального растениеводства и способствуют проведению исследований по оптимизации сортов растений для производства биогаза и созданию соответствующей агротехники. Предполагается, что в будущем биогаз будет производиться исключительно из растительной массы без применения навоза.

Из изложенного выше следует, что биотопливо не может заменить существенную часть топлива нефтяного происхождения и практически не способствует решению экологических и экономических проблем. Оно не позволило затормозить рост цен на нефть в середине 2008 г. Напротив, расширение его производства приводит к росту цен на продукты питания [4]. При этом страдают страны, которые не имеют запасов нефти и не могут производить достаточного количества продовольствия.

На наш взгляд в Российской Федерации не следует ориентироваться на производство биодизельного топлива, но при этом необходимо всемерно развивать локальное производство и использование биогаза и других видов возобновляемых горючих газов в качестве моторного и печного топлив на основе неизбежных отходов производства (сельскохозяйственного, лесного, пищевого и т.д.).

Литература

1. Specht M., Zuberbyler U., Bändi A. Kraftstoffe aus erneuerbaren Ressourcen – Potentiale, Herstellung, Perspektiven. – Nova Acta Leopoldina NF 91, Nr. 339, S. 239-263 (2004).
2. Fortschrittsbericht 2004. Perspektiven für Deutschland. Auszug «Die Kraftstoffstrategie – Alternative Kraftstoffe und innovative Antriebe». Abschnitt E. III., S. 170-196, 240.
3. Журнал «AGRARTECHNIK», Oktober 2006, S. 22-27, 44-48.
4. Natural Resources Research. Vol. 14:1, 65-76.

Системы хранения водорода

О.К. Алексеева,

начальник отдела Института водородной энергетики и плазменных технологий ФГУ РНЦ «Курчатовский институт», к.ф.-м.н.,

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

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

В.Н. Фатеев, директор Института водородной энергетики и плазменных технологий ФГУ РНЦ «Курчатовский институт», профессор, д.х.н.

Окончание. Начало в № 4 (10) 2009 г.

ХРАНЕНИЕ ВОДОРОДА В НОСИТЕЛЯХ

Носителями могут служить жидкие углеводороды, адсорбенты, гидриды металлов или другие богатые водородом соединения. Носители должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- сохранять фазовое состояние в нужном диапазоне температур и давлений;
- обеспечивать высокую объемную и массовую плотность по водороду;
- обеспечивать простую разгрузку водорода;
- быть экологически безопасными.

В большинстве случаев носители должны быть перезаряжаемыми.

Значения массовой и объемной плотности водорода для наиболее известных носителей приведены на рис. 10 [1]. Показаны также цели, заявленные в программах министерс-

тва энергетики США. Для жидкого борогидрида натрия и твердого аланата натрия данные представлены для систем хранения. Приведены также параметры систем хранения для жидкого и сжатого водорода до 350 атм (35 МПа) и 700 атм (70 МПа).

Рассмотрим подробнее возможности хранения водорода в основных типах носителей, перспективных для транспорта.

Хранение водорода в гидридах. Гидриды – соединения водорода с металлами или менее отрицательными, чем водород, неметаллами. Различают простые (бинарные) гидриды, комплексные гидриды, гидриды интерметаллических соединений.

Простые гидриды (по типу связи) разделяют на ковалентные, ионные и металлические. К ковалентным относятся гидриды неметаллов, Al, Be, Sn, Sb. Среди них интерес для хранения водорода представляют гидриды Al и Be. Для этих гидридов характерны очень высокие энтальпии сгорания. Они взаимодействуют с водой, выделяя водород.

К ионным гидридам относятся гидриды щелочных и щелочноземельных металлов, кроме магния. Эти гидриды бурно реагируют с кислородом и влагой воздуха; при взаимодействии с водой выделяют водород (реакция сопровождается выделением теплоты). Ниже более подробно остановимся на LiH и NaH.

Гидрид магния MgH_2 по свойствам и природе химической связи занимает промежуточное положение между ковалентными и ионными гидридами и также представляет интерес для хранения водорода.

К металлическим гидридам относят гидриды переходных и редкоземельных металлов. Гидриды интерметаллических соединений содержат атомы редкоземельных

