



# ТРАНСПОРТ НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
№ 2 (8) 2009

НАЦИОНАЛЬНАЯ ГАЗОМОТОРНАЯ АССОЦИАЦИЯ



АФФИЛИРОВАНА  
С МЕЖДУНАРОДНЫМ ГАЗОВЫМ  
СОЮЗОМ



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

**Автомобильные газовые системы фирмы «САГА»**

**Развитие ОАО «Промприбор» в условиях экономического кризиса**



# 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](mailto:transport.io@oeg.gazprom.ru)

[olgazabalyeva@mail.ru](mailto:olgazabalyeva@mail.ru)

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

**Международный научно-технический журнал  
«Транспорт на альтернативном топливе»  
№ 2 (8) / 2009 г.**

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

**Учредитель и издатель**

НП «Национальная газомоторная ассоциация» (НГА)

**Периодичность** 6 номеров в год

**Главный редактор**

**Р.О. Самсонов**

генеральный директор ООО «ВНИИГАЗ», д.т.н.

**Члены редакционной коллегии**

**О.Ю. Бриллиантов**

заместитель главного редактора

**Б.В. Будзуляк**

председатель комиссии по использованию  
сжиженного нефтяного и природного газа в качестве  
газомоторного топлива, д.т.н.

**В.И. Ерохов**

профессор «МАМИ», д.т.н.

**А.А. Ипатов**

генеральный директор ФГУП ГНЦ «МАМИ», д.т.н.

**А.В. Николаенко**

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

**С.И. Козлов**

заместитель генерального директора

ООО «ВНИИГАЗ» по науке, д.т.н.

**Ю.В. Панов**

профессор МАДИ (ГТУ), к.т.н.

**Н.Н. Патрахальцев**

профессор Университета Дружбы народов, д.т.н.

**Е.Н. Пронин**

зам. начальника Управления ОАО «Газпром»,  
президент НГА

**А.Д. Прохоров**

профессор РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, д.т.н.

**В.Л. Стативко**

исполнительный директор НГА, к.т.н.

**В.Н. Удуг**

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

**Представительство в Украине (г. Киев)**

**Ю.В. Лысенко**, директор

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

**Редактор**

**О.А. Ершова**

**Отдел подписки и распространения**

**В.Н. Бояринова, В.А. Ионова**

**Корреспондент**

**М.С. Федорова**

**Компьютерная верстка**

**Ф.А. Игнащенко**

**Адрес редакции:**

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

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

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

Отпечатано с готовых диапозитивов в типографии «ГранПри»,

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

Номер заказа

Сдано в набор 15.02.2009 г.

Подписано в печать 17.03.2009 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 показана  
установка осушки газа УОГМ-1000/1-6  
ООО «Калугагазмаш»**

## В НОМЕРЕ:

На Сахалине начал работу первый в России завод СПГ .....	2
Автопробег «Голубой коридор» по маршруту Ростов-на-Дону – Краснодар – Новороссийск – Сочи.....	4
«Голубой коридор» в повестке дня ЕЭК ООН .....	5
2-я международная конференция «Развитие использования природного газа на транспорте» .....	6
Приглашаем к участию в выставке «Автокомплекс–2009» (Автозаправочный комплекс. Автотехсервис. Гараж и паркинг).....	8
<b>Г. Яжиньски</b> Портрет владельца автомобиля, работающего на газе.....	12
<b>В.А. Щербинин</b> Автомобильные газовые топливные системы фирмы «САГА».....	16
<b>В.А. Шишков</b> Возможности систем одновременной подачи газового и жидкого топлив в ДВС с искровым зажиганием.....	22
<b>А.А. Барабанов</b> Путь развития ОАО «Промприбор» в условиях экономического кризиса.....	29
<b>А.В. Васильев</b> Выживание через развитие (к вопросу о перспективах рынка сбыта СУГ) .....	34
<b>О.Э. Галустьян</b> Измерительные системы «Струна» для светлых нефтепродуктов и СУГ .....	36
Мировая статистика перевода автотранспорта на КПГ по состоянию на 1 февраля 2009 г.....	42
<b>А.В. Смирнов, В.С. Слатвинский, А.С. Игитов</b> Короткоцикловая осушка природного газа – продукт энергосбережения .....	45
<b>С.И. Мандрик</b> Удаленный мониторинг и дистанционное управление .....	52
<b>В.И. Бунин, Я.А. Евдокимов</b> Повышение эффективности АГНКС за счет реновации систем автоматизированного управления.....	54
<b>Э.Д. Гайдт</b> Модернизация АГНКС в Первоуральске .....	56
<b>И.М. Коростышевский, Ю.А. Коцарь</b> Электронная система управления двигателями внутреннего сгорания, работающими в газодизельном режиме.....	58
Новости из регионов.....	63
<b>Г.М. Пожарнов</b> Эффективность использования энергоресурсов России на примере Южного федерального округа .....	66
<b>Е.Н. Пронин, С.Е. Поденок</b> Малотоннажное производство сжиженного природного газа в ОАО «Газпром» – спектр возможностей и перспектив.....	68
<b>А.И. Цаплин, С.В. Бочкарев</b> Методика теплового расчета перевозчика сжиженного природного газа .....	70
Новости из-за рубежа.....	74
<b>А.Р. Аблаев</b> Компании альтернативной энергетики развиваются даже во время кризиса.....	77

## На Сахалине начал работу первый в России завод СПГ

18 февраля 2008 г. на о. Сахалин (пос. Пригородное) состоялись торжественные мероприятия, посвященные запуску первого в России завода по производству сжиженного газа (СПГ), построенного в рамках реализации проекта «Сахалин-2».



Выступает Президент России Дмитрий Медведев

«Сегодня мы дали старт производству СПГ в России. Это станет мощным импульсом для развития экономики российского Дальнего Востока. Реализация проекта «Сахалин-2» позволит укрепить позиции «Газпрома» на мировом энергетическом рынке, будет способствовать развитию торгово-экономических отношений России со странами АТР, диверсификации источников поставок газа в этот регион и тем самым повысит его энергобезопасность», – сказал председатель правления ОАО «Газпром» Алексей Миллер.

«Сахалин стал новой точкой на энергетической карте мира. Мы благодарим акционеров компании «Сахалинская Энергия», правительство Российской Федерации и администрацию Сахалинской области за постоянную поддержку и сотрудничество при реализации амбициозного и сложного проекта «Сахалин-2».

После выхода на полную мощность проект «Сахалин-2» обеспечит около 5% мирового производства СПГ, внося существенный вклад в укрепление глобальной энергетической безопасности», – подчеркнул главный исполнительный директор компании «Сахалинская Энергия» Иэн Крейг.

**В** мероприятиях приняли участие Президент Российской Федерации Дмитрий Медведев, высокопоставленные государственные деятели стран-партнеров по реализации проекта «Сахалин-2», в том числе – Премьер-министр Японии Таро Асо, герцог Эндрю Йоркский (Великобритания), министр экономики Королевства Нидерландов Мария ван дер Хувен. Участниками мероприятий стали руководители компаний-акционеров компании «Сахалинская Энергия»: председатель правления ОАО «Газпром» Алексей Миллер, главный исполнительный директор компании «Royal Dutch Shell» Йерун ван дер Вир, главный исполнительный директор и президент компании «Mitsui» Шои Уцуда и президент, главный исполнительный директор компании «Mitsubishi Corporation» Йорихико Коджима. Кроме того, на

мероприятиях присутствовали руководители компаний-покупателей сахалинского СПГ и международных финансовых организаций.



Слева направо: Йерун ван дер Вир, Алексей Миллер, Шои Уцуда и Йорихико Коджима



■ **Справка**

Первый в России завод по производству СПГ на Сахалине состоит из двух технологических линий производительностью 4,8 млн. т СПГ в год каждая. Выход завода на проектную мощность (9,6 млн. т в год) запланирован на 2010 г.

Строительство этого масштабного объекта велось с августа 2003 г. В строительных работах было задействовано порядка 10 тыс. рабочих и специалистов из более чем 40 стран.

На заводе СПГ проекта «Сахалин-2» используется специально разработанная технология сжижения газа с применением двойного смешанного хладагента, повышающая энергоэффективность произ-

водства за счет использования преимуществ холодного сахалинского климата.

Еще до окончания строительства вся продукция завода СПГ была законтрактована на основе долгосрочных договоров (сроком действия 20 и более лет). Около 65% сахалинского СПГ будет поставляться 9 покупателям в Японии, являющейся крупнейшим в мире рынком сбыта СПГ. Остальные объемы СПГ предназначены для потребителей Южной Кореи и Северной Америки.

Завод СПГ построен в рамках крупнейшего в мире интегрированного нефтегазового проекта «Сахалин-2». Проект включает освоение двух нефтегазовых месторождений на северо-восточном шельфе о. Са-

халин (Пильтун-Астохское и Лунское), добычу нефти и производство сжиженного природного газа и их экспорт.

18 апреля 2007 г. ОАО «Газпром» и акционеры компании «Сахалинская Энергия» (компании «Royal Dutch Shell plc», «Mitsui & Co. Ltd» и «Mitsubishi Corporation»), являющейся оператором проекта «Сахалин-2», подписали соглашение о купле-продаже, в соответствии с которым ОАО «Газпром» приобрел 50% плюс одну акцию «Сахалинской Энергии».

16 апреля 2007 г. совет директоров ОАО «Газпром» принял решение открыть **Представительство «Газпрома» в Сахалинской области.**

**К сведению авторов**

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

Все статьи должны обязательно сопровождаться краткими аннотациями, при возможности также на английском языке.

Материалы статей должны быть представлены на любом электронном носителе в программе WinWord с указанием имени файла и с приложением данного текста в распечатанном виде. Объем статьи – не более 8 стр. формата А4 по 1800 знаков с пробелами на каждой. Всего 14400 знаков с пробелами. Со статьей должна быть представлена краткая аннотация.

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

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

На электронном носителе текст и рисунок должны быть выполнены в программе Microsoft Word с обозначением файлов шрифтов в формате tif, rtf, doc. Название файла только латинскими буквами. Рисунки – в формате tif (300 dpi, CMYK), eps, jpg, jpeg, cdr. Отдельно необходимо представить список подписанных подписей.

Не следует форматировать текст самостоятельно.

При пересылке материалов по E-mail следует сопровождать их пояснительной запиской (от кого, перечень файлов и т.д.). Объемные файлы должны быть заархивированы.

При подготовке статей к изданию необходимо руководствоваться документами, определяющими правила передачи информации через СМИ.

Статья должна содержать следующие сведения об авторе (авторах): ФИО полностью, должность, ученая степень (если есть), почтовый и электронный адреса, контактные телефоны (служебный, домашний). Авторский коллектив должен указать ответственное лицо, с которым редакция будет вести переговоры в процессе подготовки статьи к изданию.

В список литературы включаются источники, на которые есть ссылки в статье. Ссылаться можно только на опубликованные работы. Список литературы составляется в порядке употребления. В нем приводятся следующие сведения: фамилия и инициалы авторов, название работы; для журнала – название, год издания, номер, страницы, на которых размещена статья; для книг – место и год издания, издательство, общее число страниц.

Редакция оставляет за собой право редакторской правки и не несет ответственности за достоверность публикации. Все внесенные изменения и дополнения в представленную к изданию статью согласовываются с автором или представителем авторского коллектива.

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



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



С 20 по 23 апреля 2009 г. в целях дальнейшего продвижения и использования компримированного природного газа (КПГ) в качестве моторного топлива на автотранспорте будет проведен очередной автопробег автомобилей, работающих на КПГ. В это раз «Голубой коридор» пройдет по маршруту «Ростов-на-Дону – Краснодар – Новороссийск – Сочи».

Автопробег стартует из Ростова-на-Дону со 2-го Донского нефтегазового конгресса. По маршруту планируется проведение «круглых столов» с участием организаторов

автопробега, региональных и городских властей, представителей автотранспорта, прессы, автомобильной общественности. Финиш автопробега будет приурочен к очередному заседанию Российского газового общества (РГО) и юбилейному 10-му общему собранию членов Некоммерческого партнерства «Национальная газомоторная ассоциация» (НГА).

Организаторы автопробега – ОАО «Газпром», ООО «ВНИИГАЗ» и НГА. Содействие организации пробега оказывают ООО «Газпром трансгаз – Кубань», РГО и Ассоциация

газовых предприятий Дона. В автопробеге примут участие серийно выпускаемые легковые и грузовые автомобили ведущих мировых автопроизводителей: ОАО «КаМАЗ», ООО «Фольксваген групп рус», «Мерседес», «Опель», УК «Группа «ГАЗ», «ЛИАЗ», «АвтоВАЗ» и др.

Информационную поддержку проекту оказывают «Российская газета», «Трибуна», журналы «Газпром», «Газовая промышленность», «Транспорт на альтернативном топливе», «Нефтегаз Евразия», «Oil & Gas Journal», «МК-регион», агентство «МетанИнфо» и др.

<http://www.vniigaz.ru/gecaravan2009/ru/>

## «Голубой коридор» в повестке дня ЕЭК ООН

20-23.01.2009 г. во Дворце наций в Женеве (Швейцария) прошла очередная сессия Рабочей группы по газу и заседание временной рабочей группы по нормативам Европейской экономической комиссии ООН. В этих мероприятиях приняли участие представители более 80 стран, международных организаций и компаний. Председателем рабочей группы по газу с 2008 г. является генеральный директор ОАО «Газпром промгаз» Александр Карасевич. Среди вопросов, традиционно обсуждаемых на этом форуме, в этом году в повестку дня был включен вопрос о ходе реализации проекта «Голубой коридор». Представитель ОАО «Газпром», которое сейчас является основной движущей силой проекта, рассказал о работе, проделанной «Газпромом», Неправительственным фондом им. Вернадского, Национальной газомоторной ассоциацией (НГА), Международным газовым союзом и Европейским деловым конгрессом.

**П**роjekt «Голубой коридор» является составной частью общей системы международных инициатив, направленных на расширение использования природного газа в качестве моторного топлива. Концепция голубых коридоров является частью реализации идеи организации международного консорциума «ЕвроАвтоМетан» и предложения председателя правления ОАО «Газпром» Алексея Мил-

лера о создании масштабной европейской сети АГНКС с участием российского газового гиганта. Таким образом, имеется идея создания «Голубого коридора», инструмент ее реализации – проект «ЕвроАвтоМетан» и состав потенциальных участников. Можно констатировать, что теоретическая фаза проекта «Голубой коридор» завершена. Настало время создания международного консорциума



и перехода к практической реализации проекта.

Участники сессии положительно оценили работу Группы «Газпром» и предложили обновить ранее построенную эколого-экономическую модель. Рабочая группа по газу признала также целесообразным поддержать проведение в России следующих мероприятий:

- второго пробега автомобилей на природном газе по маршруту Ростов-на-Дону – Краснодар – Новороссийск – Сочи в апреле 2009 г. (организаторы: ОАО «Газпром», ООО «ВНИИГАЗ», ООО «Газпром трансгаз – Кубань», НГА);

- международного форума «Эффективное газораспределение и использование газа» и международной выставки «GasSUF – 2009» в ноябре 2009 г. (организаторы: ОАО «Газпром», ОАО «Газпром промгаз», НГА, МВК).

МЕТАИнфо



**GAZ INDUSTRY**

**ОРГАНИЗАТОР**



**ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:**

Комитета Совета Федерации по образованию и науке РФ, Российской академии наук, Администрации Краснодарского края, ОАО «Газпром», ООО «Кубаньгазпром», ООО «Газпром трансгаз Кубань», ГК «Олимпстрой», Фонда имени В.И.Вернадского.

**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**

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:**

**ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР**

**ГК «ЖЕМЧУЖИНА» г. СОЧИ**

- ◆ 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**

## 2-я международная конференция «Развитие использования природного газа на транспорте»

28-29 января 2009 г. по инициативе Чешской газовой ассоциации в Праге состоялась 2-я международная конференция «Развитие использования природного газа на транспорте». В работе форума приняли участие делегаты Чешской Республики, США, Германии, России, Австрии, Швеции, Болгарии, Словакии.



нии «Erdgas mobil GmbH» (Германия); Георгий Жайгаров, генеральный директор компании «Overgas Ink» (Болгария); Франц Маршлер, менеджер по проектам компании «OMV» (Австрия); Вацлав Головчак, генеральный директор компании «Bonett Bohemia as.» (Чешская Республика); Бу Рамберг, генеральный директор компании «FordonsGas Sverige» (Швеция); Михал Ткач, генеральный директор «DP mesta Košice» (Словакия); Рональд Бартош, инженер-консультант в области КПП (г. Аугсбург, Германия) и другие.

Стратегия Европейского Союза в целях усиления энергобезопасности предусматривает увеличение поставок природного газа в Европу, как альтернативного источника энергии на транспорте в дополнение к возобновляемым источникам энергии.

Выступавшие на конференции делегаты из разных стран отмечали необходимость широкого внедрения природного газа на автотранспорте в Европе, приводили статистические данные, характеризующие динамику перевода автомобилей на компримированный природный газ в своих странах.

Так, Рихард Колодзей, президент IANGV и NGVAmerica, в своем докладе привел такую статистику: в настоящее

**Ф**орум открыла Ольга Соларикова, генеральный секретарь Чешской ассоциации CNGv.

На конференции выступили: Вацлав Пачеш, президент Чешской академии наук; Мануэль Марко, генеральный директор NGVA Europe (Испания); Мартин Буршик, заместитель премьер-министра и министр окружающей среды Чешской Республики; Рихард Колодзей, президент Международной ассоциации транспортных средств на природном газе (IANGV) и президент NGVAmerica; Петер Моос, профессор, заместитель председателя Совета Европейского научно-исследовательского проекта «EURNEX»; Евгений Пронин, начальник управления ОАО «Газпром», президент Национальной газомо-

торной ассоциации (Россия); Эккарт Баум, вице-председатель Правления компании «Pražská plynárenská, a.s.» (Чешская Республика); Бернхард Екен, генеральный директор компа-







время в мире 9 млн. автомобилей переведены на КПГ. Цель следующих 15 лет – обеспечить рост этого числа до 65 млн. ед. Докладчик предоставил также интересные данные по разным странам.

**Пакистан** имеет 2 млн. автомобилей, работающих на КПГ, что составляет 20% от суммарной мировой численности. Парк газобаллонных автомобилей (ГБА) быстро растет за счет перевода грузовых автомобилей повышенной грузоподъемности.

**Индия** имеет 0,8 млн. ГБА. В 2008 г. в стране вышел закон о переводе автотранспорта на природный газ. Не отстают от передовых тенденций частные автовладельцы – им принадлежит 10% ГБА.

**Таиланд** имеет 122 тыс. ГБА. Парк таких автомобилей к 2012 г. должен составить 330 тыс. ед. В Таиланде высокая роль экономического фактора, так как природный газ в два раза дешевле, чем нефтяное жидкое топливо. Сейчас правительство этой страны настаивает на переводе всех автобусов на газ.

**Китай** имеет 336 тыс. ГБА. Численность парка газобаллонных автомобилей к 2010 г. должна достичь 500 тыс. ед., что составит около 25% общего парка. В провинциях автотранспорт уже сегодня работает на природном газе.

**Иран** в 2002 г. не имел автомобилей на КПГ. Сегодня парк насчитывает 850 тыс. ед., а цель 2013 г. – 10 млн. ед. Иран занимает второе место по запасам природного газа. Он экспортирует сырую нефть и импортирует очищенную. В этом заключается потенциальная угроза обеспеченности энергоресурсами. В связи с этим правительство страны стимулирует процесс перехода автотранспорта на газовое топливо и уменьшает налоги. Недавно в Иране вышел закон о переводе 80% автобусов и 60% остального автотранспорта на природный газ.

**Южная Америка**, как известно, занимает первое место по использованию КПГ на автотранспорте.

**Аргентина** имеет 1,7 млн. газобаллонных автомобилей (15% сум-

марной численности транспорта). В этой стране существуют большие энергетические проблемы, поэтому принимаются меры по стимулированию использования альтернативных источников. Несмотря на то, что основной акцент сделан на легковые автомобили, выросло также число и тяжелой техники на природном газе.

В **Бразилии** – 1,6 млн. ГБА. Цены на природный газ значительно меньше цен на нефтяное топливо.

В **Венесуэле** сегодня снова действует программа использования альтернативного топлива на транспорте. Основной мотивирующий фактор – чем больше используется природного газа, тем больше экспортируется нефть.

К сожалению, сегодня правительство **США** не принимает особых мер по дальнейшему стимулированию использования природного газа на автотранспорте. По известным причинам Администрация Президента США Барака Обамы сейчас уделяет основное внимание проблемам, возникающим при производстве автомобилей и энергоносителей, так как страны-партнеры диктуют цены. К 2035 г. США увеличат продажу природного газа до 35 млрд. м<sup>3</sup>.

**Египет** сегодня имеет 100 тыс. ед. ГБА. К 2012 г. намечен рост до 300 тыс. ед. Страна располагает большими запасами природного газа и нефти. Правительство Египта уменьшает субсидии на импорт нефти, но цены на природный газ остаются прежними.

**Нигерия** ежегодно сжигает 9 млрд. м<sup>3</sup> природного газа. Необходимо эффективно использовать природные ресурсы, создавать парк ГБА.

**Европа.** Рынок ГБА быстро растет независимо от проблем, связанных с поставками природного газа.

Почему КПГ становится все более популярным? Причины – экология, изменение климата, стремление к энергетической и экономической безопасности. Сегодня на первое место выдвигается экологический фактор, а экономический говорит сам за себя – цена нефти растет, что стимулирует использование природного газа. Природный газ становится в мире самой популярной альтернативой бензину и дизельному топливу.





## Приглашаем к участию в выставке «Автокомплекс–2009» (Автозаправочный комплекс. Автотехсервис. Гараж и паркинг)

**16**-я Московская международная выставка «Автокомплекс–2009» (Автозаправочный комплекс. Автотехсервис. Гараж и паркинг) состоится 28-30.10.2009 г. в павильоне №7 и на открытых площадках ЦВК «Экспоцентр».



Организаторами являются ООО «АЗС-ЭКСПО» и «Messe Düsseldorf GmbH» (Германия) при поддержке Правительства Москвы и ЦВК «Экспоцентр». В выставке прошлого года принимали участие 150 фирм из 12 стран, ее посетили более 8700 специалистов, владельцев компаний и инвесторов.

Интерес ведущих иностранных и российских производителей оборудования к тематике выставки вполне закономерен. Несмотря на кризисные явления в экономике автомобильный парк и рынок послепродажных сервисных услуг на всем постсоветском пространстве растут. За последние годы автозаправочные комплексы, станции технического обслуживания, гаражи и паркинги в России и дру-

гих странах СНГ претерпели значительные качественные и количественные изменения. Многие из них не уступают лучшим своим зарубежным аналогам. Но для того, чтобы услуги для автомобилистов поднялись на европейский уровень, в целом предстоит сделать еще очень много. Резервы для повышения качества обслуживания и расширения сетей поистине огромны.

Деловые люди, которые в кризисной ситуации стремятся использовать открывающиеся новые возможности, должны смелее вкладывать средства в этот сегмент рынка. А для того, чтобы эти вложения сделать грамотно и целенаправленно, надо воспользоваться той уникальной возможностью, которую предоставляет выставка «Автокомплекс-2009».

**Автозаправочный комплекс** – ведущее тематическое направление выставки. Самые именитые производители и поставщики ав-

тозаправочной техники и технологий России, Германии, Чехии, Италии, США и других стран являются ее постоянными участниками. С каждым годом расширяется раздел «Газ, как моторное топливо».

На прошлой выставке более 40 фирм представляли весь спектр услуг от проектирования и строительства газозаправочных станций, транспортировки и хранения газа, производства газозаправочных колонок до оборудования для перевода на газ автомобилей любого типа. По масштабам данная экспозиция одна из самых представительных в России.

В текущем году эту традицию продолжат известные отечественные фирмы: ЗАО «НАРА» (г. Серпухов), ОАО «МОПАЗ» (г. Малоярославец), ОАО «Промприбор» (г. Ливны), ООО КООИ «Татсуно С-Бенч» (г. Рязань), ЗАО «GT-7» (г. Москва), ЗАО «Сибур-Газсервис» (г. Москва), НПО «Ротор» (п. Развилка, Московская область),





ООО «Топаз-Сервис» (г. Волго-донск), ООО «Потенциал» (г. Санкт-Петербург), ООО «Еврогалс» (г. Саратов) и другие. В стадии оформления участие наших зарубежных фирм-партнеров.

Этот раздел выставки будет и дальше расширяться, так как резервы применения газа в качестве газомоторного топлива в России достаточно велики. К сожалению, отсутствие четкой и последовательной государственной политики в вопросах использования газа

на автотранспорте не позволяет бизнесу в полной мере раскрыть свои возможности.

Однако следует сказать о том, что оборудование и технологии применения других видов альтернативного топлива (таких как биотопливо, водород, электричество, этанол и т.д.) еще не «пропи-сались» на выставке, потому что в российской действительности они пока остаются невостребованными в коммерчески оправданных масштабах, хотя жизнь все настоя-

чивее требует более решительных шагов в этом направлении.

Говоря о подготовке к предстоящей выставке, следует отметить, что по состоянию на 20.02.2009 г. уже 57 экспонентов забронировали 1625 м<sup>2</sup> закрытой выставочной площади. Подавляющее большинство наших постоянных экспонентов готовятся представить свои новейшие разработки на предстоящей выставке. Они прекрасно понимают, что кризисным явлениям в экономике следует противопоставить уверенность в собственных силах, поиск новых возможностей, расширение рынка сбыта.

Как ведущая отраслевая выставка «Автокомплекс-2009» – главное презентационное мероприятие наших партнеров. Мы знаем, какую большую ответственность налагает это обстоятельство на нас, организаторов, и делаем все возможное, чтобы провести ее на должном уровне.

**Участие в «Автокомплексе-2009» – это наглядная поддержка имиджа вашей фирмы, расширение продаж, возможность овладения новыми сегментами рынка!**

Дирекция выставки готова всемерно содействовать организации участия как отдельных фирм, так и коллективных стендов и экспозиций.

**Приглашаем Вас  
к участию в выставке  
«Автокомплекс-2009»!**

Более подробную информацию вы можете найти на сайте выставки [www.autocomplex.net](http://www.autocomplex.net)



**Для контактов:  
ООО «АЗС-ЭКСПО».  
Тел./факс:  
(499) 256-05-44, (495) 380-21-37,  
e-mail: [acs-expo@mtu-net.ru](mailto:acs-expo@mtu-net.ru)**



## ТЕМА ГОДА: НОВЫЕ ВИДЫ МОТОРНОГО ТОПЛИВА

Как создать на рынках стран СНГ экономически успешный проект, связанный с производством смесевых бензинов и дизтоплива с применением биологических компонентов или новых видов присадок?

### Место проведения Конференции не случайно, ведь в Украине:

- ✓ реализован первый в Восточной Европе и СНГ проект производства и розничной продажи биотоплива
- ✓ активно разрабатываются новые технологии производства моторного топлива на основе этанола и биодизеля
- ✓ на государственном уровне началась масштабная реформа спиртовой отрасли. Значительная часть предприятий, как планируется, будет перепрофилирована под производство биотоплива
- ✓ построено около десяти крупных предприятий по производству биодизеля, а сама страна вошла в тройку крупнейших производителей рапса в мире.

### Ключевые вопросы Конференции:

- ✓ Производство топлив, содержащих биологические компоненты: законодательство стран ЕС
- ✓ Особенности формирования отраслевого законодательства в странах СНГ
- ✓ Рынок моторного топлива стран ЕС и СНГ: конъюнктура и тенденции
- ✓ Как создать производство топлива с биологическими компонентами в условиях неразвитого законодательства
- ✓ Практический опыт производства бензинов с содержанием этанола
- ✓ Украинский аналог E85: производство и сбыт топлива «БИО-100»
- ✓ Опыт производства и использования этил-трет-бутилового эфира (ЭТБЭ)
- ✓ Эксплуатационные свойства бензинов, содержащих этанол
- ✓ Производство и сбыт моторных топлив с добавлением биодизеля: опыт стран ЕС
- ✓ Перспективы использования нефтеперерабатывающими заводами стран СНГ биодизеля в качестве добавки к ДТ
- ✓ Работа двигателя на ДТ, биодизеле и их смеси
- ✓ Практический опыт применения биодизельного топлива
- ✓ Влияние присадок на термоокислительную стабильность рапсового масла
- ✓ Рынок топливных присадок ЕС и СНГ
- ✓ Проблемы применения присадок различного функционального назначения в топливах украинского производства
- ✓ Брендовые топлива: все дело в присадках
- ✓ Октан-корректоры: практический опыт производства и использования.

### Оргкомитет конференции:

04112, Украина, г. Киев, ул. Матейюка, 4, оф.505,  
тел./факс: +38 044 383 0356  
тел.: +38 067 501 2177

Также с более подробной информацией о конференции  
Вы сможете ознакомиться на сайте [FuelAlternative.com.ua](http://FuelAlternative.com.ua).

Организаторы:

**FuelAlternative**

**АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО**

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

НАЦИОНАЛЬНАЯ  
БИОТОПЛИВНАЯ  
АССОЦИАЦИЯ™

## IV МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС “ТОПЛИВНЫЙ БИОЭТАНОЛ - 2009”

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

### Тема года: “БИОТОПЛИВО ИЗ НЕПИЩЕВОГО СЫРЬЯ”

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

**Узнать дальнейшие подробности и зарегистрироваться для участия:**

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

**Email: congress@biotoplivo.ru**

**www.biotoplivo.ru**

В книге показано мировое развитие газовой промышленности и, в частности, ее подотрасли, к которой относится производство сжиженных углеводородных газов – сжиженных нефтяных газов (СНГ) и сжиженного природного газа (СПГ), а также целесообразность производства и потребления синтетического жидкого топлива (СЖТ).

Рассмотрены физико-химические свойства жидких и газообразных углеводородов. Даны основы технологии крупнотоннажного и малотоннажного производства сжиженных углеводородных газов, а также синтетического жидкого топлива. Приведены все способы транспортировки и хранения СНГ (LPG) и СПГ (LNG), включая методы расчета систем хранения, перемещения и распределения.

Учебное пособие содержит современный анализ и пути повышения эффективности использования сжиженных углеводородных газов в качестве сырья для химической промышленности, моторного топлива и для автономного газоснабжения населенных пунктов и промышленных объектов.

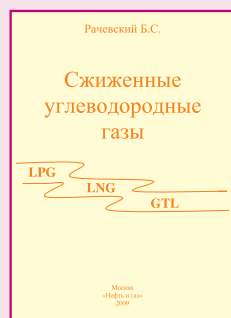
Особое внимание в книге уделяется рассмотрению вопросов обеспечения промышленной безопасности объектов производства, транспортировки, хранения, распределения и использования сжиженных углеводородных газов.

Книга рассчитана на инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией систем сжиженных нефтяных газов и сжиженного природного газа, а также синтетического жидкого топлива. Издание может служить учебным пособием при изучении дисциплин газовой отрасли и будет также интересно руководителям и владельцам компаний, занимающихся бизнесом в этой области.

Весь приведенный в учебном пособии материал проиллюстрирован большим количеством формул, примеров, таблиц и рисунков.

Книга написана на основе многолетнего опыта автора, приобретенного за годы работы в газовой отрасли, и проведения им 11 Международных научно-практических конференций «Сжатый и сжиженный газ» в различных странах мира.

Стоимость книги – 2500 руб.



**Учебное пособие.  
Рачевский Б.С.  
Издательство «Нефть и газ».  
2009. С. 640**

#### Порядок оплаты и получения книги:

1. Передать в адрес ЗАО «НефтеГазТоп» по факсу или электронной почте заявку с указанием организации, количества экземпляров, контактного лица, адреса, телефонов и банковских реквизитов.
2. Получить от ЗАО «НефтеГазТоп» счет и оплатить его.
3. Книга будет доставлена в ваш адрес по почте (в Москве и Московской области нарочным).

#### Контактные телефоны/факсы:

+7 (499) 782-34-27, (499) 782-33-62, (499) 782-31-95 • сайт: [www.neftegaztop.ru](http://www.neftegaztop.ru) • e-mail: [info@neftegaztop.ru](mailto:info@neftegaztop.ru)

## Портрет владельца автомобиля, работающего на газе

**Г. Яжиньски,**  
президент фирмы «ELPIGAZ» (Польша)

Сегодня в Польше парк автомобилей, работающих на газовом моторном топливе, превышает 2 млн. ед. Зададимся вопросом: кто ездит в Польше на таких автомобилях? Где живут владельцы газобаллонных автомобилей (ГБА), чем занимаются и т. д. В анкетных опросах для получения полной информации о владельцах ГБА принимала участие известная польская фирма «Estymator», специализирующаяся на такого рода исследованиях.

**П**ри опросе сведения о владельцах ГБА были разбиты на четыре группы. При этом были учтены следующие сведения: возраст, образование, место жительства и месячный денежный доход владельца автомобиля. По автомобилям автовладельцев были собраны следующие данные: марка приобретенного автомобиля, год его выпуска и рабочий объем двигателя.

На представленных ниже рисунках (рис. 2-8) показана в процентах доля водителей, использующих газомоторное топливо в своих автомобилях, или доля их автомобилей в каждой из исследуемых групп.

Анализ полученных данных анкетирования показал, что среди польских водителей автомобилей наиболее популярным видом моторного нефтяного топлива является бензин (61%), на втором месте газовое моторное топливо – это в основном сжиженный углеводородный газ (СУГ), которым можно заправиться на 6500 АГЗС в Польше. Наряду с этим сегодня в Польше развивается также сеть АГНКС, где можно заправиться компримированным природным газом (КПГ), их количество постоянно растет и составляет в настоящее время 30 ед. На третьем месте – дизельное топливо (18%) (рис. 1).

Следует отметить, что в последние годы в Польше сохранялась нарастающая тенденция по переводу различных видов автотранспорта на газомоторное топливо. Количество автомобилей, работающих только на СУГ, достигло в 2007 г. 2 млн. 50 тыс. ед.

По данным Польской организации сжиженного газа (POGP) чистый прирост числа установленных комплектов газобаллонного оборудования (ГБО) на автомобили в 2007 г. составил 70 тыс. ед. При этом было учтено, что из эксплуатации из-за выработки ресурса было выведено 140 тыс. комплектов ГБО. Общее число автотранспортных средств с новой газобаллонной аппаратурой в 2007 г. составило 210 тыс. ед.

Вместе с тем в 2008 г. рынок газобаллонного оборудования автомобилей развивался не так динамично, как в прошлые годы, что, возможно, связано с увеличением доходов населения, в том числе за счет приобретения автомобилей в кредит и снижения цен на новые марки.

Конечно, события последних месяцев, связанные с экономическим кризисом, несомненно, изменят эту статистику в худшую сторону. Показательна также связь между количеством переводимых автомобилей на газомоторное топливо и возрастом водителей автомобилей.

Наибольшее количество сторонников использования газа в качестве моторного топлива на автомобилях в Польше находится в возрастном диапазоне 18-29 лет (31%). Наименьшее количество автовладельцев ГБА среди водителей, которым больше 70 лет (6%). Это свидетельствует о том, что молодое поколение людей хорошо воспринимает

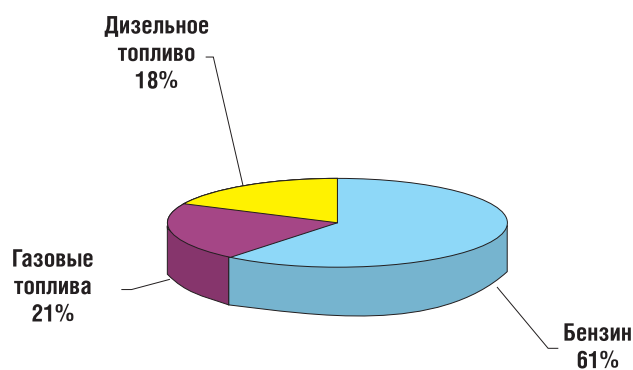
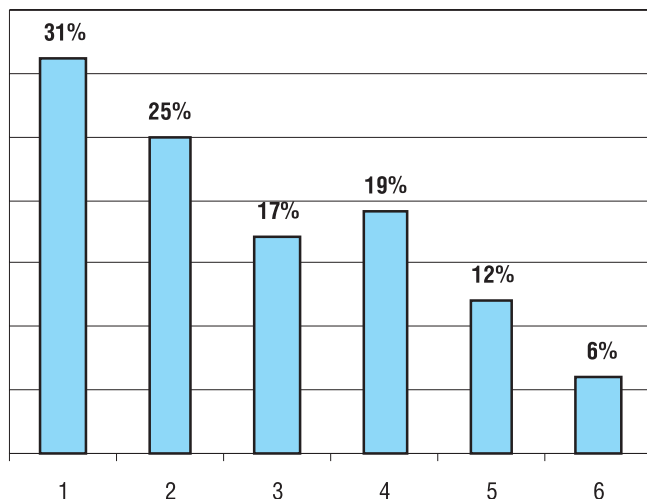


Рис. 1. Распределение баланса автомобильных моторных топлив, используемых на автотранспорте в Польше



**Рис. 2.** Возрастные группы водителей газобаллонных автомобилей:  
1 – 18-29 лет; 2 – 30-39 лет; 3 – 40-49 лет; 4 – 50-59 лет; 5 – 60-69 лет; 6 – свыше 70 лет, %

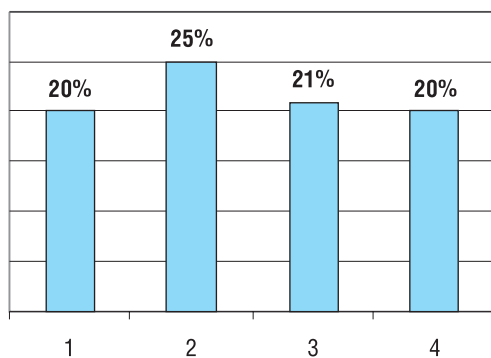
широкое внедрение новых технологий в различных областях машиностроения и, в частности, в автомобилестроении, что в некоторой степени связано с тем, что большинство молодых людей находится в начале своей карьеры и не столь высоко материально обеспечено. Это обстоятельство побуждает их к экономии на стоимости моторного топлива для своих автомобилей. Одновременно молодые водители в возрасте 18-29 лет, как правило, имеют большие пробеги своих автомобилей и соответственно несут большие финансовые расходы на приобретение моторно-

го топлива. Автовладельцы в возрасте от 40 до 60 лет проявляют, как правило, средний интерес к переводу своих автомобилей с бензина и дизельного топлива на газомоторное топливо (рис. 2).

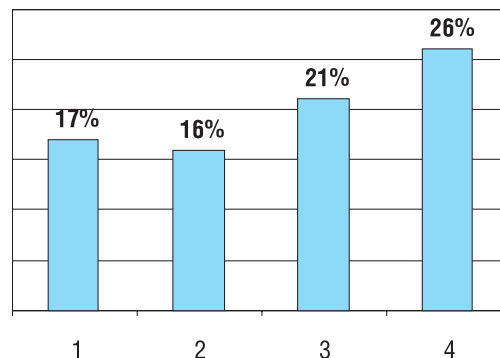
Результаты анкетных обследований среди водителей Польши однозначно подтверждают, что связь между применением газового топлива в качестве моторного топлива на автомобилях и уровнем образования очень слабая. Независимо от уровня знаний водителя интерес к переводу автомобилей на газомоторное топливо у этой группы лиц находится на уровне 20-25%.

Наименьший интерес к газу у водителей с базовым и высшим образованием (20%), наибольший интерес у водителей, имеющих среднее (25%) и специальное техническое (21%) образование. Это, видимо, связано в основном с тем, что водители с небольшими доходами хотят сэкономить свои деньги, применяя технические решения (рис. 3).

