



ТРАНСПОРТ

НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ № 6 (18) 2010
ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН В ПЕРЕЧЕНЬ ВАК

НАЦИОНАЛЬНАЯ ГАЗОМОТОРНАЯ АССОЦИАЦИЯ



АФФИЛИРОВАНА
С МЕЖДУНАРОДНЫМ ГАЗОВЫМ
СОЮЗОМ



ООО "РАРИТЭК" г. Набережные Челны, www.raritek.ru, raritek@telebit.ru, (8552) 77-89-55

Голубые коридоры – «Автопробег – 2010»

80-летний юбилей МАДИ

Сертификация газобаллонных автомобилей

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

Учредитель и издатель
НП «Национальная газомоторная
ассоциация» (НГА)

Периодичность 6 номеров в год

Главный редактор
П.Г. Цыбульский
генеральный директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.

Члены редакционной коллегии
Б.В. Будзуляк
председатель Комиссии по использованию
природного и сжиженного нефтяного газа в качестве
моторного топлива, д.т.н.

В.И. Ерохов
профессор «МАМИ», д.т.н.

Н.Е. Игнатьева
заместитель главного редактора

А.А. Ипатов
генеральный директор ФГУП «НАМИ», д.э.н.

Р.З. Кавтарадзе
профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.

Т.В. Климова
начальник отдела по связям с общественностью и
СМИ ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

С.И. Козлов
главный научный сотрудник Центра по использова-
нию газа ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н.

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

А.В. Николаенко
ректор «МАМИ», профессор

Ю.В. Панов
профессор МАДИ, к.т.н.

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

Е.Н. Пронин
зам. начальника Управления ОАО «Газпром»,
Председатель совета партнерства НГА

В.Л. Стативко
исполнительный директор НГА, к.т.н.

В.Н. Фатеев
зам. директора РНЦ «Курчатовский институт», д.х.н.

Редактор
О.А. Ершова

Отдел подписки и распространения
В.А. Ионова

Компьютерная верстка
Ф.А. Игнащенко

Адрес редакции:
115304, Москва, ул. Луганская, д. 11, оф. 304.
Тел./факс: (495) 321-50-44, 363-94-17.
E-mail: transport.1@ngvrus.ru
www.ngvrus.ru

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

Номер заказа
Сдано на верстку 15.10.2010 г.
Подписано в печать 26.11.2010 г.
Формат 60x90 1/8. Тираж 3000 экз. Бумага мелованная.
Печать офсетная, печ. л. 11

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

Редакция не несет ответственности за достоверность инфор-
мации, опубликованной в рекламных материалах.

На обложке:
автобус специальный НЕФАЗ-4208-10-41
на шасси КАМАЗ-43114-3861-30 (6х6)

В НОМЕРЕ:

Неделя эффективного использования газа	3
В.В. Семенова, Г.С. Аكوпова, А.Н. Капитонов, В.А. Третьяков, М.Л. Балашов, Р.В. Тетеревлев, Н.А. Каюкова, Автопробег «Голубой коридор – 2010»	9
Ш.Г. Ахметов Рязанская область: проблемы и перспективы использования газомоторного топлива	15
Г.К. Мирзоев, С.Н. Ивлев, ОАО «АВТОВАЗ»: производство автомобилей на КПП	16
А.Г. Малюга, Р.Х. Хафизов ОАО «КАМАЗ»: решение проблем экологии больших городов России	19
Р.Р. Батыршин, Ю.А. Шпорт, А.А. Гатиятов, Сервисный центр по обслуживанию газобаллонной техники ОАО «КАМАЗ»	21
Р.Х. Абдуллин Состояние газификации автотранспортной техники ООО «Газпром трансгаз Казань»	25
В.В. Гетьман Размышления об автопробеге «Голубой коридор – 2010» и перспективах развития парка газомоторной техники	26
GasSUF – 2010 – оборудование и технологии для газораспределения и эффективного использования газа	28
В.М. Приходько МАДИ: вехи становления и развития	30
А.С. Хачиян, И.Г. Шишлов, А.В. Вакуленко, Д.М. Карпов Разработка и исследование битопливного двигателя с качественным регулированием	34
Ю.В. Панов, М.И. Почукаев, М.А. Назаров, В.И. Молчанинов Применение бортовой электронной системы управления двигателем для маршрутного нормирования КПП	39
В.А. Лукшо Конвертация дизеля в газовый двигатель с регулируемым термодинамическим циклом	44
В.А. Шишков Непосредственный впрыск газового топлива в камеру сгорания ДВС с искровым зажиганием	51
Я.С. Мкртычан Новый способ сооружения и устройство двусторонней станции заправки автомобилей КПП	58
И.М. Коклин, Е.С. Потапенко, В.М. Штепа, И.Ф. Малёнкина Использование миниАГНКС на компрессорных станциях	61
А.А. Барабанов Безопасность технологических процессов на объектах, использующих СУГ	64
Новая технология дегазация вагонов-цистерн компании «ВИП Газ Тех»	69
П.Д. Ларюшин Сертификация газобаллонных автомобилей и газобаллонного оборудования	70
А.И. Гайворонский, А.М. Савенков, В.А. Марков Использование диметилового эфира для инициирования воспламенения низкоцетановых топлив в дизелях	73
А.Н. Иванов, «ФЛИТ КАРДС» разработала RFIDпредложение	78
Голубые коридоры Балтийского региона	80
Авторы статей в журнале № 6 (18) 2010 г.	81
Перечень статей, опубликованных в журнале «Транспорт на альтернативном топливе» в 2010 г.	82

'Alternative Fuel Transport' international science and technology journal, No. 5 (17) 2010

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

Printed Matter Registration Certificate No. FS77-30114

Founder and Publisher

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

Published: 6 issues a year

Editor-in-Chief

Tsybulsky, P.G.

Director General of Gazprom VNIIGAZ, PhD

Editorial board members

Budzulyak, B.V.

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

Erokhov, V.I.

MAMI Professor, Doctor of Engineering

Ignat'eva, N.E.

Deputy Editor-in-Chief

Ipatov, A.A.

Director General of FGUP NAMI,

Doctor of Engineering

Kavtaradze, R.Z.

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

Klimova, T.V.

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

Kozlov, S.I.

Deputy Director General for Research of Gazprom

VNIIGAZ, Doctor of Engineering

Markov, V.A.

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

Doctor of Engineering

Nikolaenko, A.V.

Rector of the Moscow State Technical University (MAMI),

Professor

Panov, Yu.V.

Professor of MADI (GTU), Candidate of Science

Patrakhaltsev, N.N.

Professor of People's Friendship University of Russia,

Doctor of Engineering

Pronin, E.N.

Deputy Head of Directorate, JSC Gazprom, President,

NGVRUS

Stativko, V.L.

Executive Director, NGVRUS, Candidate of Science

Fateev, V.N.

Deputy Director of RNC Kurchatovsky Institute, Doctor

of Chemistry

Editor

Ershova, O.A.

Subscription and Distribution Department

Ionova, V.A.

Editorial office address:

304 - 11, Luganskaya str., 115304, Moscow

Tel/fax: (495) 321-50-44, 363-94-17

E-mail: transport.1@ngvrus.ru,

www.ngvrus.ru

Printed from ready direct reversals in GrandPrix printing house,

Yaroslavl oblast, Rybinsk, ul. Lugovaya, 7

Order number

Passed for press on 15.10.2010

Endorsed to be printed on 26.11.2010

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

Offset printing, 11 conditional printed sheets

When copying materials, a reference 'Alternative Fuel Transport'

International Scientific and Technical Magazine is obligatory.

The editors are not responsible for accuracy of the information

contained in advertising matter.

On the cover page:

the bus special NEFAZ-4208-10-41

on chassis KAMAZ-43114-3861-30 (6x6)

CONTENTS

V.V. Semenuga, G.S. Akopova, A.N. Kapitonov, V.A. Tretyakov, M.L. Balashov, R.V. Teterevlev, N.A. Kayukova NGV caravan «Blue corridor – 2010»	9
Sh.G. Akhmetov The Ryazan region: problems and use prospects of gas fuel	15
G.K. Mirzoev, S.N. Ivlev JSC AVTOVAZ: Future Developments and Industrialization for CNG Vehicles	16
A.G. Maljuga, R.H. Hafizov OJSC KAMAZ stands for solving of environmental problems in Russian big cities	19
R.R. Batyrshyn, Y.A. Shport, A.A. Gatijatov OJSC «KAMAZ» Gas Cylinder Equipment Maintenance Centre	21
R.H. Abdullin State of gasification of motor vehicles in Gazprom Transgaz Kazan	25
V.M. Prikhodko MADI: Formation and development marks	30
A.S. Khachiyan, I.G. Shishlov, A.V. Vakulenko, D.M. Karpov Research and development of dual fuel engine with qualitative regulation	34
Y.V. Panov, M.I. Potchukaev, M.A. Nazarov, V.I. Molchaninov Onboard electronic control system of the engine for routing rationing	39
V.A. Luksho Diesel engine converting into the gas engine with a controlled thermodynamic cycle	44
V.A. Shishkov Direct injection of gas fuel in the chamber of combustion the engine of internal combustion with spark ignition	51
J.S. Mkrtychian New way of construction and organization of a bidirectional compressed natural gas vehicle refueling filling station	58
I.M. Koklin, E.S. Potapenko, V.M. Shtepa, I.F. Malenkina Using of mini fuelling stations at compressor stations	61
A.A. Barabanov Safety of technological processes on the objects using of liquefied hydrocarbon gases. Problems and decisions	64
P.D. Laryushin Certification of gascylinder cars, of gascylinder equipment and installed on vehicles	70
A.I. Gajvoronsky, A.M. Savenkov, V.A. Markov The Use of Dimethyl Ether for Ignition of Fuels with a Low Cetane Number in Diesel Engines	73
Contributors to journal issue No. 6 (18) 2010.....	81

Неделя эффективного использования газа



Прошедший сентябрь был богат событиями, посвященными проблемам газораспределения и эффективного использования газа. С 14 по

Параллельно с выставкой работала 8-я Международная научно-практическая конференция «Газ в моторах-2010», организаторами которой



На трибуне директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ» П.Г. Цыбульский

17 сентября прошла 8-я Международная специализированная выставка GasSUF-2010, демонстрировавшая оборудование и технологии российских и зарубежных производителей.

выступили ОАО «Газпром», ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и Национальная газомоторная ассоциация (НГА).

В конференции приняло участие более 200 представителей 104 ком-

паний и организаций, занимающихся проблемами использования газа в качестве альтернативного топлива. С докладом о роли природного газа в глобальной энергетике выступил генеральный директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ» П.Г. Цыбульский.

С работой Федерального Собрания РФ по подготовке законодательства в области использования моторного топлива познакомил заместитель председателя Комитета по энергетике Государственной Думы РФ В.В. Зиновьев.

В конференции участвовали президент Международной газомоторной ассоциации Г.Гоцци с докладом «Современные тенденции в развитии индустрии автотранспорта на природном газе и роли МГА» и генеральный директор Европейской газомоторной ассоциации М.Лахе с докладом «Сжиженный природный газ в контексте европейского газового рынка». После этого состоялось обсуждение докладов.

В ходе работы конференции была представлена информация о развитии рынков природного газа, используемого на транспорте Восточной Европы, Чешской Республики, Украины.



Участники конференции

О своих разработках доложили представители ОАО «КАМАЗ», ОАО «АвтоВАЗ» и группы «ГАЗ».

Основной вывод, который можно было сделать на основе прозвучавших докладов, заключается в том, что в ближайшей перспективе нет альтернативы расширению использования природного газа в качестве моторного топлива. Сегодня компримированный природный газ – это наиболее ресурсообеспеченный, дешевый, экологически чистый, технически и технологически наиболее подготовленный для внедрения вид альтернативного моторного топлива.

Участники конференции ознакомились с развернутой на территории ООО «Газпром ВНИИГАЗ» выставкой газобаллонной техники, которая 17 сентября отправилась в очередной автопробег «Голубой коридор».

Приветствия в адрес конференции и автопробега направили заместитель председателя правления ОАО «Газпром» А.Г. Ананенков, член

Уважаемые участники и организаторы автопробега!



Пробег газобаллонных автомобилей, стартующий по маршруту Москва – Рязань – Пенза – Тольятти – Ульяновск – Набережные Челны – Казань – Нижний Новгород, – свидетельство успешного развития международного проекта «Голубой коридор» по организации транспортных перевозок с использованием природного газа в качестве моторного топлива. С интересом встреченный и признанный экспертами Европейской экономической комиссии ООН, Международного газового союза, Европейского делового конгресса, проект «Голубой коридор» с каждым годом вызывает все большее понимание у российских и европейских государственных деятелей, промышленных компаний, частных инвесторов, прессы и широкой общественности того факта, что природный газ в моторах – это путь к более эффективному использованию энергоресурсов и бюджетных средств, к отработке современных технологий, повышению конкурентоспособности отраслей экономики, созданию новых рабочих мест, улучшению экологической ситуации как на региональном, так и на мировом уровне. Пробеги с общим названием «Голубой коридор» мы проводим уже третий год подряд. В этом году он проходит по городам, в которых расположены лидеры российского автомобилестроения: ВАЗ, ГАЗ, КАМАЗ, УАЗ. Основная его цель – дать толчок освоению в ближайшие годы российской автомобильной промышленностью массового выпуска газобаллонных машин различных категорий и марок. Предпосылки для этого есть, первые шаги уже сделаны, и эту работу нужно продолжать. Хочу выразить надежду, что поставленные цели будут достигнуты, и пожелать участникам пробега метановых автомобилей «Голубой коридор – 2010» счастливого, безаварийного и безопасного пути!

Заместитель председателя правления ОАО «Газпром» А.Г. Ананенков

Уважаемые коллеги!



Рад возможности приветствовать участников III Международной научно-практической конференции «Газ в моторах – 2010» и автопробега транспорта на природном газе «Голубой коридор – 2010»! Мировой рынок газобаллонных автомобилей (ГБА) стремительно развивается. Число транспортных средств, использующих метан в качестве моторного топлива, превысило 11 млн. Ускоряется создание соответствующих нормативно-правовой базы и обеспечивающей инфраструктуры. Количество АГНКС в мире перешигнуло порог 17 тыс. и уверенно приближается к 20 тыс. Приняты или находятся в стадии активной разработки национальные и региональные программы использования природного газа в качестве моторного топлива. По прогнозу рабочей группы 5.3 Международного газового союза потенциал роста парка ГБА оценивается следующим образом: около 50 млн к 2020 г. и более 100 млн – к 2030 г. ОАО «Газпром» продолжает реализацию Целевой комплексной программы «Развитие газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе». Активно сотрудничает в этом направлении с поставщиками газозаправочного оборудования, создает новые объекты инфраструктуры в разных регионах страны, укрепляет сотрудничество с органами государственного и муниципально-

управления, экономическими и научными центрами, международными организациями и зарубежными партнерами. Задача конференции «Газ в моторах» и ставших уже регулярными автопробегов серийного газобаллонного транспорта – способствовать дальнейшему развитию рынка природного газа как наиболее экологичного и экономичного вида моторного топлива. Кроме того, конференция призвана: способствовать развитию и сохранению в России того багажа знаний и опыта по использованию природного газа в качестве моторного топлива, который был получен в советский период; рассмотреть актуальные вопросы федерального законодательства в области использования газовых видов моторного топлива, современного состояния и перспектив развития мирового рынка газовых видов моторного топлива, а также расширения производства газобаллонных автомобилей заводского производства в Российской Федерации; обеспечить в русле общемировой тенденции возрастание интереса автопроизводителей и потребителей транспортных услуг к метану – самому дешевому, безопасному и доступному углеводородному топливу. Искренне желаю всем участникам конференции и автопробега успешной совместной работы!

**Член правления ОАО «Газпром»,
начальник Департамента по транспортировке,
подземному хранению и использованию газа
О.Е. Аксютин**



Флаг автопробега поднят

правления ОАО «Газпром», начальник департамента по транспортировке, подземному хранению и использованию газа О.Е. Аксютин.

Организаторами автопробега выступили ОАО «Газпром», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Национальная газомоторная ассоциация (НГА). В автопробеге принимали участие легковые и грузовые автомобили ведущих отечественных и мировых автопроизводителей: КАМАЗ, Фольксваген, Мерседес, Ивеко, Опель, Scania, ГАЗ, ЛИАЗ, ВАЗ и др. Центрами встреч и профессионального общения в ходе пробега стали крупнейшие отечественные автопредприятия – ВАЗ, УАЗ, КАМАЗ и ГАЗ.

В пробеге участвовало около 100 чел., среди которых были организаторы, представители автопроизводителей и автоперевозчиков, краевых и городских администраций, специалисты дочерних предприятий ОАО «Газпром».

Самая большая нагрузка и ответственность легла на 48 членов экипажей автомобилей, которые за 8 дней проехали более 2600 км.

В Рязани, где была сделана первая остановка пробега, автоколонну

встретили руководители областной администрации, городских и областных автотранспортных предприятий. От лица губернатора и регионального правительства участников приветствовал министр транспорта и автомобильных дорог Ш.Ахметов. В выступлении заместителя начальника управления ОАО «Газпром», президента НГА Е.Н. Пронина было подчеркнуто, что Рязань выбрана не

случайно. Рязанская обл. входит в первую десятку регионов России по объему потребления КПГ.

На выставке автотранспорта особое внимание было уделено коммунальной технике и пассажирским автобусам.

20 сентября в Тольятти прошла серия официальных встреч и мероприятий с руководителями города и представителями Волжского автозавода. В администрации Центрального района состоялась «круглый стол», посвященный использованию газомоторной автотехники в муниципальных хозяйствах, в котором от принимающей стороны участвовали руководитель департамента транспорта мэрии Тольятти Г.Таранов, вице-президент по техническому развитию ОАО «АВТОВАЗ» Г.Мирзоев, заместитель главного конструктора ОАО «АВТОВАЗ» Г.Подлипов и участники автопробега. На заседании была отмечена успешность сотрудничества двух компаний – ОАО «АВТОВАЗ» и ОАО «Газпром»: серийное производство автомобилей LADA Priora CNG Plus, которое планируется начать в 2012 г., может стать серьезным импульсом развития газомоторной инфраструктуры – создания сети метановых заправочных станций



На сборочном конвейере АВТОВАЗа



Участники автопробега в Тольятти

и выпуска комплектующих и запасных частей для этих автомобилей.

Для участников автопробега коллеги из АВТОВАЗа организовали экскурсию на главный вазовский конвейер.



«Круглый стол» в Ульяновске

ер. Гости убедились в том, что АВТОВАЗ по-прежнему – одно из крупнейших отечественных автопредприятий. Завод разместился на территории 600 га, число сотрудников превышает 70 тыс., 6 тыс. из них работают в научно-техническом центре предприятия. В рамках технической экскурсии была представлена возможность ознакомиться с тем, как собираются, проходят испытания и готовятся для будущих потребителей современные «Лады».

Представители завода отметили, что двухтопливный автомобиль LADA Priora CNG Plus – результат работы АВТОВАЗа по развитию экологичных автомобилей, способных пройти свыше 900 км без дозаправки, при этом затраты на топливо будут снижены более чем в 3 раза.

Следующим по маршруту стал г. Ульяновск. Руководитель производственно-технического департамента ОАО «УАЗ» С.Исаев в своем выступлении на «круглом столе», который по традиции открыл руководитель автопробега Е.Пронин, отметил активную позицию завода в создании автомобилей на альтернативном топливе. «Сегодня мы стали участниками автопробега – метановый УАЗ Патриот встал в шеренгу газобаллонного транспорта вместе с автомобилями каравана. Мы с признательностью принимаем предложение об участии

автомобилей УАЗа в пробеге «Голубой коридор» 2011 г.», – сказал С.Исаев.

Научно-технический центр ОАО «УАЗ» организовал на заседании круглого стола презентацию разработанных предприятием биотопливных автомобилей, чем вызвал особый интерес инженеров и исследователей из ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ФГУП НАМИ, АВТОВАЗа.

Следующей в ряду предприятий, которые были намечены для посещения участниками пробега, стала компания «РариТЭК» – первое сервисное предприятие ОАО «КАМАЗ», которое



Встреча участников автопробега на берегах Камы

успешно организовало деятельность современного сервис-центра для газобаллонных автомобилей.

На «круглом столе» заместитель руководителя исполкома г. Набережные Челны А.Зайнуллин приветствовал автопробег «Голубой коридор – 2010» на

новой техники, производимой ОАО «КАМАЗ», включая технику для нужд армии и современные автомобили с двигателями мощностью 294 и 390 кВт. В завершении один из грузовых КАМАЗов подтвердил тезис об экологичности серийно выпускаемых

семь станций газозаправки и два заправочных модуля, недавно завершено строительство еще одной станции. Об этом, а также о грядущих задачах коллектива регионального предприятия говорили в своих выступлениях главный инженер ООО «Газпром трансгаз Казань» Р.Гимранов и первый заместитель генерального директора Общества Р.Абдуллин.

Заместитель начальника управления использования газа департамента по транспортировке, подземному хранению и использованию газа ОАО «Газпром» Е.Пронин передал собравшимся в зале специалистам и участникам автопробега сердечный привет от имени начальника департамента, члена правления ОАО «Газпром» О.Аксютину. В кратком выступлении



«Круглый стол» на ОАО «КАМАЗ»

берегах Камы и выразил уверенность в развитии направления использования природного газа в качестве моторного топлива в Республике Татарстан при партнерской поддержке ОАО «Газпром». О возможностях крупнейшего отечественного автопроизводителя ОАО «КАМАЗ» в этом направлении рассказал заместитель генерального директора компании И.Гумеров. Логическим продолжением темы стал краткий экскурс в историю развития научно-производственного направления выпуска газобаллонных КАМАЗов, сделанный глав-

газовых двигателей. Белоснежная майка, поднесенная к выхлопной трубе грузовика, не поменяла свой цвет, на что обратили особое внимание представители регионального отдела государственной экологической инспекции.

В Казани на встречу с автоколонной съехались руководители и главные инженеры всех 15 линейно-производственных управлений ООО «Газпром трансгаз Казань», а также представители многих автотранспортных и сервисных предприятий города и республики.



Вручение флага автопробега зам. директора ООО «Газпром трансгаз Казань» Р. Абдуллину

Евгений Николаевич отметил вклад специалистов ООО «Газпром трансгаз Казань» и в целом Республики Татарстан в стимулирование роста использования природного газа в качестве моторного топлива, переоборудование производственной техники на газ.

От имени Национальной газомоторной ассоциации исполнительный директор НГА В.Стативко вручил Свидетельство члена ассоциации генеральному директору компании «РаритЭК» Р.Батыршину.

В этот же день символический флаг автопробега был вручен первому заместителю генерального директора ООО «Газпром трансгаз Казань» Р.Абдуллину, а чуть позже на АГНКС – представителю компании E.ON Ruhrgas AG Ф.Ваннагату, участвовавшему



Техника ОАО «КАМАЗ» для нужд армии

ным конструктором ОАО «КАМАЗ» А. Малюгой, неизменным участником автопробегов «Голубой коридор».

Для участников автопробега была организована экскурсия по НТЦ «КАМАЗ», выставка автомобиль-

ООО «Газпром трансгаз Казань» есть чем гордиться: более половины парка газобаллонных автомобилей Республики Татарстан – это автомобили, обслуживающие подразделения компании. В регионе действуют



Вручение флага автопробега представителям компании E.ON Ruhrgas AG

в автопробеге вместе с еще одним членом экипажа А.Шуманом на газовом Фольксвагене. Путь, который проделал немецкий экипаж на своей



Немецкий экипаж Ф.Х.Ваннагат и А.Шуман (слева) на «круглом столе» в ОАО «ГАЗ»

машине, к этому моменту превысил уже 4 тыс. км, и все это время газовый автомобиль прекрасно показы-

вал себя на непростых российских дорогах.

Горьковский автозавод в г. Нижний Новгород стал финишной остановкой автокаравана. За «круглым столом» собравшихся приветствовали управляющий директор автозавода «ГАЗ» Л.Долгов, директор департамента транспорта и связи правительства Нижегородской обл. А.Зубарев, заместитель министра жи-



Выступает исполнительный директор НГА В.Стативко

лично-коммунального хозяйства и топливно-энергетического комплекса Нижегородской обл. Н.Костерин, заместитель генерального директора ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» Р.Давлетбаев, исполнительный директор НГА В.Стативко, руководители городских и областных автотранспортных предприятий.

В своем выступлении Л.Долгов отметил, что в апреле минувшего года автозавод запустил в серию ГАЗель-Бизнес на СУГ, качеством которой справедливо гордится, а в текущем

году создал опытные образцы Газели на КПГ. Обе Газели были представлены на выставке газобаллонных автомобилей вместе с транспортом, участвующим в автопробеге.

Исполнительный директор НГА В.Стативко от имени участников автопробега поблагодарил собравшихся за теплую встречу, интерес к теме и готовность обсуждать совместные проекты, напомнил об экономической и экологической составляющих политики метанизации транспорта, особенно востребованной в крупных городах.

— Именно поэтому мы приехали продемонстрировать в действии преимущества метанового транспорта — городского, легкового, грузового, коммунального назначения и начать активный диалог с заинтересованными структурами, — подчеркнул В.Стативко. — Недостаточность господдержки и информированности останавливают многих наших действующих и потенциальных деловых партнеров, желающих газифицировать пассажирские автобусы, грузовую технику. Рост числа АГНКС в соответствии с Целевой комплексной программой ОАО «Газпром» по развитию газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе, запланирован практически во всех регионах страны. Он поможет снять напряжение с заправкой газового транспорта.



Финальный снимок участников автопробега в Нижнем Новгороде

Автопробег «Голубой коридор – 2010»

В.В. Семеняга,

директор Центра использования газа ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,

Г.С. Аكوпова,

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

А.Н. Капитонов,

начальник лаборатории ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,

В.А. Третьяков,

зам. начальника лаборатории ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,

М.Л. Балашов,

ведущий инженер лаборатории ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,

Р.В. Тетеревлев,

научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,

Н.А. Каюкова,

специалист ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

NGV caravan «Blue corridor – 2010»

V.V. Semenuga, G.S. Akopova, A.N. Kapitonov, V.A. Tretyakov,

M.L. Balashov, R.V. Teterevlev, N.A. Kayukova

История автопробегов газобаллонных автомобилей в нашей стране ведет отчет с 1946 г., когда состоялся испытательный автопробег по маршруту Берлин – Киев – Москва. Сегодня определены три ключевых направления «Голубых коридоров»: Хельсинки – Санкт-Петербург – Москва, Москва – Минск – Варшава – Берлин и Берлин – Прага – Рим.

В настоящее время под эгидой ООН осуществляется международный проект «Голубой коридор», предусматривающий использование грузового автотранспорта на природном газе на международных автомобильных магистралях.

По территории России проходят три международных транспортных коридора (МТК):

■ МТК 1: Таллин – Рига – Варшава – Калининград – Гданьск;

■ МТК 2: Берлин – Варшава – Минск – Москва – Нижний Новгород;

■ МТК 9: Хельсинки – Санкт-Петербург – Москва – Витебск – Киев – Одесса – Кишинев – Пловдив – Бухарест – Александруполис.

ОАО «Газпром» активно участвует в этом проекте. В сентябре 2008 г. успешно осуществлен автопробег на российской части «Голубого коридора» по маршруту Санкт-Петербург – Москва. Второй автопробег в рамках «Голубого коридора – 2009», обусловленный комплексной газификацией транспортного узла г. Сочи, прошел в апреле 2009 г. по маршруту Москва – Ростов-на-Дону – Краснодар – Новороссийск – Сочи под девизом: «Белой Олимпиаде – голубое топливо». Маршрут следования по регионам Южного федерального округа России с финишем в Сочи был проложен не случайно – именно здесь находятся столь популярные в России и за рубежом территории активного отдыха и спортивного туризма, нуждающиеся в сохранении экологии этого уникального региона.

Логичным продолжением идеи «Голубых коридоров» стал в 2010 г. автопробег на восток страны по маршруту Москва – Рязань – Пенза – Тольятти – Ульяновск – Набережные Челны – Казань – Нижний Новгород, где расположены крупнейшие отечественные автопроизводители: ОАО «АВТОВАЗ», ОАО «УАЗ», ОАО «КАМАЗ» и ОАО «ГАЗ».



Автокараван



«Круглый стол» на ОАО «ГАЗ»

Круглые столы, открытые мероприятия, региональные конференции, встречи и брифинги, выставки газобаллонных автомобилей заводского изготовления, организованные в процессе движения, были направлены на привлечение внимания представителей региональных органов управления, муниципальных образований и коммерческих автотранспортных предприятий к возможностям использования природного газа в качестве моторного топлива и серийно выпускаемым газобаллонным автомобилям различного назначения.