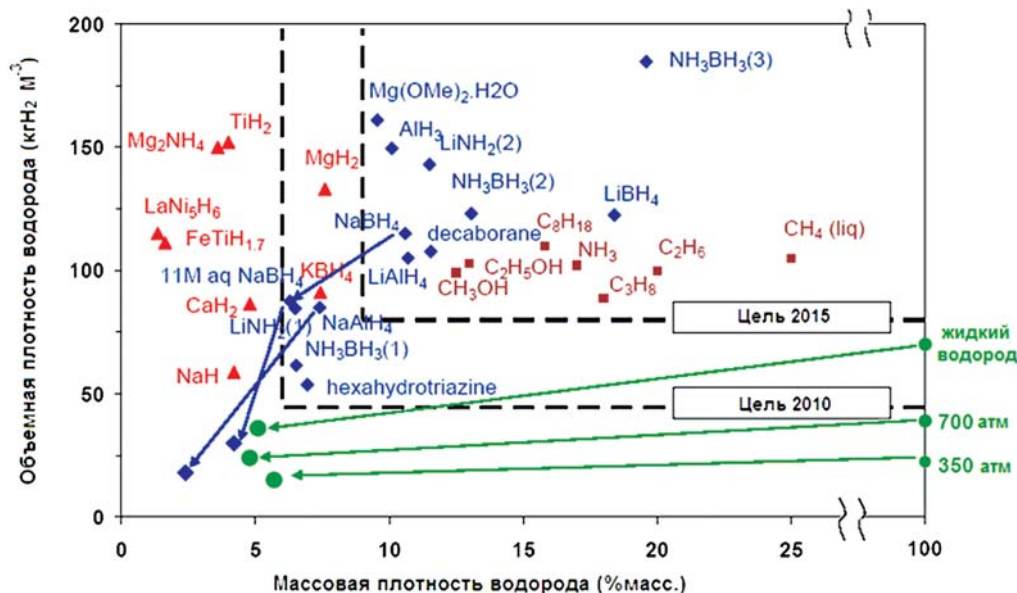


Рис. 10. Массовая и объемная плотность водорода в различных носителях

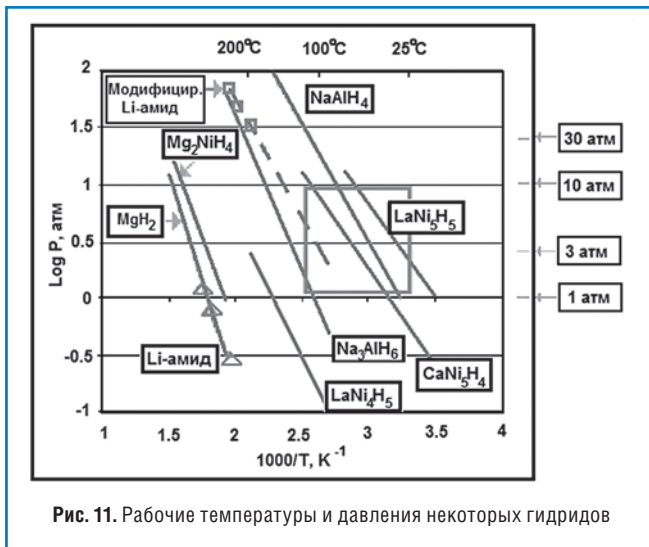


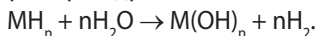
Рис. 11. Рабочие температуры и давления некоторых гидридов

и переходных металлов (также Mg, Ca, Al и др.). Обычно они легко образуются при взаимодействии интерметаллидов с водородом при 290-475 К и давлениях 0,1-1 МПа. Из многих соединений такого типа при 475-775 К и давлениях 10^4 - 10^5 Па происходит выделение водорода.

К комплексным гидридам относятся известные алюмогидриды, борогидриды металлов, гидриды на базе амидов металлов и другие. Алюмогидриды, или аланаты, содержат ион (AlH_4). Они энергично взаимодействуют с водой, выделяя водород. Борогидриды, или боронаты, – это комплексные соединения, содержащие группу (BH_4).

На рис. 11 показаны рабочие температуры и давления некоторых гидридов. Выделено оптимальное «рабочее» окно (0,1-1 МПа или 1-10 атм и 25-120°C) для автомобилей на топливных элементах [2]. Как видно, соответствующие характеристики имеют гидриды интерметаллических соединений и некоторые комплексные гидриды.

Гидриды металлов, сплавов, интерметаллидов. Хранение водорода в гидридах металлов и его выделение из них может быть осуществлено с использованием обратимого взаимодействия $MH_n \leftrightarrow M + 0,5nH_2$ и необратимого, например, гидролиза:



Гидриды, способные накапливать большие количества водорода и сравнительно легко отдавать их, часто называются

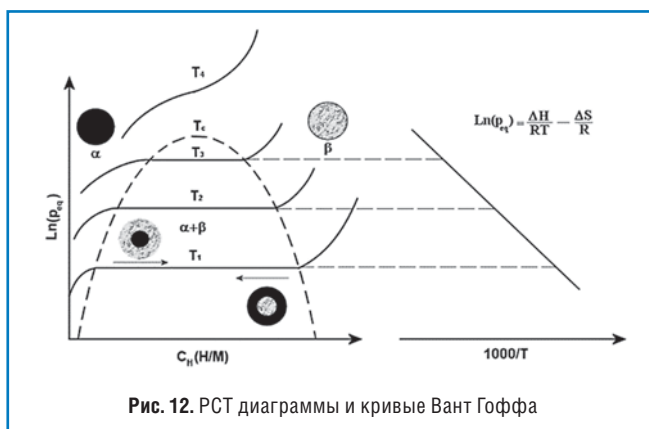
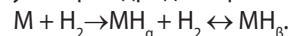


Рис. 12. PCT диаграммы и кривые Вант Гоффа

ют сплавами-накопителями водорода (СНВ) [16]. Процесс $MH_n \leftrightarrow M + 0,5nH_2$ можно направлять в ту или другую сторону и менять его скорость, регулируя температуру и/или давление. При обратимом хранении водорода в гидридах металлов и интерметаллидов повышение давления газообразного водорода и понижение температуры смещают равновесие в сторону образования гидрида (реакция идет с выделением теплоты), при понижении давления и повышении температуры происходит диссоциация (реакция идет с поглощением теплоты). Типичные изотермы реакции (давление – концентрация), а также кривые Вант Гоффа приведены на рис. 12.

На начальном участке давление, как функция концентрации водорода в твердой фазе, растет довольно быстро. Эта область соответствует растворению водорода в металле (интерметаллиде) с образованием твердого α -раствора и обычно описывается законом Сиверца $C = k\sqrt{P}$, где k – константа; C – концентрация водорода; P – его давление во внешней среде. При определенных значениях давления и концентрации α -раствор становится насыщенным, и образуется β -гидридная фаза по реакции:



Области образования гидрида соответствует «плато» давлений (в реальных системах наблюдается отклонение от горизонтальности); дальнейшее повышение давления с ростом концентрации соответствует растворению водорода в гидриде. С повышением температуры равновесное давление увеличивается. Концентрация водорода приближается к максимальной величине, определяемой водородоемкостью металла.

Изотермы позволяют также определять термодинамические характеристики реакции взаимодействия водорода с металлами, сплавами, интерметаллидами. Из условий равновесия в области плато можно вывести известное уравнение Вант Гоффа

$$RT \ln P = \Delta H - T \Delta S \text{ или } \ln P = \Delta H/RT - \Delta S/R,$$

где R – универсальная газовая постоянная; ΔH и ΔS – стандартные энтальпия и энтропия гидридообразования на 1 моль газообразного водорода.

В зависимости от температуры, при которой равновесное давление разложения гидрида равно примерно 1 атм, гидриды с точки зрения практики подразделяются на низкотемпературные (250-370К) и высокотемпературные (выше 370К).

Основные стадии обратимого взаимодействия водорода с металлами (интерметаллидами) [16]:

- массоперенос водорода в газовой фазе;
- физическая сорбция водорода на поверхности;
- хемосорбция на активных центрах поверхности, приводящая к диссоциации молекул водорода;
- переход атомов с поверхности в объем;
- диффузия атомов водорода в объеме с образованием твердого раствора (α -фаза);
- формирование гидрида (β -фаза).