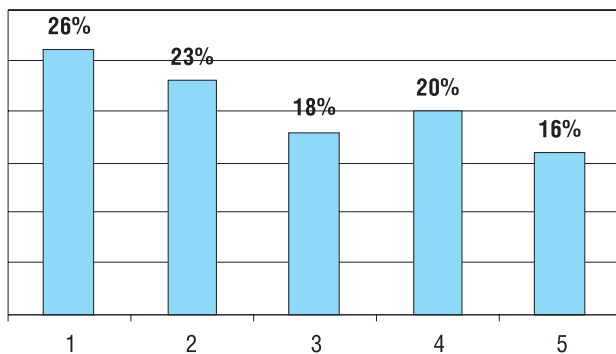
Наибольшую популярность газ в качестве газомоторного топлива имеет у жителей небольших населенных пунктов, то есть сельских жителей (26%) (рис. 4). Многие лица, имеющие автомобили на газе, как правило, являются жителями городов с населением менее 50 тыс. человек (21%). Жители небольших городов и поселков, фермеры значительно чаще используют нетрадиционное более дешевое альтернативное топливо СУГ для своих транспортных средств, несмотря на более удаленный доступ к АГЗС по сравнению с жителями больших городов. Видимо, это связано с «толщиной кошелька». Жители больших городов с населением свыше 200 тыс. человек и городов, где живут от 50 до 200 тыс. человек, как правило, меньше всех заправляют



**Рис. 3.** Образование водителей газобаллонных автомобилей:  
1 – базовое; 2 – среднее; 3 – специальное техническое; 4 – высшее, %



**Рис. 4.** Применение газового топлива в зависимости от места жительства водителя:  
1 – город с населением свыше 200 тыс. чел.; 2 – от 50 до 200 тыс. чел.; 3 – до 50 тыс. чел.; 4 – поселок, сельская местность, %



**Рис. 5.** Внедрение газового топлива в зависимости от ежемесячных доходов водителей:

1 – до 1000 злотых; 2 – 1000-2000 злотых; 3 – 2000-3000 злотых; 4 – 3000-4000 злотых; 5 – свыше 4000 злотых, %

свои автомобили газомоторным топливом (соответственно 17% и 16%).

Хотя с точки зрения защиты окружающей среды желательно было бы иметь больший процент газобаллонных автомобилей в больших городах, где на улицах возникают транспортные пробки из-за большого количества автомобилей. Экологическая обстановка там с каждым годом ухудшается.

Общеизвестно, что экономика тесно связана с уровнем жизни населения. Принимая во внимание более низкую стоимость эксплуатации автомобилей на газомоторном топливе, люди с более

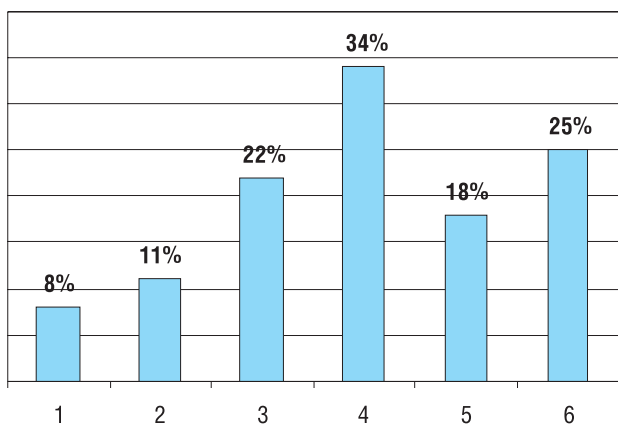
низкими доходами значительно чаще устанавливают газобаллонное оборудование на своих автомобилях (26% имеют доход менее 1000 злотых на 1 человека, 1 злотый равен примерно 10 руб.) (рис. 5). По мере роста доходов прослеживается тенденция заинтересованности в использовании газомоторного топлива. Эта тенденция в настоящее время возрастает среди водителей с большими ежемесячными доходами, составляющими 3000-4000 злотых (20%). Это связано с тем, что эти лица имеют большие финансовые возможности для установки ГБО высокого качества на свои современные автомобили,

имеющие большой рабочий объем двигателей, а также двигатели с турбонаддувом.

Если внимательно посмотреть на параметры автомобилей, оснащенных ГБО, то будет видна значительная зависимость количества переведенных на газ автомобилей от рабочего объема двигателей. Наиболее популярны в Польше автомобили с ГБО с объемом двигателей 1401-1600 см<sup>3</sup> (34%) (рис. 6). Эта тенденция применения СУГ снижается до 18% для автомобилей с объемом двигателей 1601-1900 см<sup>3</sup> и снова возрастает до 25% для ГБА с объемом двигателя выше 1900 см<sup>3</sup>.

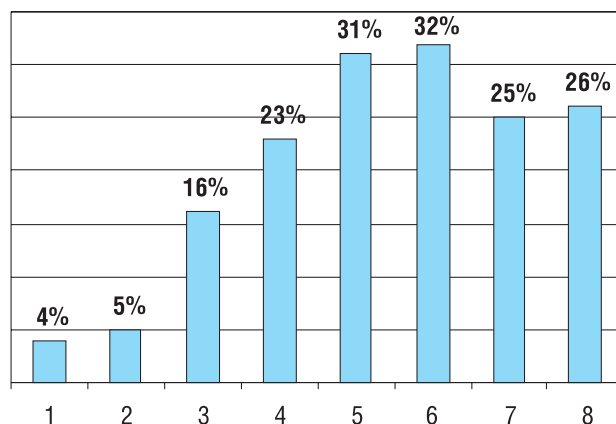
Наименьшее количество автомобилей, работающих на СУГ, составляют модели с малым объемом двигателя – 900-1200 см<sup>3</sup> (8-11%). Это скорее всего объясняется тем, что в это число входят так называемые городские автомобили, эксплуатирующиеся на коротких маршрутах и потребляющие мало топлива.

Очень сильная зависимость между возрастом автомобиля и его адаптацией на газ (рис. 7). Относительно мал процент новых автомобилей, переводимых на газ (4-5%). С увеличением возраста



**Рис. 6.** Применение газового топлива в зависимости от рабочего объема двигателей:

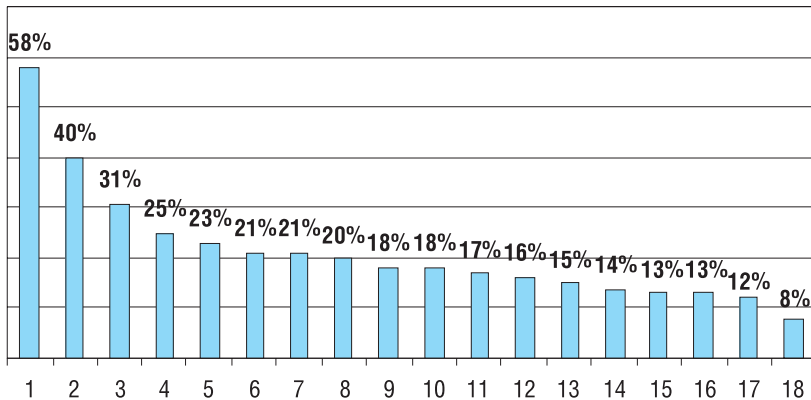
1 – до 900 см<sup>3</sup>; 2 – 901-1200 см<sup>3</sup>; 3 – 1201-1400 см<sup>3</sup>; 4 – 1401-1600 см<sup>3</sup>; 5 – 1601-1900 см<sup>3</sup>; 6 – свыше 1900 см<sup>3</sup>, %



**Рис. 7.** Применение газового топлива в зависимости от возраста автомобиля:

1 – до 2 лет; 2 – 3-5 лет; 3 – 6-8 лет; 4 – 9-11 лет; 5 – 12-14 лет; 6 – 15-17 лет; 7 – 18-20 лет; 8 – 21-35 лет, %





**Рис. 8.** Применение газового топлива в зависимости от марки автомобиля:  
 1 – «Polonez»; 2 – «Audi»; 3 – «Opel»; 4 – «SEAT»; 5 – «Renault»; 6 – «Hyundai»; 7 – «BMW»;  
 8 – «Volkswagen»; 9 – «Ford»; 10 – «Daewoo»; 11 – «Skoda»; 12 – «Peugeot»; 13 – «FIAT»;  
 14 – «Honda»; 15 – «Toyota»; 16 – «Nissan»; 17 – «Mercedes»; 18 – «Citroen», %

та автомобилей популярность газового топлива возрастает и для автомобилей 15-17 лет достигает уже 32%. Может быть, это связано с финансовым фактором, который играет большую роль для очередных владельцев старых автомобилей.

Неожиданные результаты получены при изучении марок автомобилей, наиболее часто переводимых на СУГ (рис. 8). Наиболее часто переоборудуемый на газовое топливо автомобиль в Польше «Polonez» (58%) – аналог российских автомобилей ВАЗ-2103 и ВАЗ-2106.

Следующими марками автомобилей, достаточно часто переводимыми на газ, являются «Audi» (40%) и «Opel» (31%), поскольку у этих автомобилей сравнительно высокие расходы топлива, и, кроме того, автомобили марки «Audi» дорогие в эксплуатации.

Стоит отметить, что в настоящее время усиливается тенденция адаптации автомобиля марки «Opel» на газ, несмотря на то, что он относительно экономичен в эксплуатации, но, видимо, владельцам этой марки хочется сэкономить еще и за счет дешевого газового моторного топлива.

Автор сердечно благодарит за предоставленные данные Польскую организацию сжиженного газа и за исследования, выполненные фирмой «Estymator».



### ГАЗОБАЛЛОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

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

Система последовательного впрыска газа 4 поколения STELLA, ELISA и AEB

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

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

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

Сервисное обслуживание  
*(высококвалифицированный персонал)*

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



Предлагается сотрудничество по продаже оборудования по регионам России.



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

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





## Автомобильные газовые топливные системы фирмы «САГА»

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

Научно-производственной фирмой «САГА» совместно с ОАО «ПАО «Инкар» разработаны и выпускаются серийно автомобильные газовые топливные системы (АГТС) «САГА-6» и «САГА-7» для работы двигателей внутреннего сгорания на СУГ, КПП, СПГ, диметиловом эфире, водороде с рабочим давлением от 200 мм вод. ст. до 320 кгс/см<sup>3</sup>.

Серийное производство АГТС «САГА-6» и «САГА-7» было организовано в 1992 г. на ОАО «Пермское агрегатное объединение «Инкар», имеющем многолетний опыт по выпуску различных топливных систем для авиационных двигателей. В объединении созданы производственные мощности для обеспечения выпуска АГТС в количестве 50 тыс. комплектов в год, а их качество соответствует требованиям международного стандарта ИСО 9001. Получен сертификат соответствия РОСС RU.ИС42.К00129.

При разработке систем было обращено внимание на обеспечение безопасности и простоты эксплуатации автотранспортных средств, ра-

ботающих на альтернативных видах моторного топлива, особенно пожарной безопасности.

Особое внимание уделялось выполнению требований Правил № 110 ЕЭК ООН и отечественных нормативных документов по обеспечению безопасности эксплуатации газобаллонных автомобилей. Это актуально при эксплуатации автобусов, микроавтобусов и легковых автомобилей, в которых перевозятся пассажиры.

Использование на автомобилях в качестве моторного топлива КПП или сжиженного нефтяного газа приводит к необходимости появления дополнительного оборудования и новым видам пожарной опасности.

Академией ГПС МЧС совместно с ФГУ ВНИИПО МЧС РФ был организован сбор данных по России о пожарах, произошедших на газобаллонных автомобилях (ГБА). В результате выявлено 212 пожаров на ГБА, произошедших в течение 2000-2004 гг., и проведен их анализ со следующим выводом: **основной причиной пожаров на ГБА является негерметичность газовой топливной системы** (рис. 1).

Газобаллонное оборудование, кроме основных элементов, может также включать и другие элементы, необходимые для обеспечения безопасного и эффективного использования автомобиля. Например, в состав АГТС «САГА-7» входят также сигнализатор утечки газа (СУГ-3) и устройство, блокирующее запуск двигателя при неотключенном заправочном шланге АГНКС.

**Проблема обеспечения безопасности, надежности и эффективной эксплуатации автотранспорта, работающего на газовом топливе, решена следующим образом:**

1. Разработаны элементы системы «САГА-7» с рабочим давлением газа 200-320 кгс/м<sup>2</sup>, сконструированные в крупные агрегаты, в которых конструктивно исключен выход газа через уплотнения в замкнутые пространства автомобиля и обеспечен отвод газа от мест вероятной его утечки непосредственно в атмосферу за пределы автомобиля, а водитель оповещается о возникшей утечке газа сигнализатором утечки газа СУГ-3 звуковым и световым сигналом с указанием места утечки.

Такой автоматический контроль за утечкой газа ведется постоянно при работе двигателя автомобиля или при автономной подаче питания на сигнализатор утечки газа СУГ-3. Возможна также передача информации об утечке газа на автомобиле



Рис. 1. Статистические данные по количеству пожаров на ГБА в 2000-2004 гг. в зависимости от различных неисправностей, %

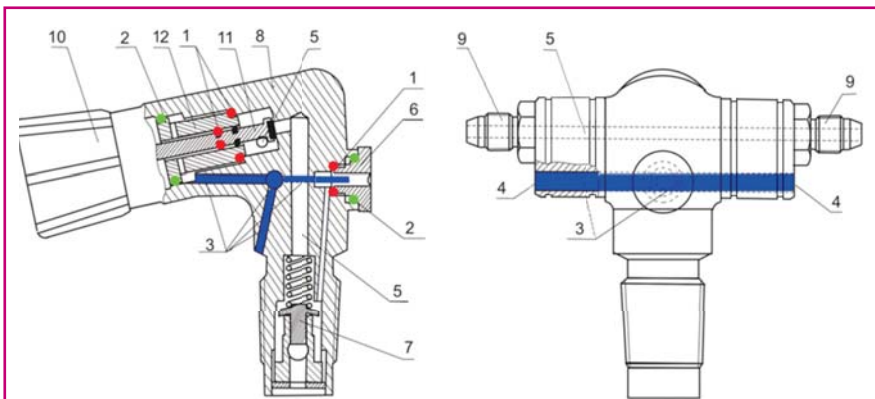


Рис. 2. Баллонный вентиль:

1 – основные уплотнения; 2 – уплотнения дренажа; 3 – каналы дренажа; 4 – дренажное отверстие; 5 – канал входа–выхода газа; 6 – предохранительный клапан по температуре; 7 – скоростной клапан; 8 – корпус; 9 – штуцер входа–выхода газа; 10 – рукоятка вентиля; 11 – клапан; 12 – резьбовая втулка

при его стоянке или обслуживании в автопарке к дежурному диспетчеру по радиолинии, аналогично пожарной сигнализации.

При наличии автоматической системы контроля за утечкой газа в арматуре, узлах и разъемных соединениях упрощается техническое обслуживание автомобилей, работающих на природном газе, и возможно снижение требований к помещениям автопарков, так как указанные конструктивные особенности позволяют эксплуатировать газобаллонные автомобили до момента возникновения неисправности (утечки газа) без периодических традиционных методов проверки путем омыливания более 100 мест соединений в элементах системы и трубопроводов.

В России и за рубежом ранее применялись аналогичные методы обеспечения безопасности, но не нашли широкого распространения по трем причинам: ложные срабатывания; сложность аппаратуры и высокая цена; отсутствие указания места утечки.

2. Резиновые уплотнительные кольца в элементах системы заменены на латунные, герметичность в соединениях обеспечивается на весь эксплуатационный период.

3. Исключено попадание газа в систему охлаждения двигателя.

4. При повреждении диафрагмы газоредуцирующего устройства газ не попадает в моторный отсек.

5. Магистраль газа выполнены трубками из нержавеющей стали 12Х18Н10Т, бесшовными, по ГОСТ 9941–81, обеспечивают многократное соединение и разъединение.

6. В заправочном элементе системы имеется устройство блокировки запуска двигателя, если заправочный шланг АГНКС не отключен от заправочного устройства автомобиля.

### Особенности конструкторских решений АГТС «САГА-7»

Для использования КПП на транспорте была изготовлена АГТС «САГА-7», имеющая в своем основном комплекте: газовый баллон (баллоны); баллонный вентиль (рис. 2); магистральный вентиль; заправочное устройство; газоредуцирующее устройство; электромагнитный клапан высокого давления ЭМК ВД (рис. 3).

Для исключения выхода газа через уплотнения элементов системы «САГА-7» в замкнутые пространства автомобиля (отсек двигателя, пассажирский салон, багажное отделение) и отвода газа от мест вероятной утечки в конструкции элементов (рис. 2, 3) имеются основные уплотнения 1, уплотнения дренажа 2, каналы дренажа 3, отверстия дренажа или отводящий патрубок дренажа 4.

В случае утечки газа через основные уплотнения газ не выходит в атмосферу, а задерживается уплотнениями дренажа, направляется в каналы дренажа, отверстия или патрубки дренажа, затем по соединительным шлангам – в общую герметичную систему дренажа к датчикам СУГ-3, в атмосферу или систему питания двигателя воздухом (рис. 5).

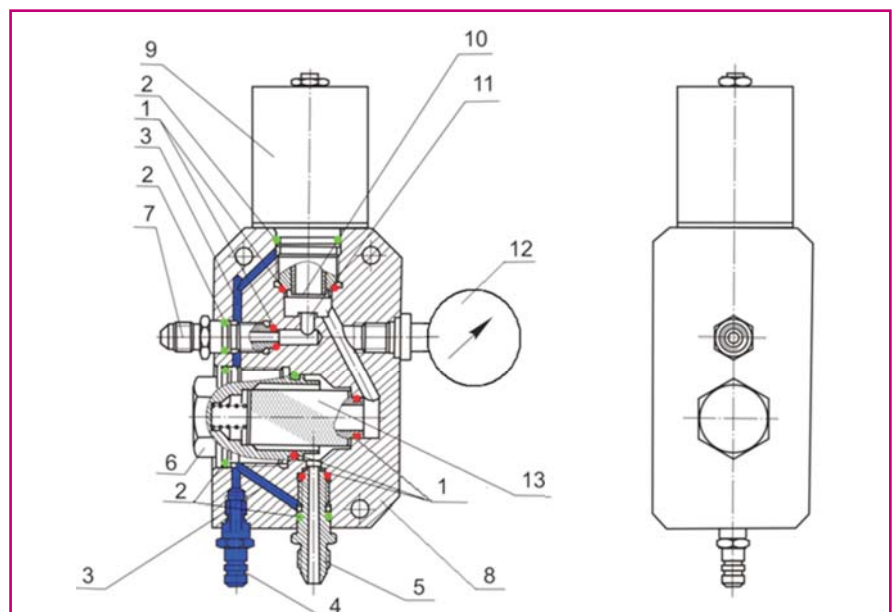


Рис. 3. Электромагнитный клапан высокого давления (ЭМК ВД):

1 – основные уплотнения; 2 – уплотнения дренажа; 3 – каналы дренажа; 4 – отводящий патрубок дренажа; 5 – штуцер входа газа; 6 – пробка фильтра; 7 – штуцер выхода газа; 8 – корпус; 9 – электромагнит; 10 – клапан; 11 – седло клапана; 12 – манометр; 13 – фильтр

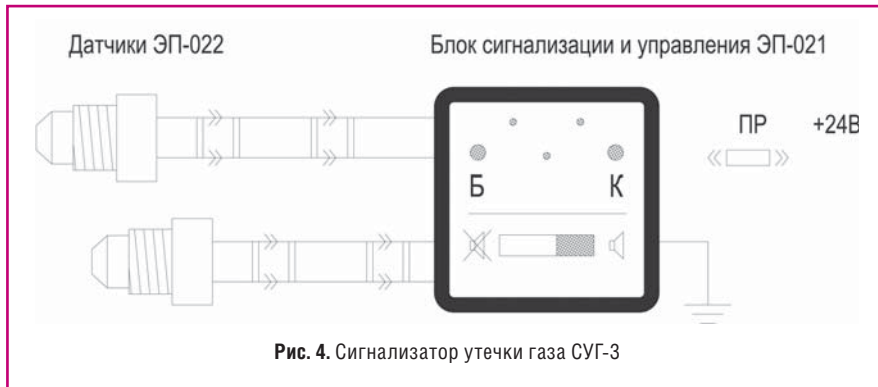


Рис. 4. Сигнализатор утечки газа СУГ-3

**Сигнализатор утечки газа СУГ-3** (рис. 4) – электронное устройство, которое состоит из блока сигнализации и управления ЭП-021 и двух датчиков утечки ЭП-022, позволяет водителю проводить визуальный и звуковой контроль за наличием или отсутствием утечки газа в автомобильной газотопливной системе, а также выявлять неисправности электронного устройства в реальном времени.

Блок сигнализации имеет:

- два индикатора «Б» и «К» (двухцветные светодиоды) для сигнализации об утечке газа, а также калибровки и самодиагностики;
- звуковую сигнализацию;
- переключатель для калибровки и отключения звукового сигнала тревоги.

После подачи питания на СУГ-3 ведется постоянный контроль встроенной системой диагностики исправ-

ности системы сигнализации – мигают светодиоды и звучит звуковой сигнал, после чего система переходит в один из режимов работы – 1-4-й:

**1. Нормальный режим** – индикатор светится зеленым светом: утечки газа нет; сигнализация исправна.

**2. Утечка газа** – индикатор мигает красным светом, включается прерывистый звуковой сигнал.

**3. Обрыв одного из проводов** между блоком сигнализации и датчиком утечки или **выход из строя датчика утечки** – индикатор мигает попеременно зеленым и красным светом, включается прерывистый звуковой сигнал.

**4. Короткое замыкание** проводов датчика на «массу» или между собой – индикатор светится красным светом постоянно, включается прерывистый звуковой сигнал.

Калибровка СУГ-3 выполняется автоматически программой блока

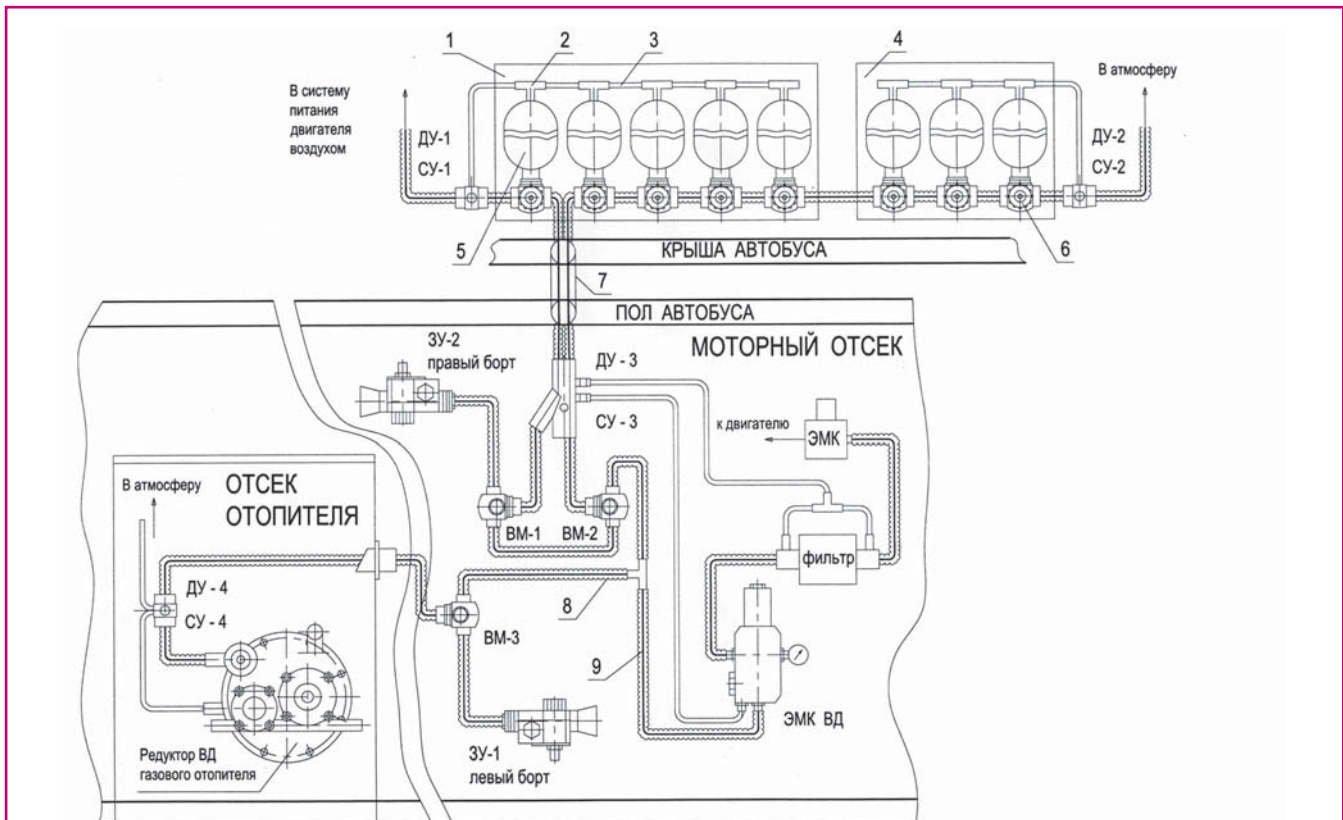
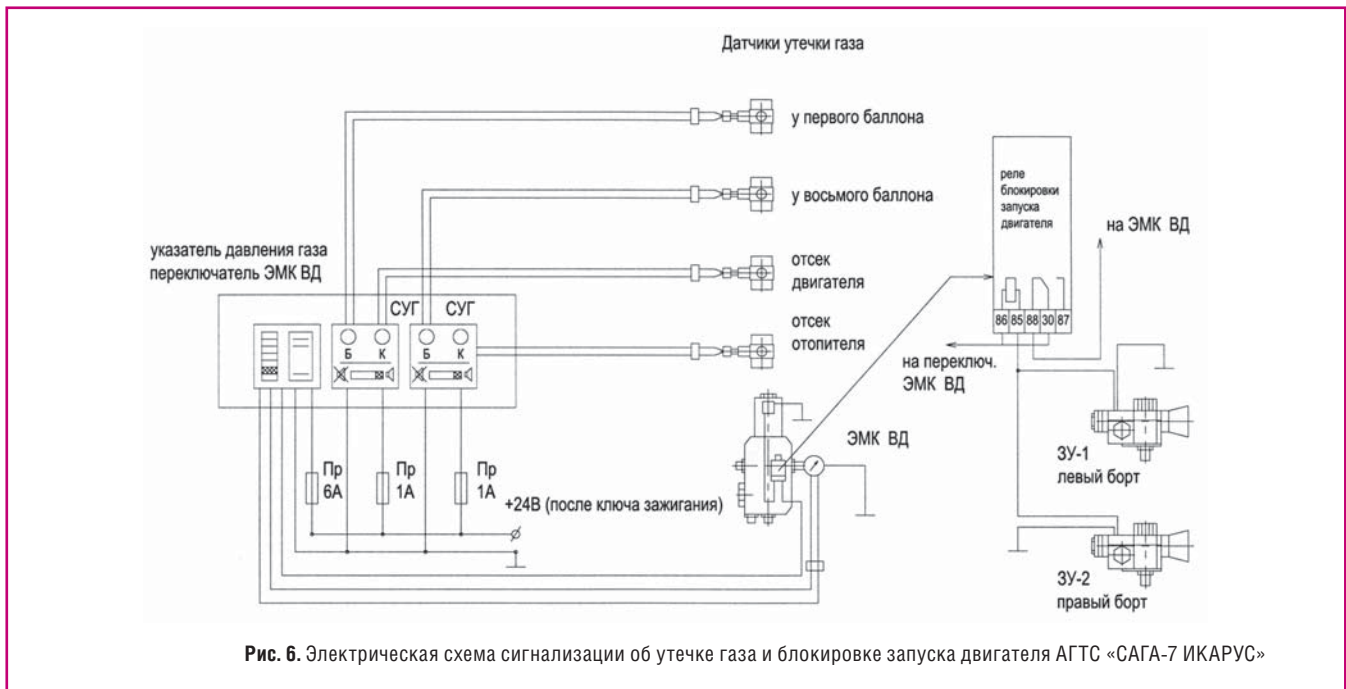


Рис. 5. Монтажная схема АГТС «САГА-7 ИКАРУС»:

1 – передняя кассета 5 баллонов; 2 – тройники дренажа заглушки баллонов; 3 – рукав дренажа; 4 – задняя кассета трех баллонов; 5 – маневровый баллон; 6 – баллонные вентили; 7 – стальная труба между крышей и полом автобуса; 8 – гофрированный рукав; 9 – трубка высокого давления; ЗУ-1, ЗУ-2 – заправочные устройства; ВМ-1, ВМ-2, ВМ-3 – магистральные вентили; ЭМК ВД – электромагнитный клапан высокого давления; СУ-1, СУ-2, СУ-3, СУ-4 – сборники утечек газа; ДУ-1, ДУ-2, ДУ-3, ДУ-4 – датчики утечек газа; ЭМК – электромагнитный клапан двигателя



сигнализации ЭП-021 без эталонного газа. После подачи питания на СУГ-3 для выполнения калибровки необходимо переводить переключатель из положения «включено» в положение «выключено» и обратно с частотой один раз в секунду до тех пор, пока индикаторы не начнут мигать зеленым светом, что свидетельствует о включении режима калибровки. Через 10-60 с индикаторы перейдут на свечение ровным зеленым светом – калибровка закончена.

**Монтажная схема АГТС «САГА-7 ИКАРУС»** (рис. 5) выполнена таким образом, чтобы исключить попадание в замкнутые пространства автобуса возможных утечек газа:

- трубки высокого давления 9, соединяющие элементы системы «САГА-7», размещены внутри гофрированных рукавов 8, которые крепятся с помощью хомутов к элементам системы «САГА-7»;

- рукава дренажа (соединительные шланги) 3 через сборники утечек (СУ-1, СУ-2, СУ-3, СУ-4) соединены с гофрированными рукавами, образуя с элементами системы «САГА-7» вентиляционный канал – общую герметичную систему дренажа, которая обеспечивает отвод газа утечки за пределы автобуса,

- датчики утечки размещены в сборниках утечек:

- СУ-1 (датчик ДУ1) – контроль утечек арматуры пяти баллонов передней cassette 1;

- СУ-2 (датчик ДУ2) – контроль утечек арматуры трех баллонов задней cassette 4;

- СУ-3 (датчик ДУ3) – контроль утечек элементов системы «САГА-7» в моторном отсеке;

- СУ-4 (датчик ДУ4) – контроль утечек редуктора высокого давления газового отопителя.

**Электрическая схема сигнализации об утечке газа и блокировке запуска двигателя АГТС «САГА-7 ИКАРУС»** (рис. 6).

На передней панели водителя установлены два СУГ-3. На индикаторах СУГ-3 (четыре светодиода) отображаются режимы работы, самодиагностики и калибровки сигнализаторов утечки газа.

Блокировка запуска двигателя необходима для предотвращения обрыва заправочного шланга АГНКС. Во время заправки газом заглушка заправочного устройства автобуса вынута.

В заглушке имеется постоянный магнит, который взаимодействует с герконом. При удалении магнита

контакты геркона замыкаются и блокируют запуск двигателя.

После окончания заправки заправочный шланг вынимается из заправочного устройства автобуса и устанавливается заглушка. Двигатель можно запускать, проверив отсутствие утечки газа по СУГ-3.

### Расчет эффективности системы сигнализации утечки газа (СУГ-3) и системы автоматического контроля воздушной среды (САК) с установкой датчиков дозрывных концентраций в салоне автобуса Икарус-280

1. Определение количества газа утечки, поступающего в дренажные полости и к датчикам АГТС «САГА-7», необходимого для срабатывания СУГ-3 автобуса Икарус-280.

Размеры дренажных каналов в элементах АГТС «САГА-7» и рукавов дренажа: длина –  $L_1 = 15$  м, внутренний диаметр –  $D_{y1} = 0,01$  м; размеры дренажных гофрированных рукавов: длина –  $L_2 = 20$  м, внутренний диаметр –  $D_{y2} = 0,032$  м; общий объем дренажных полостей ( $V = 0,02$  м<sup>3</sup>) рассчитывается по формуле:

$$V = \pi \left( \frac{D_{y1}}{2} \right)^2 \cdot L_1 + \pi \left( \frac{D_{y2}}{2} \right)^2 \cdot L_2.$$

Согласно п. 8.3.7. РД 3112199-1069-98 система автоматического контроля воздушной среды должна срабатывать при достижении в помещениях концентрации природного газа (по метану), составляющей 20% от нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР).

НКПР для метана – 5,28% объема, а 20% от этого – 1,056% объема.

Количество газа утечки, поступающего в дренажные полости АГТС «САГА-7», необходимого для срабатывания СУГ-3 ( $V_1 = 0,0002 \text{ м}^3$ ), рассчитывается по формуле:

$$V_1 = \left( \frac{V}{100\%} \right) \cdot 1,056\% \text{ об.}$$

Учитывая ничтожно малый объем газа (**0,0002 м<sup>3</sup>**), необходимого для срабатывания СУГ-3, и изоляцию объема дренажных шлангов, каналов и датчиков от внешней среды, при разработке СУГ-3 принято решение о выдаче сигнала об утечке газа при достижении концентрации метана 10-15% от общего объема дренажных полостей. Данное решение обосновано необходимостью увеличить надежность датчиков, фиксирующих утечку газа, уменьшить их стоимость и автоматизировать настройку СУГ-3 без применения эталонных газов.

В этом случае в дренажные полости АГТС «САГА-7» поступит газ, объемом  $V_2 = 0,002-0,003 \text{ м}^3$ , при котором СУГ-3 выдает сигнал об утечке газа, объем которого рассчитывается по формуле:

$$V_2 = V_1(10 - 15\%).$$

2. Определение количества газа утечки, поступающего в салон автобуса Икарус-280 и необходимого для срабатывания САК при установке датчиков внутри салона.

Размеры салона: длина  $L = 16 \text{ м}$ ; ширина  $Ш = 2,3 \text{ м}$ ; высота  $H = 2 \text{ м}$ ; объем салона  $V_3 = 74 \text{ м}^3$ .

Количество газа утечки, поступающего в салон автобуса Икарус-280, необходимого для срабатывания САК ( $V_4 = 0,8 \text{ м}^3$ ), рассчитывается по формуле:

$$V_4 = \left( \frac{V_3}{100\%} \right) \cdot 1,056\% \text{ об.}$$

3. Сравнение эффективности СУГ-3 и САК.

Для срабатывания САК необходим объем газа утечки  $V_4 = 0,8 \text{ м}^3$ , а для срабатывания СУГ-3 –  $V_2 = 0,002-0,003 \text{ м}^3$ .

Эффективность ( $\Xi$ ) СУГ-3 выше, чем САК, в **270-400 раз**, рассчитывается по формуле:

$$\Xi = \left( \frac{V_4}{V_2} \right).$$

Кроме того, система сигнализации утечки газа (СУГ-3) исключает попадание газа утечки в салон, багажное отделение и моторный отсек автобуса Икарус-280, а также ее срабатывание не зависит от внешних условий (рассеивания ветром, загазованности воздушной среды). СУГ-3 имеет встроенную систему самодиагностики – при отказе выдается информация об отказе.

Сигналы об утечке газа, исправности или неисправности СУГ-3 можно передавать диспетчеру автопарка по радиолинии аналогично пожарной сигнализации.

### **Применение автомобильных газовых топливных систем «САГА-6» и «САГА-7» на автотранспорте**

После проведения 41-м автокомбинатом (г. Москва) лабораторно-дорожных и эксплуатационных испытаний 150 грузовых автомобилей ГАЗ-3302, ЗИЛ-433, ЗИЛ-5301 «Бычок», оборудованных АГТС «САГА-7», в предложениях ЗАО «Мосавтопрогресс» по повышению безопасности эксплуатации газобаллонных автомобилей, работающих на КПГ, рекомендовано: **«Использовать устройства, обеспечивающие отвод газа от места его протечки непосредственно в атмосферу (за кабину автомобиля) и информирующие водителя о факте и месте протечки газа, аналогичные устройству «НПФ «САГА».**

На автобусах ЛиАЗ и Икарус, работающих на КПГ, для питания двигателя установлены АГТС «САГА-7 ЛиАЗ» и АГТС «САГА-7 Икарус», позволяющие

хранить, заправлять, распределять газовое топливо под высоким давлением – **200 кгс/см<sup>2</sup>**, отводить утечку газа за пределы автобусов и автоматически ее контролировать.

В 11-м автобусном парке ГУП «Мосгортранс» эксплуатируются с 2005 г. 50 газовых автобусов Икарус 280.33МПГ(G10) и 40 газовых автобусов ЛиАЗ-52937 (525657, 62127).

Общий пробег составил более **11 млн. км**, средняя наработка на отказ АГТС составила **150 тыс. км**.

По заданию ГУП «Мосгортранс» для обеспечения эффективной и безопасной эксплуатации данных автобусов Московский автомобильно-дорожный институт (ГТУ) разработал «Руководство по эксплуатации газового оборудования для работы на компримированном природном газе». В руководстве даются сведения для решения организационных, технических, технологических задач, возникающих при внедрении и эксплуатации газовых автобусов Икарус-280 с двигателем RABA G-10 и ЛиАЗ -5256 с газовым двигателем Cummins, а также практического применения особенностей конструкторских решений газовой системы питания автобусов АГТС «САГА-7 ИКАРУС» и АГТС «САГА-7 ЛИАЗ».

Автобусный завод ООО «Ликинский автобус» серийно выпустил 300 газовых автобусов семейства ЛиАЗ, которые эксплуатируются в Тольятти, Волгограде, Санкт-Петербурге.

Автомобильные заводы и научно-исследовательские институты, занимающиеся переводом двигателей внутреннего сгорания на альтернативное топливо, проявили интерес к АГТС «САГА-6» и «САГА-7», с ними ведутся работы по внедрению созданной аппаратуры на транспорте:

■ в АО «АвтоВАЗ» – создание модификации автомобиля, работающего на бензине или КПГ, а в перспективе на водороде;

■ в АМО «ЗИЛ» выполнена программа совместных работ АМО «ЗИЛ», ОАО «ПАО «Инкар» и ООО «НПФ «САГА» по адаптации АГТС «САГА-6» и

АГТС «САГА-7» для переоборудования автомобилей ЗИЛ в газобаллонные модификации;

■ в ОАО «КамАЗ» проводятся совместные работы по созданию комплекта АГТС «САГА-7 КамАЗ» для установки на грузовые автомобили и автобусы НефАЗ с газовым двигателем КамАЗ 820.53-260; разработан двухступенчатый редуктор высокого давления со стабильным выходным давлением ( $P_{\text{вых}} = 3 \text{ кгс/см}^2$ ) для двигателей большой мощности, в которых осуществляется впрыск природного газа;

■ в НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ» (г. Дмитров) проводятся испытания конвертированного дизельного двигателя ЯМЗ-238 с распределенным впрыском газа (метана) с АГТС «САГА-7»;

■ в ООО «ВНИИГАЗ» (г. Москва) совместно с лабораторией «Использование газа на транспорте» выполнены работы по адаптации АГТС «САГА-7» для работы дизельных двигателей на метане.

На базе дизельного двигателя РАБА-МАН Д-10 создан двигатель, работающий на метане с АГТС «САГА-7», который установлен на сочлененный городской автобус Икарус-280, и проведены в течение трех лет городские испытания с положительным результатом.

Проведена конвертация дизельного двигателя в газовый автомобиля ЗИЛ-5301 «Бычок», на автомобиль устанавливается АГТС «САГА-7 Б»; автомобили ЗИЛ-5301 «Бычок» эксплуатируются в Автокомбинате №41;

■ в НАТИ (г. Москва) выполнена программа совместных работ ООО «НПФ «САГА», ОАО «ПАО «Инкар» и НАТИ по созданию газобаллонной модификации автомобиля ЗИЛ-5301 «Бычок» для работы на КПП;

■ в НПО «Гелиймаш» (г. Москва) выполняются совместные работы по применению **сжиженного природного газа (СПГ)** на автомобильном транспорте.