В пробеге участвовал 21 газобаллонный автомобиль (табл. 1-4). ОАО «КАМАЗ» совместно с ООО «РариТЭК» представили пять автомобилей, четыре из которых были поставлены на производство в 2010 г. В их числе специальный автобус НЕФАЗ-4208-10-41 (6×6), разработанный по заказу ОАО «Газпром» для перевозок вахтовых бригад, и автомобиля для городских нужд: мусоровоз КАМАЗ-65115 БМ-53229Г-1, комбинированная дорожная машина КАМАЗ-65115 КО-829Б1, полунизкопольный автобус НЕФАЗ-5299-30-31 и автобус НЕФАЗ-5299-11-31 для пригородных перевозок. Также были представлены автобусы ЛИАЗ-5256 и КАВЗ-4235-05 «Аврора» с двигателями Cummins, работающими на КПП,

и автобус китайского производства JAC-HK6603GQ.

От ОАО «АВТОВАЗ» в автопробеге приняла участие LADA Priora CNG Plus – перспективная заводская разработка.

В автопробеге участвовали также два автомобиля итальянской фирмы Iveco: автобус Iveco Daily 50C14 CNG на 18 мест и грузовой фургон Iveco Daily 50C14 CNG. На этих автомобилях впервые начали устанавливать двигатели, работающие на КПП и бензине.

Компания Mercedes-Benz была представлена легковым автомобилем Mercedes-Benz E-200 NGT, а также



Заправка автомобиля

двумя новыми разработками коммерческого транспорта Mercedes-Benz Sprinter 316 NGT – восьмиместным автобусом и цельнометаллическим фургоном.

Российское представительство компании Volkswagen направило в пробег газобаллонный легковой автомобиль Volkswagen Passat Variant и коммерческий Volkswagen Caddy Maxi. Не стало исключением участие автомобилей Opel Zafira и Волги ГАЗ-31105 – постоянных участников последних «Голубых коридоров». В пробеге приняло участие ФГУП «НАМИ», представив автомобиль Газель ГАЗ-33022, дооборудованный для работы на КПП.

Для отработки варианта заправки в полевых условиях ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» предоставило компрессорный передвижной автомобильный газовый заправщик (ПАГЗ) на базе автомобиля КАМАЗ-67183.

«Голубой коридор – 2010» можно назвать международным не только по марочному составу автомобилей, но и потому, что впервые в данном мероприятии участвовал иностранный экипаж из Германии от концерна E.ON Ruhrgas AG (партнера ОАО «Газпром») на автомобиле Volkswagen Passat Variant.

Во время автопробега сотрудники ООО «Газпром ВНИИГАЗ» проводили научные, экологические и технико-экономические исследования.

Экологические исследования включали:

- измерение концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) в составе отработавших газов газовых двигателей, а также параметров газоздушной смеси на выходе из выпускной трубы;

- оценку выбросов ЗВ в составе отработавших газов газовых двигателей автомобилей в соответствии с нормативными требованиями к выбросам от автотранспортных средств,



Выставка газобаллонной техники в г. Набережные Челны

выпускаемых в обращение на территории Российской Федерации.

Технико-экономические исследования включали:

- определение зависимости продолжительности заправки автомобилей от систем внешних заправок устройств на АГНКС различных типов и с различными системами коммерческого учета газа;
- отработку заправки газобаллонных автомобилей от компрессорного ПАГЗа, включая заправку в полевых условиях;
- измерение путевого расхода газомоторного топлива автомобилей в автопробеге.

Исследования проводили сотрудники Центра использования газа и Центра по экологической безопасности, энергоэффективности и охране труда. Для автопробега были разработаны специальные формы, которые заполнялись на каждом этапе исследования.

При проведении экологических исследований для отбора проб газозооной смеси на выходе из выпускной трубы и измерения концентраций ЗВ (СО, СН, NO_x) в отработавших газах двигателей применялся промышленный газоанализатор VARIO PLUS INDUSTRIAL, оснащенный пробоотборными зондами с элект-

рохимическим и инфракрасным сенсорами, цифровым дисплеем и портативным принтером для оперативной распечатки полученной информации.

Измерения концентраций ЗВ в отработавших газах проводились на холостом и номинальном режимах работы газовых двигателей согласно ГОСТ Р 17.2.2.06–99. Этим же нормативным документом определено предельно допустимое содержание оксида углерода и углеводородов в отработавших газах двигателей, работающих на природном газе (табл. 5).

По результатам исследований было установлено, что содержание оксида углерода в отработавших газах всех автомобилей, участвовавших в автопробеге, не превышает предельно допустимых концентраций оксида углерода, установленных ГОСТ Р 17.2.2.06–99. У некоторых автомобилей было отмечено превышение предельно допустимых концентраций углеводородов в отработавших газах и на холостом ходу, и в номинальном режиме работы двигателей.

Согласно техническому регламенту проводилась оценка выбросов ЗВ на режиме работы газовых двигателей с максимальной мощностью на

Таблица 1

Характеристики автобусов и грузовых автомобилей ОАО «КАМАЗ» и ПАГЗ

Модель	НЕФАЗ 5299-30-31	НЕФАЗ 5299-11-31	НЕФАЗ 4208-10-41	КАМАЗ-65115 БМ-53229Г-1	КАМАЗ-65115 КО-829Г1	ПАГЗ КАМАЗ-67183
Топливо	КПГ	КПГ	КПГ	КПГ	КПГ	КПГ
Двигатель	КАМАЗ 820.53 - 260	КАМАЗ 820.53 - 260	КАМАЗ 820.60 - 260	КАМАЗ 820.60 - 260	КАМАЗ 820.60 - 260	КАМАЗ 820.52 - 260
объем, л	11,76	11,76	11,76	11,76	11,76	11,76
мощность, кВт (л.с.)	191 (260)	191 (260)	191 (260)	191 (260)	191 (260)	191 (260)
Газовые баллоны						
объем, л (м³)	984 (216)	984 (216)	1420 (312)	720 (160)	880 (194)	720 (160)
число	8	8	16	8	11	8
Расход КПГ, м³/100 км						
данные завода	35,0	35,0	40,0	38,0	40,0	47,0
данные автопробега	39,9	41,4	42,7	43,7	45,7	–
Пробег без дозаправки, км	620	620	780	420	500	340
Экологический класс	Евро-4	Евро-4	Евро-4	Евро-4	Евро-4	Евро-3



Таблица 2

Характеристики газовых автобусов

Модель	Iveco Daily 50C14 CNG	Mercedes-Benz Sprinter 316 NGT	JAC-НК 6603GQ	КАВЗ – 4235-05 АВРОРА	ЛИАЗ-5256
Топливо	КПГ/Бензин	КПГ/Бензин	КПГ	КПГ	КПГ
Двигатель объем, л мощность, кВт (л.с.)	Iveco 3,0 100 (136)	Mercedes-Benz 1,8 115 (156)	JAC 3,8 82 (111)	Cummins 5,9 147 (200)	Cummins 8,3 184 (250)
Газовые баллоны объем, л (м³) число	250 (55,0) 6	208 (45,8) 6	270 (59,4) 3	634 (140) 11	1068 (235) 14
Расход КПГ, м³/100 км данные завода данные автопробега	15,0 15,7	11,8 14,5	16,0 18,5	38,0 34,0	40,0 38,2
Объем бензинового бака, л	13	100	–	–	–
Пробег без дозаправки, КПГ+бензин, км	370 + 70 = 440	390 + 870 = 1260	370	370	590
Экологический класс	Евро-5	Евро-4	Евро-3	Евро-3	Евро-3

Таблица 3

Характеристики газовых легковых и коммерческих автомобилей

Модель	LADA Priora CNG Plus	ГАЗ – 31105 Волга	ГАЗ – 33022 Газель	Iveco Daily 50C14 CNG	Mercedes-Benz Sprinter 316 NGT
Топливо	КПГ/Бензин	КПГ/Бензин	КПГ/Бензин	КПГ/Бензин	КПГ/Бензин
Двигатель объем, л мощность, кВт (л.с.)	ВАЗ 1,6 65 (88) / 72 (98)	ЗМЗ – 406 2,3 96 (131)	ЗМЗ-402 2,5 103 (140)	Iveco 3,0 100 (136)	Mercedes-Benz 1,8 115 (156)
Газовые баллоны объем, л (м³) число	96 (21,1) 2	50 (11) 1	150 (33,0) 3	250 (55,0) 6	208 (45,8) 6
Расход КПГ, м³/100 км данные завода данные автопробега	6,5 7,2	10,0 10,0	12,0 10,0	15,0 15,6	11,8 15,5
Объем бензинового бака, л	43	70	70	13	100
Пробег без дозаправки, КПГ+бензин, км	330 + 580 = 910	100 + 700 = 800	280 + 440 = 720	370 + 70 = 440	390 + 870 = 1260
Экологический класс	Евро-4	–	–	Евро-5	Евро-4

Таблица 4

Характеристики газовых легковых автомобилей

Модель	Mercedes-Benz E-200 NGT	Volkswagen Caddy	Volkswagen Passat	Volkswagen Passat	Opel Zafira
Топливо	КПГ/Бензин	КПГ/Бензин	КПГ/Бензин	КПГ/Бензин	КПГ/Бензин
Двигатель объем, л мощность, кВт (л.с.)	Mercedes-Benz 1,8 120 (163)	Volkswagen 2,0 80 (109)	Volkswagen TSI 1,4 110 (150)	Volkswagen TSI 1,4 110 (150)	Opel 1,6 71 (97)
Газовые баллоны объем, л (м³) число	107,5 (23,5) 4	160 (35,2) 4	134 (29,5) 3	134 (29,5) 3	140 (30,8) 4
Расход КПГ, м³/100 км данные завода данные автопробега	8,4 11,2	8,4 8,9	6,2 7,7	6,2 7,7	7,0 7,6
Объем бензинового бака, л	65	13	31	31	15
Пробег без дозаправки, КПГ+бензин, км	280 + 720 = 1000	420 + 140 = 560	480 + 460 = 940	480 + 460 = 940	450 + 150 = 600
Экологический класс	Евро-4	Евро-4	Евро-5	Евро-5	Евро-4

Таблица 5

**Предельно допустимые концентрации оксида углерода и углеводородов (ГОСТ Р 17.2.2.06–99)
в отработавших газах автомобилей, работающих на КПГ**

Частота вращения коленчатого вала двигателя, мин ⁻¹	Оксид углерода CO, %	Углеводороды СН, ppm, для двигателей с рабочим объемом	
		≤ 3 дм ³	> 3 дм ³
800±50	2,0	700	1800
3000±10	1,5	400	750

Таблица 6

**Значения удельных масс оксида углерода, углеводородов, оксидов азота,
определяющие экологический класс автомобиля**

Экокласс	Категория автомобильной техники	Документы, устанавливающие технические нормативы выбросов	Технические нормативы массы выбросов, г/(кВт·ч)		
			CO	CH	NO _x
Евро-3	M2, M3, N1, N2, N3	ГОСТ Р 41.49–2003, Правила ЕЭК ООН N 49-04, уровень выбросов А	2,1	0,66	5,0
Евро-4	M2, M3, N1, N2, N3	ГОСТ Р 41.49–2003, Правила ЕЭК ООН N 49-04, уровень выбросов В1 – до 31 декабря 2011 г.; Правила ЕЭК ООН N 49-05, уровень выбросов В1 – с 1 января 2012 г.	1,5	0,46	3,5
Евро-5	M2, M3, N1, N2, N3	ГОСТ Р 41.49–2003, Правила ЕЭК ООН N 49-05, уровень выбросов В2	1,5	0,46	2,0

соответствие техническим нормам, определяющим экологический класс автомобиля (табл. 6).

Во время демонстрации газобаллонной техники на площади мэрии г. Набережные Челны Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан проводило непрерывный мониторинг состояния атмосферного воздуха. Был задействован передвижной пост контроля загрязнения на базе автомобиля ФОРД. В качестве проверки ЗВ в отработавших газах был проведен замер на автомобиле КАМАЗ-БМ-53229Г-1. Согласно показаниям прибора (Автотест) получены следующие показания: CO – 0,00 %; CH – 0,00 ppm.

Автомобили, участвовавшие в автопробеге, заправлялись на АГНКС различных типов, оснащенных колонками КГР-20, КЗГ, КПП-2 и расходомерами СПГ-2, МАСК-0,5-1-РУ25с, СМ-01-Ех-2. По результатам замеров выявлено, что заправка транспорта, оснащенного выносным заправочным устройством (ВЗУ) типа EMER 450, проходит в среднем на 34 %

быстрее в сравнении с АТС, оснащенными ВЗУ с обратным клапаном типа ERGAS. При наличии на автомобиле заправочных трубопроводов диаметром 8 вместо 6 мм заправка проводилась быстрее в среднем на 75 %. Необходимо отметить, что 23 сентября 2010 г. вступил в силу Технический регламент о безопасности

колесных транспортных средств, который предусматривает применение новой конструкции ВЗУ с обратным клапаном, соответствующей Правилам ЕЭК ООН № 110. На сегодняшний день такие заправочные устройства на АГНКС не установлены, и при заправке современных автомобилей должны применяться переходники.



Заправка автомобилей на АГНКС



Заправка автомобиля от ПАГЗа

ному и имеет перспективы на более высокий «Евро-5».

■ Несмотря на значительный срок эксплуатации некоторых станций заправка всех автомобилей, включая заправку ПАГЗа, была обеспечена на режимах, близких к проектным. Но в связи с появлением автотранспортных средств, соответствующих требованиям технического регламента, необходима комплектация заправочных устройств колонок переходниками.

■ Применение ПАГЗов, оборудованных дожимным компрессором, наиболее эффективно, так как компрессор обеспечивает более высокий коэффициент опорожнения емкостей хранения. ПАГЗ может доставлять КПП непосредственно к потребителю, исключив холостой пробег на заправку, а также обеспечивать заправку транзитного транспорта при отсутствии АГНКС.

■ Серийные газобаллонные автомобили и системы управления подачей газа подтвердили свою высокую надежность. За все время автопробега не было случаев отказа автомобильной техники по причинам, связанным с газотопливной системой.

На перегонах Рязань – Пенза и Ульяновск – Набережные Челны газобаллонные автомобили заправлялись от компрессорного ПАГЗа, в отличие от предыдущих пробегов, где использовались бескомпрессорные ПАГЗы.

Опыт заправки подтвердил высокую эффективность компрессорных ПАГЗов, обладающих более высокими маневренностью и коэффициентом опорожнения.

Измерение путевого расхода газомоторного топлива автомобилей показало превышение значений (от 4 до 30 %), заявленных заводами-изготовителями (табл. 1-4), что связано с неравномерностью движения автоколонны – ускорениями, торможением, обгонами и т.д.

Выводы

■ Измерение содержания ЗВ в составе отработавших газов газовых двигателей показало, что зафиксированные концентрации оксида углерода ниже уровня нормативных. Концентрации углеводородов превышают предельно допустимые по ГОСТ Р 17.2.2.06–99, что обуславливает в каждом конкретном случае

необходимость оптимизации фаз газораспределения и параметров систем зажигания, совершенствования и улучшения технического обслуживания и ремонта газобаллонных автомобилей.

■ Оценка выбросов ЗВ в соответствии с техническим регламентом показала, что экологический класс ряда автомобилей соответствует заявлен-

Литература

1. Сайт НГА www.ngvrus.ru.
2. **Шишков В.А.** Причины повышенного расхода газового топлива в процессе эксплуатации автомобиля с электронной системой управления двигателем с искровым зажиганием // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 2 (14). – С. 14-19.
3. **Термякин П.Г., Латыпов А.И., Бутнев А.Б.** Особенности конструкции газобаллонного автомобиля для серийного заводского производства // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 2 (14). – С. 63-69.
4. **Хайрутдинов Р.В.** КО-829Б1 на газобаллонном шасси КАМАЗ-65115-1861-30 – новинка для коммунального и дорожного хозяйств // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 3 (15). – С. 38, 39.
5. **Черных В.В.** Первый шаг к рынку газомоторного топлива // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 4 (16). – С. 22-25.
6. **Шишков В.А.** Свечи зажигания для газовых ДВС // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 4 (16). – С. 58-61.
7. **Матюшечкин В.Н., Пронин Е.Н. и др.** Каталог газоиспользующего и газозаправочного оборудования – 2009. – М.: ООО «Газпром экспо», 2010.

Рязанская область: проблемы и перспективы использования газомоторного топлива

Ш.Г. Ахметов,
министр транспорта автомобильных дорог Рязанской обл.

The Ryazan region: problems and use prospects of gas fuel

Sh.G. Akhmetov

В Рязанской обл. имеются благоприятные условия для использования природного газа в качестве моторного топлива, накоплен большой опыт применения компримированного природного газа (КПГ) на транспорте.

С учетом того, что в себестоимости продукции, товаров, услуг затраты на приобретение моторного топлива составляют значительную, а иногда подавляющую долю, вопросы экономии топлива или использования альтернативных, как правило, более дешевых его видов в условиях экономических реформ для предприятий, особенно бюджетной сферы, имеют большое значение.

Таким альтернативным топливом является компримированный природный газ. Его использование в качестве моторного топлива является чрезвычайно актуальным для автотранспорта нашей области. В настоящее время на КПГ в области эксплуатируются свыше 1 тыс. автомобилей. Однако опыт показывает, что главным сдерживающим фактором в деле газификации транспорта является отсутствие развитой сети заправочных

станций. Именно на решении этой проблемы должны быть сосредоточены основные усилия всех сторон и сконцентрированы финансовые и материальные ресурсы. Причем речь должна идти не о двух-трех или даже десятке АГНКС, а о хорошо спланированной сети газовых заправочных станций. Применительно к Рязанской обл. эта цифра должна составлять 30-40 таких заправок, которые с учетом подвижных заправочных средств позволят осуществлять повсеместное использование газобаллонных автомобилей.

В настоящее время именно неудобство, а в большинстве случаев невозможность заправки отталкивают автомобилистов от газового топлива, хотя все прекрасно знают положительные стороны компримированного природного газа как моторного топлива, и агитировать здесь никого не надо. Так, построенная на ул. Радиозаводская в Рязани АГНКС уже в течение года загружена на 70 %.

Все условия для размещения сети АГНКС в Рязанской обл. имеются. Правительство области придает приоритетное значение в целом газификации региона. Это одно из самых главных дел, и оно будет продолжаться и дальше. Все без исключения районы области имеют природный газ, что создает благоприятные условия для внедрения газомоторного топлива. Но здесь нужно определиться концептуально. Сейчас нередко можно слышать, что вначале необходимо переоборудовать определенное число автомобилей для работы на газе, а потом решать вопрос с заправкой. Иначе какой смысл строить заправки, если нечего заправлять!

Но автомобилисты и особенно руководители транспортных и сельскохозяйственных предприятий рассуждают таким же образом – какой смысл переоборудовать автомобили, нести при этом немалые затраты, если нет заправок и неизвестно когда они будут.

Эти вопросы должны решаться параллельно, но лучше, если строительство АГНКС будет осуществляться в опережающем порядке. В противном случае вся агитация за газ сводится к нулю.



АГНКС в г. Рязани

В настоящее время процесс газификации автотранспорта существенно сдерживается из-за отсутствия на территории области разветвленной сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций.

Созданная в 1981-1992 г. сеть мощных АГНКС на 250-500 заправок в сутки оказалась неэффективной по причине их удаленности от места дислокации газомоторных автомобилей. При удалении автомобиля от места заправки на 30 км объем производимой автомобилем транспортной работы снижается на 20 %. Такое положение полностью исключает преимущества низкой цены газомоторного топлива, и использование газобаллонных автомобилей становится экономически нецелесообразным. Оптимальная зона обслуживания газобаллонных автомобилей одной газозаправочной станцией должна определяться радиусом до 10 км. Поэтому в настоящее время необходимо также наладить строительство мини-АГНКС как в г. Рязани, так и в районных центрах Рязанской обл., что позволит сократить зону холостого пробега до АГНКС.

Парк автомобилей, работающих на КПГ, обеспечивающий безубыточную работу станций, должен составлять около 200 ед. для АГНКС-75 и 500

– для АГНКС-250. При наличии сети газовых заправок в достаточно короткие сроки имеется возможность перевести на газовое топливо не менее 5-7 тыс. автомобилей, при этом главным стимулирующим фактором станет стоимость КПГ, используемого в качестве моторного топлива.

Правительство РФ установило, что цена природного газа в качестве моторного топлива должна быть не более 50 % цены бензина А-76. Именно это обстоятельство и заставляет автовладельцев обращать свои взоры к газу.

Совокупный экономический эффект от использования более дешевого моторного топлива является весьма значительным, в том числе для бюджетной сферы, и в этой связи целесообразно всемерное расширение использования природного газа в качестве моторного топлива.

В настоящее время в Рязанской обл. действуют только четыре АГНКС (АГНКС-500 и АГНКС-250 в г. Рязани обслуживают около 850 автомобилей, АГНКС-125 в г. Касимове обслуживает около 170 автомобилей и АГНКС-75 в г. Ряжске – около 60 автомобилей), что явно недостаточно для Рязанской обл. и существенно тормозит перевод транспорта на газовое топливо. В этом

году будет сдана в эксплуатацию еще одна АГНКС в Рязани. Для минимального удовлетворения потребностей автотранспорта в газовых заправочных мощностях уже сейчас требуется не менее 10-15 новых АГНКС.

В настоящее время ведутся подготовительные работы по их строительству в г. Шацке, а также комплексной газовой заправочной станции около дер. Перкино Спасского района. Есть планы по строительству АГНКС в Рязани и районных центрах Рязанской обл.

Вторым сдерживающим фактором является стоимость нового автомобиля, работающего на КПГ, которая превышает стоимость автомобиля, работающего на традиционном топливе, на 25-30 %. Окупаемость газового оборудования на таких автомобилях составляет от 5 до 8 лет, что также не вполне удовлетворяет потребителя. Объясняется это мелкосерийным выпуском техники, работающей на газомоторном топливе, и большой стоимостью газовых баллонов. Перевод автотранспорта, сельскохозяйственной, строительной, дорожной и другой техники на КПГ позитивно повлияет на экономику области, позволит уменьшить транспортные затраты и улучшит экологическую обстановку в регионе.

ОАО «АВТОВАЗ»: производство автомобилей на КПГ

Г.К. Мирзоев,
профессор, советник вице-президента ОАО «АВТОВАЗ», к.т.н.,
С.Н. Ивлев,
начальник отдела автомобилей с альтернативными
энергоустановками ОАО «АВТОВАЗ»

JSC AVTOVAZ: Future Developments and Industrialization for CNG Vehicles

G.K. Mirzoev, S.N. Ivlev

Главная идея ОАО «АВТОВАЗ» по использованию природного газа в качестве топлива для своих автомобилей заключается в возможности снижения вредных выбросов

диоксида углерода, позволяющего в будущем выполнять грядущие европейские директивы по ограничению эмиссии CO₂ согласно Киотскому соглашению.

Если сравнивать «голубое топливо» с бензином, то природный газ благотворно влияет на надежность автомобиля. Двигатель на метане работает более ровно, смазка двигателя происходит лучше, не смывается масляная пленка с цилиндров, в камере сгорания не образуется отложений. Ресурс двигателя при работе на природном газе увеличивается примерно на 30 %. Метан дает меньше вредных выхлопов и позволяет уменьшить выбросы CO₂ до 120 г/км в режиме работы двигателя на газе, что соответствует перспективным требованиям Еврокомиссии.

В планах АВТОВАЗа в ближайшем будущем намечается производство автомобиля, работающего на метане. Первенцем в этом направлении, как уже известно, признана LADA Priora CNG. Ее газовая версия, присутствующая на многих автосалонах и

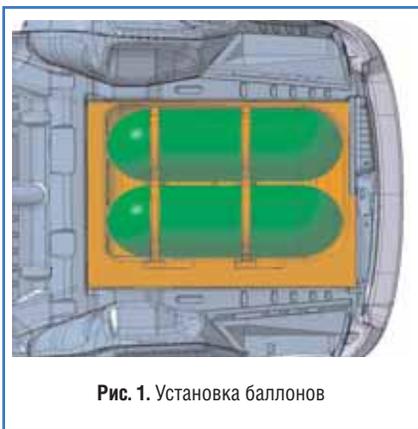


Рис. 1. Установка баллонов

выставках, пока не сходит с конвейера. Существуют лишь более десяти образцов этого автомобиля. Идет процесс конструкторских и доводочных работ, в ходе которого конструкция модели закономерно меняется.



Рис. 2. Установка запасного колеса

Внешне LADA Priora CNG, работающая на природном газе, практически не отличается от серийного автомобиля.

Узнать двухтопливную модификацию можно только по шильдику «CNG Plus» и по дополнительному устройству для заправки природным газом.

LADA Priora CNG Plus оснащена серийным 16-клапанным двигателем объемом 1,6 л, который доукомплектован газовой рампой с датчиками давления и температуры, а также редуктором высокого давления с электромагнитным клапаном.

Два газовых баллона по 48 л расположены в нише запасного колеса, которая была изменена для их размещения (рис. 1). При этом уровень пола багажника приподнимается на 100 мм, что снижает его объем на 30-40 л. По поводу запасного колеса вопрос окончательно не решен, конструкторы рассматривают разные варианты. Возможно, его заменит ремкомплект с герметиком для покрышек и компрессор. Для особо привередливых клиентов будет оставлена возможность иметь полноценное запасное колесо, правда, за счет уменьшения объема багажника.

В нише обычного бензинового автомобиля займет законное место полноразмерное запасное колесо, и еще хватит места для специального контейнера под инструмент и прочие мелочи, необходимые водителю (рис. 2).

Заправочный штуцер удалось скомпоновать с заправочной бензиновой горловиной и разместить оба

топливоприемных отверстия под общей крышечкой лючка (рис. 3).

Перечисленные изменения позволили создать унифицированный кузов, пригодный как для бензиновой, так и для газовой версий, что дает возможность сборки машины на главном конвейере в любом варианте, исключив затраты на производство разных кузовов, беспрепятственно варьируя их соотношение.



Рис. 3. Наливная горловина и газовый заправочный штуцер

Кроме того, уже сейчас стало ясно, что газовый автомобиль должен иметь две модификации. Одну из них можно назвать переходной моделью на период, когда в России явно недостаточно АГНКС для повсеместной эксплуатации машин на голубом топливе. Это двухтопливный автомобиль со стандартным бензобаком и газовыми баллонами вместимостью порядка 96 л (рис. 4) с запасом хода на бензине 550-600 км, на метане – еще 370 км. Таким образом, автономность такого автомобиля по топливу

Параметр	Автомобиль		
	21703/21713/21723 бензиновый	21709/21719	
		двухтопливный	однотопливный
Объем бензобака, л/запас хода на одной заправке бензином, км	42/585	42/585	15/200
Объем газовых баллонов, л/запас хода на одной заправке газом, км	0	96/370	112/450
Суммарный запас хода на одной заправке, км	585	955	650
Объем багажника, л/уменьшение в %	430/0	385/11%	385/11%
Увеличение массы автомобиля, кг	0	50	60
Двигатель	BA3-21126 1,6 л		
тип топлива	бензин	природный газ	
мощность, кВт/л, мин ⁻¹	72/5600	68/5200	
крутящий момент, Н·м/л, мин ⁻¹	145/4000	130/3600	
Максимальная скорость, км/ч	183	175	
Время разгона до 100 км/ч, с	11,5	12,5	

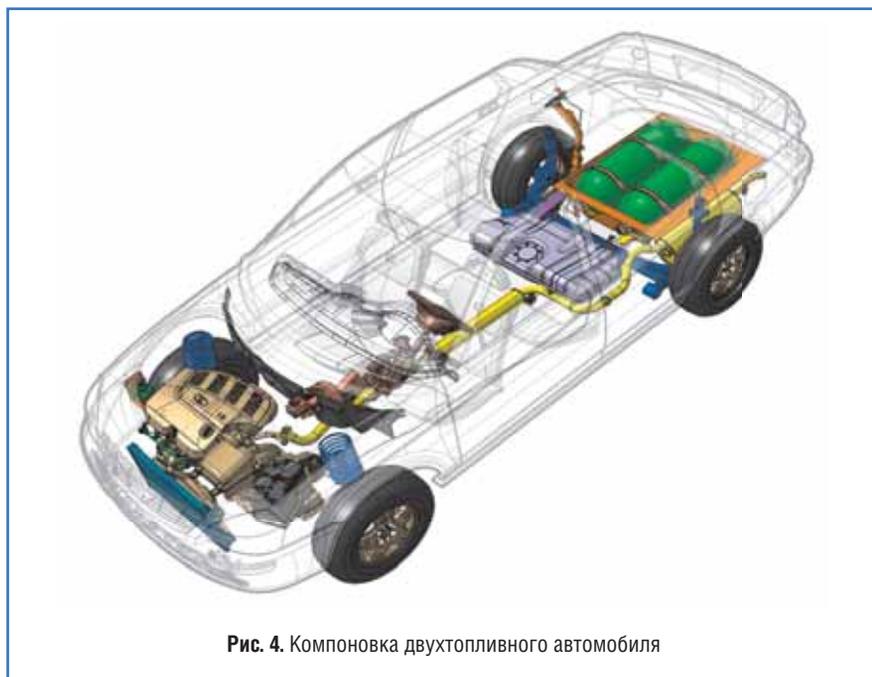


Рис. 4. Компоновка двухтопливного автомобиля

приближается к 1 тыс. км. Автомобиль соответствует нормам токсичности «Евро-4» на бензине и «Евро-5» на газе.