В зависимости от условий реакции и химической природы металлов взаимодействие водорода с интерметаллидом может быть обратимым или приводить к деструкции металлической матрицы (гидрогенолиз).

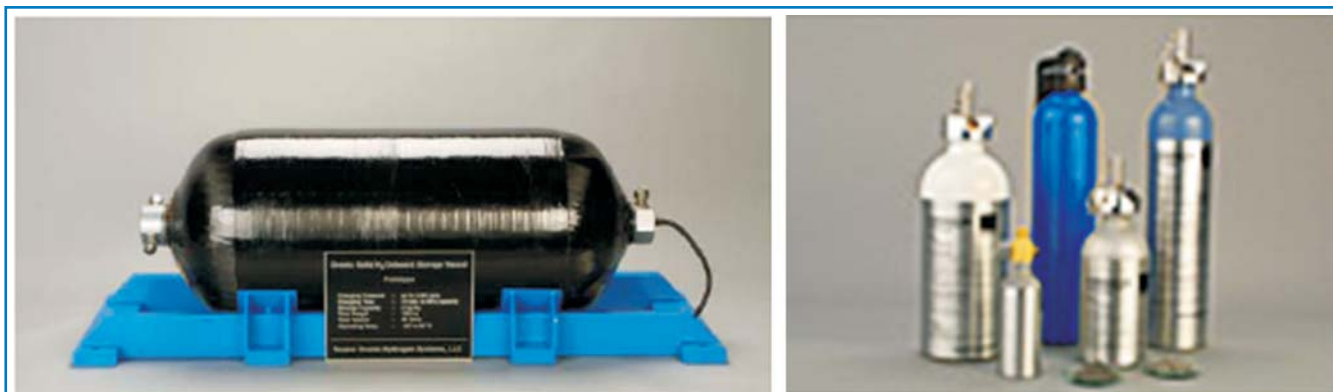
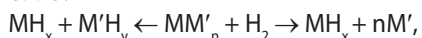


Рис. 13. Легкий бортовой и другие контейнеры для хранения гидридов фирмы «Ovonic»

При обратимом взаимодействии структурный тип матрицы сохраняется при увеличении ее объема на 10-30%. Типичный пример деструктивного гидрирования, или гидрогенолиза, при котором могут образоваться бинарные гидриды или произойти обособление переходного металла:



где M и M' – металлы, один из которых относится к редкоземельным, а другой – Fe, Ni или Co (при 200-500°C, 10^4 - 10^5 Па).

Гидрогенолиз термодинамически более выгоден, чем обратимое взаимодействие, так как теплота образования интерметаллида, как правило, ниже теплоты образования бинарных гидридов. Однако важно учитывать и кинетические факторы, зависящие в первую очередь от энергии активации гидрогенолиза. При достаточно высоких температурах реакции гидрогенолиза могут быть обратимыми, и такие соединения можно использовать для высокотемпературного хранения водорода.

Кинетика гидрирования – дегидрирования определяется собственно кинетическими факторами (поверхностные процессы, диффузия, фазовые превращения), потоком теплоты и потоком массы.

Основные требования к используемым металлам (интерметаллидам):

- большая сорбционная емкость;
- поглощение и выделение водорода при температурах, близких к комнатной, и при давлении водорода, близком к атмосферному;
- десорбция максимально возможного количества водорода;
- высокая теплопроводность;

Таблица 3

Хранение водорода в гидридах интерметаллидов

Интерметаллид	Гидрид	H ₂ , % масс.	P, кгс/см ²	T, K
LaNi ₅	LaNi ₅ H ₆	1,37	2,0	298
ZrV ₂	ZrV ₂ H _{5,5}	3,01	10 ⁻⁸	323
FeTi	FeTiH ₂	1,89	5,0	303
Mg ₂ Ni	Mg ₂ NiH ₄	3,59	1,0	555
TiV ₂	TiV ₂ H ₄	2,6	10,0	313

- легкость активирования;
- невысокая стоимость;
- равновесное давление диссоциации водорода при температуре разложения гидрида должно отвечать требованиям безопасности;
- возможность многократного циклирования.

В настоящее время способ хранения водорода в гидридах имеет много сторонников. Перспективно использование интерметаллических сплавов (ИМС) (табл. 3). Из чистых металлов возможно применение только магния (хотя и для него существуют определенные ограничения). В бывшем СССР и в России активно велись и ведутся фундаментальные исследования свойств гидридов, а также создана промышленная технология интерметаллидного хранения водорода [3, 16-19].

Самый серьезный недостаток – низкая весовая плотность у всех известных металлических гидридов, работающих при комнатной температуре. Как правило, в таких гидридах может храниться 1-2% от веса контейнера с гидридом. Существуют соединения, для которых величина весовой плотности достигает 5-7% масс., (даже 9% масс. у Li₃Be₂H₇), но обратимость для них достигается за пределами требуемого для транспорта диапазона температур и давлений. MgH₂ является недорогим и дает 7,6% масс., однако, требуется активация, а сорбция и десорбция довольно медленны (плохая кинетика). Он не поглощает водород при T < 473K и требует высокой температуры для десорбции (~673K).

Schulz et al. [20] показали перспективность использования для хранения водорода нанокристаллических металлов и сплавов. Так, механоактивация гидрида магния в шаровой мельнице приводит к существенному улучшению его свойств. Он поглощает 7% масс. H₂ за 400 с при 573K и десорбирует то же количество за 600 с при 623K. Эти результаты можно рассматривать, как шаг в направлении практического применения гидридов на транспорте. Представляют интерес работы по созданию композитных многослойных систем хранения водорода на основе кристаллических (в том числе нанокристаллических), а также аморфных пленок [21, 22].

Для хранения гидридов разработаны различные типы контейнеров, некоторые из которых представлены на рис. 13, 14.