**Получен сертификат соответствия РОСС RU.МТ.25.В04790 на комплект ГБО АГТС «Гелий-САГА» на автомобиле ГАЗ-3302, работающие на СПГ;**

■ в ГУП «Научно-исследовательский институт двигателей» (НИАТ) завершена разработка грузовика ЗИЛ-5301 «Бычок», работающего **на диметиловом эфире (ДМЭ)** и дизельном топливе, проведены эксплуатационные испытания 10 автомобилей с положительными результатами;

■ в МГТУ им. Баумана завершена работа и проведены в НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ» (г. Дмитров) испытания автомобиля ЗИЛ-47303А с системой питания бинарным топливом (**дизельное топливо + диметиловый эфир**). Проведены эксплуатационные испытания 10 автомобилей с положительными результатами;

■ в ЗАО «МНК-Газозаправка» (Московская нефтяная компания) решаются вопросы применения АГТС «САГА-7» **с рабочим давлением метана 320 кгс/см<sup>2</sup>** на легковых автомобилях для увеличения пробега;

■ в ОАО «Группа Автолайн» произведен монтаж АГТС «САГА-б» на 300 автомобилях ГАЗ-3221 группы компаний «Автолайн» – лидера в сфере маршрутных автоперевозок в Москве.

### Заключение

1. В соответствии с требованиями Правил № 110 ЕЭК ООН все элементы системы КПП должны иметь газонепроницаемый кожух. АГТС «САГА-7» по конструкции элементов и монтажу на автотранспортных средствах полностью отвечает данным требованиям.

2. Применение системы сигнализации утечки газа определено Руководящими документами РД 3112199-1069-98 (п. 4.2) и РД 3112199-1095-03 (п. 5.1).

3. Установленная на ГБА система сигнализации утечки газа СУГ-3 позволяет в реальном времени фиксировать наличие или отсутствие утечки газа, контролировать свою исправность при работающем двигателе и при выполнении технического обслуживания.

4. Проверка герметичности более 100 вероятных точек утечки газа в ГБО затруднена в следующих случаях: течеискателем при ветреной погоде,

мыльными растворами при отрицательной температуре.

5. Предприятия (автовладельцы), имеющие не более трех ГБА на КПП без системы сигнализации утечки газа в составе ГБО, не смогут организовать качественно работы по ежедневному обслуживанию и проверке герметичности узлов и соединений газовой системы питания мыльными растворами и течеискателем.

6. Применение ГБО с системой сигнализации утечки газа позволит снизить затраты руководителей автопредприятий, инженерно-технических работников, обслуживающего и водительского персонала, связанных с техническим обслуживанием и эксплуатацией автомобилей на КПП, с необходимой реконструкцией технической базы, а также обеспечит безопасные условия для обслуживающего персонала, пассажиров, не принесет вреда окружающей среде.

7. В настоящее время АГТС «САГА-7» находит практическое применение на газовых автобусах Икарус-280, ЛиАЗ-525657, ЛиАЗ-52937, ЛиАЗ-62127 в 11-м автобусном парке ГУП «Мосгортранс» в соответствии с «Руководством по эксплуатации газового оборудования для работы на компримированном природном газе», которое разработано кафедрой Эксплуатации автомобильного транспорта и автосервиса МАДИ (ГТУ).

8. По данным 11-го автобусного парка (г. Москва) эксплуатационные затраты на проверку герметичности элементов АГТС «САГА-7» на газовых автобусах снижены многократно по сравнению с определением мест утечек газа течеискателем или путем омыливания.

9. Предлагаем использовать опыт эксплуатации автобусов, работающих на КПП, 11-го автобусного парка в других городах и регионах России.

### От редакции

**Редакция журнала просит подписчиков высылать подписанные экземпляры накладных в редакцию по адресу: 115304, г. Москва, ул. Луганская, д. 11, оф 304**

# Возможности систем одновременной подачи газового и жидкого топлив в ДВС с искровым зажиганием

**В.А. Шишков,**

начальник отдела ООО «Рекар», доцент СГАУ им. С.П. Королева, к.т.н.

В работе рассмотрены возможности систем и алгоритма управления при одновременной подаче газового и жидкого топлив в ДВС с искровым зажиганием. Приведены их достоинства и недостатки, а также условия применимости в зависимости от режима работы ДВС, конструктивной схемы подачи и характеристик элементов топливной системы.

**П**од одновременной подачей бензина и газа в ДВС понимается то, что оба вида топлива впрыскиваются или во впускной трубопровод, или непосредственно в камеру сгорания цилиндра, в котором происходит рабочий процесс. Одновременная подача бензина и газа может быть синхронизирована по времени и углу положения коленчатого вала или иметь постоянное или переменное фазовое смещение в зависимости от параметров рабочего процесса, нагрузки и внешних условий.

Необходимо учитывать, что при замене существенной части жидкого топлива на газовое снижается мощность ДВС из-за снижения наполнения цилиндров свежим воздухом, так как часть объема занимает газовое топливо. Это снижение, если не установлен какой-либо наддув, составляет замещающую долю от уровня объемного коэффициента стехиометрии данного газового топлива. Например, для метана и воздуха коэффициент объемной стехиометрии составляет  $L=9,53$  объема воздуха к одному объему метана. В таком случае, умножая эту величину на массовую долю  $m$  газа, замещающего бензин, выраженную в долях от 1, получим минимальное снижение эффективной мощности  $Ne$  и крутящего момента  $Me$  ДВС:

$$Ne_{\text{газ+бензин}} = Ne_{\text{бензин}} \cdot (1 - m \cdot L/100); \quad (1)$$

$$Me_{\text{газ+бензин}} = Me_{\text{бензин}} \cdot (1 - m \cdot L/100). \quad (2)$$

Эти соотношения в первом приближении применимы к сжиженному природному газу (КПГ), сжиженному углеводородному газу (СУГ), светильному газу (СВ), но неприменимы к газообразному водороду при его малых добавках к бензину. Водород, имея малые размеры молекул по сравнению с молекулами веществ, находящихся в воздухе, при малых его количествах замещающего жид-

кого топлива практически не оказывает влияния на наполнение цилиндров воздухом. Это влияние становится существенным для водорода только при большом (более 3-5%) замещении жидкого топлива.

Для более точного определения влияния замещения жидкого топлива газообразным необходимо ввести поправочный коэффициент на изменение температуры и давления в камере сгорания в процессе горения. При одинаковом составе топливовоздушной смеси газовые топлива КПГ, СУГ, СВ горят при более низких температурах, чем пары бензина, а водород наоборот при более высокой температуре. Соответственно эффективное давление в камере сгорания будет зависеть от количества образовавшихся молей газов в продуктах сгорания. Их количество различно для каждого вида применяемого топлива. Поэтому выражения 1 и 2 можно представить в следующем виде:

$$Ne_{\text{газ+бензин}} = Ne_{\text{бензин}} \cdot (1 - m \cdot L/100) \cdot A(m; T; Pe); \quad (3)$$

$$Me_{\text{газ+бензин}} = Me_{\text{бензин}} \cdot (1 - m \cdot L/100) \cdot A(m; T; Pe), \quad (4)$$

где  $A(m; T; Pe)$  – функция влияния состава топлива на рабочий процесс.

Цели, которые необходимо достигнуть при одновременной подаче двух видов топлива в ДВС с искровым зажиганием:

- снижение токсичности отработавших газов при стехиометрическом составе топливовоздушной смеси (при  $\alpha=1$ ) или при работе на обедненных смесях (при  $\alpha=2-2,5$ );
- снижение стоимости 1 км пробега, то есть повышение экономичности автомобиля;
- обеспечение требуемой мощности и крутящего момента двигателя при частичных и полной нагрузках;
- устойчивая работа двигателя на режиме холостого хода;
- обеспечение требуемой динамики разгона;
- обеспечение бездетонационной работы двигателя;
- обеспечение пуска двигателя в диапазоне температур от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+45^{\circ}\text{C}$  и его прогрева до рабочей температуры.

В зависимости от поставленной цели можно выбрать вид газового топлива. Для снижения токсичности наиболее целесообразно применение водорода или метана. Водород наиболее активен и поэтому важен для начала воспламенения топливовоздушной смеси, так как реакция окисления водорода кислородом протекает по цеп-



ной реакции с разветвленными цепями с увеличением скорости горения в геометрической прогрессии с коэффициентом, равным 3. То есть каждая отдельная цепочка в реакции окисления создает три свободных положительно заряженных радикала водорода, которые активно вступают в реакцию. Поэтому использование в качестве газового топлива водорода увеличивает полноту сгорания углеводородного топлива. В этом случае достаточно впрыскивать малую дозу водорода от 0,1 до 3-5% от общего необходимого расхода топлива. Если необходимо снизить выбросы углеводородов  $\text{CH}_4$ , окислов углерода  $\text{CO}$  и двуокиси углерода  $\text{CO}_2$  в отработавших газах на максимальную величину, то можно увеличить долю впрыскиваемого водорода от 5 до 100% требуемого для двигателя количества топлива. Но в этом случае необходимо учитывать, что в камере сгорания возрастет температура горения, что в свою очередь увеличит выбросы окислов азота  $\text{NO}_x$ . В данном случае, при работе на водороде, необходимо выбрать обеднение топливовоздушной смеси на таком уровне, при котором температура горения снизится за счет разбавления дополнительным воздухом.

Одновременное использование двух видов топлива в ДВС для снижения токсичности отработавших газов потребует конструкторской доработки отдельных его элементов и систем, например, потребуются следующие специальные элементы:

- нейтрализатор отработавших газов, так как окислительные процессы газовых топлив в нем протекают более вяло, чем углеводородов, оставшихся после горения бензина, то есть потребуются увеличение содержания редкоземельных металлов в нейтрализаторе или увеличение его габаритно-весовых характеристик;

- датчик кислорода отработавших газов и алгоритм обработки его сигнала, так как, например, средняя линия сигнала в рабочем окне датчика для бензина находится около состава топливовоздушной смеси  $\alpha = 0,998$ , а для метана около 0,985. При одновременной подаче двух видов топлива датчик кислорода не сможет определить, какая доля его сигнала приходится на отработавшие газы бензина или газа, поэтому в данном случае необходимо доработать алгоритм обработки сигнала с датчика кислорода в плане его коррекции в зависимости от массовых долей впрыснутых в ДВС бензина и газа;

- система впуска воздуха в ДВС в плане оптимизации места установки и направления впрыска электромагнитных газовых форсунок для эффективного наполнения цилиндров топливовоздушной смесью;

- алгоритм управления ДВС и топливоподачей с соответствующим изменением программного обеспечения в электронном блоке управления и изменением его электрической схемы с увеличением числа входных и выходных каналов или установкой дополнительного элект-

ронного блока управления, но в этом случае усложняется программное обеспечение в плане его связи с бензиновым блоком управления.

Метан имеет в своей формуле один атом углерода, и поэтому снижение выбросов  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$  составит до 28% в зависимости от доли замещения жидкого топлива газовым топливом. При полном замещении жидкого топлива метаном получим максимальное снижение токсичности отработавших газов и минимальную стоимость 1 км пробега.

Использование СУГ незначительно снижает токсичность отработавших газов по сравнению с бензином, так как у них практически близкие соотношения атомов водорода к углероду. Если  $\alpha > 1$ , то температура горения будет выше, чем при работе на бензине, и произойдет увеличение выбросов оксидов азота. Для снижения стоимости 1 км пробега наиболее целесообразно применение КПГ или СУГ, но выигрыш последнего по сравнению с метаном незначителен из-за большой разницы их стоимости.

Работа двигателя на обедненных смесях (при  $\alpha = 2-2,5$ ) обеспечивает как минимальную токсичность отработавших газов, так и высокую экономичность, но реализовать ее проблематично, так как большинство существующих двигателей имеет высокие механические потери. В этом случае практически требуется разработка нового двигателя.

При работе на газовом топливе происходит снижение мощности и крутящего момента двигателя. Поэтому для обеспечения тяговых характеристик автомобиля можно на высоких частичных режимах и на максимальной нагрузке кратковременно автоматически по команде с электронного блока управления переключаться на бензин или увеличивать долю бензина, а на стационарных менее нагруженных режимах снова возвращаться на работу на газовом топливе или увеличивать долю газа. Это автоматическое переключение можно выполнять по таблице коэффициента  $k$ , записанного в электронном блоке управления ДВС, в зависимости от доли  $m$  газового топлива в определенной зоне нагрузок (расхода воздуха через двигатель) и частоты вращения коленчатого вала двигателя, то есть:

$$k = f(m; G_{\text{возд}}; n), \quad (5)$$

где  $G_{\text{возд}}$  – массовый расход воздуха через ДВС;  $n$  – частота вращения коленчатого вала двигателя.

Зависимость (5) можно представить в виде формулы переключения (6) и формулы изменения долей бензина и газа (7), например:

$$k = (G_{\text{возд}} / G_{\text{возд,макс}}) \cdot (n/n_{\text{макс}}), \quad (6)$$

где  $G_{\text{возд,макс}}$  – максимальное значение массового расхода воздуха через конкретный ДВС;  $n_{\text{макс}}$  – максимальная частота вращения коленчатого вала конкретного ДВС.

При  $k \geq k_{кр}$  происходит переход на работу на бензине и наоборот при  $k < k_{кр}$  происходит переключение на газ, где  $k_{кр}$  – некоторое значение коэффициента переключения, которое можно определить в процессе испытания конкретного ДВС, диапазон его изменения от 0 до 1.

Изменение доли бензина:

$$(1-m) = f(G_{\text{возд}}; n). \quad (7)$$

В этом случае двухтопливный автомобиль практически будет иметь тяговые характеристики, как у однотопливного бензинового варианта, но потребуются достаточное количество бензина и газа на борту автомобиля.

Обеспечение устойчивой работы двигателя на режиме холостого хода зависит от выбора временных и расходных характеристик электромагнитных газовых и бензиновых форсунок. Принципы подбора этих характеристик описаны ниже в следующем разделе данной работы.

Обеспечения требуемой динамики разгона автомобиля можно достичь путем изменения соотношения подачи бензина и газа в процессе разгона, применяя логику работы по формулам (5-7). При нажатии на педаль акселератора можно полностью переключиться на работу на бензине или увеличить его массовую долю при одновременной подаче газа и бензина. Эта функция легко реализуема в электронной системе управления двигателем. Кроме этого, функцию увеличения массовой доли бензина  $(1-m)$  можно изменять в зависимости от скорости  $V_a$  нажатия на педаль акселератора или ее ускорения  $(V_a/t)$ , например, по формуле:

$$(1-m) = f(V_a; G_{\text{возд}}; n). \quad (8)$$

Например, при плавном нажатии на педаль акселератора соотношение впрыскиваемого бензина и газа можно не изменять или изменять незначительно, а при резком нажатии, когда требуется большая динамика ускорения, увеличивать массовую долю бензина или полностью переключиться на работу на бензине. Это позволит сохранить динамические показатели автомобиля на высоком уровне. В этом случае также необходимо правильно выбрать расходные характеристики бензиновых и газовых форсунок в плане их совместной работы.

Обеспечение бездетонационной работы двигателя при одновременной подаче газового и бензинового топлив также решается программным путем изменения соотношения впрыскиваемого бензина и газа. Для снижения вероятности возникновения детонации долю впрыскиваемого газа можно увеличивать до максимального значения, так как детонационное число пропан-бутана (примерно 105), так и метана (примерно 120) значительно превышает детонационное число бензинов (от 92 до 98). Соответственно при увеличении доли впрыскиваемого газа запас по бездетонационной работе двигателя по углу опережения зажигания можно уменьшить, при

этом отодвинуть саму границу детонации для получения оптимальных по максимальным значениям эффективную мощность и крутящий момент.

В целях получения максимальных значений эффективной мощности и крутящего момента при одновременной работе на двух видах топлива (бензине и газе) становится целесообразным изменение конструкции двигателя в плане изменения степени сжатия  $\pi$  в зависимости от доли впрыскиваемого газа:

$$\pi = f(m). \quad (9)$$

Чем больше доля впрыскиваемого газа, тем выше требуется степень сжатия топливовоздушной смеси в цилиндрах.

Обеспечение пуска двигателя в диапазоне температур от  $-30^\circ\text{C}$  до  $+45^\circ\text{C}$  и его прогрева до рабочей температуры с помощью алгоритма можно связать с долями жидкого и газового топлив при одновременной их подаче в ДВС. Пуск двигателя на СУГ возможен только на прогревом ДВС, в остальных случаях необходимо выполнить пуск на бензине, прогреть редуктор-испаритель, как минимум, до  $+20 \dots +30^\circ\text{C}$  и затем переключиться на совместную работу на двух видах топлива. Это можно осуществить в автоматическом режиме в зависимости от температуры ДВС. В случаях, когда в качестве впрыскиваемого газа используется водород или КПГ, пуск двигателя лучше всего выполнять с максимальной долей этих газов, так как они в вышеуказанном диапазоне температур находятся в газообразном состоянии и хорошо смешиваются с воздухом в процессе приготовления топливовоздушной смеси. Далее, после пуска при прогреве в зависимости от режима ДВС, его параметров и параметров окружающей температуры, можно изменять соотношение долей жидкого и газового топлив, впрыскиваемых одновременно.

В процессе выбора схемы алгоритма одновременной топливоподачи бензина и газа в ДВС необходимо учитывать, что все вышеназванные цели должны быть связаны математически в соответствующем программном обеспечении электронного блока управления для получения оптимальных характеристик двигателя на всех режимах его работы при различных внешних условиях.

### Влияние характеристик

#### элементов топливной системы на возможность одновременной подачи газа и бензина

Рассмотрим влияние времени открытия и закрытия клапана бензиновой и газовой электромагнитных форсунок, а также влияния перепада давления газа и бензина на клапанах соответствующих форсунок на примере впрыска топлива во впускную трубу двигателя.

При одновременной подаче двух видов топлива цикловая подача  $Q_{ци}$  складывается из двух частей:

$$Q_{ци} = Q_{ци\text{ бенз}} + Q_{ци\text{ газ}} \quad (10)$$

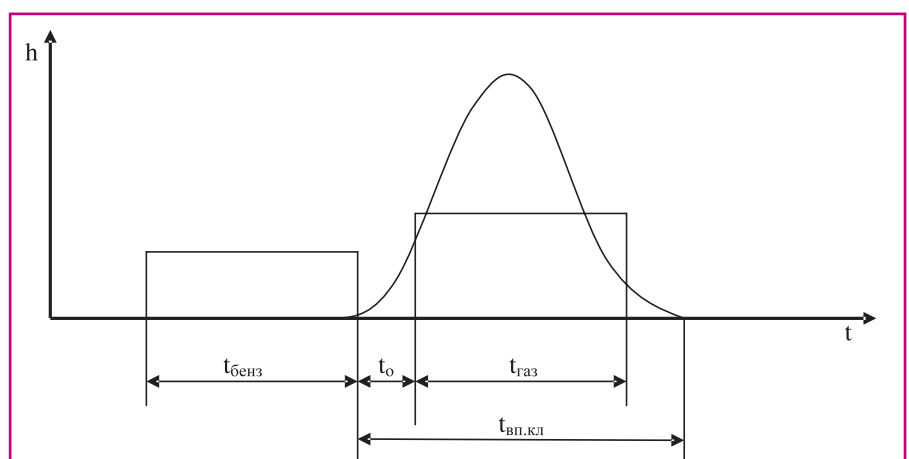
то есть часть топлива впрыскивается через бензиновую форсунку, а другая часть через газовую форсунку. Электромагнитные форсунки имеют характеристики в соответствии со стандартом SAE J1832. Для подбора требуемых для двигателя электромагнитных форсунок необходимо правильно выбрать эти характеристики, например, минимальное время открытия и минимальное время закрытия клапана (для бензиновых и газовых мембранных форсунок время открытия обычно составляет от 1 до 1,4 мс, а время закрытия от 0,7 до 0,85 мс; для газовых форсунок с металлическим клапаном время открытия составляет от 2 до 4,5 мс, а время закрытия от 1 до 1,5 мс [1]). Кроме этого, допуск на величину расхода при минимальном времени открытия не определен из-за большого разброса данных (разброс расходной характеристики может составлять  $\pm 20\%$  и более). Поэтому принято понятие линейного диапазона расходной характеристики, определяющего диапазон скважности, где допуск на расходную характеристику не превышает для бензиновых форсунок  $\pm 2\%$ , а для газовых форсунок  $\pm 5\%$  (для бензиновых форсунок и для газовых мембранных он обычно составляет от 1,7 до 9,2 мс при периоде 10 мс, а для газовых с металлическим клапаном от 4 до 16 мс при периоде 20 мс). Минимальное значение скважности импульса открытия, соответствующего линейному диапазону, для электромагнитных форсунок различных конструкций превышает минимальное время ее открытия примерно на 0,2-0,5 мс.

Далее необходимо учитывать тип впрыска топлива для конкретного двигателя, который может быть одно-временным, попарно-параллельным или фазированным. Первый и второй тип использовались для выполнения норм по токсичности до «Евро-2», поэтому рассматривать их не имеет смысла. При фазированном впрыске для выполнения норм токсичности «Евро-3» и выше время впрыска одного вида топлива при работе на бензине на холостом ходу для различных двигателей составляет от 1,8 до 3,3 мс. Большие величины относятся к двигателям большого литража и наоборот. В этом случае при попытке впрыснуть газ в одинаковом количестве с бензином потребуется уменьшить скважность впрыска как бензина, так и газа в соответствии с их массовыми долями в цикловой подаче. Например, массовые доли газа и бензина равны, в этом случае скважность окажется практически на 30-40% меньше, чем минималь-

ное время открытия бензиновой или газовой форсунок, что неприемлемо, так как топливоподача в двигатель прекратится или будет недостаточна для устойчивой работы ДВС на режиме холостого хода.

Для реализации данного варианта потребуется подобрать форсунки с вдвое меньшими расходными характеристиками, чем исходные, которые использовались для впрыска одного вида топлива. Эта задача не всегда выполнима для двигателей с малым литражом цилиндров, так как уменьшение диаметра жиклера (который составляет для различных форсунок от 0,1 до 0,3 мм) бензиновой электромагнитной форсунки приведет к снижению надежности ее работы из-за повышения вероятности загрязнения отверстий. В данном случае возможен переход от жиклеров 2-6-дырчатых к жиклерам однодырчатым. Для газовых форсунок проблема с загрязнением при снижении диаметра жиклера не стоит, так как уменьшение диаметра, например, с 2 до 1 мм не критично для его загрязнения. Как видим, в первую очередь для одновременного впрыска газа и бензина необходимо правильно подобрать расходные характеристики электромагнитных форсунок.

Кроме этого, при выборе форсунок необходимо учитывать долю бензина, которую необходимо заменить на газ. Если доля замещения значительна, например, более 50%, то становится целесообразным применение таких бензиновых и газовых форсунок, которые могли бы обеспечить работу двигателя с полной нагрузкой на одном из этих топлив. Это дает преимущество в том, что при отсутствии одного из топлив на борту автомобиля его двигатель будет работать на имеющемся топливе. Но в этом случае становится сложным подбор как бензиновых, так и газовых форсунок с точки зре-



**Рис. 1.** График фазы впрыска бензина и газа во впускной трубопровод относительно фазы открытия впускного клапана:  $h$  – высота подъема клапанов бензиновой и газовой форсунок и впускного клапана;  $t_o$  – время открытия впускного клапана;  $t_{газ}$  – время впрыска газа;  $t_{вп.кл}$  – время открытого состояния впускного клапана двигателя;  $t_o$  – время одновременного открытого состояния выпускного и впускного клапанов от начала открытия впускного клапана, эквивалентное 0-40 градусам положения коленчатого вала

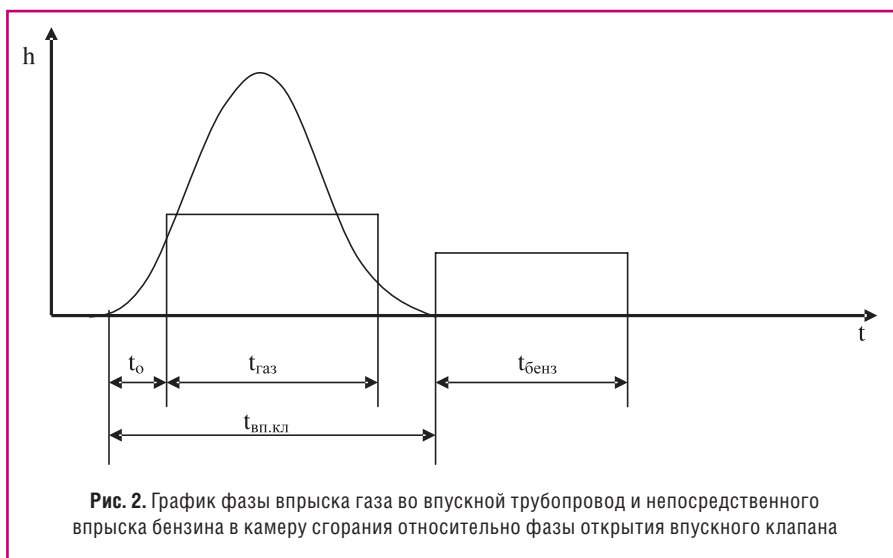


Рис. 2. График фазы впрыска газа во впускной трубопровод и непосредственного впрыска бензина в камеру сгорания относительно фазы открытия впускного клапана

по фазе вращения коленчатого вала двигателя и фактически вторую дозу, а именно газового топлива, можно скорректировать при динамическом изменении режима работы двигателя, то есть при ускорении или замедлении (рис. 1).

Данная коррекция повысит точность дозирования топлива в динамическом режиме работы. Это похоже на попарно-параллельный впрыск, когда вторая порция топлива корректировалась в зависимости от изменения динамической составляющей. Но имеются и отличия, которые заключаются в следующем:

ния обеспечения двигателя обоими топливами при работе на холостом ходу из-за уменьшения расхода пропорционально доле замещения одного топлива другим.

Для обеспечения топливоподачи двух видов топлива на режиме холостого хода можно изменить перепад давления на клапанах газовых и бензиновых форсунок, так как расход топлива прямо пропорционален корню квадратному из перепада давления. Для этого потребуются специально настроенный регулятор давления бензина, имеющий наклонную расходную характеристику в зависимости от разряжения во впускном трубопроводе двигателя с большим углом наклона, чем при обычной подаче бензина в двигатель, а также газовый редуктор, имеющий расходную характеристику в зависимости от разряжения во впускном трубопроводе двигателя с большим наклоном, чем редуктор в обычном исполнении.

Логика впрыска бензина и газа по углу положения коленчатого вала двигателя различна. Так, обычно бензин впрыскивается на закрытый впускной клапан, то есть конец впрыска бензина совпадает с моментом начала открытия впускного клапана. Газовое топливо обычно впрыскивается на открытый впускной клапан, то есть начало впрыска может быть от момента начала открытия впускного клапана примерно до 20-40 градусов по положению коленчатого вала двигателя (величина зависит от конструкции конкретного ДВС, то есть от величины угла одновременно открытого состояния выпускного и впускного клапанов) до момента полного закрытия впускного клапана. Эта логика хороша тем, что впрыски бензина и газа смещены

■ при попарно-параллельном впрыске первая доза бензина впрыскивалась с опережением на один оборот коленчатого вала двигателя, а при впрыске бензина и газа практически последовательно за бензином впрыскивается газовое топливо;

■ впрыскивать газовое топливо во впускную трубу с опережением на один оборот коленчатого вала двигателя, как при попарно-параллельном впрыске, нельзя, так как во впускном трубопроводе образуется горючая смесь, которая при неисправности системы зажигания или при негерметичности впускных клапанов может привести к «хлопку» во впускном трубопроводе и его разрушению;

■ в отличие от попарно-параллельного впрыска, меньшее время на корректировку величины скважности газового впрыска при фазированном впрыске вслед за дозой бензина требует применение электронного блока управления ДВС с высокой тактовой частотой.

Для улучшения компоновки двигателя для впрыска бензина и газа можно применить двухтопливные форсунки с одновременной подачей обоих видов топлива. В этом слу-

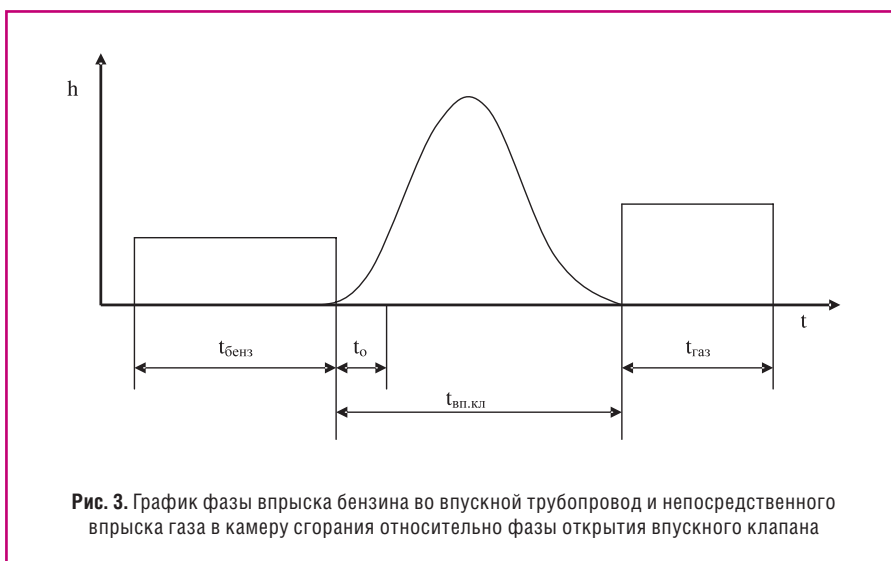


Рис. 3. График фазы впрыска бензина во впускной трубопровод и непосредственного впрыска газа в камеру сгорания относительно фазы открытия впускного клапана

чае требуется разработка новых конструкций двухтопливных форсунок и изменение фазы впрыска по углу положения коленчатого вала в целях безопасной работы двигателя с отсутствием хлопковых эффектов в его системе впуска с выполнением требований по токсичности отработавших газов. Этот вариант менее привлекателен из-за того, что в процессе доводки и работы двигателя практически нельзя изменить ранее выбранное в конструкции двухтопливной форсунки массовое соотношение впрыскиваемых долей обоих видов топлива, если только не сделать конструкцию форсунки с двумя отдельно управляемыми клапанами.

Все вышеприведенное относится к системам одновременного впрыска топлива во впускную трубу ДВС с искровым зажиганием.

#### Одновременная подача газа и бензина при непосредственном их впрыске в камеру сгорания ДВС с искровым зажиганием

Рассмотрим следующие три варианта непосредственного впрыска топлива:

- газ впрыскивается во впускную трубу ДВС с момента начала открытия впускного клапана (или плюс 20-40 градусов по положению коленчатого вала двигателя в зависимости от конкретного одновременно открытого состояния выпускного и впускного клапанов) до момента его закрытия, а начало впрыска бензина непосредственно в камеру сгорания в период от момента закрытия впускного клапана в процессе сжатия топливовоздушной смеси;

- бензин впрыскивается во впускную трубу ДВС до момента начала открытия впускного клапана, а начало впрыска газа непосредственно в камеру сгорания в период от момента закрытия впускного клапана (или плюс 20-40 градусов по положению коленчатого вала двигателя в зависимости от конкретного одновременно открытого состояния выпускного и впускного клапанов) в процессе сжатия топливовоздушной смеси;

- бензин и газ впрыскиваются одновременно в камеру сгорания ДВС в период от момента закрытия впускного клапана (или плюс 20-40 градусов по положению коленчатого вала в зависимости от конкретного одновременно открытого состояния выпускного и впускного клапанов) в процессе сжатия топливовоздушной смеси.

Первый вариант (рис. 2) приемлем для подачи малой дозы водорода (от 0,01 до 4% объемной доли) для улучшения экологических показателей двигателя, так как в данном случае не требуются высокое давление газового

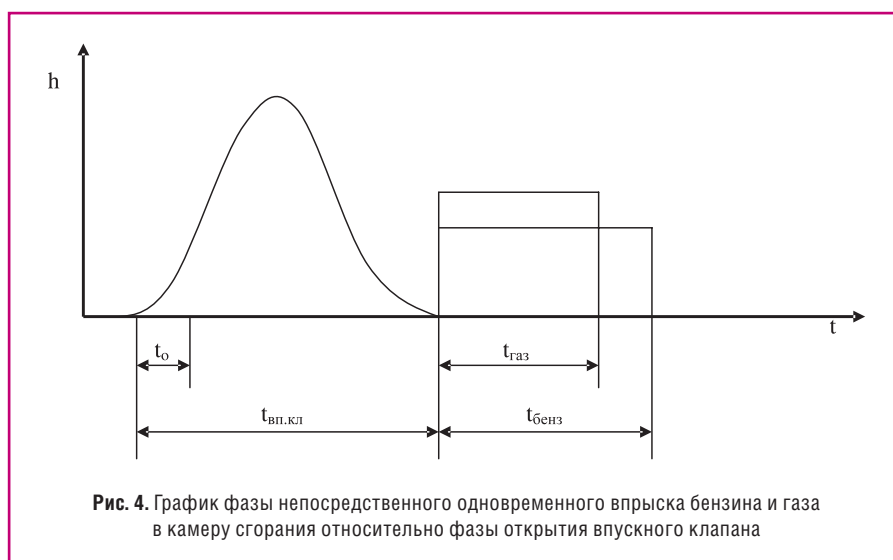


Рис. 4. График фазы непосредственного одновременного впрыска бензина и газа в камеру сгорания относительно фазы открытия впускного клапана

топлива и сложная топливная аппаратура для его впрыска, при этом вероятность воспламенения топливовоздушной смеси во впускном трубопроводе невелика из-за низкого содержания водорода (меньше, чем нижний предел воспламенения водорода в смеси с воздухом от 4 до 75%) и его начала впрыска в момент начала открытия впускного клапана. При больших массовых долях при впрыске замещающего газового топлива возникнут все недостатки, связанные с ухудшением наполнения цилиндров топливовоздушной смесью с соответствующими потерями эффективной мощности и крутящего момента. Пути решения этих проблем такие же, как и при одновременном впрыске бензина и газа во впускной трубопровод ДВС.

Второй вариант (рис. 3) имеет свои преимущества и недостатки. Преимущество заключается в том, что в данном варианте не ухудшается степень наполнения цилиндров топливовоздушной смесью при любой массовой доле замещения бензина газом. Впрыск бензина во впускной трубопровод незначительно ухудшает степень наполнения цилиндров, так как объемная доля капелек и паров бензина в смеси не более 0,1-0,5%, а впрыск газа под давлением непосредственно в камеру сгорания происходит под повышенным перепадом давления, при этом он не вытесняет из цилиндра воздух (впускной клапан закрыт) и тем самым не ухудшает степень наполнения цилиндров топливовоздушной смесью.

Недостаток данной схемы в том, что требуется высокий перепад давления газа на форсунках, а это означает, что снизится выработка газа из баллона, так как остаточное давление в нем должно быть достаточным для непосредственного впрыска газа в камеру сгорания. Для снижения влияния данного эффекта необходимо впрыск газа производить в начальный период процесса сжатия, когда в камере сгорания давление еще невелико. В этом случае потребуются газовые форсунки для непосредственного впрыска газа с малым временем впрыска (не более 1-3 мс), то есть

максимальный расход при минимальной ширине импульса впрыска. Это означает, что расходная характеристика такой форсунки будет иметь большой угол наклона в зависимости от ширины импульса впрыска, что в свою очередь может привести к ухудшению точности дозирования газового топлива в зависимости от режима работы ДВС.

Третий вариант фазы непосредственного одновременного впрыска бензина и газа представлен на рис. 4. Преимущества данного варианта заключаются в том, что улучшается процесс смешения топлив с воздухом и соответственно повышается полнота сгорания, что в свою очередь приводит к снижению расхода топлива. Недостаток в том, что требуется высокий перепад давления топлив как на бензиновой, так и на газовой форсунках, что усложняет конструкцию всей топливной аппаратуры ДВС. Для непосредственного впрыска бензина лучше применять пьезофорсунки, но для непосредственного впрыска газа их применение проблематично из-за малого хода клапана (10-30 мкм). Этого значения хода клапана для пропуска достаточной массовой доли газового топлива недостаточно, если эта доля превышает 3-5% от суммарного количества в цикловой подаче. Как для второго, так и третьего вариантов схем для большой (более 3-5%) доли непосредственного впрыска газового топлива требуется разработка специальных форсунок.

Необходимо учитывать то, что при частоте вращения коленчатого вала двигателя  $6000 \text{ мин}^{-1}$  период одного оборота составляет 10 мс, а время процесса сжатия составляет 5 мс. То есть время впрыска бензиновой и газовой форсунок должно быть меньше этого значения и в лучшем случае не превышать 3 мс, при этом они должны обеспечивать максимальную цикловую подачу топлива для обеспечения работы ДВС на полной нагрузке.

### **Влияние схемы электронного управления на одновременную подачу газа и бензина в ДВС с искровым зажиганием**

Варианты системы электронного управления ДВС:

- два независимых электронных блока управления топливоподачей бензина и газа с независимым программным обеспечением; сигналы основных датчиков контроля параметров ДВС используются в обоих блоках;

- один электронный блок управления топливоподачей бензина и газа с общими алгоритмом и программой управления.

Первый вариант представляет собой жесткую схему управления, где заложены две независимые программы управления с определенным соотношением впрыска бензина и газа, которые невозможно скорректировать без внешнего вмешательства в программное обеспечение обоих блоков управления. Этот вариант наиболее приемлем для предварительных работ по системам с двухтоп-

ливной одновременной подачей бензина и газа, а также для работ по переоборудованию серийных автомобилей в условиях специализированных станций [2].

Второй вариант системы позволяет более мягче управлять соотношением долей впрыскиваемого бензина и газа в зависимости от режимных параметров ДВС и внешних факторов, так как алгоритм управления как бензиновым, так и газовым контурами взаимосвязан единым программным обеспечением, которое можно выполнить самообучающимся в зависимости от долей жидкого и газового топлив [3]. Этот вариант приемлем только для разработчиков и изготовителей двигателей и автомобилей в серийном производстве [2].

### **Выводы и предложения**

1. Одновременное использование двух видов топлива в ДВС как при впрыске во впускной трубопровод, так и при непосредственном впрыске в камеру сгорания позволяет при соответствующих доработках получить все преимущества как бензинового варианта двигателя, так и газового, а именно – высоких экологических требований при сохранении или улучшении его эксплуатационных характеристик и экономичности.

2. Одновременная подача бензина и газа в ДВС с искровым зажиганием требует иметь две механически независимые топливные системы с единой электронной системой управления, что ведет к усложнению и удорожанию двигателя.

3. В зависимости от целей, которые необходимо достигнуть при работе ДВС на бензине и газе, требуется решить различные конструкторские задачи, связанные с доработками:

- топливной системы;
- конструкции двигателя;
- электронной системы управления двигателем и его системами;
- алгоритма управления ДВС на двух видах топлива, основы которого кратко описаны в данной работе.

### **Литература**

1. **Шишков В.А.** Алгоритм управления и диагностики состояния электромагнитных газовых форсунок ДВС с искровым зажиганием. – АГЗК+АТ, № 6 (30), 2006. – С. 46-48.

2. **Шишков В.А., Терентьев Б.А., Пашин Ю.М.** Проблемы организации производства и преимущества сборки автомобилей, работающих на компримированном природном газе, на главном конвейере сборочного автозавода. – АГЗК+АТ, № 5 (23), 2005. – С. 46-49.

3. **Шишков В.А.** Алгоритм адаптации электронной системы управления ДВС к различным химическим составам газового топлива. – Транспорт на альтернативном топливе, № 1, 2008. – С. 30-35.

# Путь развития ОАО «Промприбор» в условиях экономического кризиса

**А.А. Барбанов,**  
главный инженер проекта по оборудованию для СУГ ОАО «Промприбор»

Как известно, экономический кризис так или иначе затронул практически все отрасли отечественной промышленности. Не назовешь радужной ситуацию и в машиностроительной отрасли, хотя кризисную ситуацию можно смягчить, обеспечив постоянной работой коллектив предприятия и избежав тем самым массового сокращения рабочих мест.

**Н**е секрет, что об отечественных предприятиях и качестве выпускаемой ими продукции сложилось весьма нелестное представление, но путь, пройденный нашими заводами от середины 80-х гг. прошлого столе-

ветствии с международными стандартами.