Следующая версия – однотопливная LADA Priora, основное топливо которой метан. Эту модель имеет смысл производить, когда инфраструктура АГНКС будет развита по всей стране. Взамен стандартного бензобака здесь использован усеченный 15-литровый, в силу малого объема позволяющий считать бензиновую систему резервной. А освободившееся место занимает дополнительный 22-литровый газовый баллон (рис. 5). Общий объем емкостей для метана составит 118 л,

что обеспечит пробег 450 км. Общий запас хода (с учетом резервной системы) без дозаправки составляет 650 км, что практически равно пробегу современных бензиновых автомобилей. Нормы токсичности «Евро-5», поскольку резервный вид топлива с малым запасом хода по международным требованиям не учитывается при испытаниях. Обе газовые версии не более чем на 50–60 кг тяжелее стандартной бензиновой.

В нашем автомобиле переход с газа на бензин полностью автоматизирован, производится контроллером, не требующим вмешательства водителя. Алгоритм выбора топлива

одинаков в двух- и в однотопливной версиях. Переход на бензин осуществляется при полной выработке метана либо для пуска двигателя при низких температурах. При прогреве двигателя после холодного пуска система сама переведет его на газ. Тем не менее, предусмотрен и ручной переключатель «газ – бензин», который позволяет водителю в случае необходимости принудительно перейти на любой вид топлива.

Сравнительные характеристики одно- и двухтопливных газовых автомобилей и автомобиля, работающего на бензине, приведены в таблице.

Начать сборку двухтопливного автомобиля с установкой газовой аппаратуры и баллонов завод планирует в 2012 г. на главном конвейере. А вот опрессовку газового оборудования и заправку газом планируют проводить вне конвейера. Сроки выпуска однотопливной версии напрямую связаны с развитием сети газовых заправок. В настоящее время конструкция газового автомобиля, который можно собирать на заводском конвейере, практически разработана.

Разница в стоимости бензинового и газового автомобилей составляет 1 тыс. евро, которая полностью окупается после пробега 40 тыс. км. Дальнейшее использование метана вместо бензина приведет к снижению эксплуатационных затрат. Экономическая выгода будет расти с увеличением пробега.

Реализации проекта мешает слабо развитая сеть газовых заправок и неравномерность их размещения на территории. Наибольшее их число сконцентрировано в Ставрополье, Приуралье и Татарстане.

Нынешняя ситуация по числу и распределению АГНКС в России не позволяет нормально эксплуатировать газовые автомобили. Считается, что существующие АГНКС недозагружены. Получается своеобразный замкнутый круг, разорвать который можно с помощью двухтопливного автомобиля, позволяющего ее владельцу не быть жестко привязанным к АГНКС.



Рис. 5. Компоновка однотопливного автомобиля

ОАО «КАМАЗ»: решение проблем экологии больших городов России

А.Г. Малюга,
главный конструктор по работе с нефтегазодобывающими компаниями
НТЦ ОАО «КАМАЗ»
Р.Х. Хафизов,
заместитель главного конструктора по исследованиям двигателей
НТЦ ОАО «КАМАЗ»

В статье приведены результаты опытно-конструкторских работ по созданию газовых двигателей уровня «Евро-4». Даны технические характеристики двигателя и определена область их применения. Представлено краткое описание этапов расширения модельного ряда газовых двигателей КАМАЗ.

Ключевые слова: компримированный природный газ, газомоторное топливо, газовые двигатели, экология.

OJSC KAMAZ stands for solving of environmental problems in Russian big cities

A.G. Maljuga
R.H. Hafizov

OJSC KAMAZ, the largest manufacturer of heavy vehicles in Russia, has been concerned with environmental problems for a long time. This interest has led us to development of new products which conform to the strictest legal requirements and also to actual demands of our customers and their work environment. We believe that compressed gas vehicles are the right solution for problem of current demands for environmentally friendly city vehicles and buses.

This article gives brief description of extension steps of model range of KAMAZ gas engines.

Keywords: compressed natural gas, gas fuel, gas engines, ecology.

Крупнейший российский производитель большегрузных автомобилей ОАО «КАМАЗ», давно обеспокоенный проблемами сохранения окружающей среды, завершил разработку новых автопродуктов, соответствующих самым строгим законодательным требованиям, с учетом реальных нужд своих потребителей.

Автомобили на компримированном природном газе (КПГ) – верное решение проблемы обеспечения текущих потребностей в экологически

чистых автомобилях и автобусах для городского сектора.

Первый двигатель на природном газе

В 1999 г. руководством ОАО «КАМАЗ» было принято решение об ускорении работ по созданию газовых двигателей различного назначения. В результате выполнения опытно-конструкторских работ появилось семейство из двух моделей транспортных и одного стационарного газовых двигателей с искровым зажиганием.



Рис. 1. Комбинированная машина КО-829Б1

При разработке были учтены и реализованы современные тенденции и достижения мирового двигателестроения для автотранспорта. Основные технические характеристики транспортных газовых двигателей 820.52-260 и 820.53-260 экологического класса 2, отличающихся максимальными крутящими моментами, которые равны 1078 и 931 Н·м соответственно при частоте вращения КВ двигателя 1300-1500 мин⁻¹, приведены ниже.

Расположение и число цилиндров	V-8
Диаметр цилиндра × ход поршня, мм	120×130
Рабочий объем, л	11,76
Степень сжатия, МПа	12,0
Система наддува	ТКР + ОНВ
Вид топлива	КПГ
Номинальная мощность, кВт (л.с.)	191 (260)
Частота вращения КВ двигателя, мин ⁻¹	2200

Базовым в данном семействе является двигатель КАМАЗ–820.52-260 с распределенной подачей компримированного природного газа,



Рис. 2. Транспортный газовый двигатель V-8 размерностью 120×130, мощностью 221 кВт, с частотой вращения коленчатого вала 1900 мин⁻¹, уровня «Евро-4»

Модификации транспортных газовых двигателей экологического класса 4

Модель	Параметры			Область применения
	Частота вращения, мин ⁻¹	Мощность, кВт (л.с.)	Максимальный крутящий момент, Н·м	
820.60-260	2200	191(260)	1078	Автомобили КАМАЗ, автобусы
820.61-260		191(260)	931	
820.72-240	1900	176(240)	1078	
820.73-300		221(300)	1372	

промежуточным охлаждением наддувочного воздуха, электронной системой управления.

Сотрудничество с ОАО «Газпром»

Как результат тесного сотрудничества ОАО «КАМАЗ» и ОАО «Газпром» в области перевода автомобильной техники с нефтяного жидкого топлива на газовое, в 2004-2005 гг. выпущена опытно-промышленная партия из пяти автомобилей КАМАЗ и десяти автобусов НЕФАЗ с газовыми двигателями, соответствующими экологическому классу 2.

По результатам эксплуатации опытной партии газобаллонной автотехники в ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» была уточнена конструкторская документация на транс-

портные газовые двигатели КАМАЗ и газобаллонное оборудование. Дополнительное применение нейтрализатора в системе выпуска отработавших газов дало возможность существенно снизить выбросы вредных веществ по основным показателям токсичности, что позволило сертифицировать транспортные газовые двигатели семейства 820.60-260 на соответствие экологическому классу 4 по требованиям Правил 49-04А ЕЭК ООН.

Двигатель модели 820.60-260 предназначен для установки:

- на семейство модернизированных транспортных автомобилей КАМАЗ-65115 (на автопробеге «Голубой коридор – 2010» были представлены мусоровозы с задней загрузкой БМ-53229Г-1 и комбинированная машина КО-829Б1) (рис. 1);

- на семейство полноприводных автомобилей КАМАЗ-43118 и КАМАЗ-43114 (на автопробеге «Голубой коридор – 2010» были представлены автобус специальный 4208-10-41 и ПАГЗ от ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»).

Транспортная модификация 820.61-260, предназначенная для установки на шасси автобуса 5297-17, на автопробеге «Голубой коридор – 2010» была представлена автобусами НЕФАЗ-5299 городского и пригородного исполнения.

Расширение типажа двигателей

В связи с переходом автомобильной техники КАМАЗ на двигатели с номинальной частотой вращения коленчатого вала 1900 мин⁻¹ в 2007 г. были

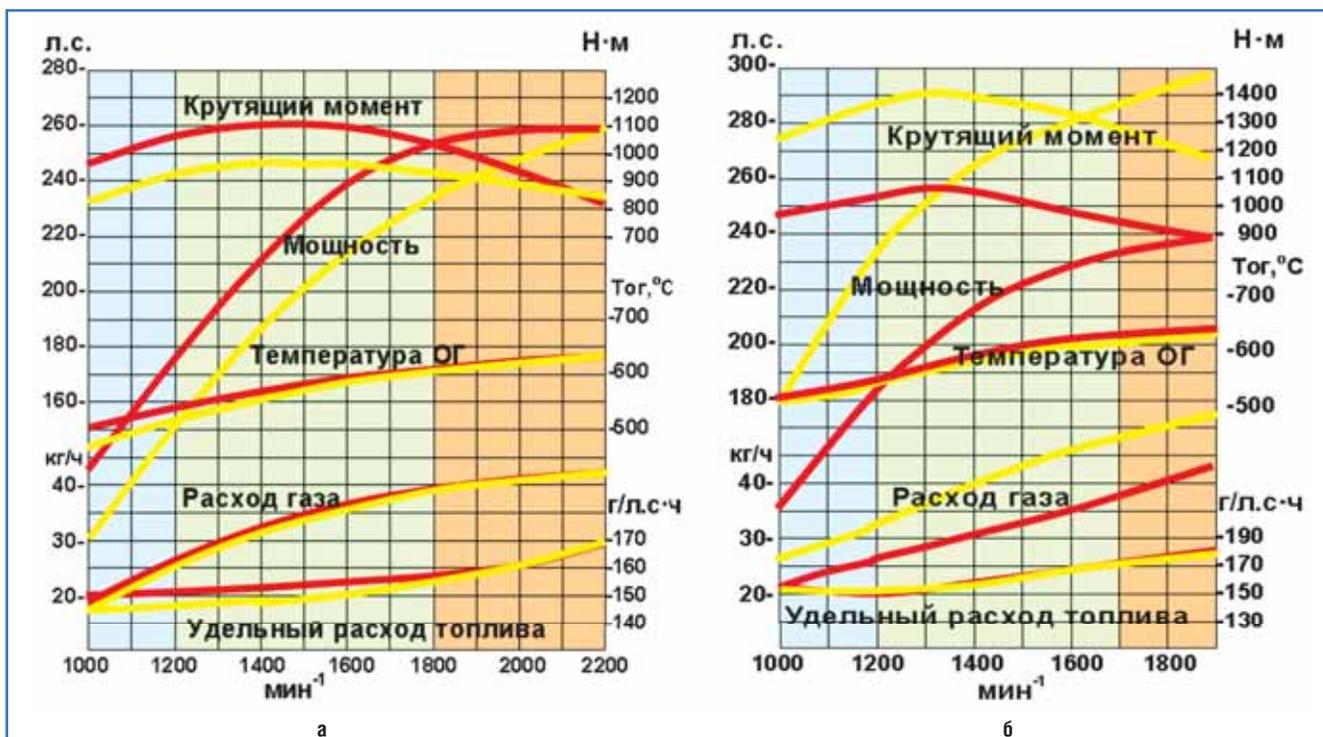


Рис. 3. Внешние скоростные характеристики газовых двигателей 820.60-260 – 820.61-260 с номинальной частотой вращения коленчатого вала 2200 мин⁻¹ (а) и двигателей 820.72-240 – 820.73-300 с номинальной частотой вращения коленчатого вала 1900 мин⁻¹ (б).

проведены опытно-конструкторские работы по созданию газовых двигателей уровня «Евро-4» мощностью 176-221 кВт (240-300 л.с.). Конструкция двигателей предусматривает применение гидромеханических коробок передач фирм VOITH и ZF, а также механических коробок передач КАМАЗ и ZF. При этом двигатель обеспечивает высокие тягово-динамические и экономические показатели автомобиля (рис. 2).

Переход на частоту вращения 1900 мин⁻¹ и расширение мощностного диапазона газовых двигателей позволяют унифицировать семейство газобаллонных автомобилей с семейством дизельных автомобилей

КАМАЗ. В 2008 г. был определен модельный ряд транспортных газовых двигателей уровня «Евро-4» типа V8, диаметром цилиндра 120 мм, ходом поршня 130 мм рабочим объемом 11,76 л (таблица).

Изменение крутящего момента за счёт снижения частоты вращения коленчатого вала двигателя позволило расширить не только тягово-динамический диапазон, но и технико-экономические показатели АТС. Это также дало возможность увеличения ресурса двигателя и в целом (рис. 3).

На ближайшие десятилетия природный газ является самым перспективным видом моторного

топлива для массового применения на АТС как самый безопасный по выбросам частиц с отработавшими газами. ОАО «КАМАЗ» имеет в своей линейке четыре модификации транспортных газовых двигателей, соответствующие экологическому классу «Евро-4», и две в составе стационарных силовых установок.

При активном участии руководителей регионов и администраций городов Российской Федерации в решении проблем экологии ОАО «КАМАЗ» готов расширить гамму газобаллонной автомобильной техники и улучшить ее экологические параметры до уровня «Евро-5».

Сервисный центр по обслуживанию газобаллонной техники ОАО «КАМАЗ»

Р.Р. Батыршин,

генеральный директор ООО «РариТЭК»,

Ю.А. Шпорт,

генеральный директор ООО «РМЗ «РариТЭК»,

А.А. Гатиятов,

начальник отдела реализации газобаллонного оборудования ООО «РариТЭК»

В статье изложена методика организации сервиса газобаллонной техники. Разработанный стандарт сервисного центра по обслуживанию газобаллонного оборудования автомобильной техники, работающей на компримированном природном газе, дает возможность на базе существующих сервисных предприятий создавать направление по оказанию гарантийных и сервисных услуг по газобаллонным автомобилям.

Ключевые слова: компримированный природный газ (КПГ), газобаллонный автомобиль (ГБА).

OJSC «KAMAZ» Gas Cylinder Equipment Maintenance Centre

R.R. Batyrshyn, Y.A. Shport, A.A. Gatijatov

Gas cylinder equipment maintenance organization technique is presented in this article. The developed standard of the gas cylinder equipment maintenance centre gives opportunity to create the tendency on gas cylinder vehicles warranty and maintenance services on the basis of existing maintenance companies.

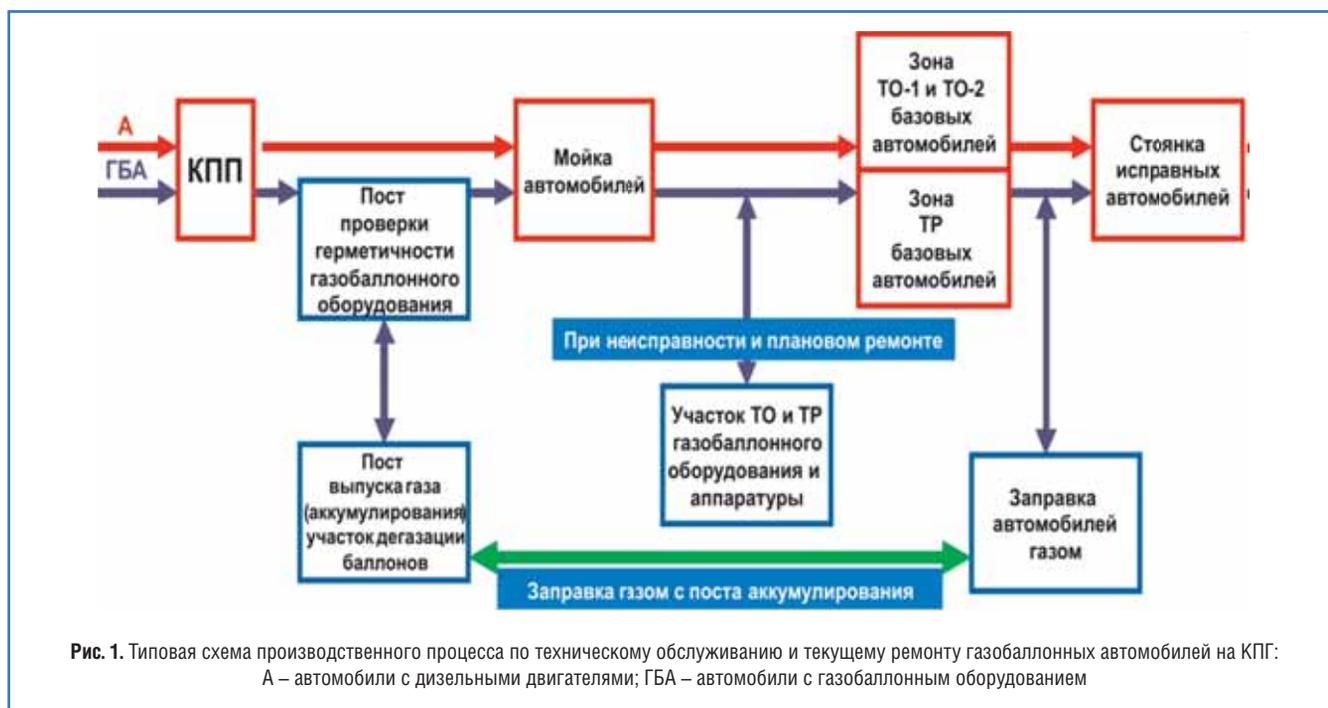
Keywords: compressed natural gas (CNG), the gas automobile.

В последние 10 лет передовые страны ищут замену традиционному топливу. Наиболее перспективным автомобильным топливом в XXI в. многие ученые и экологи называют природный газ – метан, один из самых дешевых моторных топлив в мире, запасы которого весьма значительны.

На западе перевод автомобилей на природный газ рассматривают как одно из приоритетных направлений в экологической и энергетической политике. Популярность компримированного природного газа, на котором в мире работают уже более 7 млн автомобилей, растет постоянно. К концу 2010 г. парк немецких автомобилей, к примеру, планируется довести до 1 млн, а к 2020 г. – до 6,5 млн ед. По приблизительным оценкам через 10-12 лет на КПГ будет работать не менее 30 % всех автомобилей в мире.

Как показывает статистика, Россия занимает девятое место среди 27 стран. Программы по переводу своих автомобилей на КПГ имеет большинство российских автопроизводителей.

ОАО «КАМАЗ» производит технику, работающую на КПГ, активно участвует в развитии газомоторной стратегии и внедрении альтернативных моторных топлив на рынке РФ.



В планах КАМАЗа в 2014-м олимпийском году обеспечить все грузовые перевозки в районе г. Сочи, используя автотранспорт на метане.

ООО «РариТЭК», партнер ОАО «КАМАЗ», устанавливает газобаллонное оборудование на серийно выпускаемые грузовые автомобили и автобусы с газовыми двигателями КАМАЗ, соответствующие экологическим стандартам «Евро-4».

В связи с этим сразу встает вопрос сервисного обслуживания новой автотехники в регионах эксплуатации. Существующей сервисной сети КАМАЗ необходимо подготовиться к приему нового ряда автотехники КАМАЗ с газовыми двигателями. Для этого специалисты ООО «РариТЭК» разработали стандарт сервисного центра по обслуживанию газобаллонного оборудования автомобильной техники, работающей на компримированном природном газе, где указаны все нормативные ссылки, цели, технические требования, требования безопасности, методики контроля и испытаний при техническом обслуживании (ТО) и техническом ремонте (ТР) газобаллонных автомобилей.

Предприятия по сервисному обслуживанию газобаллонной ав-

тотехники могут создаваться как в помещениях новой постройки, так и на существующих производственных площадях действующего предприятия. Производственная база предприятий по техническому сопровождению эксплуатации газобаллонных автомобилей на КПГ должна отвечать требованиям соответствующих нормативных документов, регламентирующих существующие нормативы безопасности к зданиям, сооружениям, помещениям

и оборудованию. К таким документам относятся:

- государственные стандарты;
- строительные нормы и правила;
- правила и нормы пожарной безопасности;
- правила и нормы по эксплуатации оборудования;
- различные ведомственные руководящие документы.

Для полноценного функционирования сервисного центра ГБА необходимо привлечение к работе



Рис. 2. Пост проверки герметичности ГБО, выпуска (аккумулирования) газа и дегазации баллонов



Рис. 3. Участок ТО и ТР газобаллонных автомобилей

обученного персонала. Инженерно-технические работники и руководители, рабочие, производящие ремонт, обслуживающий персонал, связанные с эксплуатацией ГБА, их сервисным обслуживанием и пересвидетельствованием баллонов, проходят обучение согласно Правилам по охране труда на автомобильном транспорте, Правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, Правилам устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов, Правилам безопасности в газовом хозяйстве, и получают соответствующее удостоверение (свидетельство) на право организации и проведения таких работ.

Технологические процессы технического обслуживания и текущего ремонта газобаллонных автомобилей на КПГ имеют ряд специфических особенностей (рис. 1). На территории сервисного центра следует предусматривать две функциональные зоны – эксплуатационную и производственную. Первая предназначена для организации приема, выпуска и хранения подвижного состава. Вторая – для

размещения зданий и сооружений для проведения ТО-1, ТО-2 и ТР подвижного состава. Функциональные зоны на схеме разделены по характеру их назначения. Красным цветом обозначены функциональные зоны стандартного сервисного центра, синим – функциональные зоны обслуживания ГБА.

Выбор схемы организации ТО (ТР) ГБА зависит от объема используемых баллонов, структуры и количественного состава парка ГБА, имеющих

производственных помещений и их геометрических размеров, принятой технологии технического обслуживания ГБА и их хранения, располагаемого объема капитальных вложений в строительство производственной базы предприятия.

Возможность использования имеющихся на предприятии постов (боксов) для ТО, ТР и других работ для ГБА или необходимость их создания определяются на стадии разработки рабочего проекта строительства производственной базы предприятия в соответствии с исходными данными на проектирование.

Для проведения ТО и ТР ГБА на территории предприятия должны быть организованы следующие специализированные участки:

- пост проверки герметичности газобаллонного оборудования, а также выпуска (аккумулирования) газа и дегазации баллонов (рис. 2);
- участок технического обслуживания и текущего ремонта газобаллонных автомобилей (рис. 3);
- участок регулировки и ремонта автомобильной газотопливной системы (рис. 4);
- участок хранения компонентов топливной системы;



Рис. 4. Участок регулировки и ремонта автомобильной газотопливной системы



Рис. 5. Компрессорная с аккумуляторами сжатого воздуха на 20 и 0,6 МПа

- компрессорная с аккумуляторами сжатого воздуха на 20 и 0,6 МПа (рис. 5);

- линия по освидетельствованию баллонов (рис. 6).

Техническое обслуживание и ремонт всех узлов и агрегатов газобаллонных автомобилей, за исключением газовой системы питания, проводятся в производственном корпусе совместно с автомобилями, работающими на жидком топливе. Проведение ТО и ТР автотранспортных средств с ГБО может производиться исполнителем, имеющим аттестованный для выполнения этой работы инженерно-технический и рабочий персонал, соответствующую производственную базу и технологическое оборудование.

В перечень необходимого оборудования входят: тестер-программатор «Аскан-10»; оборудование для диагностики электронных систем (ноутбук, интерфейсный кабель, ключ доступа, ПО); течеискатель-сигнализатор горючих газов; стенд для проверки и регулировки газовой аппаратуры; стенд для проверки, регулировки и очистки форсунок; четырехкомпонентный газоанализатор «Инфраклар»; комплект приборов для очистки и проверки свечей зажигания; технологическая кассета.

Для газобаллонных автомобилей установлены следующие виды технического обслуживания:

- ежедневное техническое (ЕО);

- первое техническое (ТО-1);
- второе техническое (ТО-2);
- сезонное (СО);
- техническое освидетельствование газовых баллонов.

ЕО ГБА выполняется перед выездом автомобиля на линию и после возвращения на автотранспортное предприятие (АТП). В рамках ЕО необходимо проверить состояние газовой аппаратуры и герметичность соединений газовой системы питания, легкость пуска двигателя на газовом топливе на холостом ходу и при различных частотах вращения коленчатого вала.

После возвращения автомобиля на АТП необходимо закрыть магистральный вентиль и выработать газ из системы питания.

ТО-1 включает в себя такие работы как проверка состояния и крепления газовых баллонов и кронштейнов, наполнительной и расходной арматуры, проверка герметичности газовой системы питания.

ТО-2 ГБА подразумевает следующие виды работ: проверка состояния и крепления газовых баллонов к кронштейнам, кронштейнов к кузову или платформе, а для некоторых моделей автомобилей крепление секций баллонов к раме автомобиля; проверка состояния и крепления наполнительного и расходного вентилей и газопроводов; проверка и при необходимости регулировка редуктора высокого

давления на рабочее давление, а также герметичности газовой системы питания; проведение диагностических работ системы управления двигателем.

Сезонное обслуживание ГБА выполняется два раза в год и совмещается с очередным ТО-2. При проведении СО необходимо: подтянуть крепление газовых баллонов к кронштейнам и кронштейнов к платформе, а также крепление секций баллонов к раме автомобиля; проверить герметичность газовой системы питания и манометр высокого давления, опломбировать и поставить клеймо со сроком следующей проверки.

Баллоны, состоящие из металлического лайнера и оболочки из композиционного материала на всей поверхности лайнера, должны подвергаться периодическому освидетельствованию не реже одного раза в три года. Освидетельствование баллонов включает:

- осмотр внешней поверхности;
- гидравлическое испытание давлением 1,5 р;
- проверку массы и вместимости баллонов типа 1 и баллонов типов 2 и 3 со стальными лайнерами;
- пневматическое испытание баллонов рабочим давлением.

Линию по освидетельствованию баллонов также можно организовать на базе сервисного центра ГБА (см. рис. 6).

Высокий уровень организации производства и качества автомобилей КАМАЗ с газовыми двигателями подтверждается постоянным вниманием к этой технике со стороны ОАО «Газпром» в виде приглашений на выставки и мероприятия для демонстрации автомобилей с газовыми двигателями.

Перевод только муниципального транспорта на газомоторное топливо позволит в несколько раз сократить выбросы в атмосферу сажи, токсичных веществ, а значит сделать наши города чище.



Рис. 6. Линия по освидетельствованию баллонов

Состояние газификации автотранспортной техники ООО «Газпром трансгаз Казань»

Р.Х. Абдуллин,
заместитель генерального директора ООО «Газпром трансгаз Казань»

State of gasification of motor vehicles in Gazprom Transgaz Kazan

R.H. Abdullin,
заместитель генерального директора ООО «Газпром трансгаз Казань»

В соответствии с принятой ОАО «Газпром» Программой по переводу автотранспорта на сжатый природный газ (СПГ) в 1999 г. началась планомерная работа по переоборудованию отраслевого и стороннего автотранспорта на газовое топливо. В настоящее время в ООО «Газпром трансгаз Казань» работают два сертифицированных участка по переоборудованию автотранспорта на СПГ на базах Константиновского и Альметьевского линейно-производственных управлений. Участки газобаллонного оборудования (ГБО) оснащены современными техническими средствами, укомплектованы высококвалифицированным персоналом. Проектная мощность каждого составляет 120 ед. автотранспорта в год. Всего за период с 1999 г. по сентябрь 2010 г. на участках ГБО Общества на СПГ переведено 1578 ед. автотранспорта, в том числе 975 ед. отраслевого автотранспорта и 603 ед. стороннего автотранспорта.