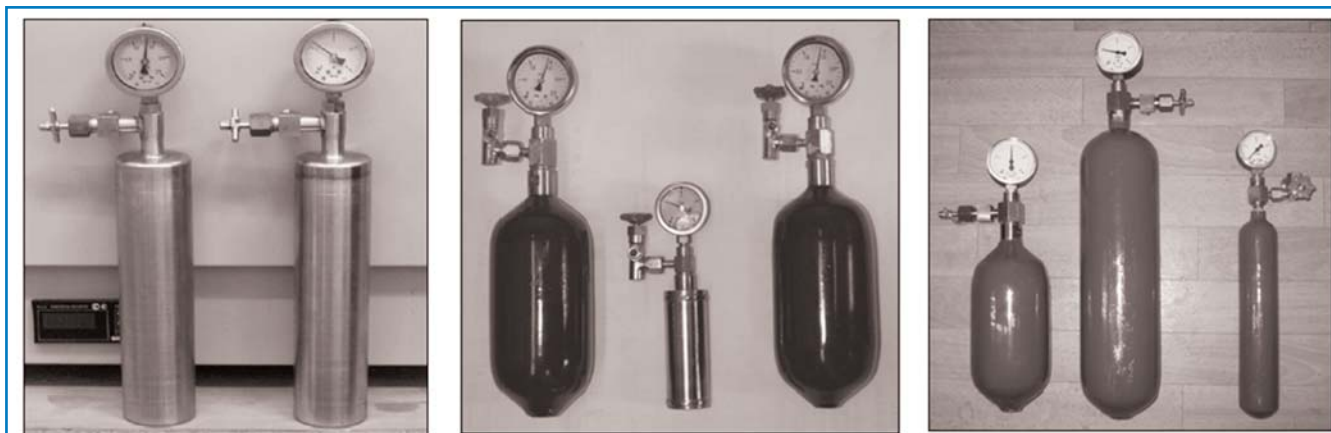


Рис. 14. Металлогидридные аккумуляторы, разработанные в Институте проблем химической физики РАН

Перечислим некоторые проблемы, связанные с использованием гидридов для хранения водорода. Из-за цикличности процесса с течением времени гидриды становятся более хрупкими. Перезарядка блока с гидридом – небыстрый процесс, в некоторых случаях для полной зарядки требуются часы. Примерно одна треть запасенной энергии должна быть использована для обеспечения десорбции водорода. Гидриды чувствительны к примесям, которые могут присутствовать в водороде (H_2O , O_2 , CO_2 , N_2 , H_2S и др.). Стойкость относительно отравления или загрязнения особенно важна при использовании водорода, полученного из природного газа или угля.

Одним из перспективных способов защиты от отравления является модифицирование поверхности гидридообразующих металлов/интерметаллидов путем нанесения пленок или так называемое микроплакирование (микрокапсулирование). При правильном подборе материала и метода нанесения такие пленки могут не только снижать действие вредных примесей, но также повышать циклоустойчивость гидрида при обратимой сорбции – десорбции водорода, предотвращать дезинтеграцию материала и улучшать термофизические свойства. Вакуумно-конденсационные методы напыления, в особенности метод ионного

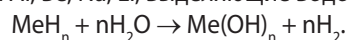


Рис. 15. Образец $LaNi_5$ (50-160 мкм), плакированный медью (метод ионного магнетронного распыления) [22]

магнетронного распыления, позволяют получать пленки практически любого состава и высокой чистоты, в том числе на нанопорошках [22].

Основная проблема при конструировании гидридных систем хранения водорода на основе, например, сравнительно недорогих железо-титановых сплавов – это проблема отвода теплоты. Институт высоких температур в сотрудничестве с МЭИ и МГУ создали экспериментальные MeH_n (металл-гидридные) системы хранения (1,5 кг H_2) и очистки (до 20 л/ч) водорода. Для оптимизации конструкции и работы устройств разработаны двумерные и трехмерные математические модели тепломассопереноса в MeH_n -реакторах при сорбции и десорбции водорода с газообразными примесями [23].

«Химические» гидриды металлов. Среди простых (бинарных) ковалентных и ионных гидридов с точки зрения возможностей хранения водорода интересны гидриды Al, Be, Na, Li, выделяющие водород при гидролизе



Гидролиз является отработанным химическим процессом. Он позволяет получать вдвое больше водорода, чем находится в гидриде. Недостатком гидролиза является то, что этот процесс необратим. Однако при рассмотрении вопроса хранения водорода на борту автомобиля на топливных элементах следует учитывать тот факт, что выхлоп такого автомобиля – это водяной пар, который можно собрать и опять использовать для получения водорода на борту.

Если применять $NaNH_2$, то весовая плотность будет близка к 4% масс., для LiH она может достигать 14% масс. Автомобиль может быть заправлен в течение нескольких минут. Различные группы исследователей занимаются вопросом использования этого метода хранения на транспорте. Однако, как показывают недавние результаты, могут возникать проблемы точного контроля реакции гидрида с водой и безопасности. Фирма «Thermo Power's Advanced Technology Group» для транспорта на топливных элементах разработала модификацию метода, позволяющую решить эти вопросы [2]. Предусматривается хранение водорода в форме органической суспензии легких металлических гидридов; водород выделяется при добавлении воды.

Свойства некоторых бинарных и тройных гидридов металлов

Гидрид	H ₂ , % масс.	ρ, г/см ³	Способ разложения	T _{разл.} , К	Условия разложения	Объем H ₂ , м ³ /г	
BeH ₂	18,2	0,76	Термолиз	450-470		2,03	
MgH ₂	7,7	1,45		520-550		0,94	
BH ₃ NH ₃	9,7			620-700		2,16	
AlH ₃	10,0	1,47		420-440		1,12	
Li ₂ BeH ₄	14,8	0,77		750-800			
«LiMgH ₃ »	8,8						
«Li ₂ MgH ₄ »	9,5						
«LiBeH ₃ »	15,9	0,75		700-750			
LiBH ₄	18,2	0,68		600-650			
LiAlH ₄	10,5	0,92		350-400	Катал., Ti, Fe	0,88	
NaAlH ₄	7,4	1,28		400-430		0,62	
KAlH ₄	5,7	1,33		520-550		0,48	
Mg(AlH ₄) ₂	9,4	-		400-450	-	0,82	
Ca(AlH ₄) ₂	7,8	-		420-480		0,65?	
LaNi ₅ H ₆	1,4	~6		300-320		0,15	
AlH ₃	10,0	1,47		Гидролиз	300-330	pH>8	2,24
NaBH ₄	8,3	1,074			300-330	pH<6, катал.	2,48
BeH ₂	18,2	0,76	300-330		pH>8	4,06	
MgH ₂	7,7	1,45	310-340			1,88	
CaH ₂	4,8	1,90	310-340			1,06	

Примечание. «» – существование не подтверждено; данные для LaNi₅H₆ приведены для сравнения

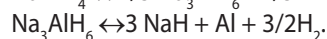
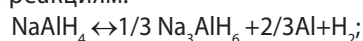
В последние годы все больше внимания уделяется изучению перспектив использования в качестве хранилищ водорода разнообразных комплексных гидридов легких металлов. Некоторые их свойства, включая условия выделения водорода, приведены в табл. 4 [24].