Таким образом, можно с уверенностью утверждать, что уровень выпускаемого российскими машиностроительными предприятиями

нефтегазовой промышленности, нас не может не беспокоить тот факт, что при достаточно большом количестве конкурентоспособных отечественных предприятий компании, которые эксплуатируют различного вида нефтегазовое оборудование, особенно крупные, сориентированы, как правило, на приобретение и использование зарубежной продукции.

Наше предприятие на данный момент находится на достаточно высоком конкурентном уровне. Номенклатура выпускаемой нами продукции настолько широка, что охватывает не только нефтегазовую

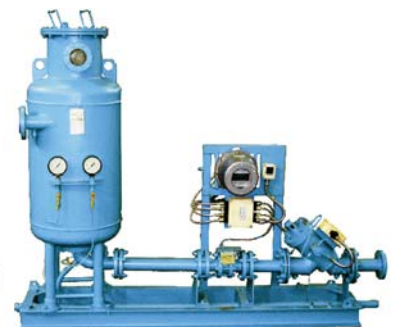


тия и до настоящего времени, научил отечественных производителей быстро принимать решения, выстраивать гибкое производство, ориентируясь на рыночную ситуацию. Производители машиностроительной продукции были вынуждены поднять качество и надежность своей продукции в соот-

оборудования ничуть не хуже, а в некоторых отраслях даже лучше, чем у их зарубежных аналогов.

Мы не беремся в данной статье проводить сравнительный анализ зарубежной и отечественной продукции машиностроительной отрасли. Как производителей оборудования для

отрасль, но и рынки электродвигателей, насосов, товаров народного потребления и многое другое. Наш многолетний опыт свидетельствует о том, что зачастую выбор производителя обусловлен только лишь самим фактом происхождения оборудования. Стереотип, сложившийся еще





3

со времен существования СССР, настолько прочно остался в сознании людей, что даже при отсутствии информации о качестве той или иной продукции или заведомо неудовлетворительных характеристиках выбор все равно падает на импортного производителя.

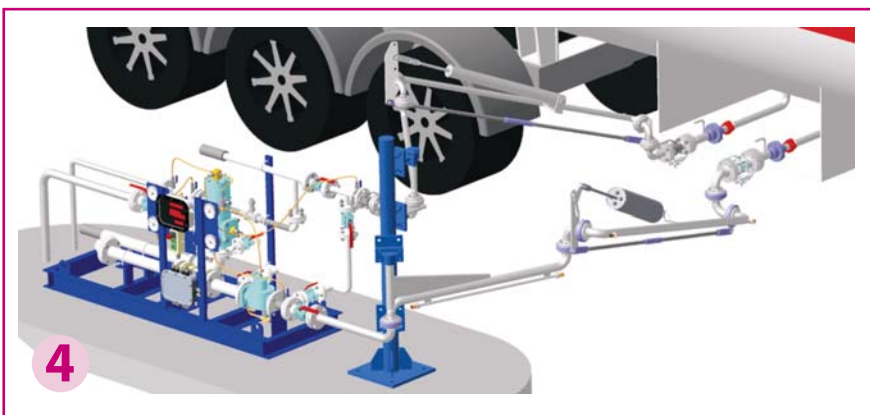
комплекс технических, конструкторских, технологических решений, которые были выработаны только лишь ради обеспечения безопасности, надежности, эргономичности, точности. Применение современных материалов, активное изучение технологических процессов тех облас-

В числе производимой предприятием продукции приоритетные позиции занимают:

**1** Измерительные комплексы для учета нефти и нефтепродуктов при наливе автомобильных и железнодорожных цистерн. Это целый ряд изделий, конструкция которых отрабатывалась в течение нескольких лет и продолжает совершенствоваться. Измерительные комплексы универсальны, надежны, отвечают всем требованиям нормативной документации и экологии.

**2** Измерительные комплексы для учета нефтепродуктов при транспортировке по трубопроводам призваны вести наиболее точный учет продукта. При своевременном техническом обслуживании они исправно работают многие годы, что подтверждается отзывами потребителей.

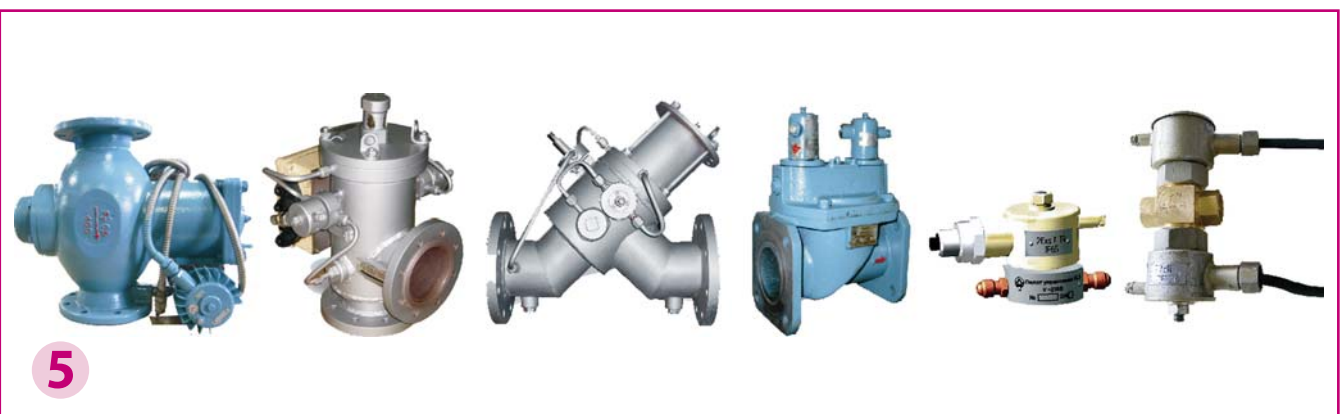
**3** Особая группа изделий, без которых невозможна ни одна измерительная операция при перекачке, – это различного типа счетчики для нефтепродуктов, химических жидкостей, пищевых продуктов, сжиженных углеводородных газов (СУГ).



4

ОАО «Промприбор» производит в настоящее время оборудование, находящее применение практически во всех отраслях нефтегазовой отрасли – от добычи до отгрузки конечному потребителю. Каждое изделие, выпускаемое нашим предприятием, воплощает в себе целый

тей промышленности, где работают наши изделия, точные расчеты и опытные данные, глубокое понимание условий работы ставят некоторые группы наших изделий подчас в разряд инновационных разработок, не имеющих аналогов на российском рынке.



5





6

Производимые нами счетчики позволяют производить измерения и учет жидкости в диапазоне расходов от 10 л/ч до 420 м<sup>3</sup>/ч, от сжиженных углеводородных газов до вязких жидкостей. Это достигнуто, благодаря применению новых материалов, технологий и научных расчетов.

нестабильное агрегатное состояние и рабочие давления до 1,6 МПа, обеспечение точного учета и безопасного транспортирования подразумевает создание дополнительных условий и технических решений, позволяющих выпускать конкурентоспособную и безопасную продукцию. Кроме обес-

чикам широкий спектр клапанов для жидкостей различной вязкости, рабочих давлений и отличающихся своим назначением. Одни клапаны служат для регулирования расхода жидкости, другие – для мгновенного перекрытия потока жидкости по заданному объему. Все клапаны были созданы



7

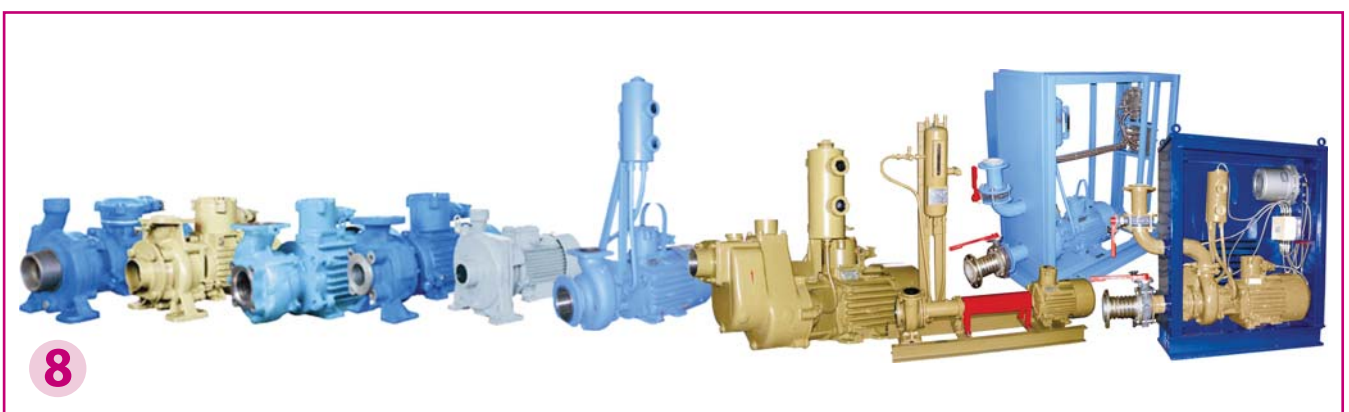
**4** Особое внимание мы уделяем измерительным установкам и оборудованию, работающему при учете и перегрузке СУГ. С учетом того, что СУГ, будучи жидкостью под давлением собственных насыщенных паров, имеет очень низкую вязкость, стремится к вскипанию, то есть имеет

печения измерений объема, мы добились точного измерения массы и плотности СУГ.

**5** В производимых нашим предприятием изделиях каждая составляющая играет свою значительную роль. Именно поэтому ОАО «Промприбор» представляет заказ-

для применения в собственном оборудовании, поэтому никаких лишних или необдуманных функций они не выполняют. Все направлено на обеспечение безопасности и четкой работы даже в экстремальных условиях.

**6** Особую роль при измерении, учете и просто транспортиро-



8



вани жидкости по трубопроводам играют фильтры и газоотделители. Первые играют основную роль по очистке нефтепродуктов от грязи и посторонних примесей, причем степень фильтрации может варьироваться от 40 до 500 мкм. Газоотделители обеспечивают отвод паров продукта

которые работают при давлении до 6,4 МПа. Каждое изделие проходит 100%-ный рентгеновский и ультразвуковой контроль сварных швов.

**7** Еще одна обширная группа изделий, находящая применение практически в любом населенном пункте России, – это топливоразда-

довольно успешные шаги в сторону создания высокоэкологичных колонок для нефтепродуктов. Пользуются спросом маслораздаточные колонки, универсальные установки для измерения и учета объема, массы и плотности СУГ при заправке газобаллонных автомобилей.

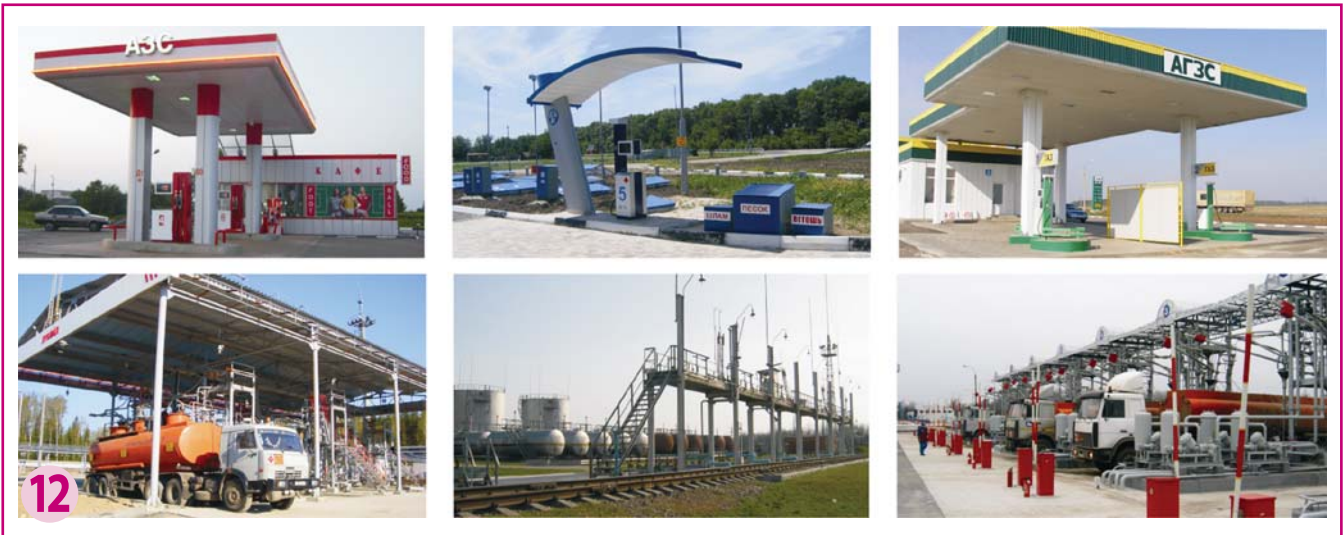


или воздуха, исключая тем самым искажения прошедшего через счетчик объема. Следует заметить, что без газоотделителей и фильтров не обходится ни одна система измерения жидкости. Кроме этого, создан целый модельный ряд данных изделий с условными сечениями от 20 до 600 мм,

точные и газораздаточные колонки. Причем их номенклатура позволяет удовлетворить требования любого предпринимателя, работающего на рынке или только начинающего свою деятельность. Наряду с выпускающимися традиционными колонками для заправки автомобилей мы делаем

**8** Ни одна отрасль промышленности, ни одно хозяйственное предприятие не обходится без насосов и электродвигателей. Выпускаемые предприятием насосы позволяют применять их как во взрывопожароопасных производствах, так и на объектах коммунально-бытового хозяйства.





**9** Особое направление на нашем предприятии занимает продукция для управления и автоматизации технологических процессов. Это касается как оборудования для измерения, учета и перегрузки, так и для станочного парка предприятия. Причем мы готовы автоматизировать оборудование сторонних предприятий.

**10** Как предприятие, выпускающее средства измерения и учета, мы не можем обойтись без устройств для поверки оборудования, которое также пользуется большим спросом у широкого круга потребителей – от крупных нефтебаз до АЗС и АГЗС. Наша продукция представлена всевозможными мерниками и поверочными установками от 2 до 2000 л., в том числе для СУГ.

**11** Мы не могли остаться в стороне от проблемы, с которой сталкивается любой владелец АЗС. Речь идет об очистке топливных резервуаров от шлама и подтоварной воды. Для этих целей была разработана вакуумная установка для зачистки резервуаров.

**12** Для наиболее полного технического, конструкторского и технологического сопровождения нашей продукции мы проводим проектные работы, шеф-монтаж, строительные-монтажные и пусконаладочные работы по запуску нашего оборудования.

К приведенному краткому обзору продукции необходимо добавить, что при изготовлении самых сложных измерительных или наливных систем мы обходимся без применения сторонних или импортных комплектующих, хотя по желанию заказчика можем применить удовлетворяющее его требованиям оборудование.

Работая несколько десятилетий на этом рынке, мы имеем достаточно надежных партнеров и потребителей, которые не были разочарованы, выбрали нас в качестве своих поставщиков. И тем не менее, мы сталкиваемся с ситуациями, когда выбор оборудования производится не из соображений цена-качество, а больше из принципа – импортное, значит лучшее. В связи с чем одним из важнейших шагов в непростых экономических условиях является принятие целого комплекса мер, гарантирующего всестороннюю поддержку отечественного производителя оборудования машиностроительной отрасли.

Таким образом, мы предлагаем следующие антикризисные мероприятия:

**1.** Повышение таможенных тарифов на ввоз импортного оборудования, имеющего российские аналоги.

**2.** Введение жестких мер по перечислению валютных средств на счета зарубежных компаний при покупке импортного оборудования, имеющего аналоги российских производителей.

**3.** Закрепление на законодательном уровне приоритета отечественных производителей для крупных, вертикально интегрированных компаний при выборе оборудования на этапе нового строительства или переоснащении действующих объектов.

**4.** Введение процедуры обоснования выбора импортного оборудования для компаний, планирующих его использование при существующих отечественных аналогах.

**5.** Создание правительственной комиссии по решению вопросов о закупке оборудования, не имеющего отечественных аналогов, и последующем размещении государственных заказов по изготовлению аналогичной продукции на российских предприятиях.

**6.** Сокращение сроков и введение жесткого контроля за их соблюдением при прохождении сертификации оборудования.

На наш взгляд (и мы уверены, что с этим согласится большинство российских производителей), вышеперечисленные меры будут способствовать росту производства и созданию рабочих мест, а также препятствовать оттоку капитала в иностранные компании. В тяжелых экономических условиях это позволит смягчить влияние экономического кризиса на российские предприятия.

# Выживание через развитие (к вопросу о перспективах рынка сбыта СУГ)

**А.В. Васильев,**  
генеральный директор ООО «Химгазкомплект»

Мировой кризис бушует. Усилия властей не приводят к позитивным переменам. И все же, несмотря на сложную экономическую обстановку, люди не перестанут нуждаться в тепле.

По данным Всемирной ассоциации по сжиженному газу (World LP-Gas Association), в 2006-2008 гг. доля сжиженного газа, израсходованного на отопление в странах Западной Европы и Северной Америки, достигла половины от общего потребления, при этом нефтехимическая индустрия и газомоторный транспорт в сумме не набрали и 35%.

Такая тенденция до недавнего времени была характерна и для России. Рост жилищного строительства, устойчиво продолжавшийся в последние годы, наглядно продемонстрировал, что традиционных источников тепловой энергии уже явно недостаточно. Проблему усугубляет отсутствие современной инженерной инфраструктуры, в частности, объектов газового хозяйства. Напомним, что средний уровень газификации России не превышает 40%, при этом газификация страны крайне неравномерна и масштабы ее разнятся в зависимости от типа поселения и федерального округа. Так, по данным опроса, проведенного Всероссийским центром исследования общественного мнения (ВЦИОМ), при почти полной обеспеченности газовыми коммуникациями городов в селах, по заявлению их жителей, газом обеспечены меньше половины опрошенных. В Северо-Западном федеральном округе, например, этот показатель составляет более 70%, но не стоит забывать, что сюда входят вполне благополучный Санкт-Петербург и Архангельская область, где газифицировано всего около 9% территории.

Одну из главных ролей в ближайшей перспективе может сыграть именно сжиженный углеводородный газ (СУГ). Преимущества его приме-

нения (особенно в сравнении с затратами на прокладку магистральных газопроводов и специфическими особенностями дизельного топлива) очевидны. Так, стоимость 1 кВт·ч тепловой энергии, выработанного на пропан-бутановой смеси, почти в два раза ниже, чем на дизельном топливе, то есть для стационарных объектов эффективность пропана еще выше, чем при использовании в качестве газомоторного топлива. Сильные аргументы в пользу сжиженного газа – это технологичность транспортировки и хранения, «чистота» продуктов сгорания, существенно продлевающая ресурс оборудования. Неудивительно, что лучшего кандидата на роль резервного топлива в промышленном производстве, чем пропан, не найти.

В этой ситуации существующие сети автогазозаправочных станций могут стать прекрасной базой для дальнейшего развития бизнеса. Располагая квалифицированным персоналом и опытом работы со сжиженным газом, компании-владельцы сетей АГЗС и газонаполнительных станций могут развернуть строительство комплексов автономного тепло- и энергоснабжения, использующих СУГ. В дальнейшем компания, модернизировав базу хранения и парк автомобилей-газовозов, из категории розничных продавцов СУГ переходит

в разряд оптовых поставщиков, обеспечивая газом как уже существующих потребителей, так и вновь строящиеся объекты.

Приведем некоторые экономические аргументы. Во-первых, строительство комплексов автономного газоснабжения не требует больших инвестиций: например, для коттеджного поселка на 40 домов стоимость системы автономного газоснабжения на один коттедж не превысит 5-6 тыс. евро. Во-вторых, такой поселок будет стабильным и прогнозируемым потребителем сжиженного газа, ведь среднее потребление коттеджа в отопительный период составляет 1,5-2,0 тыс. л в месяц. В-третьих, для сооружения комплексов газоснабжения не нужны капитальные здания и значительные земельные участки, и этот фактор сильно влияет на конечную стоимость работ.

Таким образом, газификация пропаном за сравнительно короткий срок может обеспечить значительный прирост потребления сжиженного газа.

Автономная газификация пропаном уже сегодня из разряда экспериментов перешла в сферу массового применения. Компания «Химгазкомплект», официальный представитель фирмы «FAS» (Германия) в России, предлагает современные и экономически эффективные решения, которые помогут уверенно действовать в новых областях сбыта сжиженного углеводородного газа.

Главным компонентом комплексов газоснабжения являются резервуары для хранения сжиженного газа. Успешно применяются емкости производства ООО «Фасхиммаш», выпускаемые на импортном немецком оборудовании по самым современным технологиям, гарантирующим не менее чем 30-летний срок службы.

Для гарантированной подачи паровой фазы пропан-бутана к мощным потребителям применяются испарительные установки непрямого подогрева. Компания «FAS» предлагает широкий ассортимент этих агрегатов производительностью от 32 до 14000 кг/ч. Испарительные установки насыщены устройствами

автоматики и обеспечивают бесперебойную и надежную работу в заданном режиме.

В самых масштабных проектах применяются модульные котельные, полностью обеспечивающие теплом и горячей водой крупные объекты. Главными преимуществами таких решений являются: оперативный ввод системы отопления и водоснабжения в действие (не более 3-5 дней с момента поступления оборудования и подключения внешних инженерных коммуникаций); отсутствие необходимости в строительстве капитальных зданий и сооружений; возможность произвольного перемещения котельной.

Мощность модульных контейнерных котельных для пропан-бутана – от 100 кВт до 14 МВт. Особенно экономически эффективны котельные мощностью 500-1500 кВт. Высокая степень автономности обеспечивает не только запасом пропан-бутана в емкостях, но и применением дизельных или газовых электрогенераторов, обеспечивающих независимость

котельной от источников внешнего электроснабжения.

Отметим, что применение пропан-бутановых смесей – едва ли не единственно возможное решение проблемы резервного топливоснабжения, необходимость которого отражена в многочисленных нормативных документах. Комплексы оборудования для резервного газоснабжения дополняются смесительными установками типа «air flow» производства фирмы «FAS», главная функция которых – продуцирование пропано-воздушной смеси, идентичной природному газу. Прекращение подачи магистрального газа, которое может быть вызвано целым рядом причин, в этом случае практически не скажется на работе газопотребляющего оборудования – переключение на резервное топливо произойдет автоматически, без вмешательства персонала.

Пропан все увереннее заявляет о себе, как об основе автономных систем отопления, энергогенерации и газоснабжения. Комплексы оборудо-

вания апробированы и отлажены, а опыт таких компаний, как «Теплогазстрой» (Северо-Западный федеральный округ), «Стройинвест» (Приволжский и Южный федеральные округа), «Газрегионинвест» (Центральный федеральный округ), «Инвестстрой» (Сибирский федеральный округ), ТОО «ТГС» (Казахстан), «Сигма групп Инжиниринг» (Украина), «Latvijas Propana Gaze» (Латвия) и многих других доказывает, что перспективы у пропана весьма и весьма обнадеживающие, даже в условиях кризиса.

Мы неоднократно убеждались, что всякие перемены (а кризис и есть перемена) больнее всего бьют по негибким и ограниченным структурам самого разного масштаба – от страны в целом до крохотного магазинчика за углом. Самый страшный враг делового человека – неспособность понять необходимость назревших изменений. И только тот, кто не побоится сменить векторы приложения сил, сможет выйти из кризиса с наименьшими потерями.



**ПРОПАН+БУТАН**

**Автономное газоснабжение и отопление**

**Самый быстрорастущий сектор сбыта сжиженного газа**

**FAS**  
Flüssiggas-Anlagen  
официальный представитель в России – компания «ХимГазКомплекс»

узнайте подробнее **www.fas.su**



## Измерительные системы «Струна» для светлых нефтепродуктов и СУГ



**О.Э. Галустян,**  
директор «НТФ НОВИНТЕХ»

В последние годы наблюдается рост числа автозаправочных станций (АЗС), автомобильных газозаправочных станций (АГЗС) и комплексов (АЗК), происходит не только строительство новых современных АЗК, но и реконструкция устаревших АЗС, оснащение их новым оборудованием. Можно отметить тенденцию в современных АЗК к качественному обновлению автозаправочной техники и технологий. Это и многорукавные колонки, двустенные резервуары, очистные сооружения, системы регенерации паров, широкое использование информационных технологий при повседневном контроле, отпуске и учете товаров, в том числе нефтепродуктов (НП) и сжиженного углеводородного газа (СУГ). Важнейшей задачей при проектировании и строительстве АЗК является использование современных методов и средств экологической и пожарной безопасности объектов.

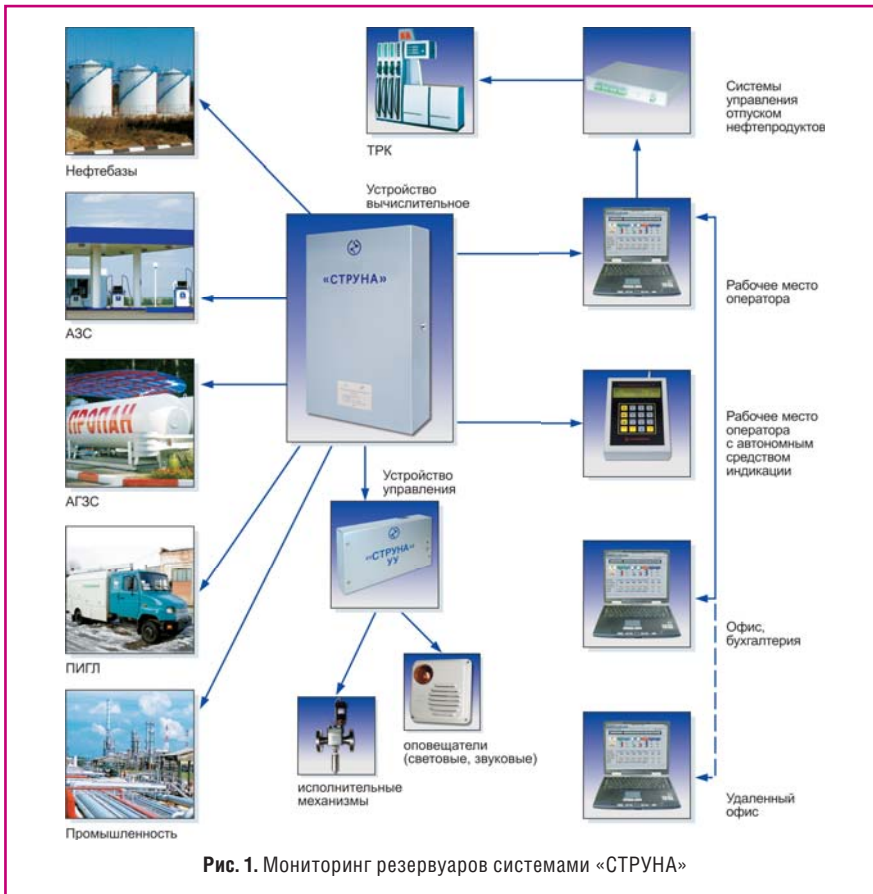
**О**сновой для решения многих задач информационных и защитных технологий является обеспечение АЗК первичными результатами измерений параметров количества НП и СУГ в резервуарах. Данному направлению работ и раньше предавалось большое значение, так как это учет материальных ценностей, а сейчас оно приобрело дополнительное развитие в виде автоматизации техпроцессов АЗК. Обязательным условием является возможность передачи информации в вышестоящую вычислительную систему, например, систему отпуска нефтепродуктов, по стандартному интерфейсу, а, учитывая тенденцию к сосредоточению большого числа АЗК под единым

руководством, большое значение в настоящее время приобретает возможность передачи информации по сетям, телефонным и беспроводным (сотовым) линиям связи. К дополнительным функциям систем можно отнести контроль за достижением параметров заданных значений с последующей сигнализацией и (или) управлением исполнительными устройствами.

Вопросы измерения и учета количества СУГ на АГЗС имеют еще большую остроту из-за специфики самого продукта и менее развитой номенклатуры измерительных средств. На большинстве АГЗС о степени заполнения резервуара можно судить лишь по выходу СУГ из трубок с вентилем, установлен-

ных на различных уровнях объема резервуара. Естественно, недостаточный учет может привести к значительным потерям СУГ в процессе эксплуатации АГЗС. Большая часть владельцев и эксплуатирующего персонала мирится с существующим положением из-за того, что модернизация действующих АГЗС (в отличие от АЗС) требует остановки работы газовой составляющей АЗК с осушением резервуаров и проведения монтажных и пусконаладочных работ при установке измерительных систем. Это сопряжено с дополнительными затратами и простоем АГЗС. Новые резервуары хранения СУГ, как правило, не оборудованы комплексными измерительными системами, и при строительстве АГЗС используются типовые решения. Поэтому оснащение АГЗС измерительными средствами лучше всего проводить во время плановых регламентных работ или до запуска новой АГЗС в эксплуатацию.

В настоящее время получили достаточно широкое распространение смешанные заправки, которые имеют в своем составе как резервуары со светлыми нефтепродуктами, так и с СУГ. Для таких заправок важен общий подход к идеологии построения системы измерения параметров хранения НП и системы измерения параметров хранения СУГ. Единообразие представляемой информации от различных датчиков, возможность формирования управляющих воздействий на исполнительные механизмы и устройства сигнализации дают возможность легко интегрировать измерительную систему в технологический процесс и в систему коммерческого учета движения не-



**Технические характеристики измерительных систем «СТРУНА»**

Диапазон измерений уровня, мм:	
с погружным плотномером и без него.....	От 120 до 4000
с поверхностным плотномером.....	От 200 до 4000
с погружным плотномером.....	От 150 до 18000
для градуировки резервуаров.....	От 10 до 4000 или от 10 до 9000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности в диапазоне, мм:	
до 4 м.....	±1, 0
свыше 4 м.....	±2, 0
Порог чувствительности, мм.....	±0, 2
Температурный диапазон эксплуатации ППП, °С.....	От -40 до + 55
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С.....	±0,5
Диапазоны измерений плотности, кг/м³:	
1-й диапазон (СУГ).....	От 499 до 599
2-й диапазон (Аи-80).....	От 690 до 760
3-й диапазон (Аи-92, Аи-95, Аи-98).....	От 715 до 785
4-й диапазон (ДТ).....	От 810 до 880
Пределы дополнительной абсолютной погрешности измерений плотности, кг/м³:	
с поверхностным плотномером.....	± 1,5
с погружным плотномером.....	±1,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы, %:	
нефтепродукта до 120 т.....	± 0,65
нефтепродукта от 120 т и более.....	± 0,5
СУГ.....	± (0,4-2)
Сигнализация наличия подтоварной воды на уровне (для АЗС), мм.....	25
Диапазон измерений уровня подтоварной воды (для НБ), мм.....	От 80 до 300
Пределы дополнительной абсолютной погрешности измерений уровня воды для НБ, мм.....	±2,0
Диапазон измерений избыточного давления, МПа.....	От 0 до 1,6
Пределы дополнительной приведенной погрешности измерений давления, %.....	±1,0
Количество контролируемых резервуаров (одной центральной частью).....	До 16
Длина кабеля от каждого резервуара до операторской, не более, м.....	1200
Параметры каналов управления в устройстве управления (УУ):	
силовые цепи (оптосимистор).....	~220 В (от 0,1 до 0,5А)
силовые цепи (сухой контакт).....	~220 В (0,01 до 0,1А)
маломощные релейные цепи (сухой контакт).....	= 27 В (от 0,01 до 0,5А)
Питание системы.....	~220 В <sup>+10</sup> <sub>-15</sub> , 50Гц, 0,6А

фтепродуктов и СУГ на заправках. Кроме того, для владельцев АГЗС очень большое значение при выборе измерительного оборудования имеет надежность измерительной системы, простота эксплуатации, высокие технические характеристики, доступная цена, сервисное и гарантийное обслуживание.

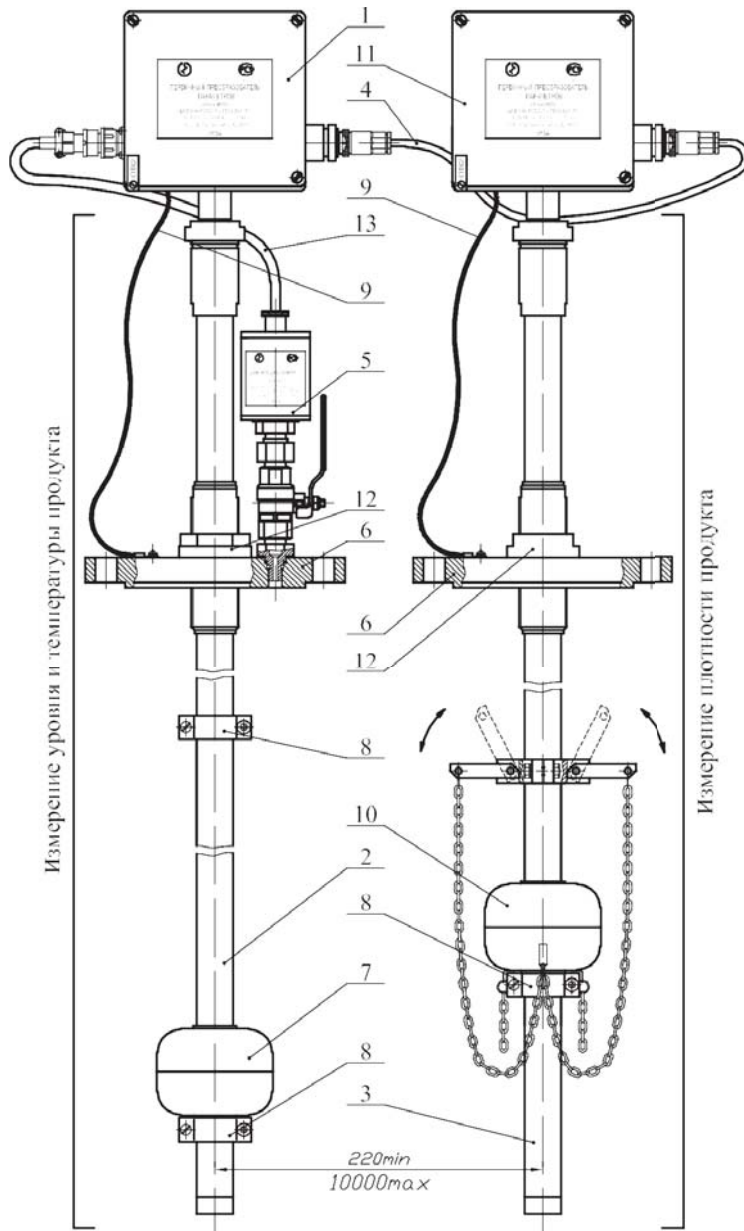
Измерительные системы «Струна» предназначены для измерения уровня, температуры, плотности, давления, массы, вычисления объема светлых нефтепродуктов и СУГ при приеме, хранении и оперативном контроле резервуарного парка АЗС, АГЗС, АЗК, нефтебаз (НБ) (рис. 1).

**Первичные преобразователи параметров (ППП) для резервуаров СУГ**

Варианты исполнения ППП (рис. 2) для АГЗС и газохранилищ СУГ:

- для измерения уровня и температуры, для одностенных резервуаров;
- для измерения уровня, температуры и давления, для одностенных резервуаров;
- для измерения уровня, температуры, давления и плотности (погружной датчик), для одностенных резервуаров с установкой на один фланец;
- для измерения уровня, температуры, давления и плотности (погружной датчик), для одностенных





**Рис. 3.** ППП для одностенных резервуаров СУГ с датчиками уровня, температуры, давления, плотности и установкой на отдельные фланцы:

- 1 – контроллер; 2 – блок датчиков уровня и температуры (БДУТ); 3 – блок датчиков плотности (БДП); 4 – кабель; 5 – блок датчика давления (ДД); 6 – фланец; 7 – поплавок уровня; 8 – ограничительный хомут; 9 – шина заземления; 10 – поплавок плотности; 11 – коробка соединительная (КС); 12 – контргайка; 13 – кабель ДД

резервуаров с установкой на два фланца.

Данные варианты исполнения выпускаются и для двустенных резервуаров, где датчики ППП изготовлены с учетом того, что межстенное пространство ППП объединяется с межстенным пространством резервуаров и заполняется контрольным газом или жидкостью.

Размещение датчиков ППП (рис. 3,5) может производиться как на одной крышке горловины резервуара в непосредственной близости друг от друга, так и на удалении до 10 м на другой крышке горловины резервуара. На двустенных резервуарах датчики ППП монтируются только на отдельных фланцах. Конструкция датчиков ППП позво-

ляет производить ремонт датчиков без демонтажа фланца, не нарушая герметичность резервуара, что для резервуаров СУГ имеет большое значение.

Датчики давления используются для измерения избыточного давления в резервуарах, трубопроводах, межстенных пространствах и т. д., а параметр давления необходим для вычисления массы СУГ с учетом паровой фазы и автоматизации технологических процессов на АГЗС.

### Датчик горючих газов

Датчик горючих газов (ДГГ) (рис. 4) предназначен для оперативного автоматического непрерывного измерения дозврывоопасных концентраций горючих газов и определения степени взрывоопасности контролируемой атмосферы, в которой могут содержаться горючие газы: пары бензина, метан, бутан, пропан, гексан. Область применения ДГГ распространяется на объекты нефтепродуктообеспечения, АЗС, АГЗС, ГНС, нефтебазы, АЗК, насосные станции, котельные, газовые хозяйства и другие предприятия, связанные с возможностью появления опасных концентраций накапливающихся взрывоопасных и пожароопасных многокомпонентных газов и паров.

Датчики применяются в составе измерительной системы «СТРУНА» и подключаются к стандартным каналам связи системы. Причем к каждому из 16 каналов системы «СТРУНА» можно подключить по магистральному принципу несколько датчиков ДГГ через клеммные коробки.

Преимущество применения ДГГ в составе системы «СТРУНА» заключается в возможности реализовать одной системой как мониторинг резервуарного парка с нефтепродуктами и СУГ, так и контроль нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР) по ГОСТ Р 51330.19–99 для соблюде-





Рис. 4. Датчик горючих газов

ния требований НПБ 111–98\* «Автозаправочные станции. Требования пожарной безопасности».

Визуальный контроль измеренных значений дозврывоопасных концентраций горючих газов осуществляется на блоке индикации системы «СТРУНА». Местная индикация о превышении опасных

порогов выполняется светодиодом, расположенным на корпусе ДГГ. Для автоматизации светового и звукового оповещения о превышении опасных порогов концентрации, управления насосами, клапанами и системами принудительной вентиляции используется программируемый с блока индикации блок управления (БУ) системы «СТРУНА». Вся измеренная ДГГ информация может передаваться во внешнюю компьютерную систему по стандартному протоколу системы «СТРУНА».

Устройство управления (УУ) устанавливается в помещении вместе со шкафом устройства вычислительного (УВ) и предназначено для программируемого включения или выключения внешних исполнительных механизмов, а также передачи сигнальной информации в шкафы автоматики. К одному шкафу УУ возможно подключение до 8 каналов управления. Всего к одному УВ можно подключить до 8 устройств управления. То есть можно коммутировать до 64 каналов управления. Каналы управления могут быть силовыми (~220В оптоэмиттер) и/или релейными (контакты реле).

УВ совместно с устройством управления осуществляет слеже-

ние за состоянием измеряемых параметров (например, уровнем продукта или подтоварной воды, средней температуры, давления, % НКПР). При необходимости с помощью силовых каналов управления и световых звуковых оповещателей УУ может информировать пользователя о событиях в зоне измерений и/или управлять внешними устройствами (сигнализаторами, магнитными пускателями, клапанами, насосами, вентиляторами компрессорных помещений и т.п.). Кроме того, сигналы срабатывания каналов управления могут быть переданы внешним устройствам (шкафам автоматики) в виде нормально замкнутых или нормально разомкнутых сигналов контактов реле. В основном УУ применяется для защиты от перелива продукта, контроля утечек, защиты насосов от работы «всухую», сигнализации об опасных концентрациях горючих газов и паров.