В настоящее время в ООО «Газпром трансгаз Казань» всего находится в эксплуатации 1342 ед. автотранспортной техники, из них 679 ед. ра-

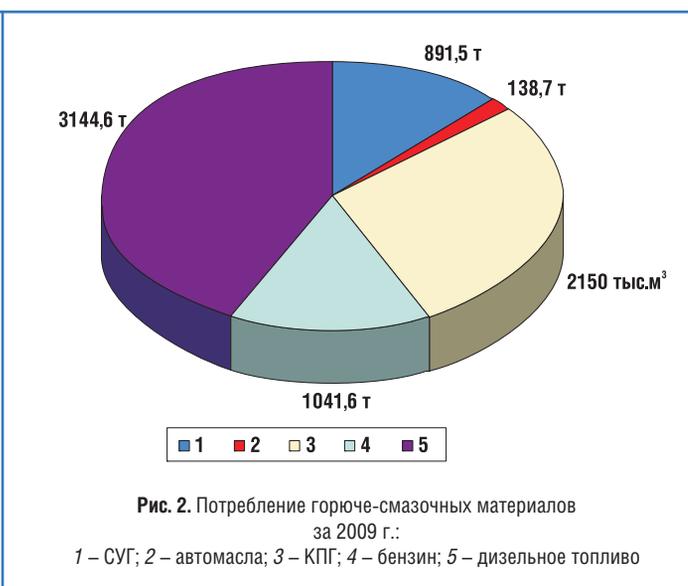
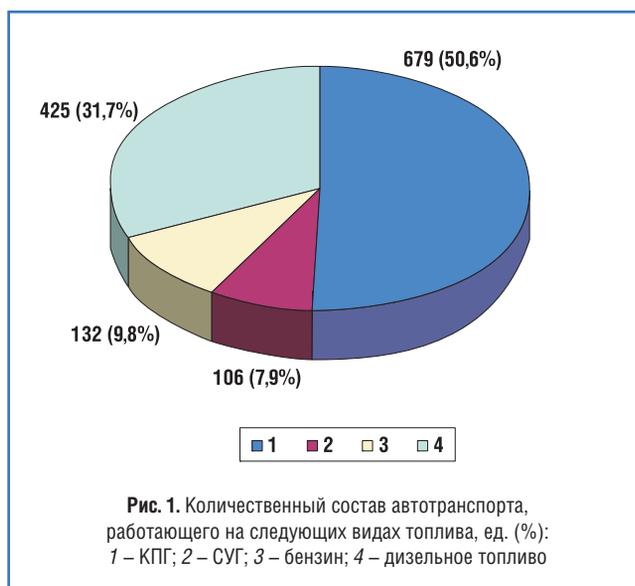
ботают на СПГ (рис. 1). В результате применения СПГ в качестве моторного топлива собственным автотранспортом Общества потреблено

в 2009 г. 2150 тыс. м³ СПГ и замещено 1420 т жидких нефтяных моторных топлив (рис. 2).

У нас накоплен значительный опыт по переоборудованию автотранспортных средств на газовое топливо. На участках ГБО ООО «Газпром трансгаз Казань» осуществляется перевод на СПГ автомобилей и автобусов различных модификаций: КАМАЗ, УРАЛ, ЗИЛ, ГАЗ (грузовой), ГАЗ (легковой), УАЗ, ИЖ, ВАЗ, РАФ, ПАЗ. В течение последних четырех лет на СПГ переоборудуются автомобили иностранного производства, в их числе «Форд», «Шевроле», «Нисан», «Шкода», «Опель» и др. Рассматривается возможность установки газобаллонного оборудования на тракторы марки МТЗ-82.

На базе участков ГБО налажено сервисное обслуживание газобаллонных автомобилей, а именно: техническое обслуживание и текущий ремонт газобаллонной аппаратуры, опрессовка газовой системы питания автомобилей. На базе участка ГБО Альметьевского ЛПУМГ запущен в эксплуатацию пункт по техническому освидетельствованию автомобильных газовых баллонов под сжатый природный газ (метан) и баллонов под сжиженные углеводородные газы (СУГ).

Перевод стороннего автотранспорта на СПГ на участках ГБО Общества



осуществляется на протяжении нескольких лет, заказчиками на перевод автомобилей на газовое топливо являются не только жители Республики Татарстан, но и других регионов страны. В ООО «Газпром трансгаз Казань» уделяется большое внимание пропаганде перевода автотранспортных средств на КПГ. Для привлечения внимания руководителей предприятий к использованию КПГ в качестве моторного топлива ООО «Газпром трансгаз Казань» были организованы выпуск рекламного буклета, неоднократные выступления в средствах массовой информации с разъяснениями следующих преимуществ применения природного газа в качестве моторного топлива:

- цена на природный газ для автомобильного транспорта установлена Постановлением Правительства Российской Федерации в размере не более 50 % от цены бензина марки А-76, при этом 1 м³ газа по

энергетической составляющей и по расходу эквивалентен 1 л бензина;

- экологический эффект, который заключается в том, что при работе двигателя автомобиля на природном газе выбросы оксида углерода СО уменьшаются в 4-5 раз, оксидов азота – на 30-40 %, в 10 раз снижается дымность выхлопа дизельных двигателей;

- моторное масло не разжижается и не загрязняется продуктами сгорания, что повышает ресурс двигателя в среднем на 35 %.

Срок окупаемости затрат, связанных с переоборудованием автотранспорта для работы на КПГ, по расчетам экономистов составляет: для карбюраторных автомобилей – от 8 до 12 мес.; для газодизельных автомобилей – 24 мес.

ООО «Газпром трансгаз Казань» неоднократно принимало участие в выставках по использованию природного и сжиженного углеводородного газа в качестве моторного топлива в

Республике Татарстан и за ее пределами. Так, в 2003 г. в Казани на международной выставке «Казанский автосалон: Автомобиль в сердце России» были представлены два специальных автомобиля: мусоровоз КАМАЗ 53213 МК-20 и поливомоечная машина ЗИЛ 433362. По итогам работы выставки ООО «Газпром трансгаз Казань» награждено дипломом «За внедрение технологий перевода автомобильного транспорта на газ». В 2005 г. в Москве состоялась выставка «Экоэффективность-2005», за участие в которой ООО «Газпром трансгаз Казань» награждено «Национальной экологической премией».

ООО «Газпром трансгаз Казань» в качестве одного из приоритетных направлений в своей деятельности считает использование компримированного природного газа в качестве моторного топлива и сотрудничает с передовыми предприятиями, ведущими разработки в области газомоторного топлива.

Размышления об автопробегах «Голубой коридор – 2010» и перспективах развития парка газомоторной техники

В.В. Гетьман,

коммерческий директор ООО «НордВестАвтоТрейд»

Финишировал очередной третий автопробег автомобилей с двигателями, работающими на КПГ. Автопробеги по «Голубым коридорам» становятся, благодаря ОАО «Газпром», хорошей традицией, и это не может не радовать.

Так уж получилось, что в этих трех автопробегах принимало участие и наше предприятие ООО «НордВестАвтоТрейд» (г. Каменногорск Ленинградской обл.) – в 2008 г. на иранском автомобиле «Саманд», в 2009 г. на автобусе «Мерседес» производства иранского завода, а в этом году на китайском 18-местном авто-

бусе JAC, который любезно предоставила нам группа компаний «Полиэлектроника» из Санкт-Петербурга в лице президента компании М.М. Ерихова.

Автопробег, как и в прошлые годы, прошел организованно, без помех и происшествий. В городах по маршруту автопробега проводились «круглые столы» с участием админи-

страций, пассажироперевозчиков, представителей заводов. На всем пути следования колонну сопровождали представители СМИ.

Были организованы показы автомобилей, участников автопробега, на заводах КАМАЗ, УАЗ, ВАЗ, ГАЗ, где была предоставлена возможность познакомиться с модельным рядом выпускаемых серийно автомобилей, в том числе с двигателями, работающими на компримированном природном газе (КПГ). Хотелось бы отметить, что за последние годы количество серийных газовых автомобилей растет достаточно высокими темпами, что показывает, в очередной раз, актуальность проблемы, компетентность руководства и видение перспективы на автомобильных заводах и в регионах России.

Особенно порадовали своей «линейкой» газовых автомобилей камазовцы – за короткое время здесь разработаны и выпускаются серийно самосвалы, тягачи, коммунальная

техника, а автопробег показал их надежность. Необходимость внедрения такой техники в автопарках Москвы и других промышленных городах не вызывает никаких сомнений. Автомобиль «ЛАДА» с двигателем газбензин в скором времени может завоевать приоритетное место среди российских автолюбителей и тому имеются все предпосылки.

Газовые автобусы ЛИАЗ и НЕФАЗ городского типа уже нашли применение во многих городах – Краснодаре, Тольятти, Казани, Москве, Новгороде и др.

Необходимость расширения парка автомобилей с газовыми двигателями очень актуальна и перспективна, благодаря экономичности, повышению моторесурса двигателей и сохранению запасов жидких углеводородов, а главное – благодаря простоте и экологичности. Другой реальной альтернативы в ближайшее время не просматривается, что становится очевидным.

Перспективы использования транспорта на КПГ неоспоримы. Но не может не настораживать тот факт, что количество АГНКС в России растет недостаточно высокими темпами. Мало того, их начали закрывать. Так, в Ленинградской обл. не так давно была упразднена структура «Ленавтогаз», и АГНКС были переданы ЗАО «Газпромнефть-Северо-Запад», вскоре были закрыты для заправки КПГ АГНКС городов Сестрорецк, Пушкин, Псков, а АГНКС в г. Петродворец работает только на сжижение. Таким образом сейчас на весь Санкт-Петербург и Ленинградскую обл. работает только одна АГНКС на Пулковском шоссе. В г. Выборг АГНКС вот уже более 10 лет заправляет только пропаном. А как же «Голубой коридор Москва – Хельсинки»? Получается, что между словами и делами существует противоречие.

Почему так происходит? То ли это инертность мышления, то ли менталитет у нас такой – не мне судить.



Много говорилось и говорится о необходимости создания координационного центра на уровне Федерации по вопросу внедрения газомоторной техники, строительства и реконструкции АГНКС, введения льгот для транспортных организаций и частных, эксплуатирующих «газовые» автомобили, но ведь ничего этого, к сожалению, пока нет. Ведь только в Москве ведется целенаправленная работа по переводу автопарков на газоиспользующую технику.

Не совсем понятно, почему в России так мало частных АГНКС, почему не работает рыночная экономика, механизм саморегулирования? Уверен в том, что пока этого не будет, рост количества АГНКС, а значит и парка автомобилей на КПГ будет недостаточным. Для сравнения – на всей необъятной территории России работают более 250 АГНКС, а в Германии более 1000 ед. и при этом продолжается ускоренный их прирост. На востоке Украины в небольшом городке Луганск, где всего около 400 тыс. жителей, в течение 5-7 последних лет введено в эксплуатацию и работает более 10 частных АГНКС! На мой взгляд, пока АГНКС не начнут строить и эксплуатировать частные предприятия, необходимого результата достигнуть будет сложно. Для решения этой проблемы и существуют, наверное, соответствующие структуры. Например, ООО «Микро-

метан» под руководством А.В. Бурсикова (г. Саров Нижегородской обл.).

Что касается нашего предприятия, то на линии работают два газовых автобуса «Мерседес» иранского производства, на подходе газовый автобус «ИВЕКО», ездят такси «Саманд». На площадке есть газ, земля в бессрочном пользовании, нужен лишь инвестор для строительства АГНКС. Мы находимся на Карельском перешейке в 45 км от г. Выборг, 30 км до г. Иматра (Финляндия), около 180 км до Санкт-Петербурга.

А город Выборг, при желании, можно сделать показательным для всей России по внедрению газового транспорта. Он небольшой, стоит на федеральной трассе Санкт-Петербург – Хельсинки, есть АГНКС, где можно восстановить заправку метаном, работает много автобусов, в том числе на Санкт-Петербург.

Подводя итог размышлениям, хочу выразить уверенность в том, что несмотря ни на что через какое-то время Россия все же станет одним из лидеров по использованию КПГ на транспорте! Хочу сказать большое спасибо руководству ОАО «Газпром», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Национальной газомоторной ассоциации, а также всем тем, кто принимал участие в автопробеге «Голубой коридор – 2010».

До встречи на проекте «Голубой коридор – 2011» в будущем году!



GasSUF – 2010 – оборудование и технологии для газораспределения и эффективного использования газа



С 14 по 17 сентября 2010 г. в Москве, в павильоне № 2 ЭЦ «Сокольники» прошла 8-я Международная специализированная выставка GasSUF–2010. Выставка была организована Международной выставочной компанией MVK, ОАО «Газпром», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ОАО «Газпром промгаз», Национальной газомоторной ассоциацией (НГА), под патронатом ТПП РФ и Министерства транспорта Московской области.



Выставка GasSUF – ежегодное отраслевое мероприятие, которое охватывает все аспекты использования газа для муниципальных нужд, в промышленности и на транспорте. Этот проект представляет самые актуальные сегменты газовой отрасли: передовые технологии в производстве газотопливной и газобаллонной аппаратуры, оборудование для сжижения, транспортировки, хранения и регазификации сжиженного природного газа (СПГ), проектирование, строительство и эксплуатацию стальных и полиэтиленовых газопроводов. За 8 лет своего существования выставка приобрела высокий международный авторитет благодаря широкому привлечению экспонентов и посетителей

и соответствию высоким международным стандартам.

Статистика выставки

В выставке GasSUF–2010 приняли участие 79 российских и зарубежных участников из 14 стран мира, общая площадь выставочной экспозиции составила 1700 м². За четыре дня работы выставку посетили 3278 российских и зарубежных специалистов.

В выставке принимали участие крупнейшие производители и поставщики нефтегазового оборудования и технологий из Германии, Австрии, Италии, Бельгии, Франции, Польши, Аргентины, Кореи, Литвы, Латвии, Ирана и других стран. Среди экспонентов были представлены такие компании, как ОАО «Газпром», ФЧООО «Дрессер Юроп», LPGroup, «Ивеко», «КамАЗ», «РариТЭК», Группа «ГАЗ», «Интергаз», НПО «РОТОР», «Славгаз», «Калинагазсервис», «АНСЕР-Продакшн», «НГТ-Холдинг», «Промэнергомаш», Орский машиностроительный завод, Новогрудский завод газовой аппаратуры, Schwelm Anlagentechnik GmbH, «Резол автогаз», «Газпарт 95», Leobersdorfer Maschinenfabrik



GmbH & Co. KG, TA GAS TECHNOLOGY S.A., CRYOSTAR SAS, Idro Mecapica и многие другие.

Впервые на выставке был организован коллективный стенд национальных компаний Исламской Республики Иран. В рамках экспозиции были представлены следующие газовые компании Ирана: Хаид Сазех Пишро, Нагеш Аваран Тус, Чекад Мобтакеран Хамако, Раезани Фарханги.

В рамках выставки прошли многочисленные презентации действующего оборудования и технологий от ведущих мировых брендов, также были продемонстрированы новинки техники. В сравнении с прошлым годом на выставке было представлено почти в два раза больше оборудования. Это позволяет говорить о том, что газовая промышленность проходит через кризисный период с меньшими потерями, чем остальные отрасли топливно-энергетического комплекса.

Всего на выставке было представлено 57 ед. оборудования и техники, в том числе транспортные средства, автомобильные баллоны и арматура для КПП и сжиженного нефтяного газа, газоанализаторы различного применения, поршневые и винтовые компрессоры, передвижные автомобильные газовые заправщики (ПАГЗ), оборудование для комплексного оснащения и строительства АГЗС, для сжижения, транспортировки и хранения СПГ, получения и хранения биотоплива на основе альтернативных энергоносителей и др.





По мнению экспертов НГА, выставка стала отличной деловой площадкой для встречи поставщиков и потребителей, большинство из которых приехало на выставку с конкретными запросами.

Новинки экспозиции

Предприятие «Группа ГАЗ» представило новинку – первый в России легкий коммерческий автомобиль с битопливным двигателем, работающим на бензине и сжиженном газе. Компания «Эксодус (Автометан)» продемонстрировала новую серию ПАГЗ: ПАГЗ-3000, ПАГЗ-3700, ПАГЗ-4000, ПАГЗ-4600, ПАГЗ-5500 (число соответствует объему перевозимого



газа в кубометрах). Частное предприятие Я.Загодзона «Auto-Gaz Centrum» представило на выставке инновационную систему распределенного впрыска газа СОМПАСТ. Автомобильный завод «КамАЗ» продемонстрировал обновленную линейку ТС, работающих на метане: автобусы НЕФАЗ, КамАЗ-ВАХТА, КамАЗ-мусоровоз. ООО «ЛПГРУП» впервые в России представила поршневой компрессор производства компании KwangShin, НПК Российского федерального ядерного центра продемонстрировал на выставке уникальный автомобиль, способный работать на пяти видах топлива – бензине, метане, синтез-газе (водородсодержащее топливо), а также на бензине с добавками синтез-газа и на метане с добавками синтез-газа.

Деловая программа

Четвертый год подряд выставка проходит в рамках Московского международного форума «Неделя эффективного распределения и использования газа». Главным событием деловой программы стало участие в выставке рабочего комитета 5 «Использование газа» Международного газового союза (РК-5 МГС), занимающегося изучением состояния и оценкой перспектив использования газа в промышленности, коммунально-бытовой сфере и на транспорте, включая вопросы технологий, оборудования, рационального использования энергоресурсов, вовлечения в оборот нетрадиционных и возобновляемых источников энергии и т.д.

«В контексте растущего беспокойства по поводу глобального потепления решающим фактором является то, что мы помогаем конечному потребителю эффективно использовать газ и гарантируем, что совместное использование газа и возобновляемых источников энергии будет способствовать большему энергосбережению... Особое внимание должно быть уделено проведению различных промоакций, популяризирующих транспортные средства на природном газе», – сказал Тацуо Куме, председатель РК-5.

За 8 лет рынок оборудования и технологий для газораспределения и эффективного использования газа претерпел много положительных изменений: если до 2002 г. в странах СНГ и Балтии эксплуатировались 394 АГНКС, способные обеспечивать заправку более 250 тыс. грузовых автомобилей, сейчас только в России работают 255 АГНКС. Ведется строительство новых станций средней и малой производительности. Газифицированы практически все основные автомагистрали Западной Сибири и европейской части России.

Доля природного газа в общем балансе потребления энергоносителей неуклонно возрастает. GasSUF – выставка, на которой производители уже сегодня предлагают со-

временные технологии и оборудование для использования экологически более чистых альтернативных видов моторного топлива, когда все чаще звучат прогнозы экспертов об истощении запасов нефти, публикуются данные об ухудшающейся экологической обстановке и о глобальном изменении климата.



Многолетний успех выставки GasSUF во многом обусловлен поддержкой, которую ей оказывают наши партнеры. В этой связи оргкомитет выставки выражает особую благодарность ОАО «Газпром», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ОАО «Газпром промгаз» и Национальной газомоторной ассоциации за многолетнюю поддержку и сотрудничество. Организаторы выставки также особенно признательны средствам массовой информации, которые освещают это мероприятие, и со своей стороны желают всем экспонентам, специализированным СМИ и партнерам проекта благополучия, достижения поставленных целей, поступательного развития бизнеса и удачи во всех начинаниях! Надеемся на продолжение нашего сотрудничества и приглашаем к участию в GasSUF-2011.

**Следующая выставка GasSUF
пройдет 11-13 октября 2011 г.
в ЭЦ «Сокольники».
Подробная информация
о выставке
на www.gassuf.ru.**

МАДИ: вехи становления и развития

В.М. Приходько,
ректор МАДИ, член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор

MADI: Formation and development marks

V.M. Prikhodko



В начале 30-х гг. XX в. с развитием промышленности стране требовались профессиональные кадры с высшим образованием. Кроме того, дальнейшее развитие было невозможно без разветвленной сети дорог и организации массовых перевозок грузов и пассажиров автомобильным транспортом. По-

этому советским правительством было принято решение об организации сразу нескольких автомобильно-дорожных вузов, большинство из которых существует и в настоящее время.

Московский автомобильно-дорожный институт (МАДИ), ныне Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, был учрежден постановлением СНК СССР № 748 от 13 декабря 1930 г. на базе автодорожного факультета Московского института инженеров транспорта и Высшей автодорожной школы ЦУДОТРАНС с участием кафедр и преподавателей

Механического института им. М.В. Ломоносова и Высшего технического училища им. Н.Э. Баумана. Первый выпуск 36 инженеров-дорожников состоялся в 1931 г. В настоящее время университет ежегодно выпускает до 1,5 тыс. высококвалифицированных специалистов. Среди технических университетов Российской Федерации Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет занимает особое место благодаря той роли, которую уже второе столетие играют автомобили и дороги в развитии современного общества.

МАДИ – головной в России автомобильно-дорожный вуз эксплуатационного профиля. Главной задачей университета является подготовка высококвалифицированных кадров для автомобильного транспорта, дорожно-мостового и аэродромного строительства, производства дорожно-строительных машин, автоматизированных систем управления в автотранспортном комплексе. Вопрос

трудоустройства не беспокоит студентов МАДИ, института с многолетней историей, остающегося верным традициям канонического строгого образования, одновременно взявшего на вооружение и современные методики обучения.

Первым директором МАДИ в 1930 г. был назначен В.А. Лопатто, выпускник Киевского военно-инженерного училища, участник Первой мировой войны, впоследствии работавший на ответственных должностях в Комиссариате путей сообщения и в других государственных структурах. Благодаря усилиям Я.М. Свитке, следующего ректора МАДИ, институт получил собственное пятиэтажное здание на Садово-Самотечной улице. Затем вуз возглавил В.А. Михаленок. О нем и о тех, кто занимал должность ректора после него – П.В. Квитницком, С.Л. Коллегаеве, В.П. Князеве, хорошо известно, что все они не жалели сил и времени для развития научной и материально-технической базы института.

В предвоенные годы с участием выпускников МАДИ построены тысячи километров дорог с усовершенствованным покрытием, возведены мосты и транспортные тоннели, получил развитие автомобильный транспорт. В начале 1940-х гг. в МАДИ был осуществлен ряд важных и давно назревших организационных мероприятий по линии учебной работы, которые сыграли важную роль в подготовке специалистов МАДИ для нужд военного времени. Эти мероприятия стали своеобразным фундаментом, на котором институт активно строил свою образовательную деятельность и не прекращал выпуск высококвалифицированных кадров в годы Великой Отечественной войны.

В 1939-1941 гг. значительно повысилась квалификация профессорско-преподавательского состава МАДИ. В конце 1938 г. институту было возвращено утраченное в 1937 г. право проводить защиты кандидатских диссертаций по тем специальностям, по которым институт имел аспирантуру, и докторских диссертаций. С осени 1939 г. право защиты кандидатских диссертаций было предоставлено советам факультетов с последующим утверждением советом института. К началу 1941 г. профессорско-





Главный корпус МАДИ

преподавательский состав института насчитывал около 160 штатных работников. В институте преподавали 8 докторов наук и 45 кандидатов наук. Из числа профессоров и доцентов около 70 % имели ученые степени. И более половины профессоров работали в институте со дня его основания.

В начале 1938 г. институт возглавил С.П. Артемьев, с именем которого связано начало строительства здания МАДИ на Ленинградском проспекте. В 1940 г. был утвержден проект этого здания. В годы войны С.П. Артемьев провел эвакуацию института в узбекский городок Янги-Юль. После возвращения в Москву он работал заместителем министра автомобильного транспорта.

На протяжении 17 лет с 1943 по 1961 г. вузом руководил профессор Г.И. Зеленков, ведущий ученый в области ремонта строительных и дорожных машин, талантливый организатор, основоположник научной школы по эксплуатации и ремонту дорожных машин, много сделавший для становления высшего автомобильно-дорожного образования в СССР. Им внесен существенный вклад в развитие учебно-лабораторной базы вуза и строительство современного здания МАДИ.

Более 20 лет вуз возглавлял доктор технических наук, почетный доктор Будапештского технического университета и Дрезденской высшей школы транспорта и связи, председатель

президиума Федерации автомобильного спорта СССР профессор Л.Л. Афанасьев – крупнейший специалист в области автомобильного транспорта, безопасности дорожного движения и организации автомобильных перевозок. Л.Л. Афанасьев внес существенный вклад в развитие МАДИ, укрепление его материальной базы, развитие международных связей.

В 1980 г. за заслуги в подготовке квалифицированных кадров для Родины и развитии науки МАДИ награжден орденом Трудового Красного Знамени. В этот период в СССР насчитывалось порядка 800 вузов, среди которых ведущих, напрямую подчинявшихся Минвузу СССР, было 32. МАДИ, благодаря огромной заслуге Л.Л. Афанасьева, стал 33-м вузом страны в этом списке. В 1982 г. ректором МАДИ был назначен доктор технических наук (с 1991 г. член-корреспондент РАН) В.Н. Луканин, известный ученый в области автотракторных двигателей и транспортной экологии, выпускник МАДИ, под руководством которого вуз получил статус технического университета.

В 2001 г. впервые в истории МАДИ новый ректор избирается. Им стал доктор технических наук (с 2003 г. член-корреспондент РАН) В.М. Приходько, выпускник факультета автомобильного транспорта, руководитель научной школы по инновационным ультразвуковым технологиям, работающий на этой должности по настоящее время. В ноябре

1987 г. на базе МАДИ, как ведущего вуза, было организовано учебно-методическое объединение по автотракторным и дорожным специальностям, объединившее 104 вуза по девяти специальностям и девяти специализациям.

С 1989 г. на базе МАДИ действует Московский центр автомобильно-дорожного образования (МЦАДО), созданный с целью реализации комплексного подхода к подготовке специалистов разного уровня для автотранспортного комплекса и других отраслей производства.

В разные годы в МАДИ были созданы научные школы, основателями которых стали выдающиеся ученые – академики Е.А. Чудаков и Б.С. Стечкин, член-корреспондент АН СССР Н.Р. Брилинг, лауреаты Государственных премий, заслуженные деятели науки и техники РСФСР, доктора технических наук Н.Н. Иванов, П.И. Шилов, Н.Н. Маслов, заслуженные деятели науки и техники РСФСР, доктора технических наук Л.Л. Афанасьев, В.Ф. Бабков, Е.Е. Гибшман, В.В. Ефремов, Л.В. Дехтеринский, А.О. Никитин, Г.В. Крамаренко, А.А. Хачатуров, В.Н. Луканин (член-корреспондент РАН, лауреат премии Правительства России), Ю.М. Лахтин (лауреат Государственной премии СССР), А.Н. Островцев (лауреат Государственной премии СССР), С.В. Шестоперов (трижды лауреат Государственной премии СССР), В.А. Киселев (лауреат Государственной премии СССР) и др.

МАДИ по праву гордится своими воспитанниками, среди которых экс-председатель правительства Российской Федерации М.М. Касьянов, министры автомобильной промышленности СССР В.Н. Поляков, автомобильных дорог РСФСР А.А. Николаев, автомобильного транспорта и шоссейных дорог Туркмении Х.Курбангельдыев и Н.Кульмурадов, заместители министров С.П. Артемьев, А.Н. Манжула, Н.И. Мохов, Г.Н. Бородин, Б.П. Васильев, А.Ф. Петров, М.М. Маханов (Казахстан), Б.И. Щерянов (Болгария), бывший Председатель Торгово-промышленной палаты С.А. Смирнов, заместитель Председателя Правительства Таджикистана Ф.М. Мухитдинов и многие другие.

На 56 кафедрах университета в настоящее время работают ведущие ученые в области автомобильного транспорта, дорожного, аэродромного и



На выставке научных достижений МАДИ.

Слева – направо: А.М. Иванов, проректор по научной работе, А.Н. Ременцов, проректор по международным связям, Н.А. Блудян, зам. министра транспорта Московской обл.

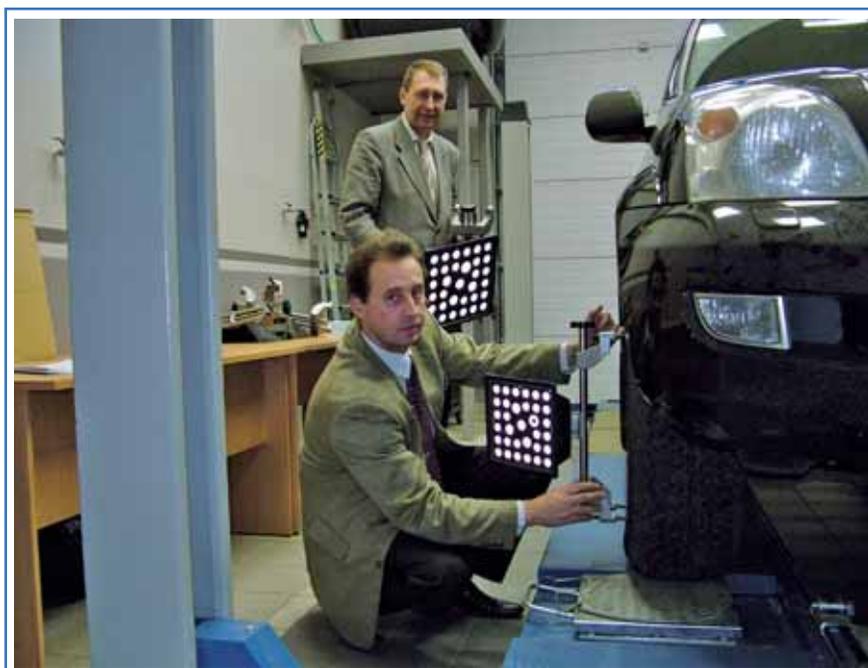
мостового строительства, дорожного машиностроения, техники специального назначения, экономики, информатики, организации управления на автомобильном транспорте и в дорожном строительстве, экологии и альтернативных источников энергии, безопасности дорожного движения и ряда смежных научных дисциплин. Среди них – члены-корреспонденты РАН и других государственных академий, три лауреата Государственной премии, три лауреата Премии Президента РФ и 22 лауреата Премии Правительства РФ, 55 академиков различных общественных академий, в том числе международных, 26 заслуженных деятелей науки и техники России, 170 профессоров и докторов наук, 550 доцентов и кандидатов наук, пять заслуженных изобретателей РФ, 12 человек являются заслуженными работниками высшей школы, у 170 сотрудников МАДИ – нагрудный знак «Почетный работник высшего профессионального образования РФ».