Большинство этих соединений имеет очень высокое массовое содержание водорода. Для LiBH₄ весовая плотность превышает 18% масс. Однако десорбция, как правило, происходит при повышенных температурах, и остаются невыясненными вопросы обратимости некоторых систем. Хотя эти гидриды известны уже более 50 лет, перспективы их применения появились только в последние годы.

Рассмотрим подробнее три перспективные группы комплексных гидридов – аланаты, борогидриды и амиды.

Аланаты (алюмогидриды). Аланаты имеют довольно высокое расчетное содержание водорода по массе. Максимальная реальная емкость для NaAlH₄ составляет 5,5% масс. Однако эта величина относится к материалу, а не к системе. Плотность упаковки порошков такого типа мала (менее 50%), что снижает объемную плотность системы хранения. Скорости реакций погло-

щения и десорбции водорода низкие. Использование катализаторов (например, на базе титана) позволяет улучшить кинетику при невысоких температурах, и может быть достигнуто обратимое поглощение водорода по реакциям:



Обе реакции эндотермические, энтальпии превращения равны 37 кДж/моль и 47 кДж/моль. При давлении 1 кгс/см² первая реакция становится термодинамически выгодной при температурах выше 33°C и позволяет получить 3,7% масс. водорода, а вторая реакция идет выше 110°C и дает 1,8% масс. водорода.

Аланаты активно исследуются, и можно надеяться на улучшение емкости и кинетики, однако, остается проблема стоимости и пирофорности. В работе [24] отмечается, что не может быть обеспечена безопасность использования аланатов (эти вещества относятся к категории «А» по пожаро- и взрывоопасности), и применяться они могут только в специальных программах.

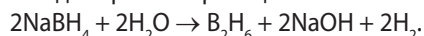
Борогидриды. Борогидриды имеют высокое расчетное содержание водорода. Многие считают их перспективными материалами для хранения водорода [25].

Борогидрид NaBH_4 является одним из лучших источников водорода по схеме гидролиза. Образование водорода происходит при температуре около 300K по реакции

$$\text{NaBH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaBO}_2 + 4\text{H}_2 + \text{Q}.$$

Побочным продуктом этой реакции является метаборат натрия – экологически чистое, растворимое в воде вещество. В присутствии катализатора реакция протекает очень быстро и не требует дополнительного подогрева. При этом теплота генерируется в количестве, достаточном для мгновенного испарения содержащейся в растворе воды, в результате чего водород выделяется в сопровождении водяного пара в таком объеме и под таким давлением, которых достаточно даже для работы двигателя внутреннего сгорания.

Недостатком борогидрида натрия, как аккумулятора водорода, является возможность образования токсичных летучих бороводородов, в частности, очень ядовитого вещества диборана по реакции



Кроме того, регенерация и возврат в цикл бората потребуют слишком больших затрат. Работы ведутся в нескольких направлениях – например, улучшение с помощью математического моделирования бортовой системы, использующей борогидрид натрия [25], и снижение стоимости регенерации.

Амиды (имиды). Недавно начались активные исследования нитридов/имидов лития. В реакции $\text{Li}_2\text{NH} + \text{H}_2 \leftrightarrow \text{LiNH}_2 + \text{LiH}$ теоретически поглощается 6,5% масс. водорода, однако для применения на борту требуется дестабилизация. Реакция идет при 285°C и атмосферном давлении. $\Delta H = -43$ кДж/моль H_2 . В работе [26] литий частично заменен магнием. Смесь ($2\text{LiNH}_2 + \text{MgH}_2$) обратимо поглощает 5,2% масс. водорода при давлении около 30 кгс/см² при 200°C. Интересно, что эта смесь после цикла десорбции – реадсорбции превращается в $\text{Mg}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{LiH}$. Такой материал может быть перспективен для транспортного применения. В работе [27] изучена возможность улучшения кинетики с помощью механоактивации в шаровой мельнице при температуре жидкого азота смеси Li_2NH и LiH .

Гидриды, полученные из различных наноразмерных порошков, исследованы в работе [28]. Перспективными считаются материалы $\text{Li}_3\text{AlH}_6/\text{Mg}(\text{NH}_2)_2$ (около 6% масс. водорода при абсорбции/десорбции примерно при 200°C), а также LiMgN , получаемый в реакции MgH_2 с LiNH_2 (5% водорода, поглощение/выделение начиная со 100°C).

Система $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$ теоретически имеет очень большую емкость (14,8% масс.) [29], однако, трудно регенерируется. Синтезированы новые борогидридные материалы: $\text{Mg}(\text{BH}_4)(\text{AlH}_4)$, теоретическая емкость которого 11,2% масс., а десорбция начинается при ~ 100°C и заканчивается при ~ 250°C, вредные продукты не образуются; $\text{Mg}(\text{BH}_4)\text{NH}_3$, десорбция начинается при 80-90°C и может завершиться при $T < 300^\circ\text{C}$, выделяя 13% масс. (теоретически 16%). При разложении $\text{Mg}(\text{BH}_4)\text{NH}_3$ может выделиться небольшое количество NH_3 и BH_3 . Большая емкость и низкие температуры десорбции делают эти материалы перспективными для хранения водорода.