Для удобства пользователя и уменьшения стоимости оборудования один или два канала управления могут быть запрограммированы на срабатывание от нескольких объектов измерения (резервуаров). Например, пользователь может настроить один силовой канал на работу со световым оповещателем, второй – на работу со звуковым оповещателем и сконфигурировать на эти каналы все резервуары АЗС или АГЗС. При этом, если хотя бы в одном резервуаре уровень превысит 90% взлива, то будет световая сигнализация, если уровень превысит 95% взлива – будет звуковая сигнализация. Можно конфигурировать каналы отдельно для каждого резервуара в том случае, если возможен слив (прием) продукта одновременно в несколько резервуаров. Световые–звуковые оповещатели рекомендуется устанавливать на улице под крышей операторской.

### Технические характеристики ДГГ

Температурный диапазон эксплуатации, °С.....	От –40 до +55
Диапазон измерения концентрации:	
паров бензина, % НКПР .....	От 0 до 60
СУГ, % НКПР .....	От 0 до 60
метана, % объемной доли .....	От 0 до 2,5
Пределы основной абсолютной погрешности:	
сумма углеводородов, % НКПР .....	± 5
метан, % объемной доли .....	± 0,2
Регулируемые пороги сигнализации	
для паров бензина:	
порог 1 (предупреждение), % НКПР.....	20
порог 2 (тревога), % НКПР.....	40
для пропана:	
порог 1 (предупреждение), % НКПР.....	10
порог 2 (тревога), % НКПР.....	20
для метана:	
порог 1 (предупреждение), % объемной доли.....	1
порог 2 (тревога), % объемной доли.....	2

**Примечание.** НКПР – нижний концентрационный предел распространения пламени.



Рис. 5. Монтаж измерительных систем «СТРУНА» на объекте

### Программное обеспечение

Основное программное обеспечение для автономной работы с блоком индикации находится в контроллере блока вычислительной системы «СТРУНА». Для работы систем «СТРУНА» совместно с внешним персональным компьютером «НТФ НОВИНТЕХ» предоставляет различные сервисные и пользовательские программы.

**Программа ввода таблиц градуировки резервуаров под Windows** – программа «Струна-Сервис. Градуировочные таблицы» функционирует в среде Win9x-XP, выполняет подготовку данных градуировочных таблиц резервуаров для загрузки в систему «СТРУНА» и проводит загрузку данных в систему (поставляется бесплатно).

**Программа ввода таблиц градуировки резервуаров под DOS** – аналогичная программа ввода градуировочных таблиц для DOS (поставляется бесплатно).

**Программа смены пароля доступа к настройкам систем «СТРУНА»** – программа «Струна-Сервис. Пароль» предназначена для замены заводского пароля и администрирования входа в режим

настроек. Поставляется бесплатно по запросу.

**Программа имитатора протокола обмена** – программа «Serv2\_1.exe» предназначена для имитации протокола обмена с системами «СТРУНА» как в режиме «мастера», так и в режиме «подчиненного». Применяется для помощи программистам при отладке своих программ связи с системами «СТРУНА». Поставляется бесплатно.

**Программа «АРМ СТРУНА»** отображает основную измеренную информацию, выдает визуальные и звуковые предупреждающие сообщения об изменении контролируемых параметров, имеет встроенный редактор и планировщик отчетов с выводом на печать в заданное время, проводит автоматическое ведение журнала событий при достижении предельных пороговых уровней, сохраняет отчеты в базе данных. Применяется в основном для АЗС, АГЗС, АЗК.

**Программа «Система измерительная СТРУНА»** имеет расширенные возможности по доступу к технологическим данным и настройке системы «СТРУНА», она создавалась в основном для настройки и

работы с секционными датчиками нефтебаз (высота взлива продукта до 18 м) и многоточечными плотномерами. «СИ СТРУНА» визуализирует данные по резервуарам, делает отчеты, ведет и хранит тренды (историю изменения параметров). Можно сохранять данные изменения параметра за определенный период из своего внутреннего архива в файл формата rtf.

**Программа «STRUNA OPC server»** предназначена для получения данных от измерительных систем «СТРУНА» и предоставления их OPC или DDE-клиентам. OPC стандарт – это стандарт промышленной автоматизации. OPC-клиентом может выступать любая программа, поддерживающая интерфейс OPC-клиента и практически любая SCADA система. «STRUNA OPC server» поддерживает стандарт OPC Data Access Custom 2.05A. Поддерживается работа в режиме как локального, так и удаленного сервера. Это означает, что приложения-клиенты одновременно могут обращаться к серверу, расположенному как на том же компьютере, так и на других компьютерах сети.

Расширенный перечень поставляемых «НТФ НОВИНТЕХ» датчиков первичных преобразователей параметров обеспечивает оснащение резервуаров различного назначения и размеров системами с любой комплектацией датчиков, которые входят в состав измерительной системы «СТРУНА» (рис. 5). Это позволяет комплексно автоматизировать объекты хранения с разнообразными жидкостями, включая предприятия газовой, химической и пищевой промышленности.

**ЗАО «НТФ НОВИНТЕХ»**  
тел./факс: (495) 513-14-91,  
513-14-92, 513-14-93  
E-mail: [struna@novinteh.ru](mailto:struna@novinteh.ru),  
[info@novinteh.ru](mailto:info@novinteh.ru)  
[www.novinteh.ru](http://www.novinteh.ru)

Предлагает металлокомпозитные баллоны для КППГ и систем пожаротушения



**Баллоны для сжатого природного газа**  
На рабочее давление 20 МПа

**Баллоны систем пожаротушения**  
На рабочее давление 4 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

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 24,5 МПа

На рабочее давление 6 МПа

Тип баллона	V (л)	Ø (мм)	L (мм)	M (кг)
БА 80.24.5.334 / 1360	80	334	1360	65,5
БА 100.245.334 / 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

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

На рабочее давление 31,4 МПа

На рабочее давление 15 МПа

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

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



## Мировая статистика перевода автотранспорта на КПГ по состоянию на 1 февраля 2009 г.

Страна	Парк ГБА	Парк АГНКС	Потребление КПГ, млн. нм <sup>3</sup> /мес.	Расход КПГ на 1 ГБА, нм <sup>3</sup> /год
Пакистан	2 000 000	2 600		
Аргентина	1 745 677	1 801	229,10	1 574,86
Бразилия	1 588 331	1 688	195,12	1 474,15
Иран	846 169	637		
Индия	821 872	325	52,00	759,24
Италия	580 000	700	49,00	1 013,79
Китай	336 500	1 260		
Колумбия	269 753	401	45,00	2 001,83
Бангладеш	180 000	296	21,36	1 424,00
Украина	120 000	224	46,00	4 600,00
Таиланд	117 727	253	69,86	7 120,88
<b>Россия</b>	<b>103 000</b>	<b>226</b>	<b>26,75</b>	<b>3 116,50</b>
Армения	101 352	214	23,80	2 817,90
США	100 000	816	55,00	6 600,00
Боливия	99 657	123	24,78	2 983,83
Египет	98 738	116	32,40	3 937,69
Германия	64 454	804	10,76	2 003,29
Болгария	60 255	70	7,00	1 394,08
Перу	54 829	56	5,30	1 159,97
Узбекистан	47 000	43	4,25	1 085,11
Малайзия	40 248	101		
Япония	35 720	327		
Мьянма	22 821	37		
Корея	17 123	121		
Швеция	16 900	122	4,88	3 465,09
Канада	12 140	101		
Таджикистан	10 600	53	4,13	4 675,47
Франция	10 150	125		
Чили	8 064	15	3,20	4 761,90
Швейцария	7 122	112	0,84	1 415,33
Киргизия	6 000	6	0,60	1 200,00
Белоруссия	5 500	25	3,00	6 545,45
Молдавия	5 000	14	1,00	2 400,00
Венесуэла	4 200	124		
Австрия	3 574	170	1,00	3 357,58
Тринидад и Тобаго	3 500	10	0,80	2 742,86

Турция	3 056	9	0,40	1 570,68
Мексика	3 037	3	0,02	79,03
Грузия	3 000	4		
Сингапур	2 700	3		
Австралия	2 453	146		
Индонезия	2 453	9		
Испания	1 863	42	3,52	22 673,11
Польша	1 700	30		
Чешская Республика	1 230	33	0,45	4 390,24
Нидерланды	1 110	21		
Латвия	500	4		
Финляндия	472	13	0,40	10 169,49
Словакия	426	7	0,75	21 126,76
Греция	416	1		
Португалия	379	6		
ОАЭ	305	2		
Бельгия	300	9		
Великобритания	294	33	0,40	16 326,53
Сербия	210	7	0,02	857,14
Норвегия	180	9		
Хорватия	152	1	0,02	1 342,11
Алжир	125	3		
Венгрия	122	3		
Люксембург	115	4	0,06	6 260,87
Лихтенштейн	101	3		
Исландия	77	1	0,03	4 675,32
Нигерия	60	2		
Македония	50	1	0,02	4 800,00
Филиппины	36	3		
Тунис	34	1		
Литва	17	1		
Панама	15			
Босния и Герцеговина	7	3		
Черногория	6	1		
Мозамбик	4	1		
Тайвань	4	1		
Танзания	3			
Ирландия	2	1		
Доминиканская Республика	1	1		
<b>Итого</b>	<b>9 570 991</b>	<b>14 538</b>	<b>923,01</b>	<b>1 157,26</b>

ДЕВЯТЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ БИЗНЕС-ФОРУМ И ВЫСТАВКА  
THE 9th INTERNATIONAL BUSINESS-FORUM AND EXHIBITION

# МИР СЖИЖЕННЫХ И СЖАТЫХ ГАЗОВ '2009

## WORLD of LIQUEFIED and COMPRESSED GASES '2009

LPG, CNG, LNG, technical gases

И Ю Н Я  
10-12  
JUNE

Организаторы:

Киевская городская госадминистрация;  
Министерство топлива и энергетики Украины;  
Министерство транспорта Украины;  
Украинская ассоциация производителей  
технических газов УА-СИГМА;  
Газовая Ассоциация Украины;  
Предприятие "МЭДВИН".



КИЕВ ЭКСПО ПЛАЗА

УКРАИНА, КИЕВ  
ул. САЛЮТНАЯ, 2Б  
СТ. М. "НИВКИ"

- ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПГ, СУГ, СПГ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НА ТРАНСПОРТЕ: газобаллонное и газозаправочное оборудование, переоборудование автомобилей на газ;
- СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ СЖИЖЕННЫХ И СЖАТЫХ ГАЗОВ;
- СИСТЕМЫ ГАЗИФИКАЦИИ;

- КОМПРЕССОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ;
- ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОСУШКИ И ОЧИСТКИ ГАЗОВ;
- КРИОГЕННЫЕ И ХОЛОДИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ;
- ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА;
- КОГЕНЕРАЦИОННЫЕ И МНОГОЦЕЛЕВЫЕ УСТАНОВКИ, РАБОТАЮЩИЕ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ.



Генеральный спонсор:  
**ИВЧЕНКО ПРОГРЕСС**

ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРТНЕРИ:



Современная АЗС

OilMARKET



ТРАНСПОРТ  
НА АЛЬТЕРНАТИВНОМУ ТОПЛИВІ  
Газ & Нафта  
Енергетичний бюлетень



Czas Na Gaz!



ВЫСТАВКИ  
МЭДВИН

Героев Сталинграда пр-т, 12-Е, оф. "МЭДВИН", г.Киев-210, 04210

Т./ф.: (044) 501-03-42, 501-03-44, 501-03-66, моб. (050) 358-75-92

E-mail: mail@medvin.kiev.ua; [www.medvin.kiev.ua](http://www.medvin.kiev.ua)

## Короткоцикловая осушка природного газа – продукт энергосбережения

**А.В. Смирнов,**

главный конструктор конструкторского бюро  
ОАО «Сумское машиностроительное научно-производственное  
объединение им. М.В.Фрунзе», к.т.н.,

**В.С. Слатвинский,**

начальник отдела ОАО «Сумское НПО им. М.В.Фрунзе»,

**А.С. Игитов,**

начальник бюро ОАО «Сумское НПО им. М.В.Фрунзе»

Время расточительного расходования природных энергоресурсов безвозвратно ушло. Сегодня приходится вкладывать значительные финансовые средства в создание современных машин и аппаратов, использующих энергосберегающие технологии.

**П**римером эффективного использования энергоресурсов является предлагаемая в статье технология адсорбционной осушки компримированного природного газа (КПГ), используемого в качестве автомобильного моторного топлива, с коротким циклом сорбции и безнагревной десорбцией. Использование таких установок существенно снижает энергопотребление АГНКС по сравнению с использованием классической схемы длинноточковой осушки с высоконагревной регенерацией.

Простота конструкции, оригинальный способ утилизации тепла компримирования, упрощенная схема автоматизации процесса – вот отличительные особенности предлагаемой установки.

Поставками технологического оборудования для автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) в настоящее время занимается довольно большая группа мировых производителей. Наряду с такими известными фирмами, как «Aspro», «Ariel», «Galileo S.A.», «Greenfield», «Nuovo Pignone», «Safe», «Sicom», «Sulzer», ОАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе» занимает далеко не последнее место в производстве газовых компрессоров, надежной запорной и запорно-регулирующей арматуры, безопасной емкостной аппаратуры, высокоэффективных охладителей и

подогревателей, другого конкурентоспособного оборудования, идущего для комплектации АГНКС.

За 22 года присутствия на рынке АГНКС наше предприятие выпустило около 200 станций различной производительности (480 компрессоров).

В технологической схеме АГНКС процесс осушки КПГ является важным фактором качества конечного продукта – газа, используемого в качестве моторного топлива.

Перед подачей в магистральные газопроводы природный газ на промыслах основательно очищают и осушают. Однако, пройдя сотни и тысячи километров по газопроводу, прежде чем поступить потребителям, он вновь увлажняется за счет остаточной влаги в газопроводах и на практике имеет относительную влажность 100%, а зачастую в газе присутствует и капельная влага. Заправлять его в таком виде в газобаллонные автомобили не рекомендуется, так как наличие капельной влаги может привести к образованию кристаллогидратов даже при 22-24°C.

При работе автомобиля сжатый до 20 МПа газ из баллонов поступает к двигателю, снижая давление в первой ступени редуктора до 1,0-1,2 МПа, а после второй ступени редуцирования – до давления входа газа в карбюратор. При снижении давления в первой ступени редуцирования температура

газа понижается на 60-80°C, что приводит к выпадению влаги и образованию ледяных и гидратных пробок на участке пути газа «баллон – первая ступень редуктора». В зимнее время это усугубляется еще и тем, что баллоны и двигатели автомобилей при остановках в пути, а также при безгаражном хранении охлаждаются до температуры окружающего воздуха.

Все это приводит к обмерзанию системы топливоподачи и прекращению частично или полностью поступления топлива к двигателю, поэтому, по требованию автомобилестроителей, было принято решение обеспечить на АГНКС осушку газа, с точкой росы -30°C при давлении 20 МПа, что соответствует остаточному влагосодержанию 0,009 г/м<sup>3</sup>. Эта глубина осушки газа предусмотрена требованиями ГОСТа 27577-2000 на топливный газ для газобаллонных автомобилей.

Сегодня все ведущие производители АГНКС интенсивно работают над созданием эффективной, экономичной и недорогой установки осушки природного газа. Вследствие большого количества факторов, влияющих на эффективность адсорбционной осушки, создать идеальную конструкцию невозможно, но приблизиться к ней, конечно, можно. Остановимся на тех параметрах, которые желательно было бы обеспечить в такой установке:

- компактность установки;
- минимальный расход электроэнергии;
- минимальное количество адсорбента;
- полная автоматизация технологического процесса с возможностью визуального контроля посредством монитора;
- минимальное количество контролируемых параметров;
- максимальная независимость параметров осушки и регенерации от частых остановок компрессора;
- минимальное потребление газа на регенерацию адсорбента;

- простота в управлении;
- низкая стоимость установки и минимальные затраты на обслуживание;
- максимальная надежность в работе и высокая ремонтпригодность.

Практически ни одна установка осушки газа из предлагаемых сегодня на рынке не отвечает, да и не может отвечать полностью этим условиям. Эти установки, как правило, дорогие, крупногабаритные, не всегда обеспечивают на выходе кондиционный газ (обязательное требование ГОСТа 27577–2000 – концентрация паров воды в газе на выходе не более 9 мг/м<sup>3</sup>). Одним из существенных недостатков установок является нарушение технологического процесса осушки и регенерации, происходящего в «рваном» режиме работы компрессора, когда частые его остановки и пуски могут нарушить цикличность работы всей установки осушки из-за инерционности разогрева адсорбера.

С большой долей уверенности можно утверждать, что предлагаемая установка адсорбционной осушки газа с коротким циклом осушки и безнагревной регенерацией сорбента в значительной мере избавлена от недостатков существующих образцов аналогичного оборудования.

В условиях, когда из-за неравномерности заправки автомобилей по сменам (часам) часто меняется количество газа, подаваемое в установку, наиболее надежным способом осушки газа является осушка твердыми адсорбентами. Существует несколько типов адсорбционной осушки, используемых в составе АГНКС, наиболее распространенные среди них следующие:

- длиннокцикловые (время полцикла осушки – 4 ч и более) по высокому давлению и с высокотемпературной регенерацией сорбента частью осушенного газа низкого давления;
- длиннокцикловые по высокому давлению и с высокотемпературной регенерацией сорбента горячим газом после сжатия в компрессоре;
- длиннокцикловые по среднему давлению, встроенные в первую или

вторую ступень компрессора, с высокотемпературной регенерацией сорбента частью осушенного газа более низкого давления и т.д.

Все эти типы осушки базируются на длительном контакте осушаемого газа с адсорбентом.

Суть самого адсорбционного процесса заключается в следующем. В упрощенном виде твердый сорбент – это специфический природный или синтетический материал в виде гранул или кусков размером 2–4 мм, обладающий необыкновенно развитой внутренней поверхностью в виде пор, которые как бы по очереди поглощают каждый компонент природного газа при прохождении его через слой сорбента. Например, сначала идет адсорбционная зона поглощения этана, за ним адсорбционная зона другого более тяжелого компонента, который вытесняет предыдущий. Последней в этой цепочке образуется адсорбционная зона по воде. Из пор всех адсорбентов, кроме активированного угля, вода вытесняет поглощенные углеводороды. Эта способность сорбентов и легла в основу всех адсорбционных осушек природного газа.

Установлено, что в процессе сорбции молекул воды существуют как бы два вида поглощенной влаги: поверхностная и так называемая диффузионная, когда проявляется характерная особенность адсорбента – цепко удерживать поглощенный компонент при десорбции. Поверхностная влага легко десорбируется потоком сухого газа, а вот диффузионная требует достаточно высоких температур регенерирующего газа для полного восстановления поглощающих свойств адсорбента. И чем дольше происходит контакт влажного газа со слоем адсорбента, тем большая часть поглощенной влаги будет в диффузионном состоянии, а значит требующей повышенных усилий для десорбции. Находясь в контакте с осушаемым газом короткий период (20–40 мин), сорбент не успевает накапливать диффузионную влагу, поэтому полную регенерацию такого сорбента можно осуществить обратным потоком сухого газа с избытком потока по объему не менее 20%. Температура газа при этом значения не имеет.

На этом принципе основана короткоцикловая осушка газа с безнагревной регенерацией адсорбента. Таким образом, нет необходимости обеспечивать высокотемпературный режим десорбции со значительными внешними энергозатратами, к тому же отсутствует угроза недоведения до конца процесса регенерации адсорбента вследствие нарушения температурных режимов при остановках компрессора, так как инерционность высокотемпературного нагрева и охлаждения адсорберов велика.

В институте ядерной энергетики Академии наук Белорусской ССР еще в 80-х гг. прошлого века была опробована установка короткоциклового осушки воздуха пневматической системы управления исследовательским ядерным реактором. Методика инженерного расчета подобных установок осушки сжатого воздуха разработана в МХТИ им. Д.И. Менделеева под руководством д.т.н. Н.С. Торочешникова. Установка рассчитана на производство сжатого до 58 кгс/см<sup>2</sup> сухого воздуха с расходом 68 кг/ч, со временем полцикла осушки 20 мин. Практическая эксплуатация этой установки подтвердила эффективность такой осушки применительно к воздуху с наиболее эффективным адсорбентом – мелкопористым силикагелем.

Идея же применить подобный подход для осушки природного газа в АГНКС зародилась еще в 1987 г., когда Сумским НПО им. М.В. Фрунзе осваивался выпуск АГНКС в блочно-контейнерном исполнении. Однако воплотить эту идею в жизнь сразу не удалось. Более чем за 20 лет было спроектировано и произведено около 20 модификаций заправочных станций, в которых были реализованы семь различных типов установок длиннокциклового адсорбционной осушки газа с высокотемпературной регенерацией сорбента. Именно опыт эксплуатации этих установок осушки в различных климатических условиях и на разных режимах работы компрессорного оборудования, в том числе и в так называемых «рваных» режимах с частыми остановками и запусками компрессора, подтолкнул нас к принятию окончательного решения об использовании в составе АГНКС уста-



новок короткоциклового осушки с безнагревной регенерацией адсорбента. При этом установку было решено делать сразу в двух вариантах автоматического переключения потоков осушаемого и регенерирующего газов: несколькими приводными шаровыми кранами и одним двухпозиционным пневмораспределителем (рис. 1). Реализация идеи по второму варианту, как более перспективному, из-за технических сложностей при обеспечении герметичности в пневмораспределителе соседствующих полостей с высоким (осушаемый газ) и низким (регенерирующий газ) давлением несколько затормозилась. Необходимо провести комплекс стендовых и натурных испытаний и доводку конструкции указанного переключателя.

Поэтому на сегодня выпускаемые нашим объединением АГНКС нового поколения с двумя компрессорами комплектуются блоками осушки БОКЦ-25 на силикагеле, управляемые приводными шаровыми кранами.

Натурные испытания этой модификации установки проводились на природном газе на заводском стенде в составе АГНКС МБКИ 0,3-0,6/300/25-2, предназначенной для эксплуатации в г. Югорск (Россия). Испытания, проведенные по специальной программе, показали нормальную работу установки с обеспечением требуемых показателей, близких к расчетным, причем подтвердился тот факт, что выход

установки на рабочий режим происходит не сразу, а спустя некоторое время после пуска. Следует отметить, что бесперебойная работа короткоциклового установок возможна только при условии надежной и быстродействующей системы управления потоками. Поэтому, чем меньше арматуры задействовано в этой системе, тем выше ее надежность, а это значит, что вариант с применением для переброски потоков газа приводного двухпозиционного пневмораспределителя остается более перспективным.

Рассматриваемая в статье короткоцикловая установка осушки газа с применением шаровых кранов работает следующим образом. Сжатый, очищенный от капельной влаги в компрессорных установках, природный газ высокого давления поступает в блок осушки БОКЦ-25 через спаренные шаровые краны с ручным приводом. Управление потоками газа на осушку или регенерацию производится электроприводными кранами. Так как процесс сорбции (поглощение влаги из потока газа) проходит при высоком давлении (до 25 МПа), а десорбция при низком (0,2-2,0 МПа), в линиях подачи осушаемого газа установлены специальные регулирующие клапаны, которые автоматически меняют проходное сечение в зависимости от подаваемого давления. Вследствие этого при большом перепаде поток газа дросселируется, производя плавное поднятие давления в адсорбере при переходе его с режима регенерации в режим осушки. В другом адсорбере параллельно производится плавный сброс высокого давления при переходе в режим регенерации, посредством открытия приводного крана в выходной линии с регулирующим клапаном. Клапаны, после выравнивания давлений на входе и выходе, автоматически срабатывают, открывая основной проход для потоков осушаемого и регенерирующего газов. Такая технология сброса и поднятия давления в адсорберах продлевает срок службы сорбента, не разрушая его.

Проходя через слои силикагеля, газ осушается до требуемых параметров и через фильтр тонкой очистки и блок газораздачи направляется в запорный коллектор для хранения в

аккумуляторах или непосредственно для заправки автомобилей.

Одновременно с осушкой в одном адсорбере, в другом производится регенерация (восстановление поглощающих свойств) силикагеля. Часть осушенного газа отбирается после фильтра тонкой очистки и посредством открытого шарового крана направляется в систему дросселирующих устройств и теплообменных аппаратов для формирования газа регенерации с требуемыми параметрами. Давление газа регенерации и его расход регулируются дроссельными вентилями в две ступени, а температура 20-30°C, при которой происходит осушка и регенерация, регулируется рекуперативным теплообменником и подогревателем, использующим тепло газа одного из компрессоров.

Первая ступень редуцирования газа регенерации регулируется таким образом, что при давлении газа на входе в осушку  $P_{вх} = 20-25$  МПа после дроссельного вентиля поддерживалось бы давление  $P_1 = 3,0-5,0$  МПа. После второй ступени редуцирования устанавливается такое давление регенерации, которое было бы на 0,1-0,2 МПа выше давления всасывания компрессора, и такой расход газа регенерации, который не превышал бы 10% от общего объема осушаемого газа. После первой ступени редуцирования газ значительно охлаждается до минусовых температур, поэтому в компрессорных установках на горячей линии второй ступени компримирования установлен кожухотрубчатый подогреватель, который нагревает газ регенерации перед подачей на вторую ступень редуцирования. При этом подогреватель используется той компрессорной установкой (подключается или отключается кранами), которая находится в данный момент в основном режиме.

Двухадсорберная установка позволяет производить непрерывный процесс осушки газа, а система электроприводных шаровых кранов, обратных клапанов и самосрабатывающих регулирующих клапанов позволяет довольно просто автоматизировать этот процесс, переключая ритмично только направления потоков газа в адсорберы. Вручную требуется толь-



Рис. 1. Блок осушки БОКЦ-25 с пневмораспределителем

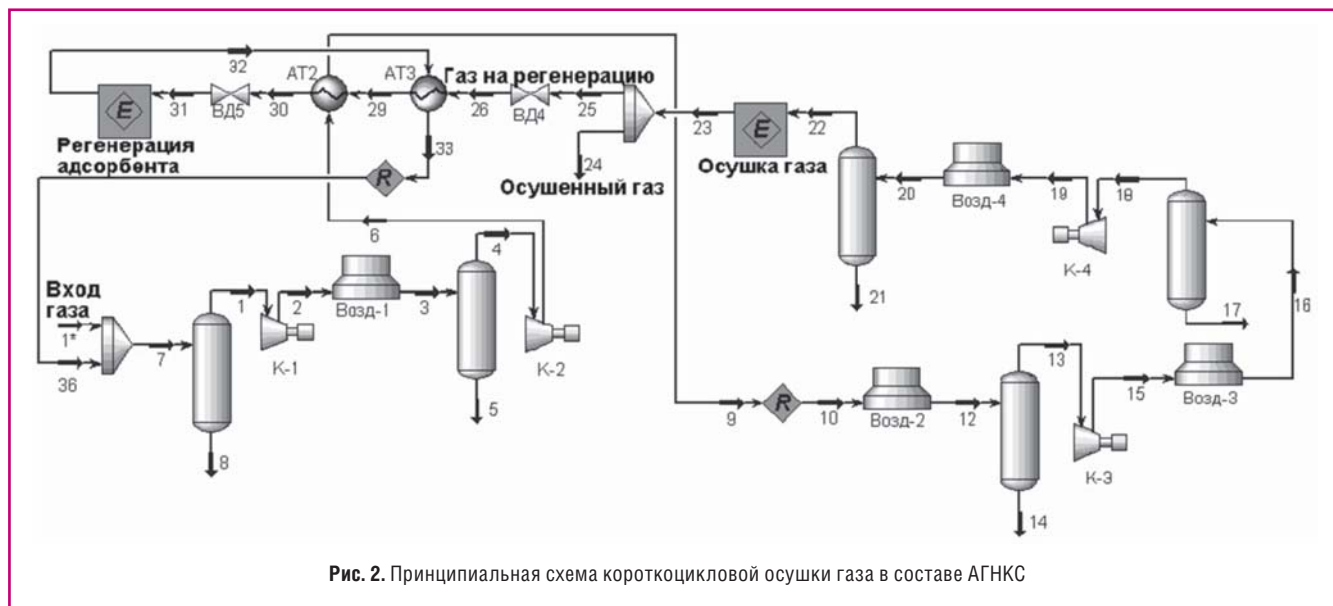


Рис. 2. Принципиальная схема короткоциклового осушки газа в составе АГНКС

ко настроить дроссельными вентилями параметры двухступенчатого редуцирования газа регенерации под реальное входное давление АГНКС, а также подключить подогреватель, утилизирующий тепло компрессорной установки.

Как показали расчеты короткоциклового осушки газа, для станций, работающих при низком входном давлении газа  $P_{вх} = 0,05-0,3$  МПа с производительностью  $Q = 500-1000$  м<sup>3</sup>/ч, время полуцикла осушки должно быть не более 40 мин, а с повышением входного давления до 1,2 МПа и производительности до  $Q = 1000-2000$  м<sup>3</sup>/ч это время уменьшается до 20 мин.

С учетом максимальной пропускной способности блока осушки были выбраны адсорберы диаметром 0,123 м с высотой засыпки сорбента (силикагель марки КСМГ) порядка 0,8 м. В такой установке влага из газа, контактируя в процессе сорбции со слоем силикагеля непродолжительное время, не успевает глубоко проникнуть в его поры и стать диффузионной. А значит для ее извлечения (десорбции) не требуется высоких температур газа регенерации. Поэтому регенерация, как и сама осушка, проводится при комнатной температуре, что дает короткоцикловым установкам решающее преимущество над традиционными, особенно если режим работы АГНКС нестабильный, с частыми остановками компрессоров.

В классических схемах осушки с длительным полуциклом осушки и высокотемпературной регенерацией расходуется много тепла и времени на разогрев адсорбера с сорбентом и на саму десорбцию. При остановках компрессора регенерация прерывается и в течение времени простоя адсорбер остывает, а значит при следующих включениях требуется дополнительное время для его разогрева. Все это серьезно нарушает процесс

десорбции, и чем чаще это происходит (а по опыту эксплуатации АГНКС это проблема большинства станций), тем выше вероятность «недорегенерации» адсорбента, после которой производить качественную осушку заправляемого газа невозможно. Требования ГОСТа 27577-2000 «Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия», по

Таблица 1

**Технические параметры компрессорной установки KV1**

Наименование параметра	Величина
Температура окружающей среды, °С	13,5
Температура газа на входе в станцию, °С	10,8
Давление газа на входе в станцию, МПа	0,5
Давление компримирования, МПа	18-20
Производительность компрессора, нм <sup>3</sup> /ч	710

Таблица 2

**Технические параметры блока осушки БОКЦ-25**

Наименование параметра	Полуцикл осушки в адсорбере А1	Полуцикл осушки в адсорбере А2
Давление газа в адсорбере А1, МПа	18,0-20,0	0,6
Давление газа в адсорбере А2, МПа	0,6	18,0-20,0
Давление газа после первой ступени редуцирования, МПа	0,4	0,4
Давление газа после второй ступени редуцирования, МПа	0,6	0,6
Температура газа в адсорбере А1, °С	29	39
Температура газа в адсорбере А2, °С	37	27
Точка росы, °С	-40	-40
Влагосодержание, пересчитанное на стандартные условия, мг/м <sup>3</sup>	5	5

которому концентрация паров воды в газе не должна превышать  $9 \text{ мг/м}^3$  (соответствует точке росы  $-30^\circ\text{C}$  при 20 МПа), остаются невыполненными. В газобаллонные автомобили заправляется некондиционный газ, и возникают проблемы, описанные выше.

В процессе сжатия до 25 МПа из газа с влагосодержанием  $0,4 \text{ г/м}^3$  выпадает капельная влага в количестве  $0,1 \text{ г/м}^3$  при температуре газа после охладителя  $30^\circ\text{C}$ . При температуре газа  $40^\circ\text{C}$  и выше вода не выпадает. В аккумуляторах газ хранится при давлении 25 МПа, и выпадение в них капельной влаги из наименее осушенного газа по ОСТу наступает при температуре  $14^\circ\text{C}$  и ниже, а из увлажненного – при температуре  $30-36^\circ\text{C}$ .

Если же газ осушить до точки росы, обеспечивающей невыпадение воды на участке первой ступени редуцирования в автомобиле, то во всех остальных точках и узлах технологической схемы «АГНКС – двигатель» вода не выпадает, а гидраты и пробки образовываться не смогут. Короткоцикловая осушка КПГ (рис. 2) с безнагревной регенерацией сорбента обеспечивает именно такую осушку. При этом происходит следующее:

1) в рекуперативном теплообменнике, установленном на линии сброса газа регенерации, наступает охлаждение этого газа за счет дросселирующего эффекта на первой ступени редуцирования в линии подачи газа регенерации, а при подмешивании к основному потоку поступающего в компрессор газа понижает его температуру и таким образом увеличивает производительность компрессорного агрегата;

2) сброс на вход компрессора охлажденного в рекуперативном теплообменнике газа регенерации и отделение капельной влаги в нем снижает энергопотребление, затрачиваемое при компримировании газа;

3) установка сепаратора на линии сброса газа регенерации после рекуперативного теплообменника позволяет удалить выпавший после охлаждения конденсат, тем самым защищая компрессор и его системы от скопления влаги, которые могут привести к гидроударам в трактовых полостях при положительных температурах и к обмерзанию в нижних и зауженных

трактовых полостях (электроклапанах, вентилях, сложных переходах и т.п.) при отрицательных температурах окружающей среды.

Натурные испытания (на природном газе) установки короткоцикловой осушки газа проводились на заводском блоке испытательных стендов (БИС) в составе одной из поставляемых заказчику АГНКС МБКИ 0,3-0,6/300/25-2. Целью испытаний была проверка работоспособности как отдельных узлов, так и всей установки осушки в целом, а также подтверждение ее расчетных параметров (температурные режимы работы теплообменной аппаратуры, установка давления и расхода газа регенерации, определение остаточного влагосодержания в газе и др.).

Сама установка осушки газа представляет собой комплекс оборудования, включающий в себя собственно блок короткоцикловой осушки газа БОКЦ-25, два утилизирующих подогревателя (по одному на каждую компрессорную установку) газа регенерации, сепаратор газа регенерации, газопроводную обвязку с запорной и регулирующей арматурой.

Управление работой установки осушки производилось на первом этапе испытаний в ручном режиме, на втором – в автоматическом по специальной программе.

Логико-программное управление и дистанционный контроль параметров установки обеспечивался штатным микропроцессорным программно-техническим комплексом АГНКС. Контроль параметров по остаточному влагосодержанию в газе производился с помощью стендового гигрометра «Харьков-5» на выходе из блока осушки. Определение значений температуры в замеряемых точках установки осушки производилось переносным контактным термометром.

На первом подготовительном этапе проводились работы по очистке установки от засорений, определению герметичности шаровых кранов и обратных клапанов, подтверждению правильности подключения манометров и проверке работоспособности регулирующих клапанов. И как результат – настройка перед пуском установки осушки в автоматическом режиме требуемого давления и рас-

Таблица 3

### Расчетные температуры газа в точках замера

№ точки замера	Температура газа $^\circ\text{C}$
1*	30
1	28,41
2	167,9
3	30
4	30
5	30
6	121,3
7	28,41
8	28,41
9	117
10	117
12	30
13	30
14	30
15	79,62
16	30
17	30
18	30
19	106
20	30
21	30
22	30
23	30
24	30
25	30
26	-25,98
29	-5
30	48
31	30,52
32	30,52
33	9,887
36	9,887

хода газа регенерации дросселирующими устройствами.

Эти работы проводились на одном включенном компрессоре с  $P_{\text{раб}} = 15-24 \text{ МПа}$  на заполнение стеновых аккумуляторов газа.

После окончания всех подготовительных работ по первому этапу были проведены испытания установки в полном объеме в режиме программного пуска с автоматическим переключением адсорберов с режима осушки в режим регенерации и наоборот и с замером параметров.

Измеренные температуры газа в точках замера

№ точки замера	Адсорбер А1 в режиме осушки, адсорбер А2 в режиме регенерации				Адсорбер А1 в режиме регенерации, адсорбер А2 в режиме осушки			
	1	2	3	4	1	2	3	4
22	44,5	42,9	42,5	41,9	37,1	40,1	40,4	39,3
23	36,1	41,0	39,9	39,9	29,8	34,8	29,9	35,5
24	34,2	36,2	40,1	38,3	28,1	31,8	34,2	37,6
25	34,1	31,4	36,1	36,9	29,5	26,9	27,6	35,2
26	1,5	7,9	2,3	5,9	4,2	7,2	4,2	-0,5
29	12,2	10,1	11,2	13,9	12,6	11,6	13,5	12,6
30	44,9	41,2	43,2	42,1	30,3	37,2	32,5	41,1
31	28,3	31,5	28,9	27,9	25,6	25,7	25,7	26,4
32	19,4	19,5	19,1	17,6	18,5	20,5	20,4	21,2

Переключение потоков газа по адсорберам в автоматическом режиме производилось с помощью электроприводных шаровых кранов. При этом ручной кран подачи газа регенерации был постоянно открыт, а дроссельные вентили отрегулированы на первом этапе таким образом, чтобы давление газа после первой ступени редуцирования было в пределах 3,0-5,0 МПа, а после второй – 0,6-0,7 МПа при давлении всасывания  $P_{вс} = 0,5$  МПа. Время полного цикла было выбрано равным 40 мин (полуцикл осушки и полуцикл регенерации по 20 мин). Адсорбентом служил силикагель КСМГ гранулированный. Отсчет времени начинался с момента выхода компрессора на рабочий режим (поддержание давления в напорном коллекторе 15-24 МПа). В ходе автоматической работы установки осушки было произведено четыре режимных переключения адсорберов. На работающем компрессоре был задействован подогреватель для промежуточного нагрева газа регенерации после первой ступени дросселирования перед подачей на вторую.

Регулирующий клапан, предназначенный для сброса высокого давления из адсорбера перед переходом его на режим регенерации, и клапаны, предназначенные для поднятия давления в адсорбере при переходе его в режим осушки, были отрегулированы на срабатывание (полное открытие проходного сечения) в течение 30-60 с.

Сам процесс осушки и регенерации в расчетном режиме должен проводиться при температурах близких к

30°C, которая обеспечивается подогревателем, охладителем и дроссельными вентилями. Перепускной клапан должен был обеспечивать открытие обводной линии (байпас блока осушки) в случае заклинивания подачи газа через блок осушки вследствие недостаточности быстрого переключения электроприводных кранов.

В целом испытания установки осушки прошли успешно. Система автоматического управления станции обеспечила устойчивую работу установки осушки по заданному алгоритму, во время которой были проведены по два полуцикла осушки (регенерации) в каждом адсорбере по 20 мин каждый. Полученные результаты испытаний (табл. 1-4) близки к расчетным, из чего можно сделать некоторые выводы.

Проведенные замеры точки росы на выходе из блока осушки показали, что объема адсорберов (примерно 11 л) вполне достаточно для осушки газа в течение 20 мин и что качественная регенерация силикагеля может проходить при комнатной температуре, что позволяет проводить ее в полном объеме даже при частых остановках компрессора, а это недоступно в установках с нагревной регенерацией адсорбента. При сравнении расчетных температур в точках замеров по схеме с фактическими результатами, полученными при испытаниях, данные практически совпали. Исключение составляют только точки 26, 29, 32, где показания отличаются от расчетных, и это требует

дополнительных исследований на промышленной установке осушки.

### Выводы

Короткоцикловая осушка газа в составе АГНКС с одним, двумя или более компрессорами обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с традиционными. Будучи продуктом энергосберегающих технологий, она отвечает всем современным требованиям. Среди ее достоинств:

- компактность самой установки и очень малые размеры адсорберов, не требующих термоизоляции;
- отсутствие энергозатрат на регенерацию адсорбента;
- утилизация тепла компрессорных установок для обеспечения температурных режимов осушки и регенерации;
- простой алгоритм управления и минимум контролируемых параметров;
- возможность продуцирования кондиционного газа независимо от режимов работы компрессоров и интенсивности заправки.

Малые весогабаритные параметры установки позволяют существенно уменьшить размер всего технологического (компрессорного) блока АГНКС. Все эти достоинства наряду с общей низкой стоимостью делают блок БОКЦ-25 производства ОАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе» одним из лучших предложений среди установок осушки газа на рынке АГНКС.