Университет готовит специалистов по 27 специальностям, по 9 направлениям бакалавров и по 9 – магистров, реализуются 29 программ послевузовского и дополнительного образования (6 программ), в том числе профессиональной

переподготовки и повышения квалификации. Университет реализует программы получения дополнительной квалификации: «Магистр делового администрирования» и «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации» с выдачей дипломов и прохожде-

нием зарубежной практики. В институте повышения квалификации и переподготовки кадров транспортно-дорожного комплекса (ИПК) проходят подготовку специалисты различных организаций. В 2007 г. в ИПК МАДИ организована Бизнес-школа, в которой повысили квалификацию на краткосрочных семинарах сотни человек, часть из которых проходила профессиональную подготовку по второму высшему образованию в течение 3,5 лет по специальности «Логистика и управление путями поставок». В МАДИ многие десятилетия действует Центр переподготовки и повышения квалификации (ЦПиПК) по направлению «Инженерная педагогика». Центр аккредитован Международным обществом по инженерной педагогике (IGIP) на право ведения образовательной деятельности в рамках международного образовательного пространства. МАДИ активно сотрудничает по обмену студентами, преподавателями, совместным научным работам с университетами Германии, Польши, Великобритании, Швеции и др.

МАДИ, как базовый вуз, имеет сеть филиалов в различных регионах России. Для подготовки научно-педагогических кадров в МАДИ есть аспирантура и докторантура. Научное руководство осуществляют ведущие ученые университета, успешно работают семь специализированных советов



Лаборатория технического обслуживания автомобилей кафедры эксплуатации автомобильного транспорта и автосервиса

по защите докторских и кандидатских диссертаций.

Сегодня преподаватели, ученые, аспиранты МАДИ вносят существенный вклад в подготовку специалистов и развитие научных направлений, связанных с применением альтернативных видов топлив на автомобильном транспорте.

По этим актуальным направлениям ведутся работы на факультетах автомобильного транспорта и энерго-экологическом. На кафедре эксплуатации автомобильного транспорта и автосервиса, возглавляемой профессором А.Н. Ременцовым, ведутся работы по совершенствованию методов эксплуатации и повышению надежности газобаллонных автомобилей и их систем питания. Исследования в этом направлении с 80-х гг. прошлого столетия выполнялись под руководством профессоров Г.В. Крамаренко, Е.С. Кузнецова, В.Г. Коваленко, Ю.Н. Фролова. В настоящее время этими работами руководит профессор Ю.В. Панов совместно с профессором В.А. Зенченко.

В независимой испытательной лаборатории «МАДИ-ХИМ», возглавляемой доцентом А.А. Хазиевым и созданной на базе учебной лаборатории топлива и масел, выполняются исследования по оценке качества автомобильных эксплуатационных материалов. Под руководством профессора Л.С. Васильевой, автора учебника по этой дисциплине,

выполняются исследования в области химмотологии автомобильных эксплуатационных материалов. В 11-м и 14-м автобусных парках ГУП «Мосгортранс», возглавляемых выпускниками МАДИ кандидатами технических наук, доцентами А.А. Назаровым и Р.И. Исмаиловым, созданы филиалы кафедры. Здесь студенты и аспиранты МАДИ получают практическую подготовку, выполняют дипломные и научные работы.

Кафедра теплотехники и автотракторных двигателей под руководством профессора М.Г. Шатрова стала одним из лидеров в области конвертирования дизельных двигателей для работы на природном газе и использования диметилэфира. По инициативе В.Н. Луканина, доктора технических наук, ректора МАДИ с 1982 по 2001 г., члена-корреспондента РАН, на кафедре теплотехники и автотракторных двигателей МАДИ с начала 90-х гг. прошлого столетия были начаты работы по применению в дизелях альтернативных видов топлива.

Одним из первых направлений в этих работах стала разработка на базе отечественных дизелей двигателей, питаемых природным газом, для городских автобусов. Этим направлением руководит кандидат технических наук, профессор А.С. Хачиян. Впоследствии возникли направления по применению в дизелях диметилэфира (руководитель

– доктор технических наук, профессор Л.Н. Голубков) и смесевых топлив (руководитель – кандидат технических наук В.И. Мальчук).

Группой, руководимой профессором А.С. Хачияном, были разработаны:

- методика перевода дизелей без наддува производства ОАО «КАМАЗ» мощностью 140 кВт на питание компримированным природным газом с использованием искрового зажигания, которая позволяет дорабатывать дизели, находящиеся в эксплуатации и не выработавшие ресурс, непосредственно на автотранспортных предприятиях и которая отработана на пяти автобусах (три автобуса А-4216/17 и два ЛиАЗ-5256), укомплектованных двигателями КАМАЗ 74119.10;

- варианты двигателей на природном газе с управляемым газотурбинным наддувом, испытания которых на стенде (стационарные режимы) показали возможность соблюдения норм по вредным выбросам уровня «Евро-4» и «Евро-5» по всем компонентам (твердые частицы, оксиды азота и углерода, тяжелые углеводороды).

В настоящее время ведутся работы по созданию газового двигателя, питаемого природным газом и обладающего наряду с низкими выбросами вредных веществ и низкими выбросами основного парникового газа – двуокиси углерода.

Кафедра техносферной безопасности, возглавляемая профессором Ю.В. Трофименко, выполняет исследования по оценке экологических преимуществ альтернативных топлив в жизненном цикле автомобиля (руководитель – доцент С.В. Шелмаков).

Работы этих кафедр по перечисленным направлениям проводятся с предприятиями ГУП «Мосгортранс», ФГУП «НАМИ», ОАО «НИИАТ», ОАО «Газпром», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ОАО «КАМАЗ», ELPIGAZ, предприятиями автосервиса и др.

Применение альтернативных топлив и в первую очередь углеводородных газов в последние годы во всем мире все более расширяется, и очень важно, что головной автодорожный вуз России активно участвует в этом процессе.

Потенциал МАДИ, его многолетняя история позволяют сотрудникам, выпускникам и студентам МАДИ с уверенностью смотреть в будущее.



Проведение специалистами спектрального анализа нефтепродуктов в испытательной лаборатории «МАДИ-ХИМ»

Разработка и исследование битопливного двигателя с качественным регулированием

А.С. Хачиян, профессор МАДИ (ГТУ), к.т.н.,
И.Г. Шишлов, младший научный сотрудник МАДИ (ГТУ), к.т.н.,
А.В. Вакуленко, инженер МАДИ (ГТУ),
Д.М. Карпов, аспирант МАДИ (ГТУ)



Ключевые слова: битопливный двигатель, природный газ, дизельное топливо, аккумуляторная топливная система.

Research and development of dual fuel engine with qualitative regulation

A.S. Khachiyani, I.G. Shishlov, A.V. Vakulenko, D.M. Karpov

Keywords: bi-fuel engine, natural gas, diesel fuel, accumulator type injection system.



А.С. Хачиян,
профессор МАДИ (ГТУ), к.т.н.:

Статья посвящена исследованиям и разработке битопливного (природный газ – дизельное топливо) двигателя. Запальная минимизированная тонко распыленная порция дизельного топлива подается в цилиндры с помощью аккумуляторной топливной системы. Дозирование природного газа осуществляется вне цилиндров двигателя с помощью блока электромагнитных форсунок.

Исследования подтвердили возможность замещения дизельного топлива природным газом на 86 % для минимальных оборотов и до 95 % для полных нагрузок.

Paper is dedicated to research and development of dual fuel (natural gas – diesel fuel) engine. To inject minimized diesel fuel portion under high pressure, hence fine atomized accumulator type injection system is used.

Natural gas is metered outside of cylinders with the help of electronically controlled valves. It turned out that with the system described shortly it is possible to run the engine from minimum idle speed to high torque with substitution diesel fuel by natural gas 86% (at minimum idle) up to 95 % (at high torque) diesel fuel.

В развитых странах мира в последнее десятилетие снижению выбросов парниковых газов (в частности, диоксида углерода) уделяется больше внимания, чем снижению токсичности. Это в значительной мере связано с тем, что пути снижения выбросов вредных веществ (ВВ) хорошо уже изучены, и большинство ведущих фирм, производящих двигатели, имеет модели, выбросы ВВ которых приближаются к нулевым. Конечно, достигается это удорожанием двигателей и автомобилей. Считается, в частности, что радикальное снижение вредных выбросов газовыми двигателями может быть достигнуто при меньшем удорожании двигателей и автомобилей, чем в случае дизелей.

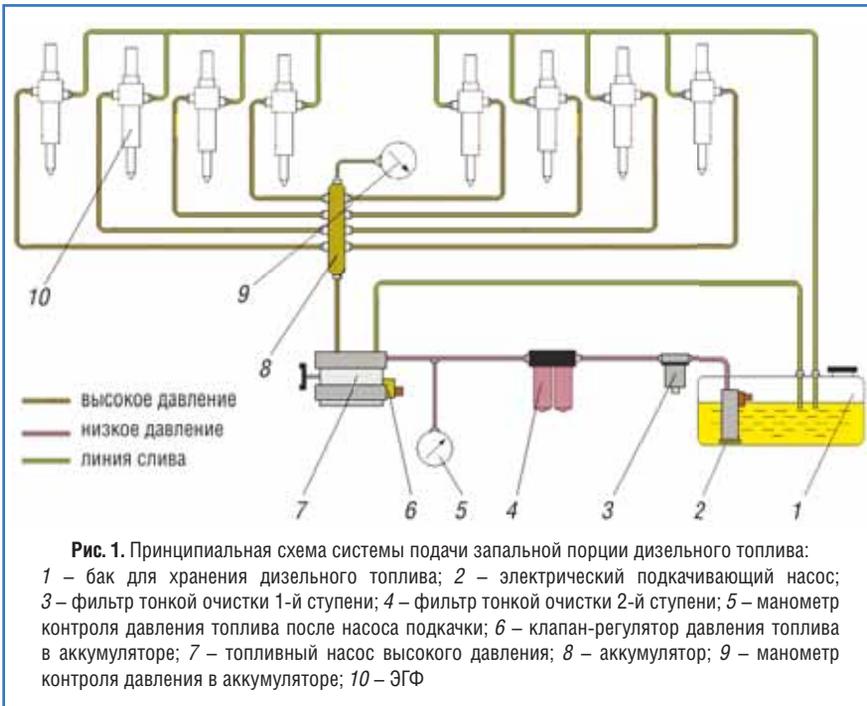
В [1] рассмотрены методы обеспечения качественного регулирования в газовом двигателе с внутренним смесеобразованием. Они предполагают изменение конструкции головки цилиндра и применение дожимного компрессора для природного газа. Это, естественно, существенно повышает стоимость конвертации дизеля в газовый двигатель. Поэтому изучение возможности применения качественного регулирования при внешнем смесеобразовании представляет существенный интерес.

В [2-4] приведены варианты подачи природного газа и воспламенения газозвоздушной смеси.

Для исследования рабочего процесса на базе дизеля КАМАЗ

размерностью 120×120 с $\epsilon=16,5$, укомплектованного двухклапанными головками цилиндров, был создан экспериментальный образец двигателя, питаемого природным газом, с управляемым турбонаддувом, промежуточным охладителем, внешнем смесеобразованием и качественным регулированием. Газозвоздушная смесь на всех режимах работы воспламенялась малой ($V_{цикл} \approx 5 \text{ мм}^3$) запальной порцией мелко распыленного дизельного топлива.

Для подачи запальной порции дизельного топлива используется аккумуляторная топливная система типа Common Rail, включающая восемь электрогидравлических форсунок (ЭГФ), подкачивающий топливный



насос и топливный насос высокого давления фирмы BOSCH (рис. 1).

Необходимое количество природного газа подает блок электроуправляемых газовых форсунок (рис. 2).

Использование стандартных головок цилиндра обеспечивает высокую унификацию разрабатываемого двигателя с ранее выпущенными и выпускаемыми предприятием ОАО «КАМАЗ» дизелями. Это позволит в

дальнейшем переводить по новой разработанной методике дизели, находящиеся в эксплуатации, на природный газ.

Для испытаний газового двигателя создана экспериментальная установка, укомплектованная необходимой аппаратурой для измерения и контроля его параметров, измерения концентрации вредных веществ в отработавших газах, расхода воздуха и

газа, управления и контроля элементами систем подачи топлив: природного газа и запальной порции дизельного топлива (рис. 3).

Для моторных испытаний газового двигателя на стенде разработана система управления, объединяющая три отдельных блока. Первый осуществляет управление ЭГФ (подача запальной порции дизельного топлива), второй в полуавтоматическом режиме управляет подачей природного газа, третий измеряет и контролирует параметры двигателя.

Обработку данных, полученных с датчиков, и формирование управляющих импульсов для ЭГФ осуществляют два персональных компьютера.

На предварительной стадии испытаний двигателя на частотах вращения $n=750 \text{ мин}^{-1}$ (режим холостого хода) и $n=1000 \text{ мин}^{-1}$ (малые нагрузки) обнаружилось существенное различие в температурах отработавших газов (ОГ) перед турбинами ТКР левого и правого блоков. Побочная разница температуры ОГ перед турбинами ТКР достигала 70-80 °С. При этом были зафиксированы высокие концентрации несгоревших углеводородов СН (~5000-6000 ppm). Следует отметить, что блок управления обеспечивал подачу управляющего импульса на открытие всех ЭГФ одинаковой длительности.

Анализ полученных результатов позволил предположить, что причиной различия температур отработавших газов перед турбинами ТКР является нестабильность воспламенения и горения газозвушной смеси в цилиндрах двигателя, связанная с неравномерной подачей запальной порции дизельного топлива ($V_{\text{цикл}} \approx 5 \text{ мм}^3$) электрогидравлическими форсунками по цилиндрам двигателя. В связи с этим для равномерной подачи малых запальных порций дизельного топлива и получения значений корректирующего коэффициента управляющего импульса для каждой ЭГФ были определены характеристики подачи дизельного топлива.

Для обеспечения необходимой точности в замерах характеристик подачи дизельного топлива через ЭГФ проливка электрогидравлических форсунок проводилась

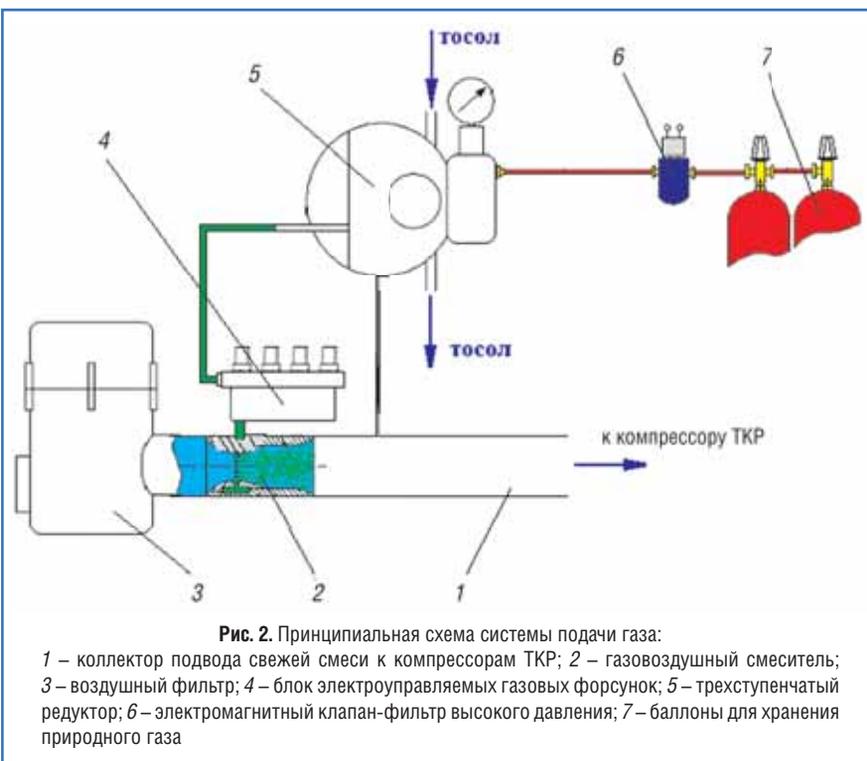




Рис. 3. Экспериментальная установка с газовым двигателем

непосредственно на моторном стенде с установленными на двигателе элементами дизельной топливоподающей аппаратуры и системой управления. Для этой цели ЭГФ были извлечены из головок двигателя и подсоединены каждая к своей трубке высокого давления.

Для сокращения времени замера при определении характеристик подачи дизельного топлива была выбрана частота срабатывания ЭГФ, соответствующая частоте вращения коленчатого вала (КВ) двигателя $n=2000 \text{ мин}^{-1}$, с помощью автономного генератора импульсов. Для повышения точности измерения

массы дизельного топлива один замер включал в себя 4,2 тыс. срабатываний (впрысков) ЭГФ.

Длительность управляющего импульса контролировалась двулучевым осциллографом С1-96. Развертка по длительности составляла 0,1 мс на деление, погрешность измерения – 0,1 мс. Развертка по напряжению составляла 2 В на деление, при напряжении питания ЭГФ – 12 В, погрешность измерения – 0,2 В.

Давление дизельного топлива в аккумуляторе контролировалось манометром 1-го класса точности со шкалой 0-160 МПа. Цена деления равнялась 2 МПа.

Во время опытов давление дизельного топлива в аккумуляторе создавал ТНВД, установленный на двигателе. Двигатель прокручивался от моторного стенда с частотой вращения КВ $n=1000 \text{ мин}^{-1}$.

При определении расходных характеристик впрыска на все ЭГФ подавался управляющий импульс одинаковой длительности. Программа позволяет вручную задавать длительность управляющего импульса и число циклов срабатывания ЭГФ.

Дизельное топливо впрыскивалось в мерные емкости, которые взвешивались до и после замера. Полученная разница по массе делилась на число циклов срабатывания ЭГФ и далее рассчитывалась цикловая подача в мм^3 .

При взвешивании использовались высокоточные механические весы WA-21 с погрешностью измерения 0,05 мг и наборные мерные грузы от 10 до 100 мг 4-го класса точности М-Г-7-211,11.

На рис. 4. представлены полученные зависимости цикловых подач (мм^3) восьми ЭГФ одной серии от управляющего импульса (мс) при давлении в топливном аккумуляторе $p_{\text{дт}}=65 \text{ МПа}$, где видно, что ЭГФ имеют неодинаковые характеристики подачи топлива. Так, при подаче управляющего сигнала длительностью 0,7 мс максимальная разница по цикловой подаче топлива между ЭГФ шестого и восьмого цилиндров достигает $2,4 \text{ мм}^3$, то есть в шестой цилиндр

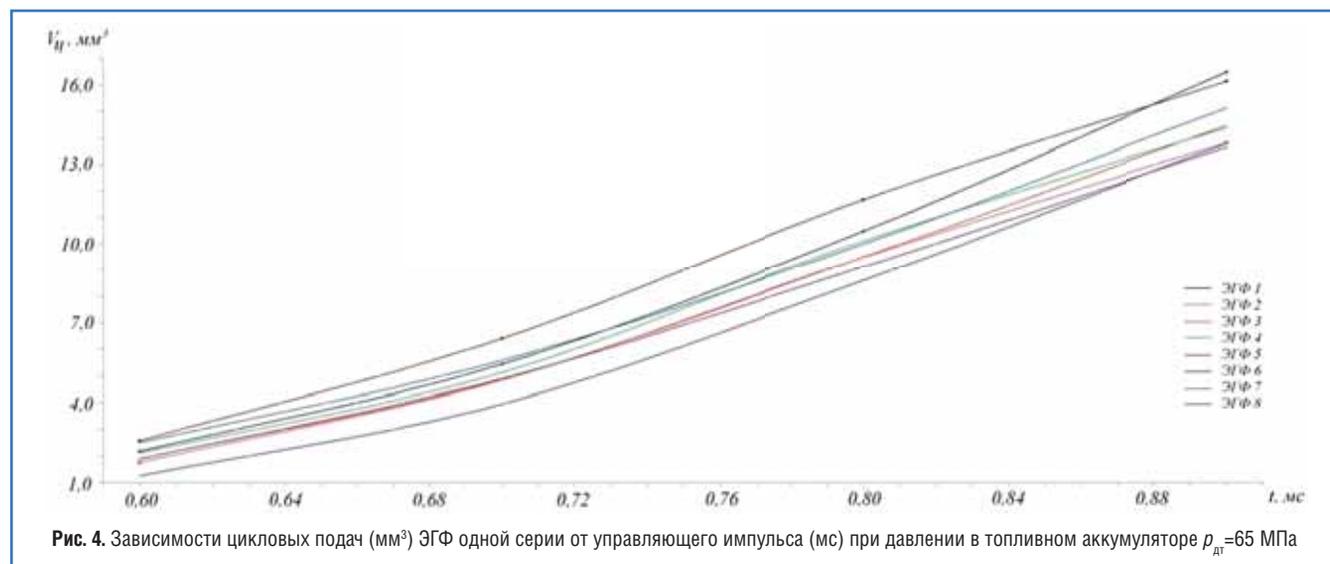


Рис. 4. Зависимости цикловых подач (мм^3) ЭГФ одной серии от управляющего импульса (мс) при давлении в топливном аккумуляторе $p_{\text{дт}}=65 \text{ МПа}$

Таблица 1

Результаты проливки ЭГФ с учетом корректирующих коэффициентов

Номер ЭГФ	Длительность управляющего импульса, мс	Цикловая подача, мм ³
1	0,685	5,30
2	0,712	5,28
3	0,696	5,19
4	0,697	5,37
5	0,705	5,03
6	0,680	5,28
7	0,684	5,31
8	0,726	5,38

Таблица 2

Цикловые подачи дизельного топлива по ЭГФ, полученные для трех давлений, при одинаковой длительности управляющего импульса

Номер ЭГФ	Длительность управляющего импульса, мс	Цикловая подача, мм ³		
		$p_{дт} = 61$ МПа	$p_{дт} = 63$ МПа	$p_{дт} = 65$ МПа
1	0,685	3,78	4,11	5,30
2	0,712	3,63	4,05	5,28
3	0,696	3,52	3,90	5,19
4	0,697	3,98	4,38	5,37
5	0,705	3,76	3,99	5,03
6	0,680	3,77	4,14	5,28
7	0,684	3,87	4,18	5,31
8	0,726	3,60	3,99	5,28

двигателя подается запальная порция дизельного топлива объемом 6,4 мм³, а в восьмой цилиндр только 4 мм³.

Для выравнивания цикловых подач с целью определения для каждой ЭГФ корректирующего коэффициента длительности управляющего импульса было создано новое программное обеспечение блока управления ЭГФ. Оно позволило при задании в начальных параметрах блока управления ЭГФ базовой длительности управляющего импульса (например, 0,7 мс) обеспечить для каждой ЭГФ его индивидуальную длительность использованием поправочного коэффициента к базовому управляющему импульсу.

Поправочные коэффициенты, полученные при анализе характеристик подачи дизельного топлива, были взяты за основу. С ними была проведена серия опытов с измерением цикловых подач ЭГФ, направленных на корректировку поправочных коэффициентов для каждой ЭГФ индивидуально (табл. 1). С введением корректирующих коэффициентов удалось снизить разброс в 6,86 раза. Максимальный разброс по цикловой подаче между ЭГФ составляет 0,35 мм³.

Для оценки влияния изменения давления дизельного топлива в аккумуляторе на цикловую подачу были определены характеристики ЭГФ при трех давлениях: $p_{дт} = 61; 63$ и 65 МПа (табл. 2).

Эксперименты показали, что колебание давления топлива в аккумуляторе ведет к нарушению стабильности получения необходимой цикловой подачи дизельного топлива. Следовательно, микропроцессорная система управления ЭГФ, контролирующая рабочее давление дизельного топлива в аккумуляторе, должна обеспечивать стабильное давление топлива в аккумуляторе при переходе с режима на режим.

Наиболее неблагоприятными режимами работы газового двигателя с качественным регулированием следует считать режимы холостого хода и малых нагрузок. На этих режимах двигатель должен стабильно работать при больших коэффициентах избытка воздуха α . В данном случае реализуется идея воспламенения

гомогенной газозвушной смеси при условии внешнего смесеобразования очень малой запальной порцией дизельного топлива ($V_{ц} \approx 5-5,3$ мм³). Необходимо было, в частности, также определить возможность работы двигателя на режиме холостого хода без применения дополнительных средств (например, использования дроссельной заслонки).

Испытания двигателя в газодизельном варианте на режиме холостого хода показали возможность устойчивой работы двигателя на бедной гомогенной газозвушной смеси. Тонко распыленная малая запальная порция дизельного топлива, подаваемая в цилиндры двигателя аккумуляторной топливной аппаратуры типа Common Rail, обеспечивает устойчивое воспламенение газозвушной смеси (табл. 3).

Из табл. 3 видно, что в газодизельном варианте двигатель на режиме холостого хода устойчиво работает на $\alpha = 4,1$, а в чисто газовом исполнении на $\alpha = 1,21$. При этом концентрации

суммарных выбросов углеводородов СН и оксидов азота NO_x без применения нейтрализации ОГ различаются незначительно, выше оказываются лишь выбросы СО.

В сравнении с дизелем у газодизеля на 42 % ниже концентрация CO₂ и в 50 раз – концентрация NO_x в отработавших газах. Естественно, и в газовом, и в газодизельном двигателях значительны суммарные выбросы углеводородов – 1960, 2055 ppm соответственно против 7 ppm у дизеля. Различия связаны, очевидно, с неполным сгоранием метана.

Результаты испытаний двигателя на малой рабочей частоте вращения $n=1000$ мин⁻¹ показали устойчивую работу двигателя на всех режимах (табл. 4). При этом диапазон регулирования нагрузки от минимально устойчивого до максимального крутящего момента по составу смеси следующий: $\alpha=3,06 \div 1,35$ (при $\theta_{впр} = 4^\circ$ до ВМТ) и $\alpha=3,2 \div 1,4$ (при $\theta_{впр} = 2^\circ$ до ВМТ). То есть диапазон изменения коэффициента избытка воздуха по нагрузке от

Результаты испытаний двигателя в дизельном, газодизельном ($V_d \approx 5-5,3 \text{ мм}^3$) и газовом вариантах (с искровым зажиганием и количественной регулировкой) на режиме холостого хода с $n=750 \text{ мин}^{-1}$

Двигатель	G_r , кг/ч	G_b , кг/ч	$G_{дт}$, кг/ч	α	θ , ° до ВМТ	CO, %	CH, ppm	CO ₂ , %	NO _x , ppm
Дизель	0	310,8	2,27	9,30	12'	0,13	7	1,9	99
Газодизель с качественным регулированием	3,95	306,6	0,76	4,10	6'	0,18	2055	1,1	2
Газовый с количественным регулированием	3,50	71,50	0	1,21	5''	0,06	1960	-	7

* – угол опережения подачи запальной порции дизельного топлива;

** – угол опережения зажигания.

Нагрузочная характеристика

Номер	M_e , Н·м	G_r , кг/ч	G_b , кг/ч	$G_{дт}$, кг/ч	α	N_e , кВт	η_e	η_v	CO, %	CH, ppm	CO ₂ , %	NO _x , ppm
$(n=1000 \text{ мин}^{-1}, \theta_{впр} = 4^\circ \text{ до ВМТ})$												
1	28	5,55	341,1	1,008	3,06	2,93	0,03	0,87	0,22	1980	1,6	10
2	132	6,94	346,8	1,008	2,56	13,82	0,13	0,87	0,22	1917	2,6	41
3	396	9,12	369,5	1,008	2,13	41,46	0,30	0,92	0,22	1412	4,3	335
4	408	9,49	360,7	1,008	2,0	42,72	0,29	0,89	0,18	1119	5,1	390
5	540	10,20	372,2	1,008	1,93	56,54	0,37	0,92	0,15	882	6,3	806
6	780	15,53	385,7	1,008	1,35	81,67	0,36	0,86	0,11	849	9,5	4170
$(n=1000 \text{ мин}^{-1}, \theta_{впр} = 2^\circ \text{ до ВМТ})$												
7	10	5,42	356,7	1,008	3,2	1,04	0,012	0,915	0,22	1980	1,6	10
8	420	10,85	374,7	1,008	1,8	43,97	0,272	0,937	0,19	1194	5,6	351
9	740	14,50	390,1	1,008	1,4	77,48	0,366	0,910	0,13	861	8,7	2980

максимального до минимального значений составляет 2,27-2,28 раза.

Если при полной нагрузке использовать стехиометрическую смесь, то диапазон изменения коэффициента избытка воздуха окажется выше – 3,06-3,2. Если учесть состав смеси на режиме холостого хода, то диапазон изменения коэффициента избытка воздуха увеличится до 4,1.

Интересно также отметить, что на режиме холостого хода теплота, вводимая с природным газом, составляет 86 % всей вводимой теплоты. А при наибольшей нагрузке ($M_e=780 \text{ Н·м}$) теплота, вводимая с природным газом, составляет почти 95 % от всей вводимой теплоты.