Адсорбенты. Специфика применяемых для хранения водорода сорбентов заключается в том, что они должны иметь большую удельную поверхность и быть достаточно легкими. Применение таких сорбентов позволяет получить системы хранения с объемными и весовыми плотностями, превышающими эти характеристики для систем хранения сжатого водорода при тех же давлениях [30]. Однако это преимущество реализуется при низких температурах.

Применение легких сорбентов на основе углерода изучалось, начиная с 60-х гг. прошлого века. Лучшим среди пористых сорбентов признан активированный уголь. Для активированного угля АХ-21 ($S_{\text{уд}} = 3000$ м²/г) при 5 МПа были получены значения весовой (10% масс.) и объемной плотности (32 кг/м³), но при низкой (77K) температуре. Взаимодействие между адсорбентом и адсорбатом имеет физическую природу, соответственно нужна система охлаждения. Тем не менее, метод существенно более дешевый, чем использование жидкого водорода, и имеет более высокую плотность энергии (1 кВт·ч/кг).

Носители на основе наноматериалов. В 1997 г. Dillon и Heben опубликовали первые экспериментальные результаты, показывающие заметную сорбцию водорода (5-10% масс. при комнатной температуре) в углеродных нанотрубках (УНТ) [31]. С этого времени начались активные экспериментальные и теоретические исследования сорбции водорода и возможности его хранения в наноструктурах, среди которых фуллерены, одно- и многостенные углеродные нанотрубки (ОСНТ, МСНТ), углеродные и графитовые нановолокна (УНВ, ГНВ), нанографит и композиты на его основе, «графитовые стручки» с фуллереновым «горохом», а в последние годы – графен и графан. Однако многочисленные экспериментальные данные по сорбционной емкости новых углеродных наноматериалов имеют разброс до трех-четырех порядков величины, нет воспроизводимости экспериментальных результатов, а также отсутствуют фундаментальное обоснование и раскрытие причин такой ситуации [32, 33].

Вопрос о применимости наноструктур для хранения водорода остается открытым. Исследования в разных странах активно продолжаются в рамках различных программ и проектов. Кроме углеродных, изучаются нанотрубки из нитрида бора, карбида кремния. В работе [34] предложены новые металлоорганические адсорбенты *buckyballs*, «ОВВ». Повысить сорбционную емкость УНТ и других углеродных наноструктур можно с помощью добавления металлов – катализаторов диссоциации водорода, среди которых одним из лучших является Pd, при этом важную роль играет спилловер.

Эффективным и дешевым материалом для хранения водорода считаются углеродные нанорожки [35]. В результате изучения хемосорбции водорода на ОСНТ в работе [36] сделан вывод, что образование обратимых связей С-Н позволяет рассчитывать на 7% масс. В поисках более эффективного и реального способа хранения водорода авторами [37] предложено использовать комплекс металл – этилен. Вычисления показали, что одна молекула этилена может образовать стабильный комплекс с двумя атомами

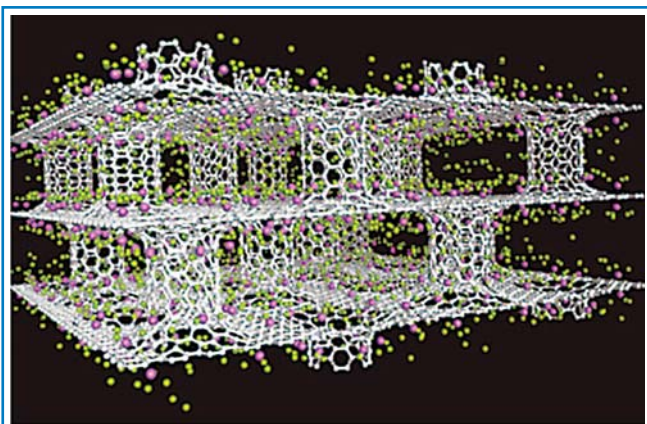


Рис. 16. Новый трехмерный углеродный материал – «графен с колоннами нанотрубок». Компьютерное моделирование сорбции водорода. Водород показан зеленым цветом, литий – фиолетовым

Тi и затем обратимо связывать до 10 молекул водорода, что дает ~ 14% масс.! Эксперимент подтвердил теорию: в конце 2007 г. сообщили о синтезе такого материала с емкостью 12% масс. водорода при комнатной температуре и хорошей кинетикой сорбции [38].

В 2008 г. греческие теоретики «спроектировали» для хранения водорода новый материал, состоящий из графеновых слоев, которые поддерживаются углеродными нанотрубками как колоннами [39] (рис. 16). Показано, что при добавлении Li весовая емкость этого нового материала при нормальных условиях должна достигать 6,1 масс. %, а объемная – 41 г H₂/л, что практически соответствует целям министерства энергетики США для транспорта (6% масс. и 45 г/л) на 2010 г.

Пока это только красивый проект, но можно рассчитывать на поддержку экспериментаторов. Действительно, недавно в Японии был синтезирован похожий нанокompозитный материал: на подложке выращены вертикально ориентированные УНТ, связанные сверху несколькими графеновыми слоями [40].

Таким образом, анализ перспектив углеродных и других наноструктур должен оставаться в центре внимания.

Полимерные материалы. Исследования полимеров на основе полианилина (PANI) [1] не подтвердили опубликованные ранее величины 6% масс., но тем не менее показали необходимость дальнейших исследований. На результаты сильно влияет предварительная термообработка и тип материала: два образца на основе PANI показали сильно различающуюся емкость в 1 и 2,8% масс. Водород выделяется при ~200°C.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА

Как видно из приведенных в предыдущем разделе данных, оценка технологий хранения водорода, особенно в отношении крупномасштабного хранения, является сложной технико-экономической задачей. Наблюдается большой разброс в литературных данных и различия

между промышленными показателями и показателями, приведенными в литературе.

Одним из важных параметров, определяющих экономичность системы хранения, является степень использования данной системы, то есть соотношение между максимальной возможностью хранения водорода в данной системе и средним фактическим количеством. Этот показатель может меняться от 2 до 80 [3]. Важным параметром является также плотность энергии в различных видах системы [3]. По-видимому, на разных этапах развития рынка будут использоваться разные системы хранения. Безусловно, их выбор определяется и конкретными условиями – системы хранения на борту транспортного средства будут отличаться от стационарных систем хранения. Даже системы хранения на борту для легкового транспорта и автобусов могут быть разными.