**FRUNZE**  
ОСНОВАНО В 1896 ГОДУ

## 20 лет на рынке АГНКС, лучшее соотношение цена - качество!



- Выпущено 200 станций 17 модификаций с общим количеством компрессоров 480 шт.;
- Производительность от 125 до 700 заправок в сутки;
- Диапазон входного давления от 0,5 до 17 атм;
- Полная комплектация по выбору Заказчика;
- Разные системы осушки, в том числе энергосберегающая короткоцикловая ;
- Изготовление в "северном" исполнении;
- Натурные испытания на заводских стендах;
- Поставка в полной заводской готовности и минимальный срок ввода в эксплуатацию;
- Строительство объектов "под ключ";
- Пусконаладка, гарантийное и послегарантийное обслуживание, обучение персонала;



**Постройте выгодный и надежный бизнес**

**с АГНКС  
производства**

**ОАО "Сумское НПО им.М.В.Фрунзе"**



Представительство в России  
г.Москва

т. +7 495 745 88 30, ф. +7 495 745 88 31



Украина, 40004, г.Сумы, ул.Горького, 58  
[www.frunze.com.ua](http://www.frunze.com.ua), [smo@frunze.com.ua](mailto:smo@frunze.com.ua)

управление продаж:

т. +38 0542 78 84 64, ф. +38 0542 22 63 62

отдел маркетинга:

т. +38 0542 78 05 71

## Удаленный мониторинг и дистанционное управление



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

При планируемом развитии сети АГНКС одной из основных задач организации газораспределения станет повышение надежности и эффективности функционирования всей сети в целом, в том числе контроль снабжения и дисбаланса, возникающего при физическом учете объема поставок газа от поставщика к потребителю. Свести дисбаланс в учете газа к нулю практически невозможно, но крайне важно свести его к минимуму в границах определенной степени достоверности. Очевидно, что возникает необходимость дистанционного автоматического или диспетчерского управления и контроля, тем более, если речь идет не о единичных АГНКС, а о нескольких десятках АГНКС.

**Р**ешение вышеуказанных задач возможно при внедрении единой многоуровневой системы учета и контроля, предполагающей, помимо установки счетчиков, создание системы сбора данных с территориально распределенных объектов, в данном случае АГНКС.

Для уменьшения и оптимизации затрат по управлению ЗАО «Промэнергомаш» предлагает внедрение системы оперативно-диспетчерского управления и сбора данных (дословно SCADA-системы), которая позволит в режиме реального времени производить автоматический сбор, обработку и анализ параметров контролируемого технологического процесса, выдачу и исполнение команд управления, оперативное реагирование и долгосрочное планирование.

Предлагаемая система позволяет проводить удаленный мониторинг основных эксплуатационных параметров АГНКС всей сети, в том числе:

- коммерческий учет поступающего на станцию и отпускаемого автотранспорту природного газа;
- передача значений расхода электроэнергии, масла, давления газа, параметров окружающей среды (температуры и влажности);
- дистанционное управление технологическим оборудованием;
- опрос и диагностика контроллеров, управляющих узлами объекта диспетчеризации;
- протоколирование всех событий (аварийных, действий диспетчера, вклю-

чения и выключения исполнительных механизмов, поступления тревожных сигналов и пр.);

- состояние аварийной, охранной и пожарной сигнализации;
- передача данных видео- и аудионаблюдений;
- и многое другое.

Система строится из одного или нескольких диспетчерских центров и удаленных терминалов, которые объединяются единой системой связи и передачи данных на центральный диспетчерский пункт.

Внедрение системы мониторинга дает возможность дежурной службе (как местной, так и удаленной) своевременно получать извещение о возникших нештатных ситуациях и оперативно предпринимать действия к их устранению, при этом все основные функции по предотвращению негативных последствий система выполняет автоматически, без вмешательства оператора.

Поэтому уже на этапе выбора оборудования АГНКС очень важно учитывать **возможность проведения мониторинга дистанционными средствами.**

Удорожание всего комплекса будет скомпенсировано:

- снижением затрат на периодическое проведение диагностических работ;
- значительным сокращением затрат на подготовку персонала, закупку необходимого оборудования и программного обеспечения для сбора и интерпретации данных в едином центре;

- повышением надежности и долговечности машин;
- улучшением условий труда и повышением безопасности производства.

Модульность системы позволяет определить, в зависимости от потребностей заказчика, какие функции система будет выполнять. Модули удаленного администрирования и оповещения при возникновении нештатных ситуаций с помощью электронной почты, протокола SNMP или SMS отправляют уведомление оператору и предоставляют ему возможность управлять оборудованием через Интернет. Системы управления, благодаря средствам диагностики и контролю в режиме реального времени, анализируют состояние оборудования и ведут журналы событий, а при необходимости сообщают оператору о неисправном компоненте.

Для построения автоматизированной системы учета и контроля ЗАО «Промэнергомаш» предлагает комплексное решение на основе универсальной модульной базы фирмы «PEP-Kontron» и исполнительных контроллеров фирмы «WAGO», которые обладают исключительными способностями управления многочисленными системами промышленной автоматики и обеспечивают:

- надежную передачу данных в системе с использованием различных каналов связи;
- дистанционную диагностику оборудования;
- возможность дистанционного конфигурирования и программирования контроллерного оборудования;
- высокую надежность и устойчивость функционирования.

Удаленный терминал системы строится на основе промышленного контроллера ThinkIO фирмы «PEP-Kontron». К нему через шину (например, PROFIBUS) подключаются различные счетчики, терморегуляторы и другие интеллектуальные устройства для передачи данных. Обработка данных проводится согласно протоколу обмена конкретного устройства. При этом возможен как режим прямого доступа (в данном случае оборудование удаленного терминала выступает просто как радиодлинитель), так и режим интеллектуальной обработки с ведением унифицированных архивов.

Каждый узел (удаленный терминал) в единой информационной сети оснащается соответствующим телеметрическим оборудованием. Совокупность удаленных терминалов связывается посредством различных каналов связи, в качестве которых могут использоваться проводные линии, радиоканал и GSM-связь. Информация с каждого отдельного удаленного терминала передается в пакетном режиме

на диспетчерский терминал, где протоколируется, архивируется и отображается на экране персонального компьютера диспетчера.

Система учета и контроля предоставляет:

- **диспетчерской службе эксплуатации** – оперативный контроль и периодический опрос объектов, получение, обработку и сохранение информации по расходу газа и пр.;

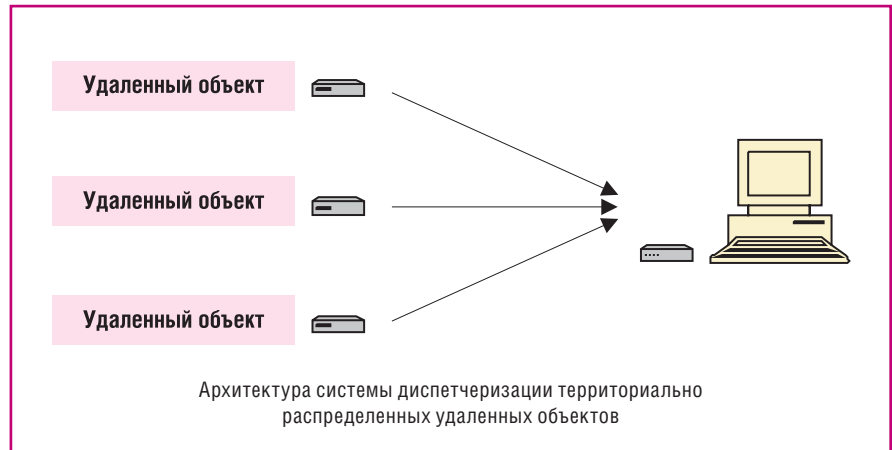
- **диспетчерской аварийно-восстановительной службе** – оперативный контроль за техническими параметрами объектов наблюдения;

- **подразделениям, обеспечивающим эксплуатацию объектов**, – оперативный учет, контроль, анализ и отчетность по расходу и другим параметрам контролируемых объектов.

Дистанционная передача информации может быть решена с применением модемов для коммутируемой или выделенной телефонной линии, GSM-модемов для соевой связи или радиомодемов.

#### Архитектура системы диспетчеризации удаленных объектов

На каждом удаленном объекте устанавливается промышленный контроллер с устройствами ввода информации от датчиков и вывода сигналов на исполнительные устройства. К порту RS-232 контроллера



подключается GSM или радиомодем, который передает и принимает данные, устанавливая связь с общим удаленным диспетчерским компьютером. Количество контролируемых объектов может быть любым, практически оно зависит от загрузки управляющего компьютера и пропускной способности канала обработки поступающей в компьютер информации.

На диспетчерском пункте компьютер содержит SCADA-программу, на которой в виде мнемосхемы изображается объект диспетчеризации и поступающая от него информация в форме таблиц и графиков. Программа выполняет также функции аварийной сигнализации, накопления

данных, ведения архива, формирование отчетов. В нормальном режиме работы системы информация поступает с заданным интервалом времени или по запросу диспетчера.

#### Удаленный мониторинг состояния технологического оборудования АГНКС

В случае аварии на диспетчерский пункт поступает сигнал аварии, передача которого инициируется контроллером и который имеет высший приоритет. Сигнал аварии содержит информацию, позволяющую принять решение о методах ее устранения до отправки аварийной бригады на объект.



## 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**

# Повышение эффективности АГНКС за счет реновации систем автоматизированного управления

**В.И. Бунин**,  
президент ГК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА»,  
**Я.А. Евдокимов**,  
ведущий специалист НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА»

В настоящее время эксплуатация автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) становится экономически выгодной. Природный газ для многих регионов является доступным топливом, имеющим экономические и экологические преимущества перед традиционными жидкими нефтепродуктами.



**Ч**то же такое АГНКС с точки зрения своей функциональности? По нашему мнению, функционирование АГНКС – это возможность обеспечить компримированным природным газом (КПГ) любой автомобиль в любое время суток.

Большинство АГНКС на территории бывшего СССР были построены еще в 70-80-х годах прошлого века. Естественно, оборудование, установленное на них, устарело морально и физически. Хорошо известно, что эксплуатационные издержки у такого оборудования велики. И перед руководителями, стремящимися повысить экономическую эффективность своих АГНКС, стоит проблема выбора: оставить все как есть и добиваться экономической выгоды от их эксплуатации другими мерами или проводить модернизацию всего оборудования. А если ее проводить, то с чего начать?

Многолетний опыт работы нашей фирмы позволяет утверждать, что во

многих случаях есть смысл начать модернизацию с системы автоматического управления (САУ).

### Необходимость замены системы автоматического управления АГНКС

Чем же оборачивается эксплуатация старых систем, и каким образом окупается реновация?

1. САУ, как и основное оборудование АГНКС, изношена, начались усталостные отказы.

2. Оборудование из ЗИПа исчерпало срок своего хранения и часто выходит из строя.

3. Большая часть узлов и блоков АГНКС снята с производства на серийных заводах, а прямых аналогов на замену нет.

4. Режим реальной эксплуатации САУ отличается от проектного, поэтому технологическая схема нарушена по следующим причинам:

■ отсутствие контроля цепей измерения и управления приводит к работе технологического оборудования с отключенными защитами при неисправности датчиков и к внезапному несрабатыванию редко включаемых механизмов (например, общестанционных задвижек);

■ примитивные алгоритмы управления не позволяют вовремя диагностировать одиночные отказы оборудования, что повышает требования к обслуживающему персоналу и снижает надежность АГНКС в целом;

■ старая автоматическая система управления позволяет изменить значение уставок по измеряемым параметрам (например, температурам). Обслуживающий персонал делает эту операцию, чтобы «не мешали» предупреждения и предпусковые условия. Таким образом, можно спровоцировать аварию на АГНКС.

Все это приводит к отрицательным последствиям в работе АГНКС: угрозе аварий с порчей основного оборудования; повышенному износу основного оборудования; снижению КПД компрессоров; простоя АГНКС при ремонте и потере прибыли.

Поэтому для продления срока службы основного оборудования и увеличения экономической эффективности АГНКС автоматике нужно заменять на более современную. Это позволит получить большой экономический эффект.

Даже на изношенном основном оборудовании современная автоматическая система управления способна дать значительный экономический эффект, но еще большего эффекта можно добиться при внедрении целого ряда комплексных решений. Именно поэтому наша фирма, основной профиль которой – это автоматизация технологических процессов, занимается анализом самих процессов и проводит достаточно серьезные исследования в этой области.

Наша фирма имеет уникальный опыт замены автоматических систем управления всех, широко распространенных на территории бывшего СССР, типов САУ АГНКС. На сегодняшний день в России и





Белоруссии нами успешно внедрено более 30 новых САУ АГНКС.

Особенностью нашего предложения является то, что при проведении работ по реновации не требуется производить полный останов АГНКС. Нашими специалистами разработан и реализован комплекс мероприятий для всех распространенных типов станций, обеспечивающий замену автоматики с выводом из работы технологических подсистем поочередно: компрессоры (по очереди), станционное оборудование и блок осушки.

**Пять причин заказать САУ АГНКС в НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА»**

1. В установленные системы мы внедряем результаты новых разработок наших специалистов

**Пример.** Оптимальное управление аппаратом воздушного охлаждения (АВО).

Нами разработан алгоритм оптимального управления лопастями вентиляторов охлаждения, уменьшающий ко-

личество срабатываний механизмов и обеспечивающий точную стабилизацию температуры. В результате внедрения данного алгоритма уменьшается износ механизмов поворота лопастей.

2. Большой опыт работы с технологическим оборудованием позволяет постоянно совершенствовать наши системы автоматики

**Пример.** Продувка компрессорной установки проводится при набранном рабочем давлении и не менее чем через 4 мин от начала работы компрессора.

Это решение выработано по накопленному опыту. В исходном регламенте такой блокировки не было, что приводило к ложным остановам компрессора.

3. Применяются уникальные технические решения, которые обеспечивают высокую надежность автоматизированного оборудования.

**Пример.** Обеспечение ресурсного учета и планирования технического обслуживания и ремонта (ТОиР) с гарантированным сохранением данных.

Диагностика состояния датчиков, исполнительных механизмов и устройств автоматики.

4. Удачные приемы, реализованные в САУ одних типов АГНКС, мы используем в САУ других типов АГНКС

**Пример.** Автоматическое управление компрессорами по давлению.

Компрессоры включаются по низкому давлению, отключаются по настраиваемой уставке.

Это позволяет: экономить электроэнергию и ресурс компрессоров; не доводить давление до повышенного и аварийного значения (например, если машинист отвлекся) за счет того, что цеховая система заблаговременно отключает компрессор.



5. Мы реализуем и распространяем инициативные предложения эксплуатирующего персонала.

**Пример.** Автоматический контроль факта приема смены следующим сменным машинистом.

Автоматизируется как создание сменных отчетов, так и передача смены другому машинисту. Для удобства работы машиниста эти два события не привязаны друг к другу. С другой стороны, для правильного учета наработки компрессоров управление сбросом счетчиков наработки за смену привязано к созданию отчета, а не к передаче смены. Если отчет не сформирован машинистом за 30 мин, он создается автоматически и записывается на диск.

**ООО «НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА»**  
 Г. Санкт-Петербург,  
 Тел: (812) 350-19-67;  
 E-mail: info@lenprom.spb.ru  
 www.lenprom.spb.ru

**Кратчайшие сроки изготовления, внедрения и поставки**

**Срок изготовления САУ**  
**90 дней**

Завершение обследования → Отгрузка

---

**Срок внедрения САУ**

- с остановкой АГНКС **10 дней**
- без остановки АГНКС **15 дней**

**Замена автоматики без вывода АГНКС из рабочего режима**

## Модернизация АГНКС в Первоуральске

**Э.Д. Гайдт,**

начальник управления филиала ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»

Принимая активное участие в реализации «Целевой комплексной программы развития газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе, на 2007-2015 гг.», ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» начало в 2008 г. проведение капитального ремонта и модернизацию АГНКС в соответствии с единым фирменным стилем ОАО «Газпром».



**В** связи с увеличением загруженности автотранспортом для первоочередной реконструкции управлением «Уралавтогаз» была выбрана АГНКС г. Первоуральск. В объем реконструкции входила как технологическая модернизация компрессорных установок, так и капитальный ремонт здания АГНКС.

Здание было обшито алюминиевыми металлокомпозитными панелями фирменных цветов (белый, синий), изготовлено оформление для крыш с символикой ОАО «Газпром», установлена заправочная информационная стела и остановочный комплекс для посадки пассажиров на время заправки.

Модернизация компрессорных установок 2ГМ4-1,3/12-250 московского завода «Борец» включала реконструкцию системы охлаждения и установку комплекта поршневых колец из материала BARS 502 производства ЗАО «BARRENS».

Реконструкция системы охлаждения заключалась в замене теплообменников на новые производства ЗАО Научно-производственная компания «НТЛ» (г. Верхняя Салда), сертификат № 7807459, срок действия до 15.05.2011 г.

Кроме того, изготовлен полный комплект межступенчатых газопроводов из нержавеющей стали и их со-

единение со ступенями посредством накидных гаек. Из нержавеющей стали были выполнены также влагомаслоотделители, депульсаторы, дренажные трубопроводы и все трубопроводы к электроконтактным манометрам местного щита управления.

Так как компоновка компрессорной установки (КУ) существенно поменялась, пришлось полностью изменить обвязку предохранительных клапанов, трубопроводов системы охлаждения и вентиляции картера КУ.

Температура газа на входе в каждую ступень не превышает 27-32°C по ступеням, температура газа после четвертой ступени составляет 25°C, замеры производились при температуре окружающей среды 15°C. При таких температурах лучше работают кольца и клапаны, существенно снизилась вибрация и шум стационарных компрессорных установок.

Установка комплекта поршневых колец из материала BARS 502 производства ЗАО «BARRENS» (г. Санкт-Петербург) позволила демонтировать лубрикатор, и в настоящее время поршневая группа компрессорных установок работает без смазки.

Производительность компрессорных установок выросла примерно на 150 м<sup>3</sup>/ч.

### План дальнейшей модернизации стационарных компрессорных установок

1. Внедрить индивидуальную систему охлаждения для каждой компрессорной установки, что позволит экономить большое количество электроэнергии – по предварительным расчетам 550-600 тыс. кВт·ч в год.

2. Внедрить независимую систему смазки на КУ. Это слабое место в конструкции компрессорных установок





шенный износ деталей кривошипно-шатунного механизма и крейцкопфа, моторесурс снижается.

Необходимое оборудование – масляный электронасос взрывобезопасного исполнения мощностью 2,3 кВт и блочный фильтр со съёмными элементами. Весь масляный блок, являющийся постоянным источником утечек масла, можно будет демонтировать.

3. Избавиться от всех прокладочных уплотнений и заменить их на уплотнительные кольца. Жестяные крышки картера компрессорных установок заменить на более жесткие и массивные с уплотнением резиновыми кольцами. Слабый узел – войлочное уплотнение на коленчатом вале между картером и статором электродвигателя – следует заменить на стандартное сальниковое уплотнение.

производства московского завода «Борец», так как каждый их пуск практически начинается без смазки.

Нагрузка на кривошипно-шатунный механизм в первые секунды

наиболее велика, отсутствует нормальная смазка трущихся деталей, особенно это проявляется в зимнее время, когда температура масла бывает ниже 20°C, имеет место повы-

При реализации перечисленных мер значительно легче и дешевле станет ремонт модернизированного компрессора, снизятся также и эксплуатационные расходы.

**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. ОБЪЁМ КАЖДОГО ВЫПУСКА — 72 СТР.  
 ПУБЛИКУЕМЫЕ СТАТЬИ РЕФЕРИРУЮТСЯ В РАЗЛИЧНЫХ ЖУРНАЛАХ И БАЗАХ ДАННЫХ ВИНТИ 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

# Электронная система управления двигателями внутреннего сгорания, работающими в газодизельном режиме

**И.М. Коростышевский,**

директор – главный конструктор ООО «НТЦ «Авангард»,

**Ю.А. Коцарь,**

профессор Саратовского государственного аграрного университета (СГАУ) им. Н.И. Вавилова, д.т.н.

В период 2006-2008 гг. ООО «НТЦ «Авангард» по предложению ОАО «НПК «Уралвагонзавод» разработало электронную систему управления двигателем ЯМЗ-236Д, работающим в газодизельном режиме, установленным на выпускаемом «Уралвагонзаводом» тракторе РТМ-160 (рис. 1). Целью разработки было создание такой системы управления двигателем, которая обеспечивала бы оптимальную величину запальной дозы дизтоплива, регулировку подачи газа, устойчивую работу двигателя как в дизельном, так и в газодизельном режимах.



Рис. 1. Общий вид трактора РТМ-160 с установленным на нем газобаллонным оборудованием

**Д**ля отработки системы в НТЦ «Авангард» был передан заводом серийный трактор РТМ-160. Для проведения испытаний трактора в полевых условиях и объективной оценки его работы с электронной системой управления был привлечен Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова.

На испытуемом тракторе была установлена газотопливная аппарату-

ра, разработанная НТЦ «Авангард». Принципиальная схема размещения газобаллонного оборудования (ГБО) на тракторе представлена на рис. 2.

Разработанная структурная схема системы управления двигателем (ЭСУГД-160) представлена на рис. 3.

Электронная система управления состоит из следующих элементов:

- электронного блока управления;

- датчиков частоты вращения коленчатого вала двигателя, положения рейки топливного насоса высокого давления (ТНВД), положения рычага управления ТНВД, температуры охлаждающей жидкости двигателя;

- исполнительного механизма (ИМ) управления рейкой ТНВД;

- электронного дозатора газа с отсечным клапаном, датчиками давления и температуры газа;

- смесителя газа;

- дроссельного патрубка с электронным управлением (в окончательном варианте системы);

- переключателя режима работы;

- сигнальных ламп;

- низковольтных жгутов с диагностической колодкой.

Электронный блок БУ-160 (рис. 4) представляет собой вычислительное устройство, выполненное на многослойной печатной плате с электро-радиоэлементами поверхностного монтажа. Питание блока осуществляется напряжением +12В от бортовой системы трактора. Электронный блок обрабатывает сигналы с датчиков, формирует алгоритмы управления рейкой топливного насоса и дозирования расхода газа.

Электронная система управления имеет два режима работы:

- дизельный;

- газодизельный.

В дизельном режиме система работает следующим образом.

Электрический сигнал с датчика положения рычага управления ТНВД поступает в электронный блок управления. Одновременно в электронный блок управления поступает сигнал с датчика частоты вращения коленчатого вала двигателя и с датчика положения рейки ТНВД.

В зависимости от положения рычага управления насосом (датчика частоты вращения коленчатого вала

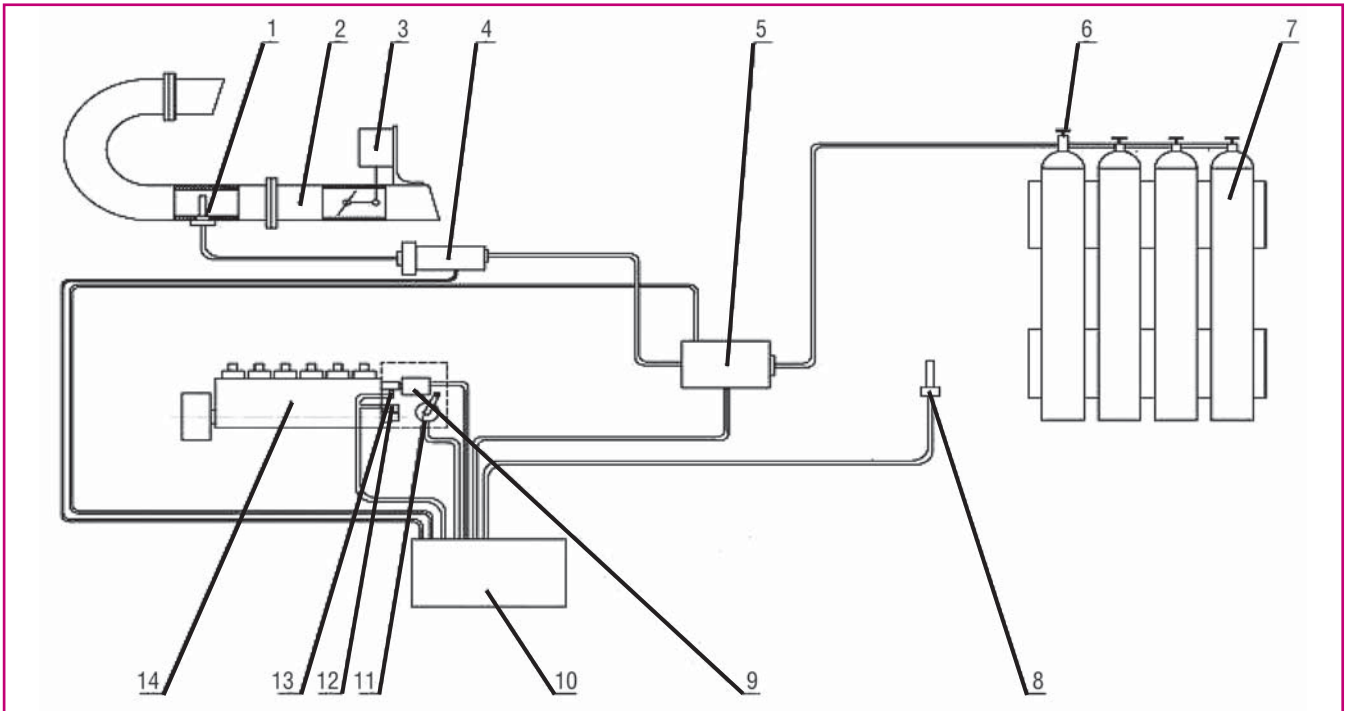


Рис. 2. Принципиальная схема размещения ГБО на тракторе:

1 – смеситель; 2 – впускной трубопровод; 3 – дроссельный патрубок; 4 – дозатор газа; 5 – редуктор; 6 – вентиль; 7 – баллон; 8 – датчик температуры; 9 – исполнительный механизм; 10 – электронный блок управления (ЭБУ); 11 – датчик положения рычага управления; 12 – датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя; 13 – датчик положения рейки ТНВД; 14 – ТНВД

двигателя) электронный блок вырабатывает сигнал на перемещение рейки ТНВД. Тем самым рейка ТНВД устанавливается в положение, обеспечивающее подачу дизельного топлива, необ-

ходимого для поддержания заданной рычагом управления частоты вращения коленчатого вала двигателя.

В газодизельном режиме параллельно работе канала электронного

регулирования положением рейки ТНВД включается канал регулирования подачи газа, то есть происходит одновременная подача дизельного топлива и газа в двигатель трактора.

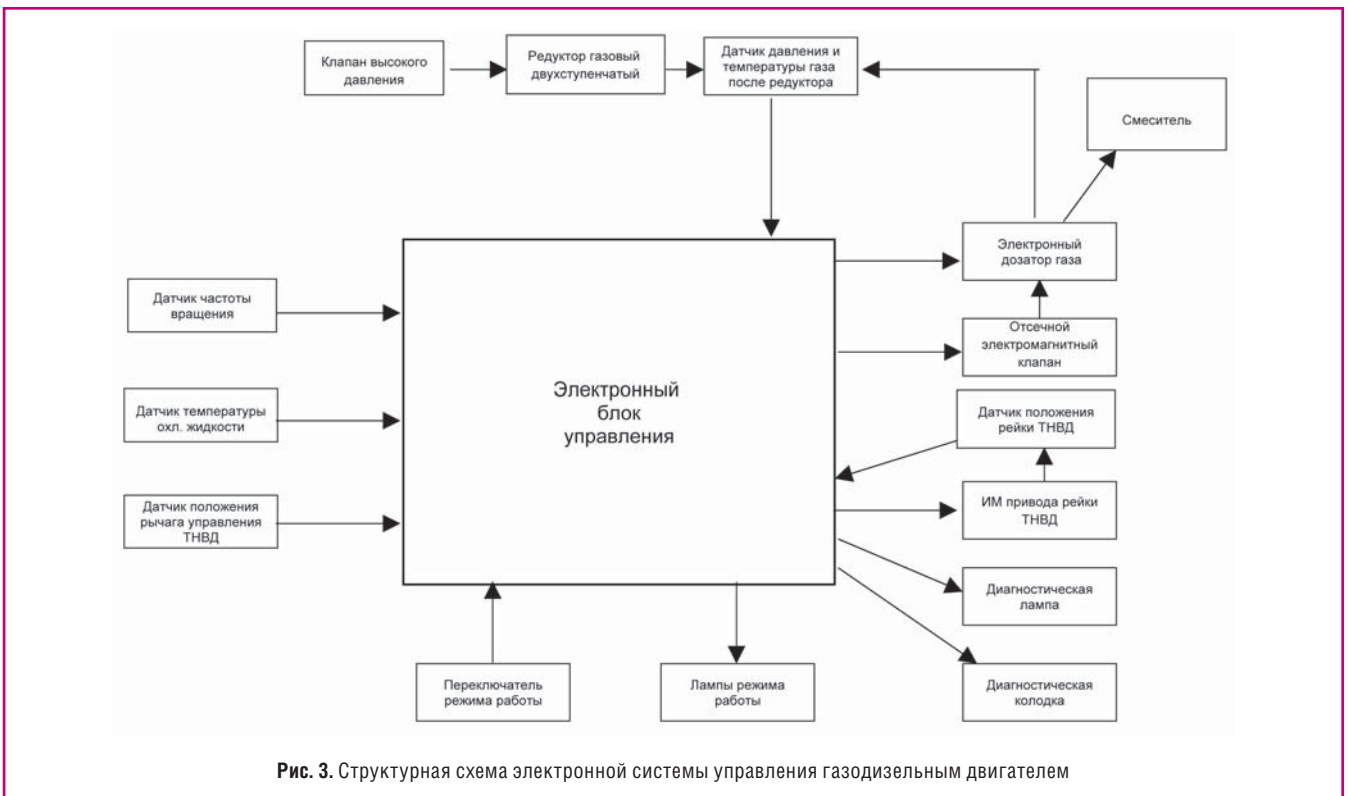


Рис. 3. Структурная схема электронной системы управления газодизельным двигателем



**Рис. 4.** Электронный блок управления (ЭБУ)

Двигатель трактора РТМ-160 запускается в дизельном режиме. После прогрева двигателя по сигналу с датчика температуры охлаждающей жидкости происходит автоматический переход системы в режим «газодизель». Электронный блок управления дает команду исполнительному механизму, который переводит рейку топливного насоса в положение ограничения дозы дизельного топлива и одновременно с этим дает команду на открытие электромагнитного клапана, установленного на редукторе высокого давления для подачи газа. Газ низкого давления после редуктора поступает в дозатор, который также приводится в рабочее состояние от электронного блока управления. Далее газ поступает по трубопроводу в смеситель, установленный в воздушном коллекторе, и смешивается с воздухом для подачи

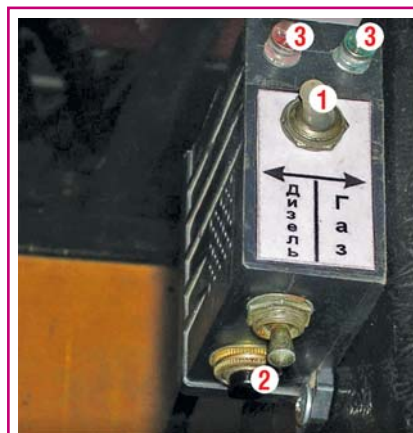
его в рабочие камеры двигателя. Электронный блок управления формирует управляющий сигнал с учетом давления и температуры газа на изменение проходного отверстия дозатора, тем самым обеспечивая подачу необходимого объема газа в двигатель.

Таким образом, электронным блоком управления формируются одновременно два сигнала дозирования топлива – дизельного и газового в зависимости от положения рычага управления ТНВД. Соотношение между объемами дизтоплива и газа при совместной подаче на всех режимах работы двигателя определяется алгоритмом управления, заложенным в память электронного блока.

Алгоритмом управления электронного блока предусмотрено увеличение мощности двигателя за счет увеличения подачи газообразного топлива. Изменение расхода газа определяется требуемой мощностью двигателя, а запальная доза дизтоплива должна обеспечивать надежное воспламенение газозооной смеси на всех режимах работы и быть достаточной для охлаждения распылительной головки форсунки. При работе двигателя трактора на максимальных мощностях необходимый объем подаваемого дизтоплива находился в пределах 15-25% от общего объема расхода топлива.

Электронный блок управления настроен таким образом, что переход от дизельного режима в газодизельный происходит без детонаций, рывков, провалов и других нестабильных режимов работы двигателя.

При работе трактора в газодизельном режиме при прекращении подачи газа (газ израсходован) электронный блок автоматически переключает работу двигателя в дизельный режим. Для управления двигателем в кабине трактора на приборной панели дополнительно смонтирована панель управления режимами работы двигателя (рис. 5, 6).



**Рис. 6.** Прибор управления режимами работы трактора:  
1 – переключатель режимов работы двигателя; 2 – кнопка управления рейкой ТНВД; 3 – сигнальные лампы



**Рис. 5.** Панель кабины водителя трактора РТМ-160 с прибором управления режимами работы трактора:  
1 – тумблер включения питания; 2 – ключ зажигания; 3 – панель управления режимами работы двигателя

В системе подачи газа был применен разработанный ранее двухступенчатый редуктор высокого давления РВД-200/2-45 с установленным на нем электромагнитным клапаном высокого давления (рис. 7).

Дозатор газа 4.003 (рис. 8) обладает высокой точностью дозирования ( $\pm 0,5\%$ ) и имеет возможность перекрывать подачу газа в двигатель на режиме принудительного холостого хода, что позволяет не только экономить топливо, но и предотвращать хлопки и разрывы глушителя.

Для определения величины подаваемого газа на дозаторе установлен датчик температуры и давления.

Расположение газового редуктора и дозатора газа в подкапотном пространстве показано на рис. 9.

Датчики частоты вращения коленчатого вала двигателя, положения



**Рис. 7.** Двухступенчатый редуктор высокого давления РВД-200/2-45 с установленным электромагнитным клапаном высокого давления

рейки ТНВД, положения рычага управления ТНВД и механизм управления рейкой ТНВД установлены на доработанном топливном насосе в районе снятого механического регулятора путем изготовления новых деталей и новой крышки. Примененный исполнительный механизм управления рейкой позволяет с высокой точностью регулировать запальную дозу дизельного топлива.

Датчик температуры охлаждающей жидкости установлен в рубашке охлаждения двигателя рядом со штатным датчиком температуры.

Датчики положения рейки ТНВД, положения рычага управления ТНВД, температуры охлаждающей жидкости, давления и температуры газа после редуктора выпускаются серийно промышленными предприятиями РФ.

Дроссельный патрубок ПДУ-90, разработанный ООО «НТЦ «Авангард», будет устанавливаться во впускной тракт двигателя между коллектором и воздушным фильтром при варианном исполнении системы.

Переключатель режима работы, лампы режима работы и диагностическая лампа располагаются на приборной панели трактора.

Испытания электронной системы управления ДВС, работающего в газодизельном режиме, проводились на тракторе РТМ-160 в Саратовской области в пос. «Водник», в с. Топовка Лысогорского района и на полях НИИСХ (г. Саратов) по разработанной СГАУ методике в соответствии с требованиями ГОСТ 7057–2001 «Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний».

Трактор РТМ-160 был снабжен комплектом дополнительного оборудования, обеспечивающего возможность проверки его функций в соответствии с программой испытаний. Перед проведением испытаний трактор прошел техническое освидетельствование и ТО2.

На тракторе были установлены 8 металлопластиковых баллонов объемом по 80 л каждый.

В процессе экспериментальных испытаний определялись основные эксплуатационные характеристики трактора:

- сила тяги на крюке;
- рабочая скорость;
- расход дизельного топлива;
- расход природного газа.



**Рис. 8.** Дозатор газа 4.003

Для измерения расхода дизтоплива применялась мерная емкость. Расход газа определялся путем измерения перепада давления на бал-

лоне до и после проведения эксперимента.

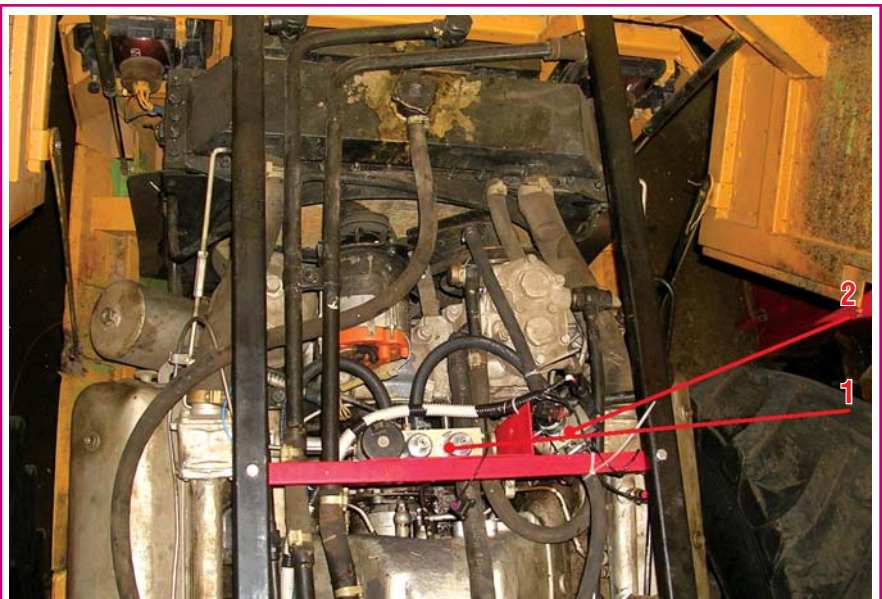
Испытания проводились на характерном участке поля, длина загона определялась из условия получения достоверных результатов. Время на повороты не превышало 5% от общего времени движения.

Дополнительно были проведены испытания при выполнении трактором транспортных работ. Для проведения испытаний в транспортном режиме была использована емкость для приготовления органических удобрений. Поскольку испытания проводились в зимний период, то были произведены замеры снежного покрова, глубина которого колебалась от 32 до 40 см.

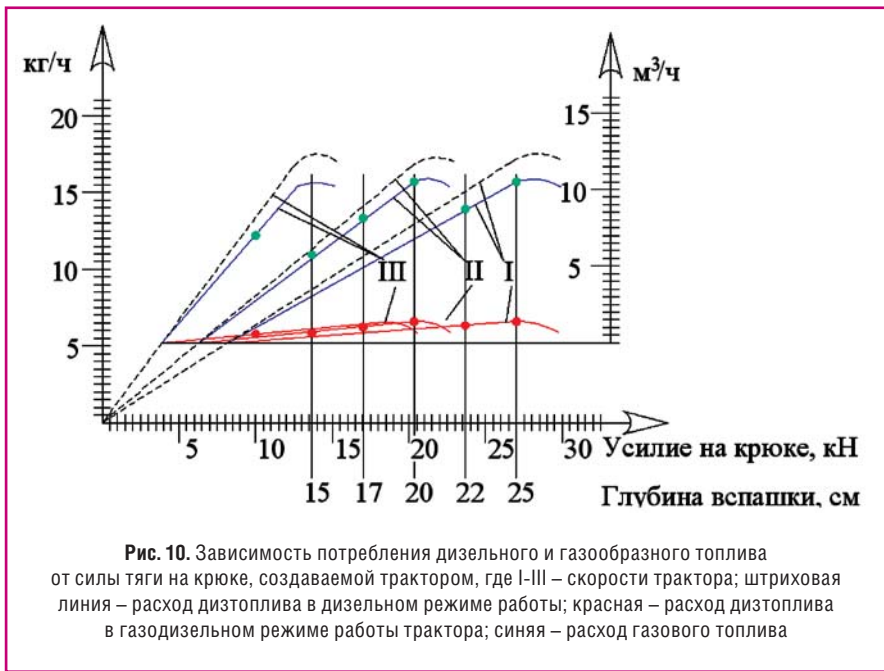
По результатам испытаний была составлена графическая зависимость потребления дизельного и газообразного топлива от силы тяги на крюке трактора (рис. 10).

Из графика (рис. 10) видно, что суммарное значение расхода газообразного и дизельного топлива при работе в газодизельном режиме меньше, чем дизельного топлива при выполнении основных видов полевых работ.