Выполненные опыты позволяют сделать следующие выводы:

- двигатель устойчиво работает при избытке воздуха более 400 %;
- для снижения выбросов оксидов азота при достижении высоких

крутящих моментов и работе на α ниже 1,5-1,6 необходимо применить ТКР с меньшим значением минимального сечения канала подвода отработавших газов к колесам турбины;

■ на режиме холостого хода в сравнении с дизелем обеспечивает существенное снижение выбросов

диоксида углерода и оксида азота. Повышенные выбросы суммарных углеводородов (включая несгоревший метан) и оксида углерода, как следует из проведенных ранее опытов [5], можно минимизировать применением нейтрализаторов ОГ с палладиевым катализатором.

Литература

1. **Хачиян А.С., Шишлов И.Г., Вакуленко А.В.** Автомобильный транспорт и парниковый эффект // Транспорт на альтернативном топливе. – 2008. – № 2 (2). – С. 68-70.
2. **Hodgins K. Bruce, Hill Philip G., Ouelette Patric, Hung Peter.** Directly Injected Natural Gas Fueling of Diesel Engines. SAE Technical Paper Series, 961671.
3. **Aesoy Vilmar, Valland Harald.** Hot Surface Assisted Compression Ignition of Natural Gas in a Direct Injection Diesel Engine. SAE Technical Paper Series, 960767.
4. **Filho Orlando Volpato, Theunissen Frans, Junier Rokaldo Mazara.** Control System for Diesel – Compressed Natural Gas Engines. SAE Technical Paper Series, 960467.
5. **Хачиян А.С., Кузнецов В.Е., Шишлов И.Г.** Перевод отечественных дизелей, находящихся в эксплуатации, на питание природным газом – рациональный способ улучшения экологических характеристик // Автотранспортное предприятие. – 2008. – № 9. – С. 34-41.

Применение бортовой электронной системы управления двигателем для маршрутного нормирования КПГ

Ю.В. Панов, профессор МАДИ, к.т.н.,
М.И. Почукаев, аспирант МАДИ,
М.А. Назаров, инженер МАДИ,
В.И. Молчанинов, начальник отдела 11-го автобусного парка ГУП «Мосгортранс»



Ключевые слова: расход газа, ЭСУД, природный газ, автобусы, компьютер, сравнение методов оценки расхода газа, остаточное давление.

Onboard electronic control system of the engine for routing rationing

Y.V. Panov, M.I. Potchukaev, M.A. Nazarov, V.I. Molchaninov

Keywords: natural gas consumption, ECM, natural gas, buses, computer, comparison of methods of the compressed natural gas consumption estimation, residual pressure.



М.И. Почукаев,
аспирант МАДИ:

В статье рассмотрена методика определения расхода компримированного природного газа (КПГ) автобусами ЛиАЗ, оснащенными двигателями Cummins, посредством анализа данных электронной системы управления двигателем (ЭСУД) с помощью компьютера. Данная методика сравнивается с оценкой расхода КПГ по остаточному давлению.

The article describes the method of an estimation of fuel consumption by LiAZ buses, equipped with Cummins engines. The estimation method based on computer analysis of information from the engine control module (ECM). The method has compared with residual CNG pressure consumption method.

Важным этапом внедрения природного газа на пассажирском транспорте является нормативное обеспечение эксплуатации подвижного состава, работающего на КПГ. На кафедре эксплуатации автомобильного транспорта и автосервиса МАДИ в тесном сотрудничестве с ГУП «Мосгортранс» и его филиалами традиционно ведутся исследования в этой области. С момента поступления опытных и первых серийных образцов газовых автобусов специалисты МАДИ проводят их испытания для определения и анализа эксплуатационных показателей газового

подвижного состава и в первую очередь – маршрутных расходов топлив.

Экономическая эффективность внедрения альтернативного топлива в первую очередь базируется на стоимости и объеме потребляемого металла в сравнении с замещаемым жидким топливом. В настоящее время в 11-м автобусном парке ГУП «Мосгортранс» эксплуатируется 128 газовых автобусов различных моделей и модификаций. В их числе переоборудованные в «СВАРЗ» ГУП «Мосгортранс» первые 48 автобусов особо большой вместимости Икарус-280.33М с газовыми двигателями RABA G-10, конвертированные

из дизельных модификаций 5 лет назад. Первый опытный образец такого газового автобуса начал работать на пассажирском маршруте в мае 2004 г., затем было переоборудовано для работы на газе еще 52 Икаруса-280.33М, часть из которых уже выработала свой ресурс и была списана.

В последующие годы в филиал поступило 77 серийных автобусов большой вместимости ЛиАЗ 5293.7 с двигателями Cummins CG 250, изготовленные серийно Ликинским автобусным заводом, где их дооснащает газобаллонным оборудованием ООО «Д.В.С. эко» (рис. 1).



Рис. 1. Газовый автобус ЛиАЗ 5293.7 на заправке КПГ

По мере увеличения подконтрольной выборки автобусов проводится уточнение и корректировка маршрутных норм, методов измерения расхода КПГ. Для каждого маршрута разрабатываются индивидуальные нормы, которые для упрощения анализа объединены в четыре группы сложности условий движения и эксплуатации. Полученные в первые годы эксплуатации данные по расходу КПГ автобусами ЛиАЗ 5293.7 показывали, что в зависимости от сложности маршрута показатели отличаются от базовых норм, разработанных в НИИАТе (табл. 1), и от нормативных значений, установленных в инструкции по эксплуатации.

Существенное отклонение реальных расходов газа от нормированных, видимо, связано с тем, что условия первоначального нормирования соответствовали первой группе сложности маршрута. В реальных условиях эксплуатации на «легких» маршрутах 1-й группы сложности автобусы ЛиАЗ 5293.7 укладываются в базовую норму ($55,5 \text{ м}^3/100 \text{ км}$). В 2008 г. была рекомендована дальнейшая корректировка разработанных норм по мере насыщения 11-го

автобусного парка газовым подвижным составом.

Фактические данные, полученные в автопробеге Москва – Сочи в 2009 г. на участках различной сложности, отличающихся рельефом и режимом движения (городской и загородный) для междугородного автобуса ЛиАЗ 5256.57, оснащенного аналогичным двигателем Cummins

CG-250, достаточно близки к тем, которые получаются в результате эксплуатации на реальных маршрутах. При этом нижняя граница ($40,7 \text{ м}^3/100 \text{ км}$) соответствует движению по ровным участкам загородной трассы, а верхняя ($59,1 \text{ м}^3/100 \text{ км}$) – смешанному по горной местности и городу.

В 2009 г. число автобусов ЛиАЗ 5293.7, эксплуатируемых на маршрутах, увеличилось. Ежедневно на линию выходили около 70 автобусов данной модели. В этом же году в составе АЗС 11-го автобусного парка ГУП «Мосгортранс» ОАО «Московская газовая компания» проводила эксплуатационные испытания передвижного автогазозаправочного комплекса (ПАГЗК), осуществлявшего сжатие и регазификацию сжиженного метана. Наличие ПАГЗК позволило провести сравнительную оценку следующих методов измерения расходов КПГ для автобусов:

- инструментального для измерения расхода газа непосредственно при заправке;
- приборного для регистрации расхода топлива газовыми автобусами на маршрутах;

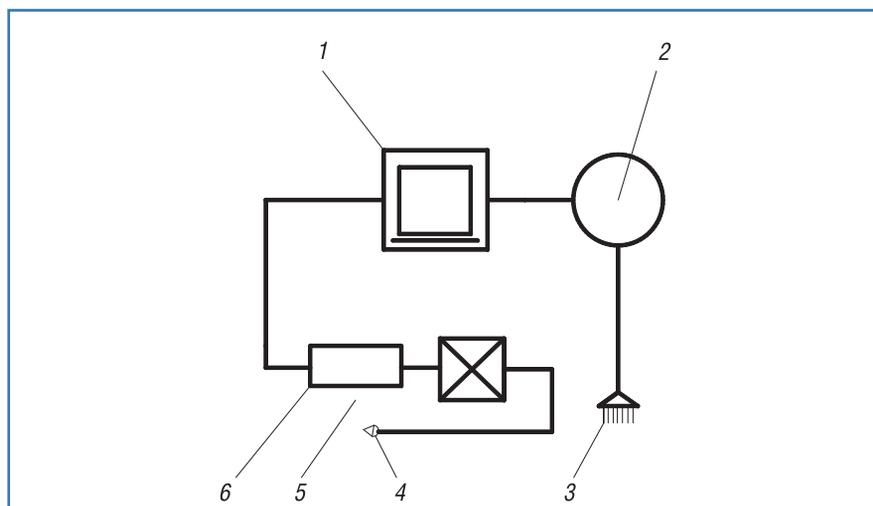


Рис. 2. Схема установки для определения расхода КПГ с помощью данных электронного блока управления двигателем:

1 – переносной компьютер-ноутбук; 2 – декодер сигналов электронного блока управления двигателем Inline-5; 3 – оригинальный разъем декодера Inline-5 для подключения к специальному разъему электронного блока управления двигателем на автобусе; 4 – разъем преобразователя, вставляющийся в гнездо прикуривателя автобуса; 5 – трансформаторный блок «Citylite-K» модели HI 300 для преобразования постоянного тока напряжением 12В в переменный 220В; 6 – блок питания компьютера от сети переменного тока 220В

Таблица 1

Сравнение маршрутных норм и фактического расхода КПП

Модель	Номер группы сложности маршрута	Средний фактический расход, м³/100 км	Установленная норма по парку, м³/100 км	Разница установленной нормы и полученного расхода, м³/100 км
ЛиАЗ 5293.7	1	47,583	55,5	7,917
ЛиАЗ 5293.7	4	65,156	55,5	-9,656
ЛиАЗ 5256.57	Данные автопробега	40,7-59,1	–	–

■ оценка расхода КПП по остаточному давлению;



Рис. 3. Разъём в кабине водителя для подключения интерфейса к персональному компьютеру

■ оценка расхода КПП массовым способом с использованием ЭСУД Cummins CG 250.

Экспериментальные исследования топливной экономичности

проводились в условиях реальной маршрутной сети ГУП «Мосгортранс», оценка выполнялась при штатной эксплуатации автобусов во время перевозки пассажиров на маршрутах, обслуживаемых подвижным составом 11-го автобусного парка.

Для сравнения полученных результатов использовался традиционный способ оценки расхода КПП по разности давлений после предыдущей заправки и перед началом следующей.

Для оценки расхода КПП массовым способом применялся персональный компьютер (ноутбук) с установленным программным обеспечением и специальный декодер Inline 5 для диагностики газовых двигателей Cummins (рис. 2, 3). Программное обеспечение

и декодер сигналов электронного блока управления двигателем Inline 5 были предоставлены для выполнения данной работы изготовителем газовых автобусов НПФ «Д.В.С. эко».

Принцип действия типовой диагностической программы Insite фирмы Cummins основан на опросе электронного блока управления двигателем (ЭБУ). Топливо подается по команде ЭБУ ЭСУД, который рассчитывает оптимальные момент впрыскивания метана и его количество в смеси в зависимости от данных, получаемых от различных датчиков. В том числе ведется и учет расхода топлива. Эти данные являются справочными, и их можно получить с помощью программы Insite, которая, образуясь, позволяет заглянуть

Наименование	Значение ESM	Единицы
C Gas Plus/B Gas Plus		
CM556		
Все маршруты (сводка)		
Время		
Общее время ESM (время при включенном зажигании)	785.9	час
Общее время движения по инерции	19.8	час
Общее время действия рабочей тормозной системы	0.0	час
Общее время на холостых оборотах	211.8	час
Общее время работы двигателя	775.6	час
Другое		
Общая средняя нагрузка двигателя	400.0	Процент
Общее число ручек блокировок защитного выключения двигателя	0	
Израсходованное топливо		
Общее количество израсходованного топлива	6762.4	фунтов
Общее количество топлива, израсходованного в режиме холостых оборотов	1511.1	фунтов
Общее количество топлива, израсходованного при движении по инерции	79.6	фунтов
Пробег		
Общий пробег для двигателя	4699.5	км
Общий пробег для модуля ESM	4702.2	км
Общий пробег для рабочей тормозной системы	0.0	км
Маршрут с момента последнего сброса		
Время		
Время движения на маршруте по инерции	19.8	час
Время действия на маршруте рабочего тормоза	0.0	час
Время на прохождение маршрута	525.7	час
Время превышения скорости транспортного средства 1	0.5	час

Рис. 4. Таблица программы Insite с данными о расходе газа

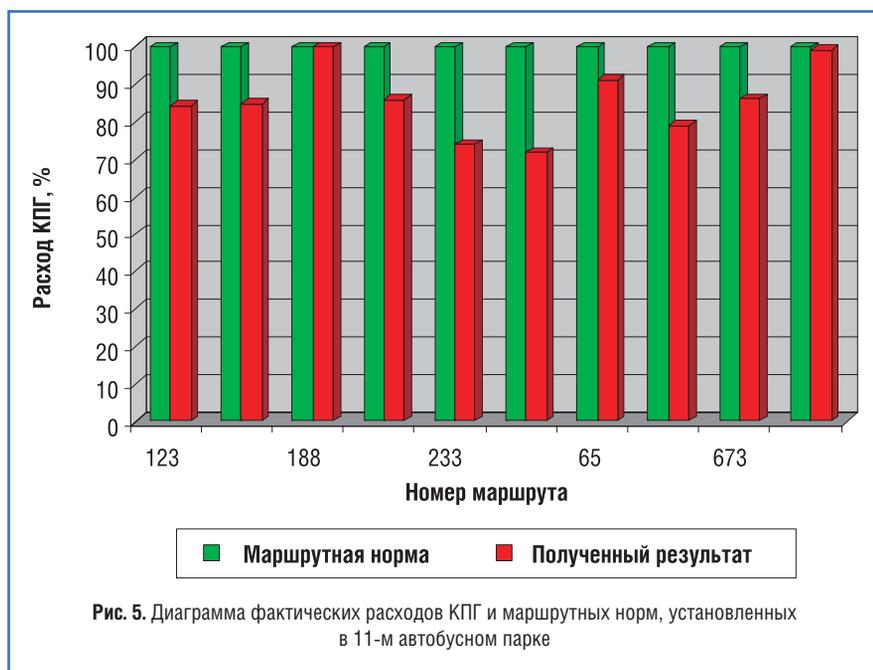


Рис. 5. Диаграмма фактических расходов КПГ и маршрутных норм, установленных в 11-м автобусном парке

в записную книжку ЭБУ. Эта программа выполняет и другие функции. Необходимая информация выводится на экран в виде таблицы (рис. 4). Единственное неудобство заключается в том, что расход газа указывается в фунтах. Для привычного представления данных в кубометрах на 100 км необходим дополнительный расчет.

Для сравнения результатов, полученных с использованием компьютерной программы, с результатами, рассчитанными по остаточному

давлению, компьютерные замеры также выполнялись дважды: на заправке в первый день и на заправке через сутки.

Помимо данных о суточном расходе газа, проведенные замеры позволили получить информацию о среднем расходе газового топлива автобусами с начала эксплуатации. Расчетная часть метода заключается в определении расхода газа в м³/100 км по известному общему потреблению топлива с начала эксплуатации в фунтах.

Сначала рассчитывается объем газа в м³

$$V = \frac{m}{0,717 \cdot 2,2}, \quad (1)$$

где m – масса газа, фунт.

Таким образом, считают объем газа при первом замере V₁, а затем и при втором V₂. Далее, как и в случае с расчетом расхода газа по остаточному давлению, определяют

$$\Delta V = V_1 - V_2. \quad (2)$$

По показаниям штатного одометра автобуса рассчитывают пробег между двумя замерами

$$\Delta S = S_2 - S_1. \quad (3)$$

Расход газа (м³/100 км) получают по формуле

$$Q = 100 \frac{\Delta V}{\Delta S}. \quad (4)$$

При замерах расхода с помощью компьютера по программе Insite не обязательно проводить замеры между заправками. Расход газа возможно посчитать с недельным интервалом или с месячным, что безусловно более удобно. А для оценки среднего расхода газа с начала эксплуатации расчетные формулы принимают несколько иной вид.

Объем газа, израсходованного с начала эксплуатации, определяют по формуле (1). Затем рассчитывают общий пробег (м³/100 км) автобуса по

Таблица 2

Сравнение двух способов оценки расхода КПГ

По остаточному давлению	По данным ЭСУД Cummins CG 250
Низкая точность измерения расхода газа	Высокая точность измерения
Необходимость проведения двух замеров подряд	Возможность проведения повторного замера через произвольный промежуток времени
Невозможность получить данные в случае промежуточной дозаправки	Промежуточная дозаправка не влияет на полученные данные
Учет холостых и нулевых пробогов требует дополнительных расчетов	Учет холостых и нулевых пробогов требует дополнительных расчетов
Учет работы отопителя требует дополнительных расчетов	Учет работы отопителя требует дополнительных расчетов
Зависимость результата от объема баллонов автобуса	Результат не зависит от объема баллонов
Универсальность метода для любых типов газовых двигателей	Каждая марка двигателей требует отдельного программного и инструментального обеспечения
Необходимость допуска специалисту, производящему замер, к работе с сосудами, работающими под высоким давлением	Требуется минимальная квалификация в области работы с ПК

штатному одометру и средний расход газа с начала эксплуатации по формуле

$$Q = 100 \frac{V}{S}. \quad (5)$$

Следует отметить, что расчет расхода газа по данным электронного блока управления двигателем более точен и предпочтителен для получения маршрутных норм.

Однако оба способа не предусматривают возможность учета нулевых и холостых пробегов автобусов, для чего необходимо проводить дополнительные исследования. Причем в данном случае предпочтительнее оказывается способ оценки расхода по остаточному давлению, так как подобные замеры можно выполнять только на конечных остановках автобусов и на разворотно-отстойных площадках, где время нахождения автобуса ограничено расписанием движения, а указанный способ требует меньше времени для получения данных.

Сравнение расходов газового топлива, полученных инструментальным способом и по данным системы ЕАСУ ФХД ГУП «Мосгортранс», позволило сделать вывод, что нормы расхода газа, установленные в 11-м автобусном парке ГУП «Мосгортранс», завышены и определены с большим запасом (рис. 5). В то же время фактический расход газа, учтенный системой ЕАСУ ФХД ГУП «Мосгортранс», также может отличаться от рассчитанного по инструментальным замерам (табл. 2).

В целом же анализ показал, что действовавшая на момент проведения исследовательской работы система учета расхода газа на АГНКС № 2 и № 8 Управления «Мосавтогаз», основанная на определении объема заправленного газа по разности давлений в начале и конце заправки с использованием переводных таблиц, является несовершенной из-за влияния субъективных факторов. На основании выводов выполненной работы

Управление «Мосавтогаз» оснастило АГНКС № 8, на которой заправляется около 70 % газового подвижного состава ГУП «Мосгортранс», газораздаточными колонками с узлами коммерческого учета газа.

Полученные данные по расходу КПП автобусами ЛиАЗ-5293.7 показали, что в зависимости от сложности маршрута в среднем показатели на 13,3 % ниже нормативных значений. Было рекомендовано уменьшить нормативные значения. Такое отклонение, видимо, связано с тем, что первоначальное нормирование проводилось с определенным запасом и поправкой на значительную погрешность, которую дает расчет объема заправленного газа по остаточному давлению, чтобы исключить перерасход газового топлива. Замеры инструментальным способом, особенно по данным электронного

блока управления двигателем, было бы рационально взять за основу при нормировании.

Результаты проделанной работы показали ее значимость для рациональной эксплуатации автобусов, использующих в качестве топлива сжатый природный газ. Но при этом сохраняется и ряд нерешенных проблем в области учета расхода КПП и нормирования. Такие исследования надо проводить и в дальнейшем с целью установления оптимальных маршрутных норм расхода. При этом более пристальное внимание следует обратить на современные технологии и использование ЭВМ при оценке расхода и последующем нормировании. Тем более, что программное обеспечение постоянно эволюционирует, и оценка расхода КПП становится все более точной.

Литература

1. **Панов Ю.В., Зенченко В.А., Корякин А.А.** Исследование закономерностей нормирования расхода топлива газодизельных автобусов. Тезисы докл. 4-й Международной научно-технической конференции «Решение экологических проблем в автотранспортном комплексе», М.: МАДИ (ГТУ), 2000. – С. 117-118.
2. **Бушуев П.В., Панов Ю.В., Зенченко В.А., Назаров А.А.** Современные методы оценки расхода газового топлива городскими автобусами // Автотранспортное предприятие. – 2007. – № 4 – С. 29-34.
3. **Назаров А.А., Панов Ю.В.** Опыт эксплуатации газовых автобусов в г. Москве. В кн. Газификация транспорта Сочинского узла: Материалы заседания секции «Распределение и использование газа» НТС ОАО «Газпром» (г. Сочи 21-23 мая 2008г.) – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2008. – С. 24-34.
4. **Лукшо В.А., Миронов М.В.** Экономическая эффективность использования КПП как моторного топлива на транспортных средствах с дизельными силовыми установками // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 2 (14). – С. 20-25.
5. **Семенюга В.В., Люгай С.В., Никаноров Б.И., Панов Ю.В.** Эксплуатационные расходы топлива автомобилей пробега // Газовая промышленность. – 2009. – № 11. – С. 10-12.
6. **Панов Ю.В., Чижова Н.Н., Назаров А.А., Бушуев П.В.** Оценка расхода КПП городских автобусов ЛиАЗ на маршрутах различной сложности. Сб. тр. «Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта» -М.: МАДИ (ГТУ), 2009. – С. 79-84.
7. **Хорьков В.И.** Газовые автобусы ЛиАЗ. Руководство по эксплуатации, ЛиАЗ. 2008. – 461 с.

Конвертация дизеля в газовый двигатель с регулируемым термодинамическим циклом

В.А. Лукшо,
заведующий отделом ФГУП «НАМИ», к.т.н.

Рассмотрен способ создания газового двигателя на базе дизельного двигателя без изменения геометрической степени сжатия. Приведены результаты расчетных исследований показателей рабочих процессов двигателей, работающих по разным термодинамическим циклам. Показано, что можно получить газовый двигатель, работающий по регулируемому термодинамическому циклу с эффективными показателями, не уступающими в широком диапазоне нагрузочных режимов дизельному двигателю.

Ключевые слова: газовый двигатель, цикл Миллера, регулируемый термодинамический цикл, топливная экономичность.

Diesel engine converting into the gas engine with a controlled thermodynamic cycle

V.A. Luksho

The mode of creation of a gas engine on the basis of the diesel engine without change of a geometrical compression ratio is considered. Results of settlement researches of indicators of working processes of the engines working on different thermodynamic cycles are submitted. It is shown, that it is possible to receive a gas engine working with an controlled thermodynamic cycle (CTDC) with effective indicators, not worse than the diesel engine.

Keywords: gas engine, Miller's cycle, controlled thermodynamic cycle, fuel efficiency.

Перевод автотранспорта с дизельными двигателями на газовые топлива осуществляется сегодня путем создания газовой модификации на базе дизельного двигателя. Решение не оптимальное, но создавать новую конструкцию газового двигателя с искровым зажиганием средней и большой

мощности в условиях ограниченного спроса – удовольствие не дешевое и на это мало кто решается.

Основное изменение конструкции при конвертации дизеля – это уменьшение степени сжатия. В мировой и отечественной промышленности на сегодняшний день используются три основных решения: замена дизельного поршня на поршень с уменьшенным расстоянием от оси пальца до днища; замена головки блока с увеличенным объемом камеры сгорания; установка дополнительной прокладки между головкой блока и блоком цилиндров. Конвертированный таким образом двигатель на дизельном топливе, как впрочем, и на бензине, уже работать не сможет.

Другая наиболее важная проблема, связанная с конвертацией дизелей в газовый двигатель с искровым зажиганием, – неизбежное снижение эффективного КПД в сравнении с базовым дизельным двигателем (из-за вынужденного снижения степени сжатия в газовой модификации) и соответственно топливной экономичности. В среднем в условиях эксплуатации транспортное средство с газовым двигателем имеет на 20-30 % больший расход топлива, чем с дизельным двигателем. Сохранить топливную экономичность газового двигателя на уровне базового дизельного обычными методами пока не удастся.

Для перевода двигателя на рабочий процесс с искровым зажиганием при сохранении высокой топливной экономичности существует способ, который в отечественной практике не рассматривался. Речь идет о переводе дизельного двигателя на термодинамический цикл с продолженным расширением, получивший название цикл Аткинсона или цикл Миллера.

Впервые, как известно, цикл с продолженным расширением предложил в конце XIX в. британский инженер Джеймс Аткинсон как альтернативу циклу Отто. В конце 40-х гг. XX в. американец Ральф Миллер видоизменил цикл Аткинсона, сохранив классическую конструкцию двигателя, и реализовал термодинамический цикл с продолженным расширением, управляя фазами газораспределения. Миллер назвал свой цикл циклом с внутренним охлаждением. Но эффективность цикла Миллера оказалась невысокой, и какого-либо применения на автомобильных моторах в то время он не получил.

Однако резервы по повышению топливной экономичности, присущие термодинамическому циклу со смешанным отводом тепла, объективно имеются. Так, появившиеся в последние годы двигатели Toyota и Mazda, работающие по циклу Миллера, обеспечивают улучшение топливной экономичности автомобиля. Но и в этих двигателях все оказалось не так хорошо, и основное применение они получили в составе силовых агрегатов для автомобилей, двигатели которых работают в узком диапазоне нагрузочных режимов – в автомобилях с комбинированными энергетическими установками (КЭУ) или в гибридных силовых установках, как их называют зарубежные производители.

Тем не менее, для решения задачи снижения степени сжатия при конвертации дизеля в газовый двигатель с искровым зажиганием цикл Миллера представляет практический интерес. Попробуем разобраться, как это сделать и каковы будут последствия такого решения.

Рассмотрим расчетную схему термодинамического цикла (рис. 1).

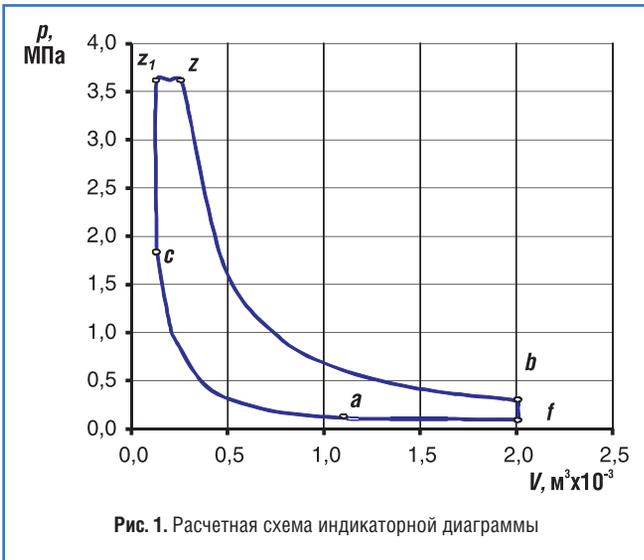


Рис. 1. Расчетная схема индикаторной диаграммы

При расчетах показателей двигателей, работающих по разным термодинамическим циклам, использованы зависимости, полученные для обобщенного цикла со смешанным подводом и отводом теплоты, как более универсального с точки зрения анализа процессов, которые нас интересуют.

Как известно, термический КПД определяется как отношение работы цикла к количеству теплоты, подведенному за цикл. Для двигателя со смешанным подводом и отводом теплоты термический КПД можно рассчитать по формуле:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1-1}} \frac{A_t \left[\lambda \left(\frac{\varepsilon^{n_1}}{\delta^{n_2}} \right) - 1 \right] + n_2 (A_t - 1)}{\lambda - 1 + n_1 \lambda (\rho - 1)}, \quad (1)$$

где A_t – отношение полного хода поршня в такте расширения к полному ходу поршня в такте сжатия ($V_b/V_o = V_r/V_o$) (с точки зрения термодинамики – степень предварительного сжатия при отдаче теплоты холодному источнику или степень сжатия при отводе теплоты при постоянном давлении); λ – степень повышения давления (p_z/p_c); ε – геометрическая степень сжатия (V_r/V_c); δ – степень последующего расширения (V_b/V_z); n_1, n_2 – показатель политропы сжатия и расширения соответственно; ρ – степень предварительного расширения (V_z/V_c).