Как говорилось выше, криогенная система хранения жидкого водорода на борту транспортных средств, благодаря своим массовым и объемным характеристикам, считается во многих автомобильных фирмах более предпочтительной, чем система хранения в гидридах или использование газообразного водорода под давлением. Но поскольку ожижение водорода влияет на стоимость, другие фирмы считают наиболее перспективными для легковых автомобилей композитные баллоны с водородом под давлением. Однако в настоящее время процесс производства таких баллонов является очень дорогим [6]. Углеродное волокно составляет 40-80% стоимости контейнера. К тому же объем остается довольно большим – при достигнутой емкости 11,3% масс. для хранения 5 кг водорода под давлением 35 МПа потребуется баллон в 250 л [41].

Все варианты, как правило, рассматриваются в соответствии с имеющимися технологиями. Однако новые технологии и новые материалы потенциально могут уменьшить стоимость хранения водорода.

Дополнительные стратегии для снижения инвестиций в хранение:

- использование баллонов сверхвысокого давления (80-90 МПа) для увеличения емкости при хранении водорода;
- улучшение компрессоров, создание новой технологии компримирования;
- снижение стоимости материалов для баллонов и носителей, поиск новых материалов (легких, прочных, недорогих, долговечных);
- создание новых технологий ожижения;
- снижение потерь на испарение;
- фундаментальные исследования, направленные на создание эффективных систем хранения на основе носителей.

В заключение необходимо отметить, что при оценке систем хранения водорода необходимо учитывать влияние на окружающую среду и вопросы безопасности [42]. Нужно определить, какие химические процессы и риски имеют место при воздействии на материалы,

используемые в системах хранения, воздуха, воды, различных вредных примесей. Следует проанализировать возможность деградации при длительном использовании. Чрезвычайно важно обеспечить взрыво- и пожаробезопасность систем хранения.

Таким образом, несмотря на огромное количество исследований в этой области, проблема эффективного хранения водорода до конца не решена и остается «слабым звеном» реализации программы использования водорода в качестве альтернативного топлива для транспорта.