При проведении экспериментальных работ установлено, что при увеличении сопротивления плуга зафиксировано уменьшение расхода дизтоплива.



**Рис. 9.** Газотопливная аппаратура в подкапотном пространстве трактора: 1 – газовый редуктор; 2 – газовый дозатор



Были также проведены работы по определению вредных выбросов в отработавших газах при работе двигателя в дизельном и газодизельном режимах и на различных нагрузках на двигатель. Измерение производилось газоанализатором ДАГ-16.

Из сравнения полученных результатов было установлено уменьшение вредных выбросов при работе двигателя в газодизельном режиме в среднем: CO – на 21%, NO – на 8,75%, NO<sub>2</sub> – на 14%, CO<sub>2</sub> – на 0,23%, NO<sub>x</sub> – на 10,6%.

Таким образом, полученные данные позволяют сделать вывод, что при работе двигателя в газодизельном режиме с ЭСУГД-160 экологические показатели двигателя улучшаются.

Суммарное время эксплуатации трактора – 2,5 года (с июня 2006 г. по ноябрь 2008 г.). За этот период трактор проработал в газодизельном режиме 810 ч. При этом было зарегистрировано всего два отказа в работе системы. Один отказ – снижение мощности двигателя при давлении в баллоне меньше 10 МПа по причине засорения фильтра редуктора. Второй – отказ повторного запуска двигателя после длительной работы трактора в летнее время. После охлаждения трактор заводился. Причина – брак в микросхеме по линии запуска двигателя.

Работы по дальнейшей отладке системы, включая испытание на моторном стенде, предполагается провести в текущем году. После проведения указанных работ планируется промышленный выпуск тракторов РТМ-160, работающих на газомоторном топливе.

# АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО

Международный профессиональный журнал

- Эксклюзивная аналитика и обзоры рынков биоэтанола, биодизеля, биогаза, пеллет и брекетов, 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. Матусова, 4, оф. 505, м. Киев, 02156, Украина  
 info@fuelalternative.com.ua; www.fuelalternative.com.ua



## В Москве открылся новый автокомбинат ГУП «Мосавтохолод»

**14** февраля 2009 г. состоялось открытие нового автокомбината ГУП «Мосавтохолод», занимающегося испытанием автомобилей, работающих на альтернативных видах моторного топлива, и электромобилей.

Строительство объекта проводилось по поручению мэра Москвы Ю.М. Лужкова под непосредственным контролем руководителя комплекса городского хозяйства Москвы



П.П. Бирюкова. Новый автокомбинат – это высокотехнологичное предприятие, первое не только в Москве, но и в России, обслуживающее социальную сферу и городское хозяйство транспортом, работающим на альтернативных экологически чистых источниках энергии и топлива, что соответствует экологическому классу «Евро-4» и выше.

На открытии автокомбината мэр Москвы Ю.М. Лужков заявил, что эксплуатация автомобилей на альтернативных видах моторного топлива обойдется на 20-30% дешевле, чем на бензине. Такой автотранспорт будет обслуживать школы, детские сады, больницы и предприятия пищевой промышленности.

На открывшемся комбинате имеется полный комплекс современного

оборудования, необходимого для диагностики, технического обслуживания и ремонта всех видов подвижного состава. Важно, что на автопредприятии имеется возможность обеспечить не только практическое использование экологически чистых автомобилей, но и проводить в реальных условиях эксплуатационные испытания, дорабатывать образцы новой техники, выдавать рекомендации по ее применению в городе. Нельзя не отметить также, что в условиях происходящего кризиса создается около 400 новых рабочих мест.



## Россия занимает передовые позиции в мире по созданию воздушных судов на альтернативных видах топлива

**Р**оссия занимает передовые позиции в мире по созданию гражданских самолетов и вертолетов, работающих на альтернативных видах топлива, заявил заместитель директора ЦАГИ Игорь Ковалев.

«В России проведен значительный объем научных исследований, опытно-конструкторских работ и, самое важное, выполнены экспериментальные полеты гражданской авиационной техники, использующей сжиженные попутные нефтяные газы (авиационное сконденсированное топливо – АСКТ), а также сжиженный природный газ (СПГ) и жидкий водород. Эти виды топлива дешевле традиционного авиационного керосина и более экологичны», – отметил Ковалев.

По его словам, у компании «Туполев», Самарского научно-техничес-

кого комплекса им. Н.Д. Кузнецова, ЦАГИ и ЦИАМ «имеется уникальный научно-технический задел по использованию СПГ и жидкого водорода в качестве авиационного топлива».

Так, фирмой «Туполев» был создан первый в мире экспериментальный самолет Ту-155 с двигателем НК-88, использующим эти криогенные топлива. Выполнено более 60 полетов, в том числе в Европу. Новейшие модификации самолетов Ту спроектированы с учетом использования альтернативных видов топлива.

Наиболее близки к реализации проекты вертолетов и самолетов, которые применяют в качестве топлива сжиженные попутные газы, получаемые при добыче нефти (пропан и бутан). «Переоборудование авиационной техники на АСКТ требует минимальных

затрат – лишь переделки топливных баков и системы подачи топлива в двигатели», – заявил Ковалев.

Специалистами МВЗ «Миля» с участием ЦАГИ и ЦИАМ был переоборудован под использование АСКТ вертолет Ми-8Т, на котором выполнен также большой объем экспериментальных полетов.

К настоящему времени отлажена технология и создана компактная установка сжижения попутных нефтяных газов.

По словам Ковалева, было бы разумным внести проблему использования в авиации альтернативных видов топлива в действующую ФЦП «Развитие гражданской авиационной техники России на 2002-2010 гг. и на период до 2015 г.».

«Целесообразно переоборудовать на АСКТ различные типы вертолетов и самолетов и широко использовать их в районах нефтедобычи, ликвидируя, таким образом, потери попутных нефтяных газов, сжигаемых в настоящее время в факалах», – отметил замдиректора ЦАГИ.

## Псковская гордума отменила решение о повышении налога на вмененный доход для АГЗС

**П**сковская городская Дума отменила собственное решение от 24 ноября 2008 г. об изменении ставки единого налога на вмененный доход для АГЗС. Дума поддержала это решение 30 января 2009 г. на 34-й сессии. Решение о повышении ставки утратило силу с 1 января 2009 г.

Председатель комитета экономического развития администрации Пскова Вячеслав Толстых сообщил, что 22 июля 2008 г. был принят федеральный закон, вносящий изменение в Налоговый кодекс РФ. Согласно поправке, реализация газа исключена из перечня видов розничной тор-

говли, с которых взимается этот вид налога.

Председатель комитета по бюджету, налогам и финансовому контролю Думы Светлана Андреева добавила, что принятие решения необходимо для приведения муниципальной нормативной базы в соответствие с федеральным законом.

В то же время корректирующий коэффициент, установленный думой для розничной торговли другими видами товаров, остается неизменным.

<http://businesspskov.ru/articles/vlastzakonodatelnoe/46123.html>

## Нижегородское УФАС возбудило дело в отношении продавцов СУГ по признакам ценового сговора

**Н**ижегородское управление Федеральной антимонопольной службы возбудило дело в отношении продавцов сжиженного газа ООО «Ока-Пропан-У» и ООО «Ока-Пропан-С» по признакам ценового сговора.

В Нижегородское управление ФАС поступили заявления предпринимателей, в которых указывалось, что в действиях ООО «Ока-Пропан-У» и ООО «Ока-Пропан-С» имеются признаки согласованности. По результатам про-

верки НУ ФАС было возбуждено дело в отношении данных организаций по признакам нарушения части 1 ст. 11 Федерального закона «О защите конкуренции». Данные ООО подозреваются в осуществлении согласованных действий совместно с ЗАО «Реал-Инвест» и ООО «Росгаз», направленных на синхронное повышение и дальнейшее поддержание цен на рынке розничной реализации сжиженного углеводородного газа через автогазозаправочные станции Нижнего Новгорода.

<http://www.niann.ru/?id=345042&template=yandex>

## Нижегородская область рассматривает возможность создания 33 АГНКС в регионе

**В** настоящее время в Нижегородской области действуют три АГНКС, из них две – в Нижнем Новгороде, одна – в Дзержинске.

Решение по увеличению числа АГНКС до 33 ед. было принято 19 февраля 2009 г. на совещании по разработке программы развития газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе в регионе. По итогам совещания заместитель губернатора Нижегородской области по ЖКХ и охране окружающей среды А.Крючков поручил департаменту транспорта и связи подготовить

предложения о земельных участках для строительства этих АГНКС, производящих заправку автотранспорта компримированным природным газом (КПГ), и рассмотреть возможность переоборудования существующего автобусного парка на КПГ.

По данным пресс-службы губернатора, в правительстве Нижегородской области формируется рабочая группа по разработке программы по развитию в регионе газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе. Основная задача рабочей группы – подготовка

соответствующих предложений для включения в целевую комплексную программу ОАО «Газпром» «Развитие газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе, на 2007-2015 гг.».

По словам А.Крюčkова, необходимо изучить экономическую целесообразность перевода на газомоторное топливо около 3 тыс. ед. техники: пассажирских автобусов, коммунальной, дорожно-строительной, сельскохозяйственной техники. Как заявляет пресс-служба губернатора Нижегородской области, согласно изменениям в законе Нижегородской области «О транспортном налоге» для организаций и индивидуальных предпринимателей в части автомобилей, оборудованных для использования газомоторного топлива, ставка налога снижается на 50%.

В совещании по разработке программы развития в регионе газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе, приняли участие начальник Управле-

ния ОАО «Газпром» Евгений Пронин, генеральный директор ООО «Газтехлизинг» (Москва) Дмитрий Ерошок, представители ООО «Газпромтрансгаз Нижний Новгород», директор депар-

тамента транспорта и связи Нижегородской области Александр Зубарев, генеральный директор ГП НО «Нижегородпассажиравтотранс» Эдуард Степанов и др.

<http://www.ifregion.ru/article/6ac3000d-508f-102c-b51b-0048546bfb0>

## Группа компаний «ГАЗ» выпустила новую модификацию автобуса ЛИАЗ-6213 на газомоторном топливе

**В** феврале 2009 г. Ликийский автобусный завод запустил в производство модификацию низкопольного автобуса ЛИАЗ-6213 особо большого класса на газовом топливе.

Газовый ЛИАЗ-6213 предназначен для городских перевозок в крупных городах с интенсивным пассажиропотоком, комплектуется газовым

двигателем Cummins и автоматической коробкой передач Allison T 325R. Пассажировместимость автобуса составляет 160 чел.

Во II кв. 2009 г. группа компаний «ГАЗ» передаст автобус в опытную эксплуатацию ГУП «Мосгортранс», по итогам которой будет принято решение о закупке техники в рамках трехгодичной программы «Обнов-

ление общественного транспорта Москвы».

Сегодня группа «ГАЗ» завершила формирование полной линейки автобусов марки ЛИАЗ большого и особо большого класса, в том числе и с низким уровнем пола, работающих на газомоторном топливе: ЛИАЗ-5256, ЛИАЗ-5293, ЛИАЗ-5292, ЛИАЗ-6212, ЛИАЗ-6213. Данные модификации соответствуют экологическим нормам «Евро-4».

Ликийский автобусный завод группы «ГАЗ» является единственным отечественным предприятием, серийно выпускающим автобусы на газовом топливе с 2005 г. За этот период предприятие серийно выпустило около 300 автомобилей такого класса.

*Информагентство АК&М – «Online news»*

## На Ставрополье продолжает развиваться сеть газозаправочных станций

**С**тавропольский край придает особое значение использованию КПП в качестве моторного топлива. Об этом заявил 26 февраля 2009 г. на совещании, посвященном выработке решений по надежному газоснабжению потребителей регионов Южного федерального округа, губернатор Ставропольского края Валерий Гаевский. Как сообщили в пресс-службе главы региона, объем реализации природного газа на эти цели в 2008 г. превысил 33 млн. м<sup>3</sup>.

«Я полагаю, наработанный нами в этой части опыт может быть полезен для других регионов. Мы сегодня этим опытом в целом удовлетворены,

готовы совместно с ОАО «Газпром» развивать и далее газозаправочную сеть и наращивать парк соответствующей техники», – сообщил в своем выступлении Валерий Гаевский.

В настоящее время Министерство промышленности Ставропольского края совместно с «Кавказавтогазом» разрабатывает программу «Использование в Ставропольском крае сжатого природного газа в качестве моторного топлива на 2010-2012 гг.».

«Благодаря общей заинтересованности краевой власти и руководства отраслевых газовых предприятий многие вопросы удастся решать», – отметил Валерий Гаевский. – В послед-

ние годы заявки потребителей края на природный газ удовлетворяются почти на 100%. А в прошедшем году нам удалось достичь понимания и в таком непростом вопросе, как выделение дополнительных лимитов природного газа для новых потребителей. По мнению ряда экспертов, полноценно удовлетворяя запросы на подключение к газу от промышленных потребителей и бизнеса, мы можем иметь до 10% роста ВВП страны».

Если технологическая система ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» и ОАО «Ставрополькрайгаз» позволяет подавать природный газ, то отказов в подключении новых потребителей со стороны «Ставропольрегионгаза» нет. Только в прошлом году было выдано более 2000 разрешений на использование газа в виде топлива. Таким образом, ранее стоявшая достаточно остро проблема сейчас практически преодолена.

<http://www.regnum.ru/news/1129959.html>

# Эффективность использования энергоресурсов России на примере Южного федерального округа

**Г.М. Пожарнов,**

советник главы администрации Кавказских Минеральных Вод  
по промышленной экологии, профессор, д.э.н., к.т.н.

Юг России последние десятилетия переживает бум перевода автотранспорта на газовые виды топлива. Накоплен значительный опыт эксплуатации газобаллонной техники, который в масштабе страны может стать тем звеном цепи, которое позволит выйти из экономического кризиса с минимальными потерями и в кратчайшие сроки. Одновременно Россия сможет решить свои экономические, энергетические и экологические проблемы.

**В**о всем мире проблемы энергообеспечения актуальны как никогда. Потребность в энергоносителях вне зависимости от кризисов будет только нарастать, а их дефицит негативно воздействует на мировую экономику и уровень жизни населения. Последние десятки лет проблемой поиска альтернативных энергоносителей серьезно занимаются ведущие страны мира. Перспективными считаются следующие виды: водород, возобновляемые источники энергии, электроэнергия от аккумуляторов, биотопливо, биогаз и др. К настоящему времени до практического применения ни одна из этих разработок пока не доведена.

Для России перспективным альтернативным энергоносителем в настоящее время следует считать природный газ, треть мировых запасов которого принадлежит нашей стране. Для нас природный газ на ближайшие десятилетия – стратегический энергоноситель, который одновременно является самым чистым в экологическом отношении моторным топливом. В первую очередь его нужно использовать на всех видах транспорта – автомобильном, авиационном, железнодорожном, морском, что проверено в СССР на практике в 90-х гг. прошлого века.

Природный газ может быть использован как в сжиженном виде (СПГ), так и в компримированном (КПГ). В России на автотранспорте используется, в основном, КПГ. Это решение, как наиболее простое, было принято из-за надежности топливообеспечения регионов по действующим сетям магистральных газопроводов и отсутствия криогенной техники.

Бензиновый или дизельный автомобиль, оснащенный дополнительной системой питания, переходит в разряд газобаллонного автомобиля (ГБА) и является двухтопливным.

Заправка ГБА проводится на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС) при рабочем давлении КПГ в 20 МПа. Такой ГБА по экономическим и экологическим параметрам, ресурсу двигателя имеет явные преимущества, что за последние двадцать лет предопределило на Юге России перевод на КПГ и сжиженный углеводородный газ (СУГ) до трети активно действующего автопарка. Автомобиль «Газель», работающий на КПГ в режиме маршрутного такси, окупается за 1-1,2 года. В таких условиях бензиновый или дизельный автомобиль становится неконкурентоспособным. Например, только по регионам Кавказских Минеральных Вод перевод автотранспорта на газовые виды топлива ежегодно дает эф-

фект в 6-8 млрд. руб., не говоря уже о сохранении экологии окружающей среды. Можно добавить, что в период кризиса экономичность газового автомобиля предопределяет надежность его реализации на рынке.

На АГНКС-250 г. Владикавказ число заправок ГБА в сутки доведено до 1200, что больше расчетного в пять раз. В этих условиях стимула для перевода нового автотранспорта на КПГ нет. Это определило необходимость перевода на другой вид газового топлива – СУГ. АГЗС для заправки этим топливом широко распространены в Южном федеральном округе.

В качестве недостатка ГБА отмечается снижение расстояния пробега на одной заправке. Чтобы пробег у газобаллонного и бензинового автомобилей был приблизительно одинаковым, следует увеличить массу газа, закачиваемого в баллоны ГБА. Выполнить это рационально путем роста давления нагнетания газа с условием, что этот рост не вызовет необходимости модернизации оборудования комплекса «ГБА – АГНКС». Анализ показал, что целесообразно поднять давление КПГ с 20 до 25 МПа.

Такой проект нами разработан и реализован на практике, не потребовав при этом ни реконструкции оборудования, ни инвестиций. Сущность проекта заключается в том, что в аккумуляторах серийной АГНКС уже постоянно поддерживается давление КПГ в 25 МПа, но у серийного ГБА узким местом оказались баллоны. За 25 последних лет отработаны новые технологии и освоены металлокомпозитные баллоны на 25 МПа, которые могут быть рекомендованы на легковые ГБА.

На грузовые ГБА следует рекомендовать баллоны из улучшенной легированной стали марок 20Х2Н4А, 20Х2Н4ФА, которые освоены в последние годы на отечественных за-

водах. Прочностной расчет показал, что такие баллоны могут работать на давлении 25 МПа, не снижая запаса прочности по временному сопротивлению материала баллона менее 2,6, что соответствует требованиям ДНАОП 0.00-1.07-94 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» и ТУ 4591-007-29416612-96. Такая замена обеспечивает минимальную стоимость переоснащения ГБА.

Газопроводы, запорная аппаратура, подкапотное оборудование ГБА на КПП работают нормально на повышенном давлении. Наблюдение за эксплуатацией таких ГБА в течение двух лет показало их безотказную работу, причем их пробег на одной заправке вырос пропорционально давлению, то есть на 25%, что исключило необходимость дозаправки в течение рабочей смены. Таким образом, предлагаемая модернизация снимает основной недостаток и открывает путь новому поколению ГБА [1]. Расчет показывает, что при росте цен на все виды энергоносителей переход на КПП позволяет снизить транспортные расходы в 2,5-3 раза.

Необходимо добавить, что бензиновый двигатель, переведенный на природный газ, не выявляет всех преимуществ этого моторного топлива. Так, обладая октановым числом не менее 106, двигатель, рассчитанный на работу на природном газе, должен иметь более высокую степень сжатия и, следовательно, такой двигатель будет иметь улучшенные технические характеристики по мощности, КПД, расходу топлива, ресурсу. Перспективным следует считать также новый тип двигателя – «газодизель» с зажиганием газовой смеси не от запальной дозы.

Массовый переход автотранспорта на природный газ позволит, кроме всего прочего, кардинально улучшить экологию в городах страны, так как выбросы вредных веществ с отработавшими газами от ДВС снижаются в 2-3 раза.

Проблемы экологии и здоровья человека тесно связаны. В недавнем исследовании по трем странам ЕС,

подготовленном Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), была произведена оценка воздействия на здоровье человека загрязнителей, выбрасываемых транспортными средствами, и соответствующих издержек, связанных с их компенсациями [2].

Собранная медицинская статистика при действующих нормах «Евро-2» и «Евро-3» выявила устрашающие результаты. Например, причина 55% случаев смертности во Франции обусловлена долгосрочным воздействием загрязнений, производимых автотранспортом. При этом компенсация издержек, связанных с указанными выбросами, составляет основную долю общих национальных затрат страны на медицину. Например, резко возрастает число заболеваний сердечно-сосудистой системы, органов дыхания и др.

В России, где выбросы автомобилей до сих пор значительно выше, а качество топлива по-прежнему низкое, основную часть загрязнений в городе производит автотранспорт (в Москве 72-87%), следовательно, уровень перечисленных заболеваний и смертность, как следствие, будут, несомненно, выше европейских.

В заключение следует отметить, что для России наступила пора, когда требуется просчитать запасы своих энергоносителей, темпы их отбора, рациональность использования на внутреннем рынке и реализации на экспорт. Не вызывает сомнений, что транспорт должен быть переведен на природный газ в первую очередь. Помимо экономии и экологии, это связано с энергетической безопасностью страны, уровнем ее обороноспособности. К примеру, Германия, не имея ни одного кубометра своего газа, начинает перевод серийных автомобилей на газ, а число АГНКС, введенных за последние годы, приближается к 1000 ед. В России их число в настоящее время едва превышает 200 ед.

Преимущества использования природного газа в качестве моторного топлива можно обобщить:

■ природный газ, которым Россия обладает в значительных объемах, на сегодняшний день является самым

экологически чистым альтернативным моторным топливом, это надежный энергоноситель на долгосрочную перспективу;

■ реализация разработанных предложений позволит получить максимальный экономический эффект, ежегодно высвобождая сотни тысяч тонн жидких моторных топлив на миллиарды рублей, на четверть увеличить протяженность федеральных трасс, обеспеченных КПП, так как нарастает шаг между АГНКС, расширить область применения ГБА;

■ перевод автотранспорта на природный газ позволит разработать новый, более эффективный тип ДВС с улучшенными техническими параметрами;

■ освоение чисто газового двигателя позволит оснастить им все виды транспорта (автомобильный, морской, железнодорожный, авиационный) с большим экономическим эффектом;

■ предлагаемая стратегия позволит сменить акценты в пользовании энергоресурсами страны, монополизировать топливный рынок, снять высокие цены, высвободив значительную часть дорогих жидких моторных топлив, переадресуя их на экспорт;

■ эта же стратегия повысит энергетическую и оборонную безопасность страны;

■ собранная медицинская статистика впервые подтверждает устрашающие результаты воздействия выбросов автотранспорта на здоровье человека.

Таким образом, у России есть альтернативный выход из тяжелого экономического и экологического положения – переход на природный газ, а это связано с необходимостью решения как технических, так и политических задач.

## Литература

1. **Пожарнов Г.М., Струин Г.В., Гнедковский А.Н.** Новая стадия перевода автотранспорта на компримированный природный газ (КПП). – Научный вестник АИТОНК. – 2008, № 1. – С. 245-252.
2. «Health Costs due to Road Traffic – related Air Pollution». – OMS/Swiss ETEC/Austrian MOE, 2000.

## Малотоннажное производство сжиженного природного газа в ОАО «Газпром» – спектр возможностей и перспектив

**Е.Н. Пронин,**

заместитель начальника Управления по газификации и использованию газа ОАО «Газпром»,

**С.Е. Поденок,** главный технолог Управления по газификации и использованию газа ОАО «Газпром»

Начиная с 1993 г., предприятия и организации ОАО «Газпром» вели целенаправленные работы в области освоения технологий малотоннажного (до 10 т/ч) получения сжиженного природного газа (СПГ) и его использования в качестве моторного топлива на транспорте, газоснабжения объектов местной промышленности, коммунально-бытового хозяйства и населения.

**П**ионером освоения этих технологий явилось ООО «Лентрансгаз» (ныне «Газпром трансгаз Санкт-Петербург»), начавшее с 1998 г. коммерческие поставки СПГ потребителям Ленинградской области.

Аналогичные работы велись и в ООО «Уралтрансгаз» (ныне «Газпром трансгаз Екатеринбург»), где первые товарные объемы СПГ были реализованы в 2001 г.

Сегодня в системе «Газпрома» работают четыре объекта получения СПГ: автомобильная газонаполнительная компрессорная станция (АГНКС) № 8 (г. Санкт-Петербург), АГНКС «Первоуральск» (Свердловская обл.), газораспределительная станция (ГРС) «Никольское» и ГРС «Выборг» (Ленинградская обл.).

Суммарная максимальная производительность этих объектов оценивается в 14 тыс. т СПГ в год, что эквивалентно примерно 19 млн. м<sup>3</sup> газа. Фактическая реализация определяется возможностями потребителей. 90% этого СПГ поставляется коммерческим потребителям на расстоянии от 40 до 160 км автомобилями-метановозами.

ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» имеет практический опыт использования СПГ также при про-

ведении планово-профилактических работ на ГРС без отключения потребителей. Газификация регионов России – одна из главнейших задач, стоящих перед ОАО «Газпром», которая имеет государственную поддержку как социальный проект национального значения. В 2002-2009 гг. по Программе газификации регионов России ОАО «Газпром» выделило инвестиций в размере 98,7 млрд. руб. В настоящее время в программе участвуют 68 регионов.

До недавнего времени газификация населенных пунктов и объектов ЖКХ природным газом осуществлялась исключительно трубопроводным способом. Однако в силу сезонных неравномерностей потребления газа среднегодовой уровень загрузки газопроводов-отводов в России не превышает 25%. В условиях неготовности потребителей к приему газа этот показатель зачастую бывает значительно ниже. Следовательно, сроки окупаемости вложений превышают сроки технологической жизни оборудования.

Экономическая эффективность внедрения систем газификации с использованием сжиженного углеводородного газа (СУГ) или, как его называют, «пропана» выше. Технологическая инфраструктура этого способа газоснабжения требует существенно меньших затрат. Она более гибка и адаптирована к нуждам потребителей, чем у сетевого природного газа. Однако следует помнить, что этому виду энергоносителя присуща относительная ограниченность его ресурса и более



высокая по сравнению с природным газом цена. Кроме того, пока СУГ не имеет большого резерва для целей газификации.

В целях решения главной социальной задачи – провести газ в дома и квартиры – необходимо соединить присущие природному газу преимущества (существенные резервы, относительная дешевизна, наличие развитой транспортной инфраструктуры, более высокие экологические характеристики) с преимуществами системы распределения СУГ (географическую адаптивность к нуждам потребителей).

Таким логическим и естественным компромиссом может стать сжиженный природный газ. Использование технологий малотоннажного СПГ открывает большие возможности для расширения программы газификации регионов Российской Федерации за счет автономного газоснабжения потребителей, для которых строительство газопроводов нецелесообразно по экономическим причинам.

Актуальность использования альтернативного газоснабжения повышается при газификации малонаселенных территорий, с малой плотностью населения и большими расстояниями между компактными местами проживания людей. Восточная Сибирь, Дальний Восток – типичные примеры таких регионов.

Потенциал производства СПГ только на ГРС с учетом фактической загрузки газопроводов-отводов, по оценке ОАО «Газпром промгаз», со-

ставляет минимум 10-12 млн. т в год (15-16 млрд. м<sup>3</sup>). Перспективными объектами малотоннажного производства СПГ являются компрессорные станции на магистральных газопроводах, подземные хранилища газа, АГНКС, ГРС, малодебитные месторождения.

Производство и поставка СПГ на внутренний рынок отличаются от крупнотоннажного экспортно-ориентированного производства по капиталоемкости и срокам реализации проектов, условиям реализации на рынке, применяемым технологиям, правовым условиям, характеристикам товарной продукции, расстояниям транспортировки и др.

Рыночные особенности малотоннажного производства сжиженного природного газа в сочетании с физическими и технологическими особенностями (более высокие давления: до 1,6 МПа; более высокие температуры:  $-137 \div 140$ °C, а не  $-161,5$ °C; пониженная «чувствительность» к содержанию углекислого газа в сырьевом газе; меньшие габариты оборудования и др.) коренным образом отличают его от «большого» СПГ и диктуют несколько иную логику и идеологию его использования.

«Малый» СПГ занимает вполне самостоятельную нишу на внутреннем рынке энергоносителей. Развивая его производство, ОАО «Газпром» выходит на рынок энергоносителей с новым самостоятельным конкурентоспособным по отношению к мазуту, дизтопливу и даже углю продуктом.

Применение технологий СПГ – это широкий спектр решения практических, социальных, производственных и коммерческих задач:

- повышение загрузки имеющихся и строящихся газопроводов-отводов;
- обеспечение равномерной годовой загрузки локальных систем газоснабжения потребителей с сезонными противофазными пиками потребления (например, котельные в отопительный сезон, речной транспорт в период навигации);
- пик-шейвинг – покрытие пикового потребления газа;
- резервирование объектов на объектах теплоэнергетики;
- возвращение малодебитных и низконапорных месторождений газа в коммерческую эксплуатацию за счет строительства комплексов по сжижению природного газа в интересах местных региональных потребителей;
- расширение использования сжиженного природного газа на автомобильном, железнодорожном, водном и воздушном транспорте, на сельскохозяйственной технике;
- практическая реализация международных и межрегиональных транспортных проектов типа «Голубой коридор» и «Голубое кольцо»;
- обеспечение бесперебойности газоснабжения потребителей при проведении ремонтно-восстановительных работ на объектах газоснабжения.

**ВНИМАНИЕ! ВНИМАНИЕ! ВНИМАНИЕ! ВНИМАНИЕ! ВНИМАНИЕ! ВНИМАНИЕ!**

### Уважаемые читатели!

Изменились сроки проведения 2-й Международной специализированной выставки **«АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА – 2009»!**

Сроки проведения этой выставки переносятся на **9-13 октября 2009 г.** Выставка будет проходить на территории ВВЦ в рамках крупнейшей в России и странах СНГ Российской Агропромышленной выставки «Золотая осень».

# Методика теплового расчета перевозчика сжиженного природного газа

**А.И. Цаплин,**

зав. кафедрой Пермского государственного технического университета (ПГТУ), профессор, д.т.н.,

**С.В. Бочкарев,** профессор ПГТУ, д.т.н.

Как известно, наиболее эффективным путем улучшения экологической обстановки является использование альтернативных топлив с высокими экологическими качествами. Здесь лидирующие позиции занимает природный газ, позволяющий сократить вредные выбросы в атмосферу при использовании его на автотранспортных средствах. Наиболее эффективно использование природного газа в сжиженном виде (СПГ) с отрицательной температурой по шкале Цельсия ( $-164^{\circ}\text{C}$ ). Для транспортировки СПГ необходим специальный транспорт (перевозчики СПГ), позволяющий доставлять его потребителям на дальние расстояния, так как из-за внешнего теплопритока в баках перевозчиков при бездренажном транспортировании растет давление [1].

**В** этой связи появляется необходимость создания методики теплового расчета для проектирования конструкции перевозчика с баками, позволяющей определять с учетом реальных условий теплообмена и теплофизических свойств материалов толщину слоя изоляции, температуру СПГ за время его транспортирования, а, следовательно, и давление в баках для исключения вынужденных выбросов газа в атмосферу.

Рассмотрим конструкцию модуля заправщика с касетным расположением баков (рис. 1). Баки диаметром  $D$  и длиной  $L$  размещаются в контейнере длиной, высотой и шириной соответственно  $L, H, S$ . Стенка модуля состоит из двух слоев: слоя контейнера и изоляции. При движении автомобиля модуль нагревается конвекцией, а также потоком энергии излучения солнца.

Реальный объект, представленный на рис. 1, может быть заменен расчетной схемой теплопередачи (рис. 2), в которой учтены внешние тепловые сопротивления на наружной поверхности контейнера ( $1/\alpha_{\text{н}}$ ), на внутренней поверхности бака со сжиженным газом ( $1/\alpha_{\text{в}}$ ), а также внутренние тепловые сопротивления стенки контейнера толщиной  $\delta_{\text{с}}$ , слоя изоляции ( $\delta_{\text{и}}$ ), слоя среды между изоляцией и баками с эффективной толщиной  $\delta_{\text{з}}$ , стенки бака с толщиной ( $\delta_{\text{б}}$ ). Таким образом, теплообмен в реальном объекте может быть сведен к схеме плоского слоя [2].

Рассмотрим условия теплообмена на наружной поверхности модуля. На этой поверхности могут быть три типа условий теплообмена.

1. Неподвижный модуль, установленный на автомобиле, может нагреваться потоком солнечной энергии, который характеризуется постоянной [3]:  $q = 1,35 \text{ кВт/м}^2$ . До 25% этой энергии поглощается атмосферой. Коэффициент поглощения поверхности модуля зависит, как видно из табл. 1, от вида краски, которой покрыт контейнер.

2. При движении автомобиля со скоростью  $v$  модуль обдувается потоком воздуха, и число Нуссельта, характеризующее безразмерный коэффициент теплоотдачи, определяется из критериального уравнения [4]:

$$\text{Nu} = 0,032 \text{ Re}^{0,8}, \quad (1)$$

где  $\text{Re} = vL/\nu$  – число Рейнольдса,  $v$  – скорость движения автомобиля,  $L$  – длина модуля,  $\nu$  – кинематическая вязкость

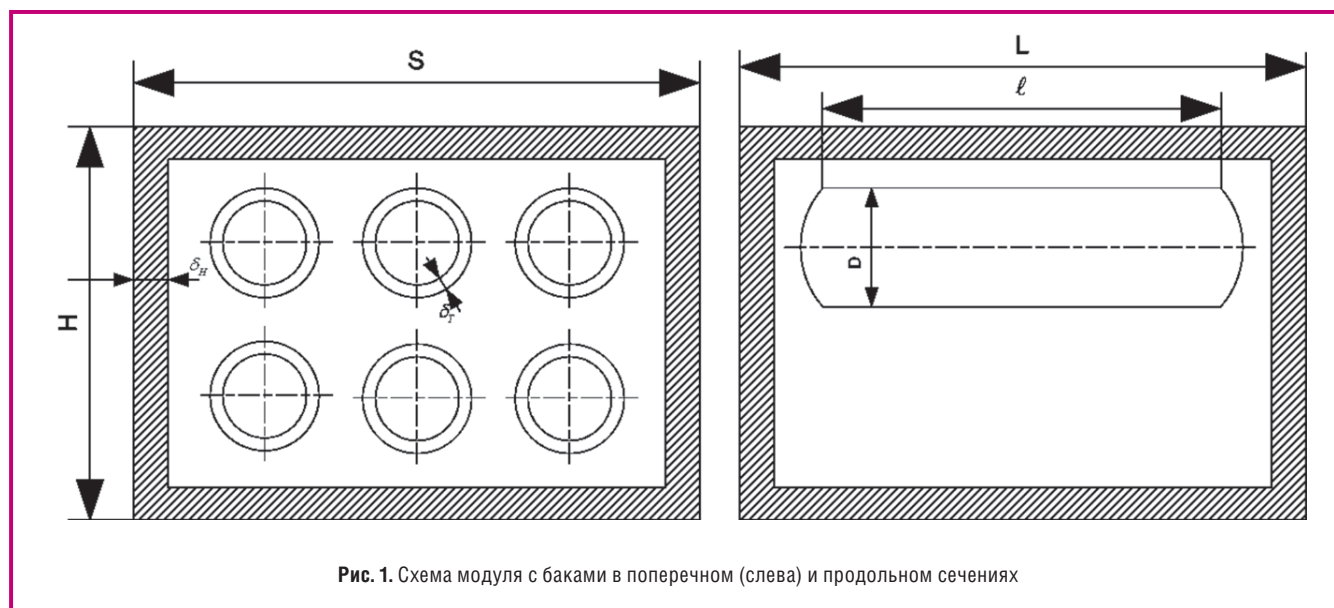


Рис. 1. Схема модуля с баками в поперечном (слева) и продольном сечениях



Таблица 1

**Коэффициенты поглощения краски**

Тип краски	Коэффициент поглощения
Диоксид титана белый	0,19
Алюминиевая	0,42
Белая акриловая	0,26
Белая неорганическая	0,13

воздуха;  $Nu = \alpha_H \delta / \lambda$  – число Нуссельта,  $\alpha_H$  – коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности модуля,  $\delta$  – толщина погранслоя воздуха на наружной поверхности модуля,  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности воздуха.

Входящая в число Нуссельта толщина погранслоя определяется из уравнения [4]:

$$\delta = 0,37 \frac{L}{2Re^{0,2}} \quad (2)$$

С учетом приведенных соотношений коэффициент теплоотдачи при вынужденной конвекции имеет вид:

$$\alpha_H = \frac{Nu \lambda}{\delta} \quad (3)$$

В частности, при  $L = 10$  м,  $\nu = 90$  км/ч,  $\nu = 15 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с,  $a = 21 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с,  $\lambda = 0,026$  Вт/(м · К) коэффициент теплоотдачи по формуле (3)  $\alpha_H = 7564$  Вт/(м<sup>2</sup> · К).

3. При стоянке автомобиля происходит теплоотдача со свободной конвекцией воздуха, число Нуссельта определяется из уравнения [4]:

$$Nu = 0,135 (Gr \cdot Pr)^{1/3}, \quad (4)$$

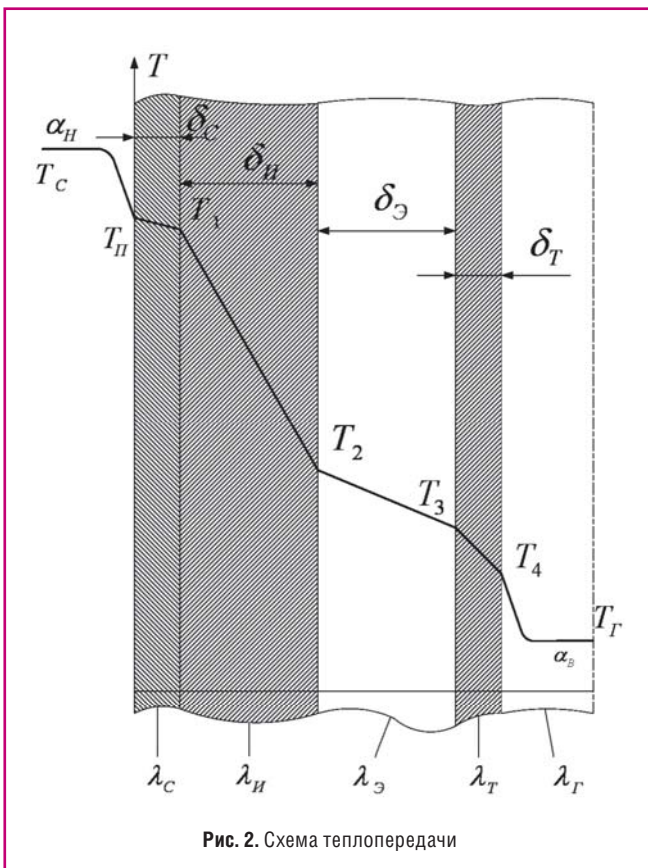


Рис. 2. Схема теплопередачи

где  $Gr = gH^3\beta\Delta T/\nu^2$  – число Грасгофа;  $Pr = \nu/a$  – число Прандтля;  $\Delta T$  – перепад температур окружающего воздуха ( $T_c$ ) и поверхности модуля ( $T_p$ );  $\beta = 1/T_c$  – коэффициент объемного расширения воздуха;  $g$  – ускорение свободного падения.

С учетом характерной скорости свободной конвекции  $\nu = \sqrt{g\beta H\Delta T}$  и формулы толщины погранслоя (2) запишем формулу коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции воздуха:

$$\alpha_H = \frac{Nu \lambda}{H} \quad (5)$$

В частности, при  $H = 1,8$  м;  $T_c = 300$  К;  $T_p = 290$ К;  $\nu = 15 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с;  $\lambda = 0,026$  Вт/(м · К), коэффициент теплоотдачи по формуле (5)  $\alpha_H = 3,5$  Вт/(м<sup>2</sup> · К).

В реальных условиях эти три типа теплообмена могут комбинироваться. Например, поток солнечной энергии может действовать на движущийся автомобиль, при этом коэффициент теплоотдачи излучением будет иметь вид:

$$\alpha_H = \frac{q}{T_c - T_p} \quad (6)$$

В частном случае ( $q = 165$  Вт/м<sup>2</sup>,  $T_c = 300$ К,  $T_p = 290$ К),  $\alpha_H = 16,5$  Вт/(м<sup>2</sup> · К).

Определим эффективную толщину зазора между баками в контейнере, который может быть заполнен воздухом или изоляционным материалом, эффективная толщина которого определяется по формуле [2]:

$$\delta_э = \frac{4S_1}{\Pi}$$

где  $S_1$  – площадь пространства модуля в плоскости поперечного сечения, не занятого баками;  $\Pi$  – периметр этого пространства.