Работа цикла:

$$L_i = (p_z V_z - p_c V_c) + (p_z V_z)/(n_2 - 1) - (p_b V_b)/(n_2 - 1) + (p_a V_a - p_c V_c) + (p_a V_a)/(n_1 - 1) - (p_c V_c)/(n_1 - 1). \quad (2)$$

Учитывая, что $p_i = L_i/(V_b - V_c)$; $V_c = V_a/\varepsilon$; $V_f = V_a A_t$, тогда $p_i = L_i/V_a(A_t - 1/\varepsilon)$. (3)

Получим формулу для расчета среднего давления цикла:

$$p_i = \frac{p_a}{A_t - \frac{1}{\varepsilon}} \varepsilon^{n_1-1} \left[\lambda(\rho - 1) + \frac{\lambda \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2-1}} \right) - \frac{1}{\varepsilon^{n_1-1}} (A_t - 1) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1-1}} \right) \right] \quad (4)$$

При расчетах показателей термодинамических циклов основываются на кинетической теории газов и термодинамике равновесных состояний, которые для математического описания цикла и состояния рабочего тела используют следующие допущения:

- рабочее тело – реальная топливно-воздушная смесь, теплоемкость которой зависит от температуры, давления и отношения воздух–топливо;
- теплоотдача учитывается через политропы сжатия и расширения;
- сгорание начинается в конце такта сжатия при постоянном объеме и продолжается при постоянном давлении, моделируется передачей теплоты (без потерь) рабочему телу от внешнего горячего источника, количество переданной теплоты пропорционально массе и теплоте сгорания реальной горючей смеси;
- теплоемкость продуктов сгорания зависит от температуры и состава отработавших газов, химический состав меняется, но масса фиксирована и обусловлена объемом цилиндра и давлением в конце такта впуска;
- цикл завершает в конце расширения процесс передачи теплоты от рабочего тела внешнему холодному источнику при постоянных объеме и давлении.

Поясним, каким образом можно уменьшить действительную степень сжатия при переходе на цикл Миллера. В таком цикле сжатие начинается не в точке f (см. рис. 1), как это происходит в двигателях, работающих с воспламенением от сжатия или с принудительным зажиганием, а позже, в точке a . Расширение заканчивается в точке b , а после выпуска отработавших газов система переходит в состояние, соответствующее точке f . В результате ход расширения становится больше хода сжатия, поэтому он и называется циклом с продолженным расширением. Назовем отношение хода расширения к ходу сжатия «отношением Аткинсона» A_t .

Предположим, существует возможность менять положение точки a относительно точки f . При этом геометрические параметры двигателя остаются неизменными (ход поршня, геометрический рабочий объем, объем камеры сгорания). Тогда при перемещении точки a в точку f мы получаем цикл Тринклера (его еще называют циклом Тринклера–Сабате), по которому работают современные дизельные двигатели. В этом случае $A_t = 1$. Увеличивая это отношение, получим цикл с продолженным расширением, хотя для данного случая его правильнее назвать «цикл с укороченным тактом впуска».

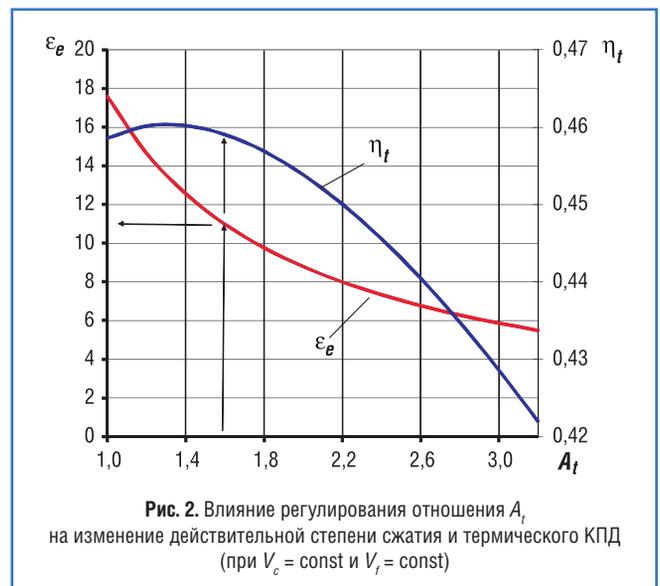
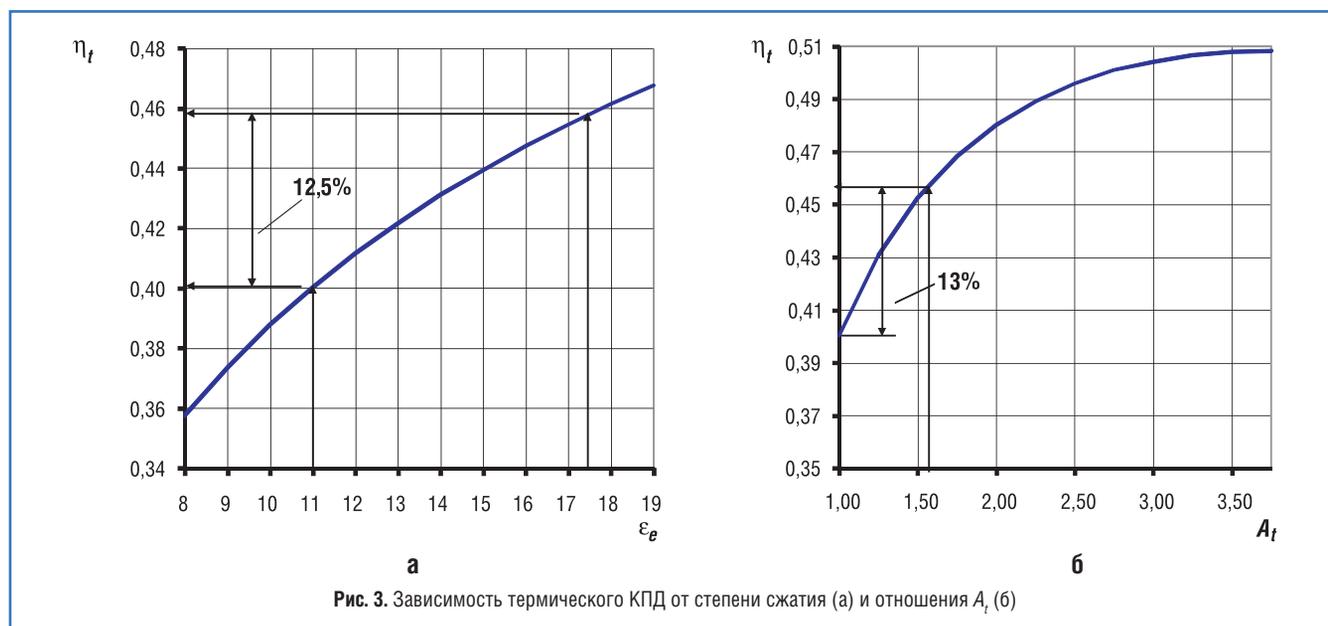


Рис. 2. Влияние регулирования отношения A_t на изменение действительной степени сжатия и термического КПД (при $V_c = \text{const}$ и $V_f = \text{const}$)



В дальнейшем будем называть его циклом Миллера, поскольку именно ему принадлежит идея использовать измененные фазы газораспределения для получения продолженного расширения.

При неизменных геометрических параметрах двигателя с изменением отношения A_t будет меняться и действительная (эффективная) степень сжатия ϵ_e по зависимости, определяемой следующим соотношением:

$$\epsilon_e = \epsilon / A_t, \quad (5)$$

где ϵ_e – эффективная степень сжатия, (V_d/V_c).

Характер этой зависимости становится понятным из графика, показанного на рис. 2.

Таким образом, чтобы при конвертации дизеля с геометрической степенью сжатия 17,5-18 ед. получить эффективную степень сжатия газового двигателя в диапазоне 11-11,5 ед., необходимо установить распределительный вал

с фазами газораспределения, обеспечивающими отношение A_t в диапазоне 1,6-1,65. При этом термический КПД останется практически на том же уровне. В случае же конвертации дизельного двигателя со степенью сжатия 17,5 в двигатель, работающий по циклу Отто со степенью сжатия 11, термический КПД снизится более чем на 13 % (рис. 3а). В рассматриваемом случае уменьшение степени сжатия сопровождалось увеличением отношения A_t и соответствующим ростом КПД на те же 13-14 % (рис. 3б). Отметим, что КПД был рассчитан с учетом того, что были приняты средние значения показателей политропы сжатия 1,34, а политропы расширения 1,24. Оговоримся, что при адиабатическом сжатии и расширении эта зависимость будет иметь другой вид.

Напомним, что предполагается перевести дизельный двигатель на газовое топливо, для чего необходимо конвертировать его в двигатель с искровым зажиганием и внешним

Таблица 1

Параметры цикла	Цикл			
	Тринклера с воспламенением от сжатия	Миллера с искровым зажиганием	Миллера с наддувом с искровым зажиганием	Отто с искровым зажиганием
Давление впуска p_a , МПа	0,09	0,085	0,13	0,085
Степень сжатия	17	11	11	11
Отношение хода расширения к ходу сжатия A_t	1	1,6	1,6	1
КПД	термический	0,452	0,466	0,404
	механический	0,869	0,772	0,842
	эффективный	0,393	0,360	0,340
Среднее давление цикла, МПа	индикаторное p_i	1,294	0,901	1,358
	эффективное p_e	1,124	0,696	1,143
Изменение эффективного КПД по отношению к циклу Тринклера, %	–	–8,3	2,4	–13,4
Эффективный расход топлива g_e , г/кВт·ч	208	227	204	241

смесеобразованием. Один из вариантов – снизить геометрическую степень сжатия до 11 и перевести на цикл Отто, второй вариант – перевести его на цикл Миллера с сохранением геометрической степени сжатия.

Говоря о конвертации дизеля в газовый двигатель с искровым зажиганием, работающий по циклу Миллера, предполагается уменьшить эффективную степень сжатия изменением фаз газораспределения впускных клапанов. Этого можно достичь двумя способами. Первый – закрывать впускной клапан позже НМТ. При этом часть рабочего тела будет выталкиваться. Второй – закрывать впускной клапан значительно раньше НМТ. Первый способ при внешнем смесеобразовании не очень подходит, поскольку во впускную систему будет выталкиваться топливно-воздушная смесь. Он может быть реализован при впрыске газа непосредственно в камеру сгорания в начале такта сжатия. Второй способ приведет к повышенному попаданию масла в цилиндры. Но с точки зрения термодинамики оба способа позволяют уменьшить эффективную степень сжатия. Практически их реализовать возможно за счет установки распределительного вала газораспределительного механизма с новыми фазами открытия и закрытия впускного клапана. В этом случае двигатель будет работать по циклу Миллера с фиксированным отношением A_t .

Рассмотрим результаты расчета показателей трех термодинамических циклов (табл. 1). Использование цикла со смешанным отводом теплоты позволяет повысить его термический КПД на 2-3 % в сравнении с базовым дизельным двигателем. Однако эффективный КПД будет ниже на 8 %, что обусловлено снижением среднего индикаторного давления цикла почти на 40 %. А это значит, что даже при сохранении абсолютной величины механических потерь механический КПД также уменьшится, что приведет к падению эффективного КПД. Ухудшение эффективных показателей является существенным негативным следствием использования цикла Миллера без наддува.

Перевод дизеля на цикл Отто приведет как к снижению термического КПД, так и эффективного на 11-14 %, что вполне закономерно с учетом уменьшения степени сжатия.

Для расчетов было принято, что отношение хода поршня на такте расширения к ходу поршня на такте сжатия $A_t = 1,6$, что обеспечивает снижение действительной степени сжатия с 17,5 до 11 (см. рис. 2).

Соответственно и эффективный ход поршня на такте впуска становится в 1,6 раза меньше, чем у базового двигателя. Следовательно, в цилиндрах остается в 1,6 раза меньше рабочей смеси, что и определяет снижение среднего давления цикла. Введение наддува, даже весьма умеренного по современным понятиям (с давлением на 30-40 % выше атмосферного), позволит вывести среднее эффективное давление на уровень, превышающий давление базового дизельного двигателя (см. табл. 1, колонка «Цикл Миллера с наддувом»). В итоге можно получить газовый двигатель с лучшими показателями по мощности и топливной экономичности, чем у базового дизельного двигателя. А в сравнении с газовым двигателем, работающим по циклу Отто, существенно (на 18-20 %) более экономичным.

Однако у двигателей, работающих по циклу Миллера, есть недостатки. Покажем, в чем они заключаются.

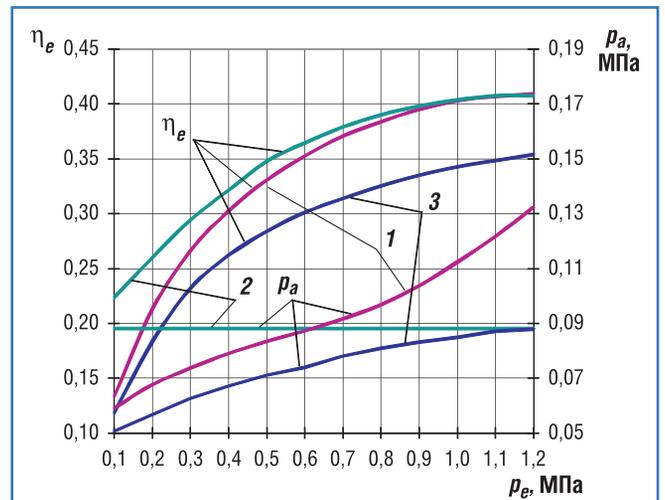


Рис. 4. Зависимость эффективного КПД и давления конца такта впуска от нагрузки:
1 – цикл Миллера ($A_t = 1,6$); 2 – цикл Тринклера; 3 – цикл Отто

Рассматривая результаты, приведенные в табл. 1, надо иметь в виду, что относятся они к режимам максимальных нагрузок. А нас больше интересуют режимы средних и малых нагрузок, которые и определяют топливную экономичность в эксплуатации. Воспользуемся зависимостями по расчету эффективных показателей циклов с учетом приведенных выше допущений. Сравним расчетные параметры двигателей по циклам Тринклера и Отто с циклом Миллера по нагрузочной характеристике (рис. 4).

Отметим, что на режимах малых нагрузок эффективный КПД двигателя, работающего по циклу Миллера, становится явно хуже, чем по циклу Тринклера, хотя и остается выше, чем по циклу Отто.

Рассматриваемый вариант цикла Миллера предусматривает количественное регулирование мощности. От холостого хода до 60-65 % нагрузки регулирование осуществляется за счет открытия дросселя, а затем – за счет увеличения

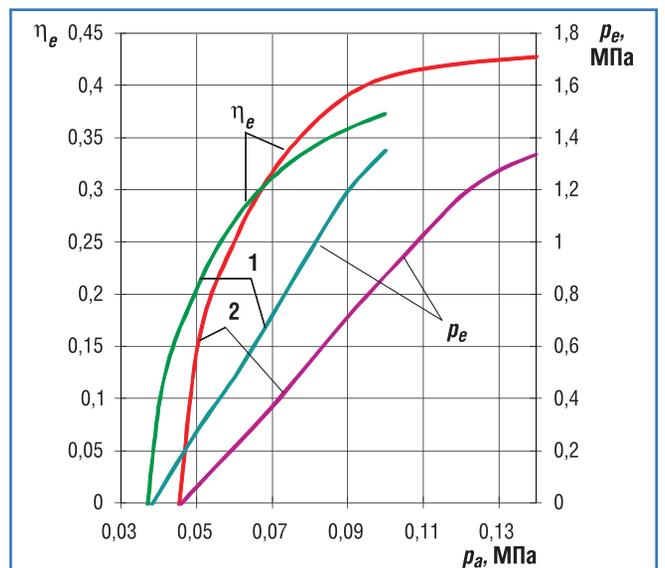
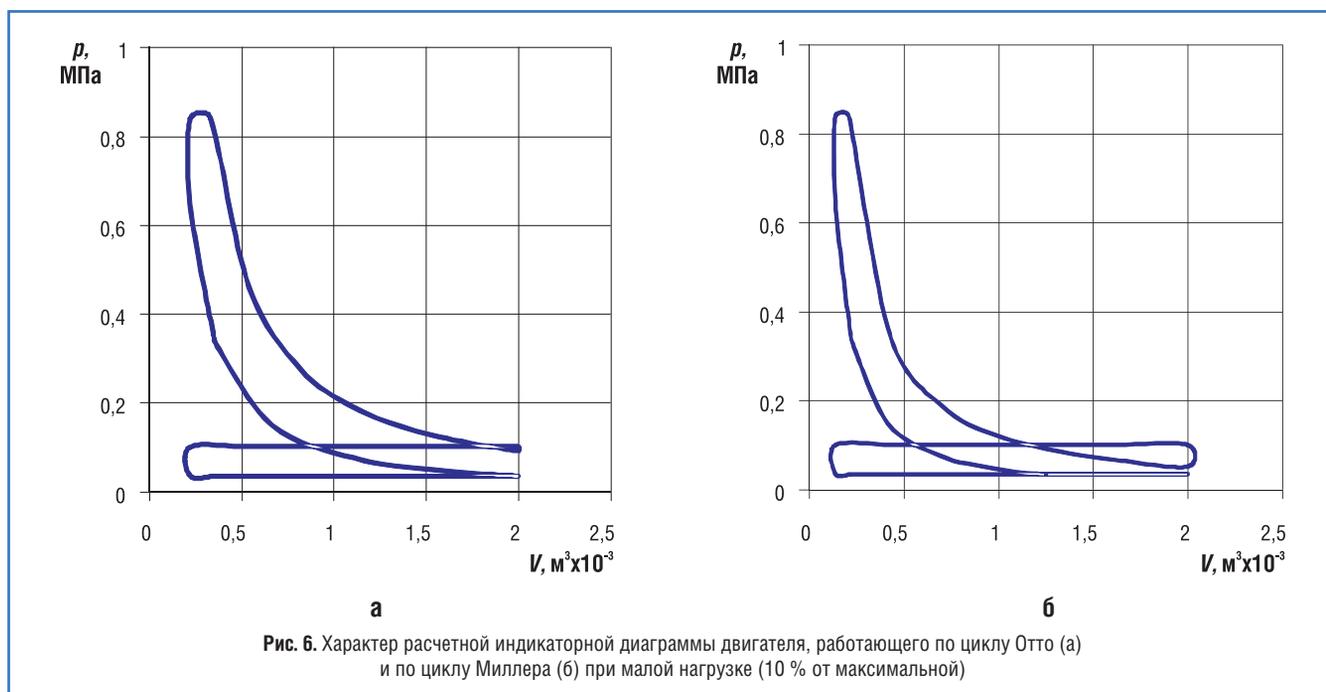


Рис. 5. Параметры циклов при различных давлениях в конце такта впуска:
1 – цикл Миллера ($A_t = 1,6$); 2 – цикл Отто



давления наддува. Без наддува, как уже отмечалось выше, при переходе на цикл Миллера среднее давление цикла снижается на 40 % (см. табл. 1). Более интенсивное, чем в цикле Тринклера, снижение эффективного КПД на малых нагрузках в цикле Миллера следовало ожидать. Это объясняется в большей степени потерями на дросселирование, то есть на газообмен. Но надо отметить и другое – это падение более интенсивное, чем в цикле Отто.

Сравним эффективные показатели цикла Миллера с наддувом и цикла Отто при различных давлениях в конце впуска, то есть при разных степенях дросселирования (рис. 5). Отметим, что и здесь дросселирование в цикле Миллера в большей степени способствует падению эффективных показателей, чем в цикле Отто. Ухудшение эффективного КПД отмечается уже при закрытии дросселя всего лишь на 30 % и является, скорее всего, тем основным отрицательным фактором, помимо падения мощности, из-за которого цикл Миллера не нашел широкого применения для бензиновых ДВС.

В связи с этим представляет интерес рассмотрение потерь на газообмен в цикле Миллера по сравнению с циклом Отто. Для начала покажем, как выглядят индикаторные диаграммы при одинаковых степенях дросселирования (рис. 6).

Такой характер протекания индикаторной диаграммы (см. рис. 6б, заштрихованная область), собственно, и может быть причиной неудовлетворительной работы двигателей, работающих по циклу Миллера на малых нагрузках и холостом ходу. У двигателя, работающего по циклу Отто, «перехлест» на холостом ходу и малых нагрузках, разумеется, тоже есть, но он на порядок меньше. Это будет означать то, что холостой ход, то есть равенство среднего индикаторного давления и среднего давления суммарных механических потерь, будет достигаться в цикле Миллера при меньших степенях дросселирования, чем в цикле Отто, а это приводит к увеличению расхода топлива.

Рассмотрим характер изменения потерь на газообмен при дросселировании.

Оценим работу и среднее давление цикла с учетом потерь на газообмен, воспользовавшись схемой цикла (рис. 7). Работа цикла определится сложением работы на участках цикла: $c_2-a; a-f; f-a; a-a_1; a_1-c; c-z_1; z_1-z; z-b; b_1-b; b-f_1; f_1-b_1; b_1-a_1; a_1-c_1; c_1-c_2$.

Подставив значения для определения работы на этих участках и проведя соответствующие сокращения, получим выражение для расчета работы цикла:

$$L_i = p_a V_a \left((\lambda \varepsilon^{n_1} \rho / \varepsilon - A_t \lambda \varepsilon^{n_1} / \delta^{n_2}) / (n_2 - 1) + (1 - \varepsilon^{n_1 - 1}) / (n_1 - 1) + \lambda \varepsilon^{n_1 - 1} (\rho - 1) + (p_a - p_0) (A_t - 1 / \varepsilon) + (1 / \varepsilon - 1) \right), \quad (6)$$

где p_0 – атмосферное давление.

Принимая во внимание выражение (3), получим зависимость для определения среднего давления цикла с учетом потерь на газообмен:

$$p_i = p_a (1 / (A_t - 1 / \varepsilon)) \left((\lambda \varepsilon^{n_1 - 1} \rho - A_t \lambda \varepsilon^{n_1} / \delta^{n_2}) / (n_2 - 1) + (1 - \varepsilon^{n_1 - 1}) / (n_1 - 1) + \lambda \varepsilon^{n_1 - 1} (\rho - 1) + (p_a - p_0) (A_t - 1 / \varepsilon) + (1 / \varepsilon - 1) \right). \quad (7)$$

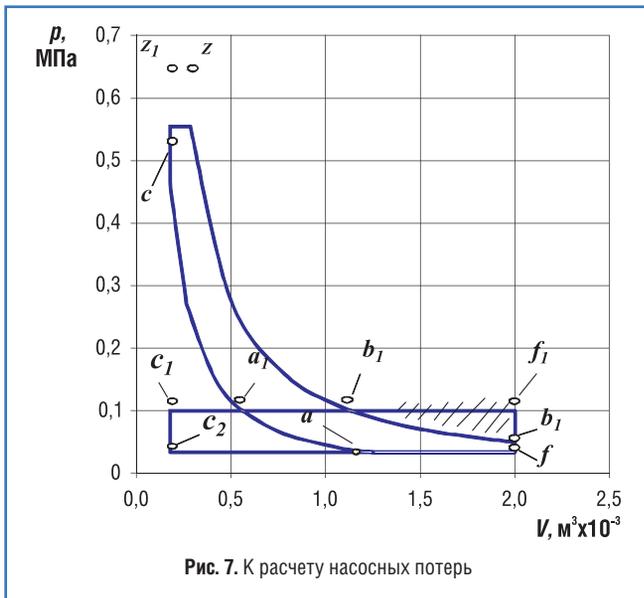
Вычитая из выражения (6) выражение (2), то есть зависимость для определения работы цикла без учета потерь на газообмен, получим зависимость для расчета работы потерь на газообмен при различных значениях p_a .

$$L_{\text{пр}} = V_a (A_t - 1 / \varepsilon) (p_a - p_0). \quad (8)$$

Тогда среднее давление потерь на газообмен $p_{\text{пр}}$ с учетом (3) будет иметь вид:

$$p_{\text{пр}} = (p_a - p_0). \quad (9)$$

Из этого следует, что потери на газообмен для циклов Отто и Миллера одинаковы при одинаковой степени дросселирования. И ухудшение показателей связано не столько с потерями на газообмен на такте впуска, сколько с характером протекания индикаторной диаграммы, при котором участок $b-b_1-f_1$ относится к насосным потерям на такте расширения. И эти потери возникают тогда, когда давление конца такта



расширения меньше атмосферного давления. Получается, что на этих режимах несмотря на то, что термический (или индикаторный) КПД цикла остается высоким, так как за счет продолженного расширения отводится в окружающую среду меньше теплоты и совершается дополнительная работа цикла, эффективный КПД падает. Эта дополнительная работа не является полезной, так как направлена на преодоление сопротивления поршня из-за отрицательной разницы между давлением в цилиндре и окружающей среды. В результате возрастают суммарные механические потери и существенно снижаются эффективный КПД и среднее эффективное давление цикла.

Устранить этот недостаток можно введением управления выпускными клапанами, закрывая или открывая его в соответствии с определенным законом. Если открывать выпускной клапан не в точке b , а позже, в точке b_1 (рис. 7), когда поршень пройдет НМТ и давление в цилиндре приблизится к

атмосферному, то возможно существенно снизить потери на этом участке. Возможен и второй вариант, когда выпускной клапан можно открывать раньше НМТ, в той же точке b_1 . Характер протекания индикаторной диаграммы для этих двух вариантов показан на рис. 8.

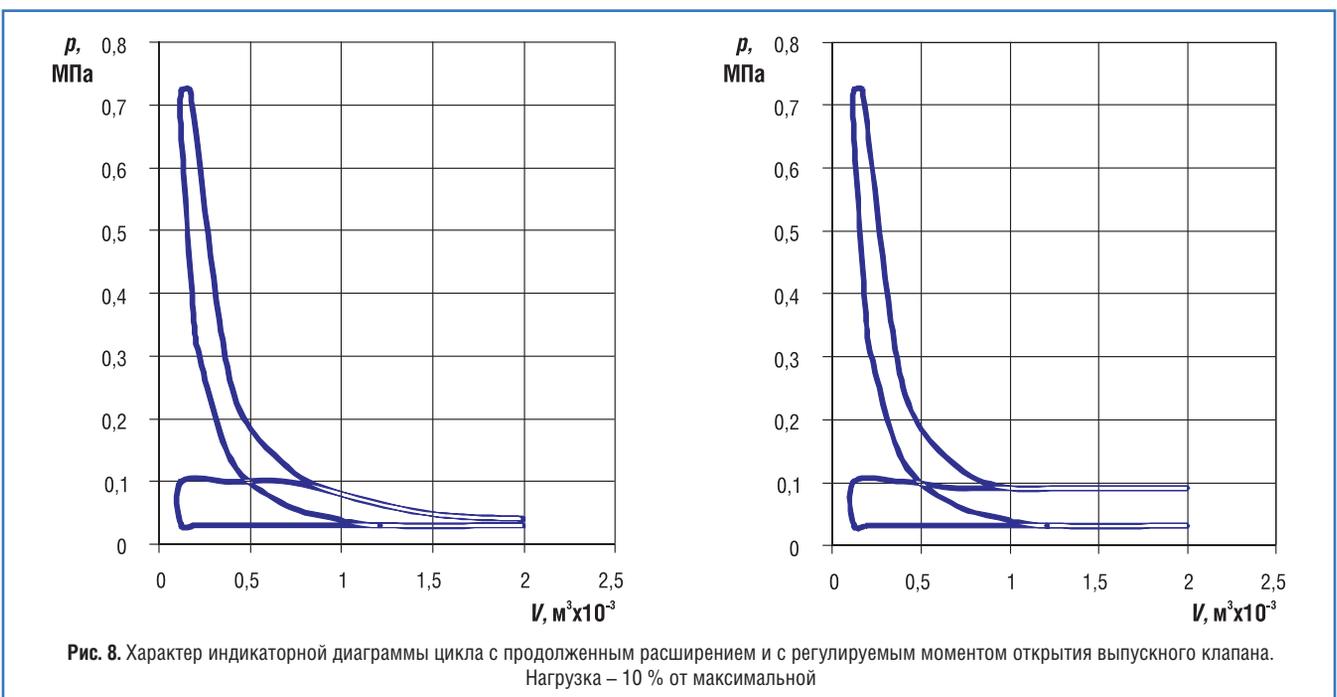
Безусловно, что при реализации как одного, так и другого варианта возникнут дополнительные потери, но они будут существенно меньше потерь от «устраиваемого» участка $b-b_1-f_1$ (см. рис. 7), и поставленная задача в целом решается.

Итак, для снижения отмеченных дополнительных потерь при работе двигателя на холостом ходу и малых нагрузках требуется, сохранив начало такта сжатия в точке a , перенести конец такта расширения в точку b_1 . При этом реальное отношение эффективного хода расширения к эффективному ходу сжатия может стать меньше единицы. Фактически это означает, что будет получен термодинамический цикл с укороченным тактом расширения. Но это уже не цикл Миллера. Хотя формально, исходя из определения, отношение A_t сохраняется равным 1,6.

Тогда, если есть возможность управлять величиной отношения A_t (на первых порах фазами газораспределения), можно говорить об организации рабочего процесса газового двигателя с регулируемым термодинамическим циклом (controlled thermodynamic cycle – CTDC).

Рассмотрим следующий алгоритм управления. На холостом ходу сохраним отношение хода расширения к ходу сжатия меньше единицы. При этом эффективная степень сжатия будет равна геометрической. Затем, по мере увеличения нагрузки, одновременно с открытием дроссельной заслонки будем увеличивать отношение A_t до величины, при которой $\epsilon_e = 11$. Характер изменения эффективной степени сжатия с увеличением A_t от 1 и выше будет соответствовать закону, показанному на рис. 2. Дальнейшее увеличение мощности будет достигаться за счет включения наддува.