Литература

1. **Satyapal S.** Hydrogen storage sub-program overview. – Annual Progress Report DOE Hydrogen Program. – 2007. – P. 331-339.
2. www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells.
3. Водород. Свойства, получение, хранение, транспортирование, применение: Справочн. изд. под ред. Гамбурга Д.Ю., Дубровина Н.Ф. – М.: Химия, 1989. – С. 672.
4. **Tzimas E., Filiou C., Peteves S.D., Veyret J.-B.** Hydrogen storage: state-of-the-art and future perspective. – Luxembourg, 2003. – P. 91. <http://www.jrc.ecc.eu.int/>.
5. **Eliasson B., Bossel U.** The future of the hydrogen economy: Bright or bleak? http://www.woodgas.com/hydrogen_economy.pdf.
6. **Осадчий Я.Г., Крылов Е.Н., Русинович Ю.И., Кононов П.В.** Прочностная обработка металлокомпозитных баллонов высокого давления. – «Транспорт на альтернативном топливе» № 3 (3) 2008. – С. 30-32.
7. **Joseph T.** Hydrogen Fuel Air Products and Chemicals, Inc. Allentown, PA NGV TF Washington D.C. August 4, 2005.
8. **Amos W.A.** 1998 NREL/TP-570-25106 Costs of Storing and Transporting Hydrogen. – 1998.
9. **Matsuda H. and Nagami M.** Study of large hydrogen liquefaction process. <http://www.ena.or.jp/WE-NET/ronbun/1997/e5/sanso1997.html>.
10. **Shimko M.A.** Innovative Hydrogen Liquefaction Cycle. – Annual Progress Report DOE Hydrogen Program. – 2007. – P. 294-297.
11. **Полупан А.В.** Ресурсосберегающая технология при производстве параводорода. – Int. Sci.J. for Alternative Energy and Ecology ISJAE. – 2002. – № 2. HTML формат ISJAE # 2,2002.
12. **Домашенко А.М., Горбатский Ю.В.** Состояние, проблемы и перспективы развития в России инфраструктуры жидкого водорода. – Материалы международного форума «Водородные технологии для производства энергии». – Москва, 6-10 февраля 2006 г. – С. 29.
13. Florida Solar Energy Center (FSEC) www.fsec.ucf.edu/.../basics/storage-liquid.htm.
14. **Кузьменко И.Ф., Румянцев Ю.Н., Сайдадь Г.И.** Современные тенденции в конструировании и изготовлении резервуаров для хранения и транспортирования жидкого водорода. – «Технические газы». – 2008, №1. – С. 53-58.
15. **Кириллов Н.Г.** Когда наступит «водородная экономика»? – Нефть-ГазПромышленность. – 2008, № 1 (37).
16. **Колачев Б.А., Шалин Р.Е., Ильин А.А.** Сплавы-накопители водорода: Справочник. – М.: Металлургия, 1995. – С. 384.
17. **Шилов А.Л., Падурец Л.Н.** К проблеме эффективности гидридов металлов как обратимых аккумуляторов водорода. – Тезисы докладов IV российской конф. «Физические проблемы водородной энергетики», Санкт-Петербург, 26-28 ноября 2007. – С. 17-19.
18. **Тарасов Б.П., Лотоцкий М.В., Яртысь В.А.** Проблема хранения водорода и перспективы использования гидридов для аккумуляции водорода. – Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2006, Т.1, № 6. – С. 34-48.
19. **Алексеева О.К., Падурец Л.Н., Паршин П.П., Шилов А.Л.** Некоторые уроки развития химии гидридов металлов в свете проблем аккумуляции водорода. – Журнал неорганической химии – 2007, № 1 – С. 1-5.
20. **Schulz R., Huot J., Liang G., Boily S., Lalande G., Denis M.C., Dodelet J.P.** Recent developments in the applications of nanocrystalline materials to hydrogen technologies. – Mater. Sci. Eng. – 1999, V. A267. – P. 240-245.
21. **Alexeeva O.K., Chistov A.G., Sumarokov V.N.** Preparation of hydride-forming intermetallic films. – Int.J.Hydrogen Energy – 1995, V. 20. – P. 397-399.
22. **Алексеева О.К., Амирханов Д.М., Котенко А.А., Потапкин Б.В., Фатеев В.Н., Челяк М.М.** Композитные функциональные материалы с покрытиями из металлов (сплавов) Pt-группы или их заменителей для задач водородной энергетики. – «Драгоценные металлы. Драгоценные камни». – 2006, № 12 (156). – С. 139-150.
23. **Malysenko S.P., Reutov B.F.** Overview of Hydrogen Storage Activities in Russian Federation. – Int'l H₂ Storage Technologies Conference. – 20 June 2005.
24. **Булычев Б.М., Сторожено П.А.** Молекулярные и ионные гидриды металлов как источники водорода для энергетических установок. – Int. Sci.J. for Alternative Energy and Ecology ISJAE. – 2004, № 4 (12). – С. 5-10.
25. **Moreno O.A., Ortega J.V., Zhang Q.** Development of an advanced chemical hydrogen storage and generation system. – Annual Progress Report DOE Hydrogen Program. – 2007. – P. 470-475.
26. **Luo W., Runnebro E.** Towards a viable hydrogen storage system for transportation application. – J.Alloys&Compd. – 2005, V. 404-406. – P. 392-295.
27. **Shaw L.L., Markmaitree T, Osborn W., Wan X.** Effects and mechanisms of mechanical activation on hydrogen sorption/desorption of nanoscale lithium nitrides. – Annual Progress Report DOE Hydrogen Program. – 2007. – P. 354-357.
28. **Fang Z.Z., Sohn H.Y.** Chemical vapor synthesis and discovery of H2 storage materials: Li-Al-Mg-N-H system. – Annual Progress Report DOE Hydrogen Program. – 2007. – P. 393-396.
29. **Zhao J.-C., Cui J., Gao Y., Kniajansky S., Lemmon J., Raber T., Rijssenbeek J., Rubinsztajn M., Soloveichik G.** GE progress within the DOE metal hydride center of excellence for hydrogen storage (lightweight intermetallics for hydrogen storage). – Annual Progress Report DOE Hydrogen Program. – 2007. – P. 370-374.
30. **Poirier E., Chanine R., Benard P. et al.** Storage of hydrogen on single-walled carbon nanotubes and other carbon structures. – Appl.Phys.A. – 2004, V. 78. – P. 961-967.
31. **Dillon A.C., Jones K.M., Bekkedahl T.A., Kiang C.H., Bethune D.S., Heben M.J.** Storage of hydrogen in single-walled carbon nanotubes. – Nature. – 1997, V. 386 (6623). – P. 377-379.
32. **Nechaev Yu.S., Alexeeva O.K., Uchsner A.** Analytical Review on the Hydrogen Multilayer Intercalation in Carbonaceous Nanostructures: Relevance for Development of Super-Adsorbents for Fuel-Cell-Powered Vehicles. – J. Nanosci. Nanotechnol. – 2009, V. 9 (6). – P. 3949-3958.
33. **Alexeeva O.K.** Perspective of novel carbon materials for hydrogen storage onboard fuel cell vehicles. – Extended Abstract Book of VII ICHMS'01 Alushta, Ukraine, 16-22.09.2001. – P. 672-673.
34. **Zhao Y., Kim Y.-H., Dillon A.C., Heben M.J., Zhang S.B.** Hydrogen storage in novel organometallic buckyballs. – Phys.Rev.Lett. – 2005, V. 94. – P. 155504-155507.
35. **Fernandez-Alonso F., Bermejo F.J., Cabrillo C., Loutfy R.O., Leon V., Saboungi M.L.** Nature of the bound states of molecular hydrogen in carbon nanohorns. – Phys. Rev. Lett. – 2007, V. 98. – P. 215503.
36. **Nikitin A., Li X., Zhang Z., Ogasawara H., Dai H., Nilsson A.** Hydrogen storage in carbon nanotubes through the formation of stable C-H bonds. – Nano Lett. – 2008, V. 8, № 1. – P. 162-167.
37. **Durgun E., Ciraci S., Zhou W., Yildirim T.** Transition-metal-ethylene complexes as high-capacity hydrogen-storage media. – Phys.Rev.Lett. – 2006, V. 97. – P. 226102 (1-4).
38. **Phillips A.V., Shivaram B.S.** High capacity hydrogen absorption in transition metal-ethylene complexes observed via nanogravimetry. – Phys. Rev. Lett. – 2008, V. 100. – P. 105505 (1-4).
39. **Dimitrakakis G.K., Tylianakis E., Froudakis G.E.** Pillared Graphene: A New 3-D Network Nanostructure for Enhanced Hydrogen Storage. – Nano Lett. – 2008, V.8. – 3166-3170.
40. **Kondo D., Sato S., Awano Y.** Self-organization of Novel Carbon Composite Structure: Graphene Multi-Layers Combined Perpendicularly with Aligned Carbon Nanotubes. – Appl. Phys. Express. – 2008, № 1. – P. 074003-5.
41. **Takeichi N., Senoh H., Yokota T., Tsuruta H., Hamada K., Takeshita H.T., Tanaka H., Kiyobayashi T., Takano T., Kuriyama N.** Hybrid hydrogen storage vessel, a novel high-pressure hydrogen storage vessel combined with hydrogen storage material. – Int.J. Hydrogen Energy. – 2003, V. 28. – P. 1121-1129.
42. **Коробцев С.В., Фатеев В.Н., Самсонов Р.О., Козлов С.И.** Безопасность водородной энергетики. – Транспорт на альтернативном топливе. – 2008, № 5. – С. 68-72.

Подписка – 2010

Международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе»

Россия, 115304, Москва, ул. Луганская, д. 11.

Тел.: 321-50-44, 363-94-17, e-mail: transport.io@oeg.gazprom.ru, transport.er@oeg.gazprom.ru • www.ngvrus.ru

Уважаемые читатели!
Начинается подписка на 2010 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 2010 г. (формат PDF, 6 номеров):

– для РФ и стран СНГ – **1500 руб., включая НДС 18%.**

– для стран Европы, Азии, Америки, Австралии, Океании – **100 долл. США.**

Годовую подписку на 2010 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.