В обозначениях рис. 1 для  $n$  баков:

$$S_1 = (S - 2\delta_{и})(H - 2\delta_{и}) - n\pi D^2 / 4;$$

$$\Pi = 2(S - 2\delta_{и}) + 2(H - 2\delta_{и}) + n\pi D;$$

эффективная толщина зазора:

$$\delta_э = \frac{4(S - 2\delta_{и})(H - 2\delta_{и}) - n\pi D^2}{2(S - 2\delta_{и}) + 2(H - 2\delta_{и}) + n\pi D}, \quad (7)$$

где  $\delta_{и}$  – толщина слоя изоляции;  $D$  – диаметр бака;  $n$  – число баков. Например, при  $S = 2,6$  м;  $H = 1,8$  м;  $\delta_{и} = 0,1$  м;  $D = 0,7$  м;  $n = 6$ ; эффективная толщина зазора по формуле (7)  $\delta_э = 0,29$  м.

Эффективная теплопроводность в воздушном зазоре между баками и стенкой контейнера учтена введением коэффициента конвекции, на который умножается теплопроводность воздуха, то есть [5]:

$$\lambda_э = \varepsilon \cdot \lambda, \quad (8)$$

где  $\varepsilon$  – коэффициент конвекции, определяемый из уравнения:

$$\varepsilon = 0,22 Ra^{0,25}, \quad (9)$$

где  $Ra = g\beta\Delta T_3\delta_э^3/(\nu \cdot a)$  – число Рэлея.

С учетом (9) эффективный коэффициент теплопроводности определится по формуле:

$$\lambda_3 = 0,22 \lambda \left( \frac{g \beta \Delta T_3 \delta_3^3}{\nu \cdot a} \right)^{0,25}, \quad (10)$$

где  $\Delta T_3 = T_2 - T_3$  – перепад температур в зазоре.

В частности, при  $T_2 = 141 \text{ K}$ ;  $T_3 = 122 \text{ K}$ ;  $\beta = 2/(T_2 + T_3) = 7,6 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ ;  $\nu = 8,25 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ;  $\lambda = 0,018 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{K})$ ;  $a = 11,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ;  $\delta_3 = 0,29 \text{ м}$ ;  $Ra = 0,37 \cdot 10^9$ ;  $\varepsilon = 30,5$ ; эффективный коэффициент теплопроводности по формуле (10)  $\lambda_3 = 0,55 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{K})$ .

4. В условиях стационарной теплопередачи, когда на наружной поверхности модуля задана плотность теплового потока, теплопередача прямо пропорциональна перепаду температур поверхности модуля ( $T_{II}$ ) и газа ( $T_{Г}$ ) и обратно пропорциональна полному тепловому сопротивлению [2]:

$$q = \frac{T_{II} - T_{Г}}{\frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{\delta_{II}}{\lambda_{II}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_T}{\lambda_T} + \frac{1}{\alpha_B}}. \quad (11)$$

Отсюда при заданной температуре  $T_{II}$  могут быть найдены следующие температуры:

- внутренней поверхности стенки контейнера

$$T_1 = T_{II} - q \frac{\delta_c}{\lambda_c};$$

- внутренней поверхности изоляции

$$T_2 = T_{II} - q \left( \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{\delta_{II}}{\lambda_{II}} \right);$$

- наружной поверхности бака

$$T_3 = T_{II} - q \left( \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{\delta_{II}}{\lambda_{II}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} \right);$$

- внутренней поверхности бака

$$T_4 = T_{II} - q \left( \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{\delta_{II}}{\lambda_{II}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_T}{\lambda_T} \right).$$

Таблица 2

**Исходные данные**

Наименование	Численное значение
Теплопроводность изоляции, $\lambda_{II}$ , Вт/(м · К)	0,05
Теплопроводность стенки контейнера, $\lambda_c$ , Вт/(м · К)	45
Теплопроводность воздуха эффективная, $\lambda_3$ , Вт/(м · К)	0,55
Теплопроводность материала бака, $\lambda_T$ , Вт/(м · К)	0,4
Плотность теплового потока, $q$ , Вт/м <sup>2</sup>	165
Температура наружной поверхности стенки контейнера, $T_{II}$ , К	290
Температура сжиженного газа, $T_{Г}$ , К	109
Толщина стенки контейнера, $\delta_c$ , м	0,003
Эффективная толщина воздушного зазора, $\delta_3$ , м	0,29
Толщина стенки бака, $\delta_T$ , м	0,002
Коэффициент теплоотдачи в сжиженном газе, $\alpha_B$ , Вт/(м <sup>2</sup> К)	6,1

**Исходные данные**

Наименование, материал	Численное значение
Плотность стенки контейнера, сталь, $\rho_c$ , кг/м <sup>3</sup>	7900
Плотность изоляции (аэрогель), $\rho_{II}$ , кг/м <sup>3</sup>	80
Плотность воздуха, $\rho_3$ , кг/м <sup>3</sup>	1,3
Плотность стенки бака (композит), $\rho_T$ , кг/м <sup>3</sup>	1200
Теплоемкость стенки контейнера, сталь, $C_c$ , кДж/(кг · К)	0,462
Теплоемкость изоляции (аэрогель), $C_{II}$ , кДж/(кг · К)	0,8
Теплоемкость воздуха, $C_3$ , кДж/(кг · К)	1,0
Теплоемкость стенки бака (композит), $C_T$ , кДж/(кг · К)	1,1

Толщина слоя изоляции определяется по формуле:

$$\delta_{II} = \frac{\lambda_{II}}{q} (T_{II} - T_{Г}) - \lambda_{II} \left( \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{\delta_T}{\lambda_T} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_B} \right). \quad (12)$$

Например, при исходных данных, представленных в табл. 2, толщина слоя изоляции  $\delta_{II} = 0,02 \text{ м}$ .

5. Расчет эффективных теплофизических свойств заправочного модуля.

В расчетах нагрева заправочного модуля будем пользоваться схемой плоского слоя с эффективными теплофизическими свойствами – теплопроводностью, теплоемкостью, плотностью и температуропроводностью.

Эффективная теплопроводность заправочного модуля определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{\delta_{\Sigma}}{\frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{\delta_T}{\lambda_T} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_{II}}{\lambda_{II}}}, \quad (13)$$

$$\text{где } \delta_{\Sigma} = \delta_T + \delta_3 + \delta_{II} + \delta_c. \quad (13a)$$

Аналогичные формулы запишем для эффективной плотности:

$$\rho_{\Sigma} = (\rho_T \delta_T + \rho_3 \delta_3 + \rho_{II} \delta_{II} + \rho_c \delta_c) / \delta_{\Sigma}; \quad (14)$$

эффективной теплоемкости:

$$C_{\Sigma} = (\rho_T \delta_T C_T + \rho_3 \delta_3 C_3 + \rho_{II} \delta_{II} C_{II} + \rho_c \delta_c C_c) / (\rho_T \delta_T + \rho_3 \delta_3 + \rho_{II} \delta_{II} + \rho_c \delta_c) \quad (15)$$

и эффективной температуропроводности:

$$\alpha_{\Sigma} = \frac{\lambda_{\Sigma}}{\rho_{\Sigma} C_{\Sigma}}. \quad (16)$$

При исходных данных, представленных в табл. 2, 3, эти эффективные параметры принимают следующие численные значения:

$\lambda_{\Sigma} = 0,34 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{K})$ ;  $C_{\Sigma} = 0,54 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ ;  $\rho_{\Sigma} = 89,14 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;  $\alpha_{\Sigma} = 7,0 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ .

6. Определение эффективной температуры заправочного модуля.

Таблица 4

## Исходные данные для расчета заправочного модуля

Наименование	Численное значение
Число баков, $n$ , шт.	6
Диаметр бака, $D$ , м	0,7
Высота контейнера, $H$ , м	1,8
Ширина контейнера, $S$ , м	2,6
Толщина слоя изоляции, $\delta_{и}$ , м	0,02
Толщина стенки контейнера, $\delta_{с}$ , м	0,003
Толщина стенки бака, $\delta_{т}$ , м	0,002
Теплопроводность стенки контейнера, $\lambda_{с}$ , Вт/(м·К)	45
Теплопроводность материала изоляции (аэрогель), $\lambda_{и}$ , Вт/(м·К)	0,03
Теплопроводность материала бака, $\lambda_{т}$ , Вт/(м·К)	0,4
Теплопроводность сжиженного газа, $\lambda_{г}$ , Вт/(м·К)	1,52
Теплоемкость стенки контейнера, $C_{с}$ , кДж/(кг·К)	0,462
Теплоемкость материала изоляции (аэрогель), $C_{и}$ , кДж/(кг·К)	0,8
Теплоемкость воздуха, $C_{з}$ , кДж/(кг·К)	1,0
Теплоемкость бака, $C_{т}$ , кДж/(кг·К)	1,1
Теплоемкость газа, $C_{г}$ , кДж/(кг·К)	2,1
Плотность стенки контейнера, $\rho_{с}$ , кг/м <sup>3</sup>	7900
Плотность изоляции (аэрогель), $\rho_{и}$ , кг/м <sup>3</sup>	80
Плотность воздуха, $\rho_{з}$ , кг/м <sup>3</sup>	1,3
Плотность материала бака, $\rho_{т}$ , кг/м <sup>3</sup>	1200
Плотность газа, $\rho_{г}$ , кг/м <sup>3</sup>	466
Скорость движения автомобиля, $v$ , км/ч	90
Начальная температура газа, $T_{г1}$ , К	109
Конечная температура газа, $T_{г2}$ , К	160

Инженерная методика расчета нагрева предполагает постоянную температуру по толщине многослойной стенки. В действительности эта температура неодинакова (рис. 3) – она изменяется от температуры на внутренней поверхности бака ( $T_{г}$ ) до температуры на наружной поверхности контейнера ( $T_{п}$ ). Эффективную однородную температуру плоского слоя определим по формуле:

$$T_{эфф} = T_{п} - \frac{T_{п} - T_{г}}{1 + \frac{\alpha_{н}}{\alpha_{в}} + \left( \frac{\delta_{с}}{\lambda_{с}} + \frac{\delta_{и}}{\lambda_{и}} + \frac{\delta_{э}}{\lambda_{э}} + \frac{\delta_{т}}{\lambda_{т}} \right) \cdot \alpha_{н}}. \quad (17)$$

## 7. Расчет времени прогрева стенки контейнера.

Расчет времени прогрева стенки, когда газ нагревается от температуры  $T_{г1}=109$  К до  $T_{г2}=160$  К, при этом эффективная температура (17) изменяется от  $T_{эфф1}$  до  $T_{эфф2}$ , проводится по методике С.С. Кутателадзе [5].

По числу Био

$$Bi = \frac{\alpha_{н} \delta_{с}}{\lambda_{с}}, \quad (18)$$

и безразмерной температуре

$$\bar{T} = \frac{T_{эфф2} - T_{с}}{T_{эфф1} - T_{с}}. \quad (19)$$

По графику [5] определяем число Фурье при  $\alpha_{н} = 3,5$  Вт/(м<sup>2</sup>·К), учитывающем теплоотдачу при нагреве контейнера солнечной энергией,

$$F_0 = a_{с} t / \delta_{с}^2, \quad (20)$$

из которого находим время нагрева

$$t = F_0 \delta_{с}^2 / a_{с}. \quad (21)$$

## 8. Пример расчета времени нагрева модуля.

Рассчитаем время, при котором газ в баках нагреется на температуру  $\Delta T$  по сравнению с первоначальной  $T_{г}$  при исходных данных, представленных в табл. 4.

Промежуточные результаты расчета для заправочного модуля: эффективная толщина зазора (7)  $\delta_{э} = 0,29$  м; толщина стенки (13а)  $\delta_{с} = 0,32$  м; теплопроводность (13)  $\lambda_{с} = 0,34$  Вт/(м·К); теплоемкость (15)  $C_{с} = 0,54$  кДж/(кг·К); плотность (14)  $\rho_{с} = 89,14$  кг/м<sup>3</sup>; температуропроводность (16)  $a_{с} = 7,0 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с; температура (17)  $T_{эфф1} = 252,6$  К;  $T_{эфф2} = 281,7$  К.

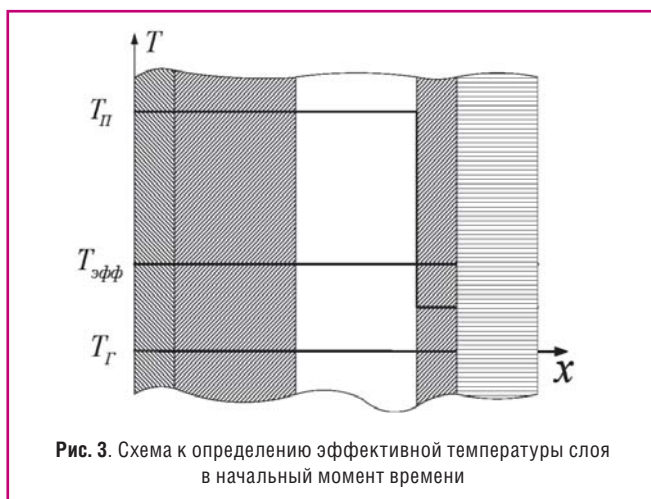


Рис. 3. Схема к определению эффективной температуры слоя в начальный момент времени

Расчет времени нагрева газа по формулам (18-21) дает:  $Bi = 3,2$ ;  $\bar{T} = 0,386$ ;  $F_0 = 0,8$ ;  $t = 11,3 \cdot 10^3$  с  $\approx 3,3$  ч.

Таким образом, в данном заправочном модуле с неподвижным автомобилем при нагреве потоком солнечной энергии газ нагреется на 51 К за 3,3 ч.

Разработанная методика может быть полезной для выбора рациональных конструктивных параметров и материалов заправочных модулей для транспортирования криогенных жидкостей.

## Литература

1. Цаплин А.И., Бочкарев С.В., Селезнев С.П. Разработка математической модели бездренажного хранения СПГ. – Транспорт на альтернативном топливе. – № 2 (2), 2008. – С. 30-33.
2. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергия 1975. – С. 488.
3. Физические величины: Справочник под ред. Григорьева И.С., Мейлихова Е.З. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – С. 1232.
4. Куличенко В.Р. Справочник по теплообменным расчетам. – Киев: Техника, 1990. – С. 164.
5. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление. Справочное пособие – М.: Энергоатомиздат, 1990. – С. 367.

## Новости из-за рубежа

### Пакистан:

#### Лидер метанизации автотранспорта

Комитет по регулированию в области нефти и газа Пакистана сообщил, что численность национального парка автомобилей, работающих на сжатом природном газе (КПГ), перешагнула отметку в 2 млн. единиц! Пакистан стал мировым лидером по численности метановых автомобилей, обогнав традиционных лидеров мирового рынка КПГ Аргентину и Бразилию.



До недавних пор в Пакистане на КПГ переводили только легковые автомобили. При этом отсутствовало национальное заводское производство газобаллонных моделей. За несколько лет в стране организован выпуск метановых легковушек, автобусов и моторикш. Теперь объем заводского производства ГБА превышает объем переоборудования. В Пакистане зарегистрированы 2273 АГНКС. Сформирован государственный перечень оборудования, допущенного к применению в стране. В него включены 9 наименований баллонов и 28 комплектов газовой аппаратуры для КПГ.

Министр охраны окружающей среды Хамедулла Африди заявил, что правительство твердо намерено перевести на метан 8 тыс. пассажирских автобусов. В целях стимулирования рынка КПГ руководство страны отменило ввозные пошлины на импортное газобаллонное оборудование и увеличило объем субсидий для предпринимателей, строящих АГНКС. А их только в ближайшее время будет построено еще 700 ед.

МЕТАИнфо

### США:

#### Чистое топливо для сборщиков мусора

В южном Сизтле (штат Вашингтон, США) начинается строительство новой АГНКС. Примечательно в этом проекте то, что газозаправочная станция будет заправлять природным газом муниципальные мусоросборочные машины. Новая АГНКС также будет открыта для прочих клиентов. Мэрия Сизтла в борьбе за чистый воздух приняла решение в течение пяти лет перевести на КПГ все 180 специальных грузовиков, обеспечивающих сбор мусора из контейнеров потребителей. В компании подсчитали, что выбросы метановых автомобилей в шесть раз «экологичнее», чем выбросы дизельных, и по содержанию оксидов азота уже сегодня соответствуют перспективным экологическим требованиям 2010 г.

Первая партия из 106 автомобилей уже закуплена. Они должны быть введены в эксплуатацию 30.03.2009 г., когда вступит в действие новый контракт. Президент городского совета Сизтла Ричард Конлин подчеркнул, что переход на использование природного газа в качестве газомоторного топлива позволит снизить не только выбросы в атмосферу двуокиси углерода, но и себестоимость переработки твердых отходов. Компания «Waste Management» затратит 29 млн. долл. США на закупку мета-



новых автомобилей и 7,5 млн. – на строительство АГНКС.

МЕТАИнфо

### Швейцария:

#### Радиочастотная идентификация на АГНКС

Швейцарская холдинговая компания «Viridis Technologies AG» приобрела канадскую компанию «Viridis Technologies Inc.», выпускающую газораздаточные колонки для компримированного природного газа (КПГ), сжиженного углеводородного газа (СУГ) и водорода. Продукция этой компании поступает в несколько стран.

Компания разработала новую модификацию заправочной колонки с интегрированной системой радиочастотной идентификации (RFID – Radio Frequency Identification). Суть нововведения заключается в том, что на газобаллонный автомобиль устанавливается микрочип, на который записана соответствующая информация. Когда автомобиль прибывает



на АГНКС для заправки, специальный сканер считывает эту информацию, и компьютер сопоставляет ее с электронным паспортом. В случае, если автомобиль не внесен в базу данных (не авторизован), система отказывает ему в заправке. Паспорт газобаллонного автомобиля может содержать любую техническую или коммерческую информацию.

Внедрение радиочастотной идентификации позволяет существенно повысить безопасность эксплуатации как самого автомобиля, так и заправочной станции. Президент и исполнительный директор компании «Viridis Technologies AG» подчеркнул: «Эта сделка (приобретение новых активов) является подтверждением планов нашего бизнеса и демонстрацией

того, что даже в условиях осложнений на мировом рынке газомоторная отрасль имеет возможности для роста».

Акции компании «Viridis Technologies AG» котируются на Франкфуртской фондовой бирже под индексом «AFU».

МЕТАИнфо

**Венесуэла:**

**Обмен бензиновых автомобилей на метановые**

Президент Венесуэлы Уго Чавес заявил, что старые автомобили с высоким расходом бензина должны быть заменены новыми, использующими в качестве топлива КПГ. От такой замены выиграют владельцы автомобилей наиболее популярных классов, включая водителей такси. Президент У.Чавес подчеркнул, что замена бензиновой техники метановой становится еще более актуальной в свете экологических преимуществ природного газа и наличия существенных национальных ресурсов.



По оценкам специалистов, венесуэльские запасы природного газа на континентальной части составляют 150 трлн. м<sup>3</sup>, а на шельфе еще 30 трлн. м<sup>3</sup>. В Венесуэле планируется организовать серийное производство газовых двигателей и автомобилей на КПГ для общественного транспорта. Уго Чавес заявил, что замене должны подлежать только старые автомобили, которые сразу же пойдут под пресс. Для стимулирования этого Президент Венесуэлы выразил готовность в течение года заправлять газовые автомобили КПГ совершенно бесплатно.

«Мы примем законы, стимулирующие частные компании переходить на природный газ», – заявил Уго Ча-

вес. Программа замены автомобилей является частью «Газовой революции», включающей в себя также газификацию жилого и коммерческого секторов. По планам венесуэльского правительства к 2016 г. необходимо подать газ в 3 млн. домов и на 30 тыс. объектов бизнеса. Для этого нужно построить еще более 20 тыс. км распределительных газопроводов.

МЕТАИнфо

**Германия:**

**Новый Фольксваген Пассат на метане**

Немецкий автомобилист-путешественник Райнер Цейтлов снова обратил взор на автомобиль, работающий на КПГ. Он уже осуществил две мета-



новые одиссеи на автомобиле Фольксваген VW Caddy EcoFuel по маршруту Берлин – Бангкок и кругосветное путешествие. На сей раз Р.Цейтлов стартовал из Иршенберга на новом метановом автомобиле VW Passat TSI EcoFuel. Цель нового пробега – за 80 дней проехать 20 тыс. км и посетить все 800 немецких АГНКС. Пробег финиширует в Лейпциге 28 марта 2009 г. на церемонии открытия ежегодного автосалона Auto Mobile International.

Автомобиль VW Passat TSI EcoFuel оснащен двигателем объемом 1,4 л мощностью 110 кВт (150 л.с.) с расходом топлива около 6,4 м<sup>3</sup> природного газа на 100 км. Запас природного газа на борту хранится в трех баллонах под



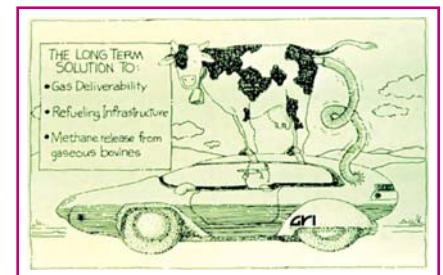
полом автомобиля и равен 30 м<sup>3</sup>. Этого хватает примерно на 450 км пробега. Автомобиль также оборудован бензобаком вместимостью 31 л, что обеспечивает еще 450 км пробега. Разгон метанового автомобиля от 0 до 100 км/ч происходит за 9,9 с. Максимальная скорость автомобиля – 210 км/ч. Выбросы двуокси углерода с отработавшими газами составляют 119 г на 1 км. Метановый VW Passat TSI EcoFuel появится в продаже весной 2009 г.

МЕТАИнфо

**Норвегия:**

**Автобусы «прокормят» коровы**

К 2050 г. власти норвежской столицы Осло намерены существенно снизить уровень выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу. Одним из мероприятий для достижения этой цели является перевод на использование компримированного биометана 80 городских автобусов. Биометан предполагается получать путем переработки коровьего навоза. Заправочная инфраструктура должна быть введена в эксплуатацию в сентябре 2009 г. На втором этапе к первым 80 автобусам планируется добавить еще 400. Для одного автобуса в год требуется примерно 75 тыс. м<sup>3</sup> газа, а для парка в 480 автомобилей – 36 млн. м<sup>3</sup>.



Корова является «живым заводом» по производству метана. Кто-то подсчитал, что из твердых продуктов жизнедеятельности коровы можно получить примерно 130 м<sup>3</sup> биометана в год. А еще 100 м<sup>3</sup> в год, по утверждению американского экономиста, эколога и философа Джереми Рифкина, корова «производит» в газообразном виде. Итого 230 м<sup>3</sup> биометана в год от одной коровы.

Следовательно, для обеспечения биометаном 480 автобусов потребуется 155 тыс. коров. А все мировое поголовье коров, насчитывающее 1,28 млрд. животных, способно про-

известии за год почти 300 млрд. м<sup>3</sup> био-метана. Это несколько меньше того, что «Газпром» ежегодно поставляет на внутренний российский рынок, и вполне достаточно, чтобы «прокормить» 4 млн. газовых автобусов в год.

*МЕТАНинфо*

### **США:**

#### **Новые требования к государственному транспорту**

Губернатор штата Оклахома Брэд Генри отметил необходимость разработки национального энергетического плана, предусматривающего снижение зависимости США от импортной нефти, активизацию разведки ископаемых углеводородов на территории страны, расширение использования альтернативных видов энергии: солнечной, геотермальной, биотоплива. Губернатор также призывает шире использовать в качестве моторного топлива КПГ.

Эти намерения нашли отражение в Биле 43, недавно внесенном сенатором Эрлом Гаррисоном от того же штата Оклахома. Законопроект предусматривает обязательное не позднее 1.07.2010 г. оснащение всех государственных АЗС компрессорно-раздаточным оборудованием для КПГ. Кроме того, все государственные организации, владеющие десятком и более автомобилями или арендуемые их, обязаны до 30.06.2013 г. на 50% сократить затраты на жидкое нефтяное топливо. Для этого бюджетные ведомства должны закупать новые газобаллонные автомобили на КПГ или переоборудовать уже находящиеся в эксплуатации автомобили. Эти требования основаны на опыте частных компаний, которые сообщают, что переход на использование природного газа позволяет сократить затраты на топливо на 25-50%, содержание углеводородов в отработавших газах – на 50%, содержание СО – на 90%.

*МЕТАНинфо*

### **ЭК ООН:**

#### **Знаки для газовых заправок**

Тому, как медленно возвращаются колеса бюрократической машины, иногда приходится просто изумляться. В 2003 г. Международная газомоторная



ассоциация и Европейская ассоциация сжиженного углеводородного газа обратились в Комитет по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии ООН с предложением ввести два новых информационных дорожных знака для обозначения АГЗС и АГНКС. Два года ушло на рассмотрение вопроса, и в 2005 г. комитет утвердил эскизы знаков, разработанные и внесенные Германией и Швейцарией. В ноябре 2008 г. была опубликована консолидированная резолюция, в которой предлагается принять предложение ассоциаций по введению знаков для АГЗС и АГНКС и внести соответствующие поправки в Конвенцию по дорожным знакам и разметке 1968 г.

7.01.2009 г. Комитет по внутреннему транспорту утвердил проект повестки дня 47-й сессии Рабочей группы по безопасности дорожного движения, которая состоится 23-25 марта 2009 г. в Женеве (Швейцария). Есть надежда, что эта сессия поставит точку в шестилетней истории и, наконец, узаконит информационные знаки F.4.1 для АГЗС и F.4.2 для АГНКС.

*МЕТАНинфо*

#### **Большинство американских фермеров считает, что производство этанола выгодно для сельского хозяйства**

Как показал опрос, проведенный информационным агентством «Reuters», почти 80% американских фермеров из 820 опрошенных согласились, что производство этанола выгодно для сельского хозяйства. 17% считают, что производство этанола приносит больше вреда, чем пользы.

По оценкам агентства «Informa Economics», американские производители альтернативного топлива в сезоне 2008-2009 г. используют в качестве сырья для этанола 3,6 млрд. бушелей кукурузы или 30% от ее валового

сбора. По сравнению с предыдущим сезоном потребление кукурузы для изготовления этанола вырастет на 23%. В 2009 г. для производства этанола будет использовано 34% валового сбора кукурузы в США.

Последние несколько лет объемы производства этанола в США быстро увеличиваются, но в текущем году темпы роста стали замедляться. Несмотря на снижение конкурентоспособности топливного этанола, увеличение его производства продолжится согласно требованиям, установленным законодательством США. Как указано в стандарте, принятом правительством США, в 2009 г. количество использованного возобновляемого топлива должно достичь 11,1 млрд. галлонов.

*Источник: Зерно Он-Лайн  
<http://www.zol.ru/z-news/showlinks.php?id=42398>*

#### **Компания «Bentley» готовит автомобиль на биотопливе**

Производитель роскошных автомобилей компания «Bentley» проинформировала потребителей о том, что на мартовском автосалоне в Женеве покажет «самый быстрый, самый мощный и чистый» автомобиль, работающий на биотопливе. В компании говорят, что готовящийся к показу седан на биотопливе создается в партнерстве с компанией «Crewe». Фактически для автопроизводителя новинка будет являться первым автомобилем премиум-сегмента, работающим на альтернативном топливе.

Достоверных сведений о технических характеристиках нового Bentley Continental на биотопливе нет, однако известно, что новинка будет представлять собой нечто среднее между моделями автомобилей Speed и вышеупомянутого Continental.

Некоторые эксперты полагают, что мартовский показ будет базироваться на передовой платформе D1, на которой в перспективе производитель планирует делать модели Continental GT и Continental Flying Spur. D1 должна стать своеобразным ответом на нынешние шестилитровые 12-цилиндровые двигатели Bentley.

*<http://www.cybersecurity.ru/news/63353.html>*

## Компании альтернативной энергетики развиваются даже во время кризиса



**А.Р. Аблаев,**  
вице-президент Национальной  
биотопливной ассоциации

Отношение общественного мнения к биотопливу похоже на колебания маятника и порой доходит до крайностей – то это восторг, словно биотопливо является панацеей от всех мировых проблем, то вдруг дело доходит до резкого отрицания с обвинением биотоплива в отнимании куска хлеба у голодных. Истина, как обычно, где-то посередине. Сейчас ясно, что рост цен на продукты питания в 2008 г. был спровоцирован в основном ростом цен на нефть. С другой стороны, становится ясно, что и производство биотоплива из пищевого сырья выходит на плато, и резервы увеличения производства такого биотоплива остались всего в нескольких странах, в числе которых Россия и Украина.

**П**рослеживается еще одна тенденция, присущая этой развивающейся отрасли. В то время, как в США и Европе множество небольших компаний борются за выживание в условиях отсутствия кредитов и снижения продаж, альтернативная энергетика испытывает бум, получая вал инвестиций и заказов.

В США компании, связанные с альтернативной энергетикой, сообщают об увеличении заказов и расширении спроса от множества компаний-покупателей, желающих улучшить свою энергоэффективность, особенно от тех, которые полагают, что администрация Президента США Барака Обамы примет более строгие законы по энергосбережению. Барак Обама часто говорит о важности альтернативной энергетике, и его федеральный пакет экономических стимулов включает планы значительного расширения инфраструктуры альтернативной

энергетики и улучшения энергоэффективности федеральных зданий. В своей недавней речи он призвал США удвоить производство альтернативной энергии в ближайшие три года.

Таким образом, стартапы из разных областей – солнечная энергетика, биотопливо и энергосбережение в их числе – получают растущее финансирование от венчурных инвесторов и кредиторов в то время, когда другие компании сокращаются, и их финансирование уменьшается. В США многие руководители компаний и фирм нанимают новых сотрудников, усиливая маркетинг и расширяя географию поставок своей продукции.

Альтернативная энергия «была самым ярким сектором в венчурном бизнесе за прошлый год», говорит Брайен Фан, директор по исследованиям ассоциации компаний альтернативной энергетики «Cleantech

Group» в Сан-Франциско. «Все считают, что альтернативная энергетика собирается быть большим приоритетом новой администрации Обамы».

В то время как общий объем инвестированного венчурного капитала снизился в прошлом году, инвестиции в компании «чистых технологий» насчитывали 8,4 млрд. долл. США, что на 40% выше по сравнению с 2007 г., согласно данным «Cleantech Group». Только в третьем квартале 2008 г. венчурные капиталисты вложили 2,6 млрд. долл. США в чистые технологии. В четвертом квартале 2008 г. они инвестировали 1,7 млрд. долл. США.

Некоторые венчурные капиталисты считают, что чистые технологии являются очередной «большой волной» инноваций, которые подстегнут мировую экономику так же, как Интернет подстегнул широкое экономическое развитие десятилетие назад. «В любое время, когда происходит большой инновационный скачок, увеличивается шанс создать и выстроить действительно большие компании», – говорит Эрик Стразер, партнер в венчурной фирме «Mohr Davidow Ventures» в «Menlo Park» (Калифорния), которая инвестировала средства в несколько стартапов альтернативной энергетики.

Большую роль в развитии альтернативной энергетики играет биотопливо, поэтому США делает ставку на биотопливо второго поколения (из непищевого сырья). Хотя технологии такого производства развивались достаточно давно, несколько лет назад Министерство энергетики США активизировало работы по оптимизации технологии и сокращению рисков коммерческого производства целлюлозного этанола.

Шесть крупномасштабных проектов получили в США в 2008 г. гран-



ты на сумму 385 млн. долл. Дополнительно министерство энергетики США выдало еще 114 млн. долл. менее крупным демонстрационным проектам. И это еще не все. Недавно это же министерство профинансировало еще несколько проектов по развитию отдельных технологий. Но самое важное, что производство этанола второго поколения развивается не только на деньги налогоплательщиков. Федеральная поддержка от правительства США, безусловно, помогает привлечь частные инвестиции в производство этанола.

«Мы сильно завязаны на том, что происходит на арене частных инвестиций», – говорит Ларри Руссо, менеджер по технологии программы «Биомасса» министерства энергетики. «За последние 18 месяцев произошел огромный приток частных средств, в основном венчурного капитала, в эти проекты, дав возможность им немного разгореться, создать новые технологии». Но просто проводить исследования недостаточно. «Конечно, нам нужны исследования, но потом мы должны провести пилотные проверки вместе с нашими партнерами, а затем увеличить масштаб их работы до такого уровня, когда проект сможет самостоятельно привлекать финансирование, – говорит он. – Вот в чем

функция министерства энергетики США – своим участием мы снижаем риски проектов».

Одна из самых больших задач в наладке биотопливного производства, как говорит Ларри Руссо, по своей природе – «техноэкономическая». Другими словами, подчищать технологические «хвосты» нужно до того момента, как крупные кредиторы обретут достаточно веры, чтобы заключать сделки по биотопливным проектам.

Компания «Range Fuels Inc.», которая запустила термохимический завод по производству этанола из древесины мощностью 20 млн. галлонов (60 тыс. т) в год в Сопертоне (штат Джорджия), добилась успеха, недостижимого пока для других проектов. Недавно компания раз-

местила акции на сумму более 100 млн. долл. США. Это в дополнение к гранту на 76 млн. долл. от министерства энергетики США и на 6 млн. долл. от штата Джорджия.

Министерство энергетики США финансирует такие большие проекты в два этапа, что позволяет начать работу, а не ждать, пока строительство пройдет процедуры согласования. Поскольку в проекте участвуют деньги из федерального бюджета, закон о национальной политике в области защиты окружающей среды требует подтверждения того, что проект по производству биотоплива не окажет губительного влияния на экологию, и если побочные эффекты потенциально возможны, должны быть представлены методы смягчения последствий. Все согласования по этому вопросу занимают около года.

Дополнительные 114 млн. долл., о выделении которых министерство энергетики США объявило в 2008 г., были предназначены для демонстрационных проектов мощностью в 10% от планируемого коммерческого объема производства. Получателями этих средств явились компании «ICM Inc.», «Lignol Innovations Inc.», «Pacific Ethanol Inc.» и «Stora Enso North America».

Компания «ICM Inc.», один из получателей средств, планирует до конца 2010 г. ввести в эксплуатацию пилотный завод мощностью 1,5 млн. галлонов (4,5 тыс. т) топлива в год.





Он будет основан на биохимической платформе и станет использовать в качестве исходного сырья стебли кукурузы и солому. В этой компании говорят, что 750 ее работников и обслуживающий персонал будут готовы вывести пилотную технологию на масштабы коммерческого производства к 2012 г.

Компания «Lignol Innovations» получила средства на строительство завода мощностью 6 тыс. т в год, где из хвойных и лиственных древесных отходов будут производиться этанол, фурфурол и высококачественный лигнин. Демонстрационный завод будет располагаться неподалеку от нефтеперерабатывающего завода компании «Suncor Energy» в г. Коммерс Сити (штат Колорадо), который намерен купить весь произведенный этанол.

Благодаря финансовой поддержке министерства энергетики США «десятипроцентный» демонстрационный завод «Pacific Ethanol» будет располагаться рядом с заводом по производству кукурузного этанола компании «Boardman» (штат Орегон). Представители компании «Pacific Ethanol» говорят, что завод мощностью 8 тыс. т в год будет использовать собственную технологию переработки «BioGasol» и производить этанол на основе пшеничной соломы, стеблей кукурузы, древесных отходов (тополь). Все сырье будет доставляться из округа в радиусе 80 км. По словам представителей компании, демонстрационный завод начнет свою работу в 2009 г. и выйдет на коммерческие масштабы производства к 2012 г.

Все это бурное развитие технологий биотоплива второго поколения в США стало возможным благодаря существующему рынку в 45 млн. т биоэтанола первого поколения, сырьем для которого служит в основном кукуруза. Предприниматели и финансисты гораздо охотнее берут на себя риски развития новых технологий, зная, что вся произведенная продукция будет



гарантированно востребована на рынке.

Почему США так активно создают и финансируют все новые и новые программы по возобновляемой энергетике? Как уже говорилось в моей предыдущей статье (см. журнал «Транспорт на альтернативном топливе», № 5 2008 г.), США снова требуется новая понятная, достижимая и измеримая цель, и эта цель поставлена: 25% возобновляемой энергии к 2025 г. Это амбициозная цель для Америки, привычной к огромным домам и автомобилям. Это недешевая цель, необходимо будет потратить немалые средства на новые технологии и перестройку промышленности. Но эта же цель объединит научную и инженерную элиту страны.

Нелишне снова повторить, что и Россия в настоящее время тоже нуждается в нескольких тщательно выбранных амбициозных, понятных, достижимых и измеримых целях для получения преимущества в ряде отраслей, первенство в которых будет определять благосостояние наций в XXI в. Одной из таких амбициозных, понятных, достижимых и измеримых целей могла бы стать цель «15/15» – то есть 15% возобновляемой энергии к 2015 г.

В последнее время российское правительство начало уделять больше внимания технологиям генерации возобновляемых энергоресурсов. В январе 2008 г. на совещании Совета безопасности президент Владимир Путин заявил, что «у России имеются финансово-экономические возможности для более широкого использования чистых технологий». После этой речи, посвященной экологической безопасности страны, бывший вице-премьер, ныне Президент РФ Дмитрий Медведев выразил мнение, что Россия «должна быстро действовать, чтобы застолбить себе место» на мировом рынке технологий производства чистой и возобновляемой энергии.

Но чтобы это стало реальностью, нужны соответствующие политические, экономические и юридические условия, а также использование значительного научно-технического потенциала России. Фактором, объединяющим эти условия, может быть амбициозная, понятная, достижимая и измеримая цель «15/15»: 15% возобновляемой энергии к 2015 г.

Только поставив такую цель в какой-либо отрасли, мы сможем быть первыми в этой отрасли.

# Подписка – 2009

## Международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе»

Россия, 115304, Москва, ул. Луганская, д. 11.  
Тел.: 321-50-44, 363-94-17, e-mail: transport.io@oeg.gazprom.ru

**Уважаемые читатели!**  
**Продолжается подписка на 2009 г.**

Расценки на подписку на 2009 г. (с учетом почтовых расходов)	Годовая, 6 номеров	Полугодовая, 3 номера
Россия	2970 руб. (2700 руб. + 10% НДС)	1485 руб. (1350 + 10% НДС)
Страны СНГ: Азербайджан, Армения, Белоруссия, Казахстан, Киргизия, Молдавия, Таджикистан, Туркмения, Узбекистан, Украина	2970 руб. (120 долл. США или 80 евро)	1485 руб. (60 долл. США или 40 евро)
Страны Европы	170 евро	100 евро
Австралия и Океания, Азия, Африка, Северная и Южная Америка	230 долл. США	155 долл. США

Отдельные экземпляры журнала – **(450 руб. + 10% НДС = 495 руб.)** можно приобрести в редакции.  
Электронная версия журнала за 2009 г. (формат PDF, 6 номеров) – **1200 руб., включая НДС 18%**.

Годовую подписку на 2009 г. (шесть номеров) можно оформить по факсу, электронной почте или непосредственно в редакции; также через агентства «Роспечать» (подписной индекс **72149**), «Межрегиональное агентство подписки» (Каталог Российская пресса-Почта России, подписной индекс **12718**).

### Стоимость размещения рекламных полноцветных материалов в журнале:

В текстовом блоке	В рублях	В долларах США	В евро
1 страница (210×290 мм)	17 тыс.+18% НДС	820	575
1+1 (разворот, 420×290 мм)	30 тыс. + 18% НДС	1450	1000
½ страницы (210×145 мм)	10 тыс. + 18% НДС	480	330
¼ страницы (105×145 мм)	6 тыс. + 18% НДС	290	200
На обложке			
1-я страница (210×150 мм)	17 тыс. + 18% НДС	820	575
2-я или 3-я страницы (210×290 мм)	30 тыс. + 18% НДС	1450	1000
4-я страница (210×290 мм)	40 тыс. + 18% НДС	1925	1330

### Технические требования к рекламным модулям:

Макет должен быть представлен в электронном виде: форматы qxd, ai, eps, tiff, cdr.

Носители: CD, DVD, Zip 250.

Требуемые разрешения: полноцветные и монохромные материалы не менее 300 dpi.

Макет должен быть представлен также в распечатанном виде.