В таком способе управления есть один сложный момент. На холостом ходу и малых нагрузках двигатель будет



работать при больших степенях сжатия. Однако опасаться этого не стоит. Как показывает наш опыт, при работе двигателя на природном газе не отмечается отклонений от нормального сгорания на режимах глубокого дросселирования даже при высоких степенях сжатия. На практике мы испытывали газовый двигатель, конвертированный из дизельного без изменения геометрической степени сжатия. Детонация отмечалась только на режимах больших нагрузок, и даже в этом случае ее удавалось устранить за счет позднего зажигания. Кстати, это тоже один из способов снизить эффективную степень сжатия. Но в нашем случае этого не потребуются, поскольку на этих режимах уже будет установлена пониженная эффективная степень сжатия, обеспечивающая бездетонационное сгорание.

Теперь о наддуве. Испытания газового двигателя, конвертированного из дизеля рабочим объемом 11,5 л при степени сжатия $\epsilon = 11,7$, показали возможность наддува при давлении, превышающем атмосферное в 1,8 раза (с промощением) без каких-либо признаков детонации. В нашем же примере мы рассматриваем 40%-ный наддув. И можем смело предположить, что резервы по увеличению мощности такого двигателя за счет повышения степени наддува еще остаются.

Рассмотрим нагрузочную характеристику такого гипотетического двигателя в сравнении с характеристиками двигателей, работающих по циклам Отто и Тринклера (рис. 9). В этом варианте регулирование отношением A_f осуществляется только за счет управления фазами открытия и закрытия впускных и выпускных клапанов без каких-либо изменений кривошипно-шатунного механизма. Такой способ регулирования может обеспечить двигателю достижение удельного эффективного расхода топлива на полных и средних нагрузках на уровне дизельного двигателя. Поскольку сохраняется дросселирование на малых нагрузках, из-за неизбежных насосных потерь удельные расходы топлива на этих режимах будут больше. Но в любом случае существенно меньше, чем в цикле Отто. Способ устранения и этого недостатка имеется, но это уже материал для другого рассмотрения.

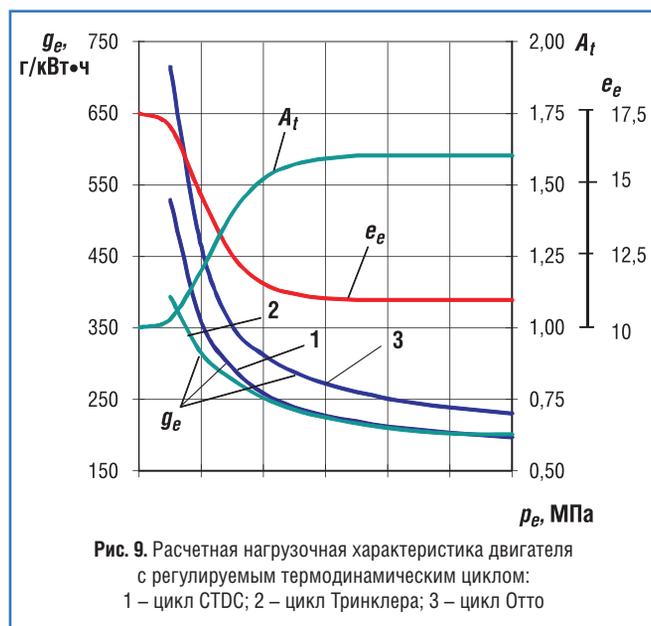
Фактически мы получили двигатель с регулируемым термодинамическим циклом. Такой двигатель будет иметь и ряд

других достоинств. Это и управление степенью сжатия при высоком наддуве при использовании газовых топлив с низкой детонационной стойкостью (например, сжиженные углеводородные газы). Это и регулирование мощности без дросселирования за счет изменения отношения A_f . Как один из вариантов такого двигателя может быть рассмотрен и двухтопливный двигатель при условии установки одновременно дизельных форсунок, свечей зажигания и отдельных систем питания для каждого вида топлива. При этом возможна полноценная работа в штатном режиме на дизельном топливе без подачи газового топлива. А при включении управления отношением A_f можно перейти на искровое зажигание с включением подачи газового топлива. Это может стать предпосылкой для создания многотопливного двигателя.

Подводя итоги можно отметить следующее.

Конвертация дизельного двигателя в газовый, работающий по циклу Миллера с постоянным отношением хода расширения к ходу сжатия, позволит существенно повысить его топливную экономичность в сравнении с газовым двигателем, работающим по циклу Отто. Введение наддува обеспечит такому двигателю мощностные показатели не хуже базового дизельного двигателя. Это решение вполне пригодно, в первую очередь, для стационарных двигателей, в рабочем диапазоне которых не так велика доля холостого хода и малых нагрузок. Это будет экономичный и недорогой в изготовлении газовый двигатель.

Реализация в двигателе регулируемого термодинамического цикла с изменяемым отношением A_f позволит избежать присущих циклу Миллера недостатков и получить весьма эффективный транспортный газовый двигатель, обеспечивающий в широком диапазоне нагрузочных режимов высокую экономичность и мощность, сравнимую с базовым дизельным двигателем. Создание такого газового двигателя, безусловно, потребует дополнительных усилий по отработке механизмов и рабочего процесса. Но сегодня не так много других путей, которые могли бы обеспечить создание газового двигателя, не уступающего дизельному аналогу по топливной экономичности и энерговооруженности.



Литература

1. **Архангельский В.М., Вихерт М.М. и др.** Автомобильные двигатели. – М.: Машиностроение, 1977.
2. **Вибе И.И.** «Новое о рабочем цикле двигателей» – М. – Свердловск: Машгиз, 1962.
3. **Лукшо В.А., Миронов М.В.** Об экономической эффективности использования природного газа как моторного топлива на транспортных средствах с дизельными силовыми установками // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 2 (14). – С. 20-26.
4. **Новиков И.И.** Термодинамика. – М.; Машиностроение, 1984.
5. **Martins, J., Uzuneanu, K., Ribeiro, B., Jasansky, O.** Thermodynamic Analysis of an Over-Expanded Engine // SAE 2004-01-0617, 2004.
6. **Miller RH.** Supercharging and internal cooling cycle for high output // Transactions of ASME 1947:69. – P. 453-457.
7. **Wang Y, Lin L, Roskilly AP, Zeng S, Huang J, He Y, Huang X, Huang H, Wei H, Li S, Yang J.** An analytic study of applying Miller cycle to reduce NO_x emission from petrol engine // Applied Thermal Engineering 2007:27:1779-1789.

Непосредственный впрыск газового топлива в камеру сгорания ДВС с искровым зажиганием

В.А. Шишков,
начальник технического отдела ООО «Рекар»,
доцент Самарского Государственного
Аэрокосмического Университета им. С.П. Королева, к.т.н.

Рассмотрены возможности реализации непосредственного впрыска газового топлива в камеру сгорания ДВС с искровым зажиганием с электронной системой управления. Даны рекомендации по системе и алгоритму управления подачей газового топлива с непосредственным впрыском и управлению ДВС на различных режимах его работы. Показаны преимущества и недостатки непосредственного впрыска газового топлива в камеру сгорания ДВС.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания (ДВС), непосредственный впрыск газового топлива, камера сгорания (КС), искровое зажигание, алгоритм, электронная система управления.

Direct injection of gas fuel in the chamber of combustion the engine of internal combustion with spark ignition

V.A. Shishkov

The opportunities of realization direct injection of gas fuel in the chamber of combustion the engine of internal combustion with spark ignition with an electronic control system are considered. The recommendations for system and algorithm of management of submission of gas fuel with direct injection and management the engine of internal combustion on various modes of his work are given. The advantages and lacks direct injection of gas fuel in the chamber of combustion the engine of internal combustion are shown.

Keywords: the engine of internal combustion, direct injection of gas fuel, chamber of combustion, spark ignition, algorithm, electronic control system.

Непосредственный впрыск бензина в камеру сгорания ДВС получил широкое распространение на современных автомобилях. Это вызвано требованиями по снижению токсичности отработавших газов (ОГ) и выбросов диоксида углерода. Использование непосредственного впрыска газового топлива в КС находится в стадии разработки, так как возникают трудности в его осуществлении. Для жидких топлив при их высокой плотности проще создать требуемый перепад давления на форсунках при малом объемном расходе. Это очень важно для впрыска топлива за короткий промежуток времени и в достаточном массовом количестве для создания стехиометрического или бедного составов смеси перед процессом сгорания. Газовые топлива имеют малую плотность, а значит требуют большего объема в сравнении с жидкими топливами. Большой объем газового топлива, если он находится в газовой фазе, сложнее впрыснуть в камеру сгорания за короткий промежуток времени.

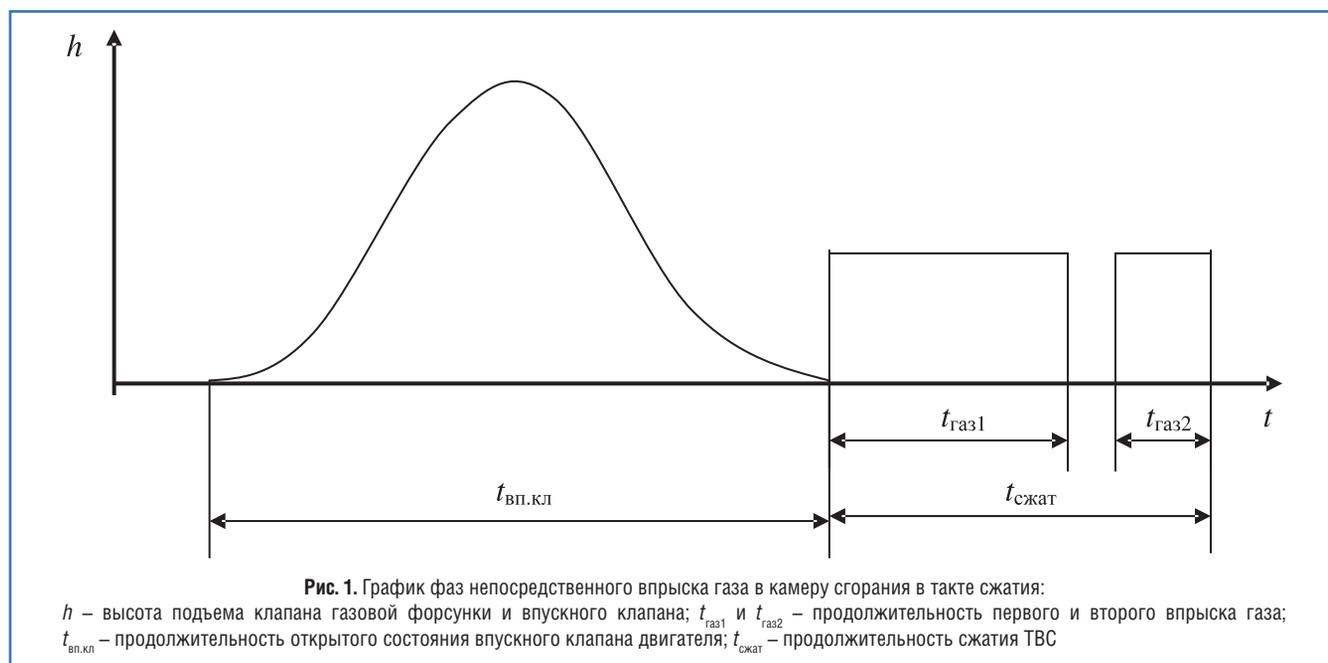
Для снижения расхода жидких топлив применяется так называемое послойное смесеобразование, которое позволяет ДВС на низких режимах работать на бедных смесях с основным составом топливовоздушной смеси 18...40, то есть $\alpha = 1,22...2,72$. При послойном смесеобразовании в районе свечи смесь – стехиометрическая, а при удалении от нее – бедная. Создать послойное смесеобразование на жидких топливах проще, чем на газообразных, так как впрыскиваемые капельки жидкого топлива можно направить в зону электродов свечи и получить в этом месте стехиометрическую смесь для лучшего воспламенения.

Для определения оптимальной схемы непосредственного впрыска газового топлива в камеру сгорания рассмотрим следующие варианты.

Непосредственный впрыск сжиженного газа или газообразного топлива

Для исключения получения двухфазного потока на дозирующем элементе газовой форсунки непосредственный впрыск сжиженного газа требует следующих специальных конструктивных решений: теплоизоляцию трубопроводов и всех элементов топливной аппаратуры, повышение давления в системе подачи до значений, превышающих давление насыщения жидкой фазы газом, установку обратного слива из топливной рампы парожидкостной фазы газового топлива в баллон с высоким давлением, а также установку дренажной системы при хранении заправленного автомобиля при использовании криогенных баллонов. Для бездренажного хранения потребуются баллоны высокого давления, при котором газовое топливо будет находиться в жидкой фазе и т.д. Все это значительно усложняет и удорожает топливную систему для непосредственного впрыска сжиженного газа в сравнении с впрыском газовой фазы.

Непосредственный впрыск газообразного топлива осложнен необходимостью за короткий промежуток времени подавать в камеру сгорания большой объем топлива. Кроме того, при снижении давления газа в баллоне ниже давления в цилиндре при такте сжатия потребуется дополнительный компрессор для сжатия газа или изменение

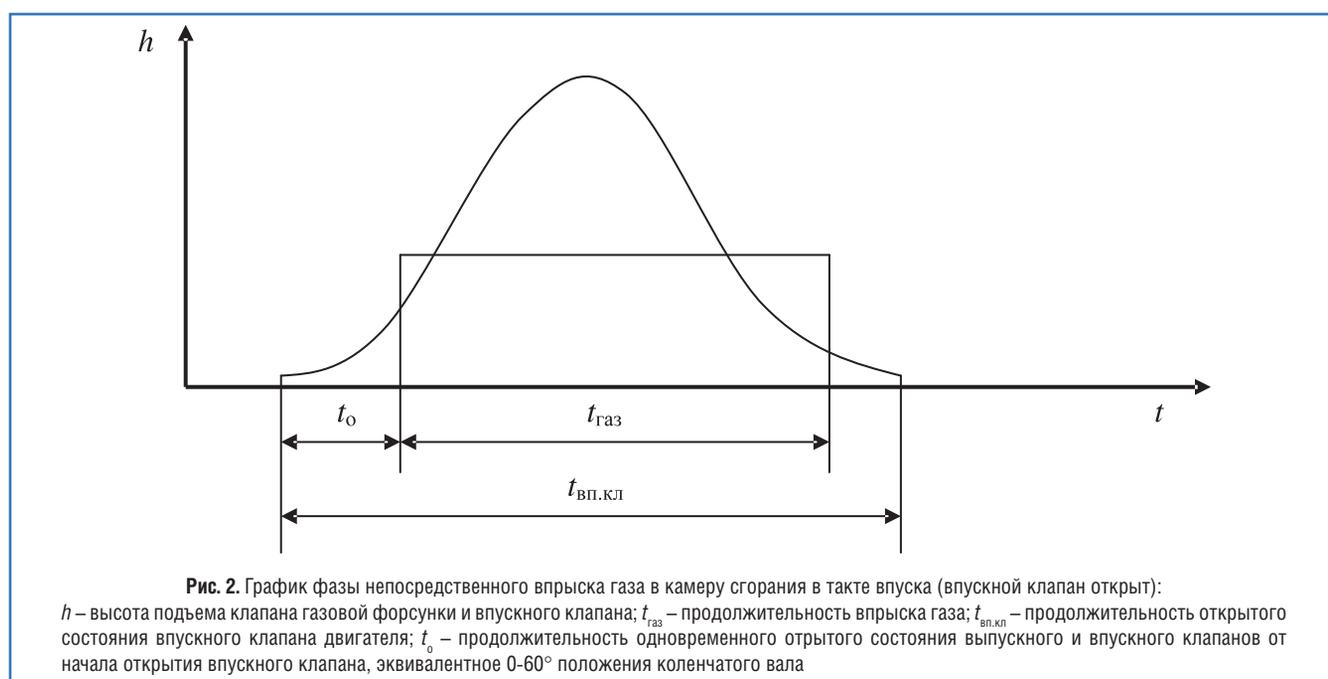


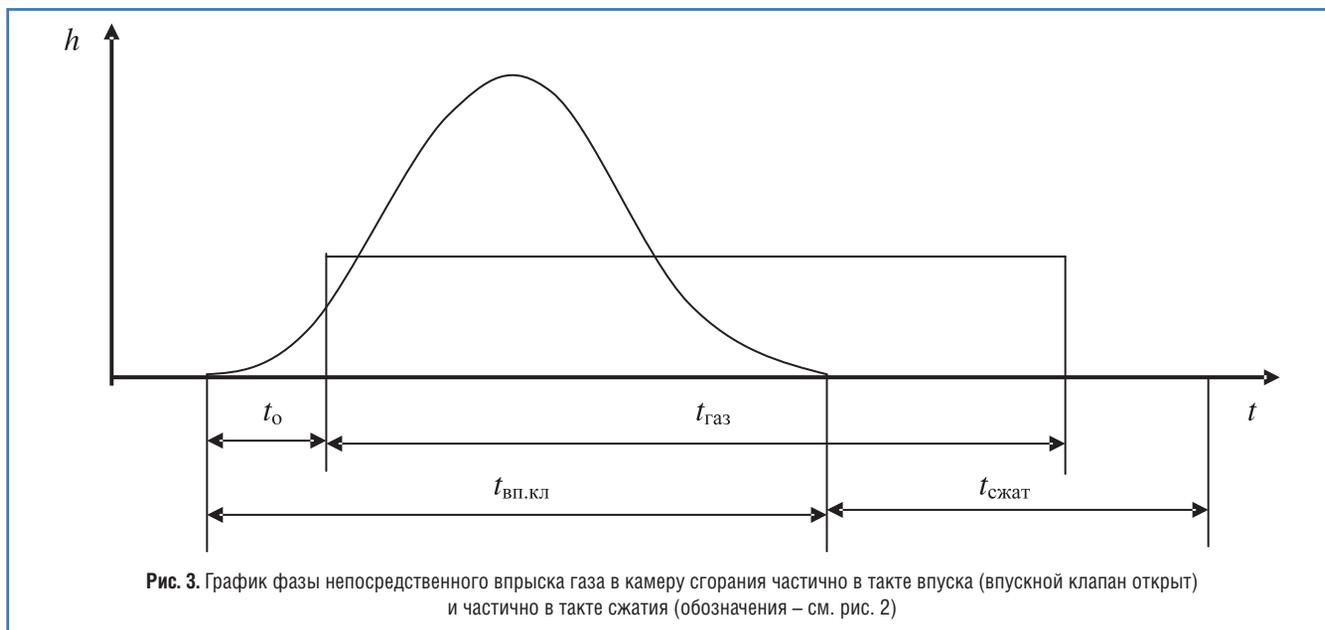
алгоритма его впрыска в цилиндр, например, на двойной (рис. 1). Первый впрыск в начале такта сжатия обеспечивает максимальный расход газа для создания во всем объеме камеры сгорания обедненной топливоздушной смеси (ТВС). Второй впрыск в конце такта сжатия в зону электродов свечи – для создания местного стехиометрического состава ТВС перед процессом зажигания.

**Непосредственный впрыск газа
 в такте всасывания воздуха,
 в такте сжатия смеси или частично в такте
 всасывания воздуха и его сжатия**

Непосредственный впрыск газа в такте всасывания (рис. 2) снизит наполнение цилиндров воздухом. Сниже-

ние составит примерно величину, равную объемной стехиометрии, что, в свою очередь, не позволит достичь требуемого крутящего момента и мощности ДВС. Этот режим можно использовать при снижении давления в баллоне до такого уровня, когда непосредственный впрыск станет невозможным для такта сжатия. Данный режим используют для максимальной выработки газа из баллона и увеличения пробега автомобиля на одной заправке. Мощность, крутящий момент, токсичность отработавших газов и расход газового топлива в этом случае будут аналогичны этим параметрам для варианта с впрыском газа во впускной трубопровод. Для снижения выбросов СН необходимо, чтобы впрыск газа был начат в момент закрытия выпускного клапана или позднее.



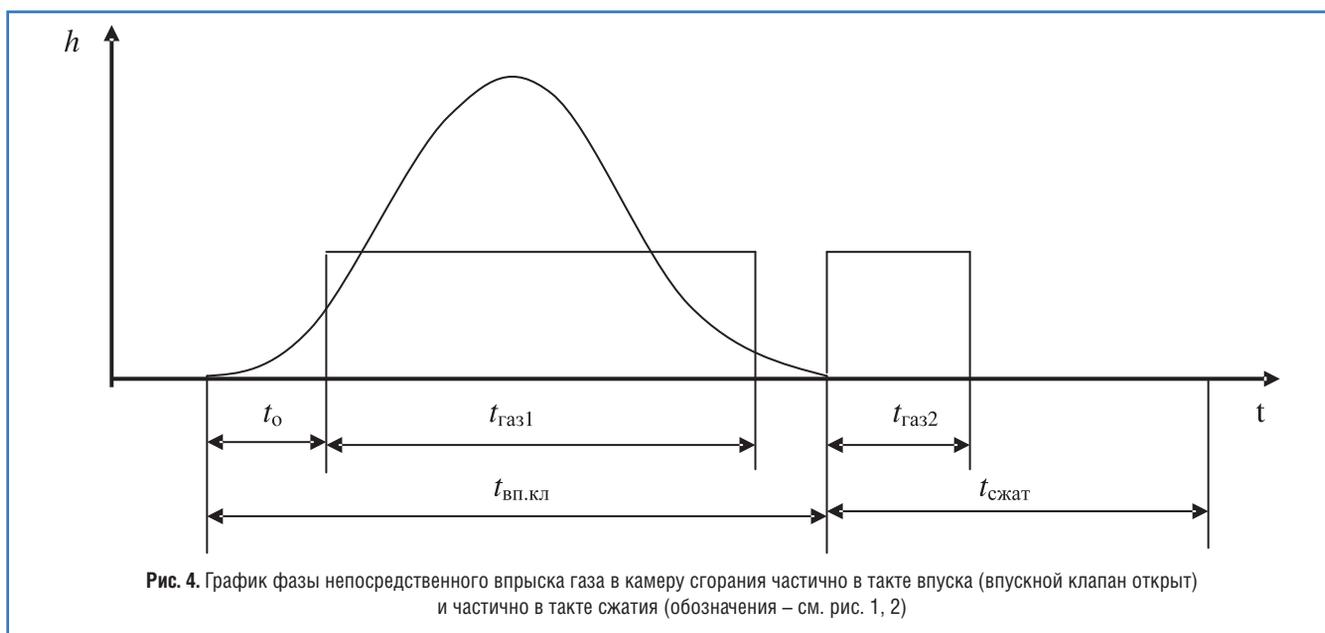


Непосредственный впрыск газа частично в такте всасывания воздуха, а частично в начале такта сжатия (рис. 3) не требует высокого перепада давления газа на форсунках и может быть использован, как в предыдущем варианте. В сравнении с предыдущим вариантом снижение мощности и крутящего момента будет меньше на величину, выраженную в процентах и равную величине массового количества газового топлива, которое попадает в камеру сгорания после закрытия впускного клапана. То есть чем больше масса впрыскиваемого топлива после закрытия впускного клапана, тем меньше потери мощности и крутящего момента. Это связано с увеличением массы ТВС, поступившей в цилиндр ДВС. Изменение токсичности отработавших газов и расхода топлива в сравнении с предыдущим вариантом будет незначительное, если состав топливовоздушной смеси будет стехиометрическим.

При использовании двойного впрыска (рис. 4) можно получить значительное снижение токсичности отработавших газов и расхода топлива. Первый впрыск – в такте впуска для создания бедной смеси по всему объему камеры сгорания, второй – в начале такта сжатия в зону электродов свечи для создания в ней стехиометрического состава ТВС. Так как масса газового топлива при втором впрыске незначительна, то потери мощности и крутящего момента соизмеримы с впрыском газа во впускной трубопровод.

В алгоритме управления ДВС можно реализовать оба вышеописанных варианта, один – для мощностных режимов, второй – для экономичных.

Непосредственный впрыск в такте сжатия (рис. 5) требует высокого перепада давления на газовых форсунках, если он заканчивается при приближении поршня к верхней мертвой точке (ВМТ). Если впрыск заканчивается при нахождении поршня в промежуточной





точке при его движении к ВМТ, то потребуется средний перепад давления газового топлива на форсунках. К преимуществам относится высокое наполнение цилиндров газовой смесью, а значит есть возможность получить большие крутящий момент и мощность ДВС в сравнении с двумя предыдущими вариантами.

Различные уровни перепада давления впрыскиваемого газа

Низкий перепад давления (до 1 МПа) на газовых форсунках применяется для непосредственного впрыска в такте впуска воздуха или в начальный период такта сжатия. Его преимущества заключаются в том, что, во-первых, не требуется дополнительный компрессор, во-вторых, происходит максимальная выработка газового топлива из баллона, в-третьих, можно использовать некоторые конструкции газовых форсунок и редуктор от систем с впрыском во впускной трубопровод. Недостатки те же, что и для систем с впрыском во впускной трубопровод.

Средний перепад давления (1-5 МПа) на газовых форсунках применяется для непосредственного впрыска газа в начале и середине такта сжатия, для предвпрысков при многократных впрысках за один рабочий ход, а также для создания начального бедного состава газовой смеси. Недостатки – снижение выработки газа из баллона при отсутствии дополнительного компрессора, повышенные требования к конструкции газовых форсунок.

Высокий перепад давления (более 5 МПа) на газовых форсунках применяется для непосредственного впрыска газа в конце такта сжатия перед началом подачи зажигания на электроды свечи или при многократных впрысках для создания стехиометрического состава газовой смеси в зоне электродов свечи зажигания. Недостатки – более высокие требования к конструкции газовых форсунок и еще большее снижение выработки газа из баллона в сравнении с предыдущими вариантами.

Различные элементы для впрыска газового топлива

Электромагнитные газовые форсунки применяются для непосредственного впрыска только в такте впуска и в начальный период такта сжатия. Из-за высоких температур и давления в камере сгорания в рабочем такте не все газовые электромагнитные форсунки можно применять для непосредственного впрыска. Например, нельзя применять мембранные, у которых мембрана изготовлена из материалов на основе резины или пластика.

Специальные конструкции пьезофорсунок и форсунок с поршневым компрессором применимы для всех вариантов впрыска газа по фазам работы цилиндра, но они не доведены до серийного производства.

Степень сжатия воздуха в цилиндре

Для бензиновых ДВС с непосредственным впрыском степень сжатия изменяется от 10 до 11,5. Это стало возможным из-за снижения вероятности возникновения детонационных процессов при работе на обедненных смесях и температуры заряда при испарении жидкой фазы бензина после впрыска в цилиндр. Для газовых видов топлив, у которых детонационное число выше, чем у бензина, можно увеличить степень сжатия, например, для пропан-бутана с 10,5 до 11...12,5, а для метана (природного газа) с 12,5 до 14...16. При использовании газовых форсунок с поршневым компрессором желательно охлаждать газовое топливо перед его впрыском в цилиндр. С доработкой конструкции двигателя можно применить один из двух вариантов увеличения степени сжатия для непосредственного впрыска газа:

- повышенная степень сжатия не изменяется в зависимости от режима работы ДВС;
- повышенная степень сжатия, например, от 12,5 до 16, изменяется в зависимости от режима работы ДВС и степени обеднения основной массы газовой смеси.

Чем выше обеднение смеси и чем меньше объем камеры сгорания (влияние масштабного фактора на воспламенение топливовоздушной смеси), тем меньше вероятность возникновения детонационных процессов в двигателе.

Преимущества и недостатки впрыска газа в камеру сгорания под высоким давлением в такте сжатия

Преимущество заключается в повышении степени турбулентности внутреннего вихря, за счет которого увеличивается скорость сгорания газовой смеси [1]. Степень относительного увеличения турбулентности можно оценить расчетным путем.

Для вычисления относительной величины изменения импульса ΔI движения воздушного вихря в камере сгорания за счет впрыска газа запишем закон сохранения импульса движения:

$$m_b \vec{v}_b + m_r \vec{v}_r = (m_b + m_r) \vec{v}_{rb}$$

где $m_b, m_r, (m_b + m_r)$ – масса воздуха, газа и смеси воздуха с газом соответственно;

$\vec{v}_b, \vec{v}_r, \vec{v}_{rb}$ – скорость воздуха, газа при его впрыске в камеру сгорания и газовой смеси после их смешения (средние интегральные векторные величины).

Или в относительных величинах изменения импульса движения:

$$\Delta I = 1 + m_r \vec{v}_r / m_b \vec{v}_b = (m_b + m_r) \vec{v}_{rb} / m_b \vec{v}_b$$

где $m_b / m_r = L_0$ – коэффициент стехиометрии газового топлива в смеси с воздухом. Для оценки влияния примем $L_0 = 16$ кг воздуха на 1 кг газового топлива.

Тогда относительная величина изменения импульса движения

$$\Delta I = 1 + (1/L_0) (\vec{v}_r / \vec{v}_b)$$

Например, при сверхкритическом перепаде на клапане газовой форсунки при непосредственном впрыске в камеру сгорания скорость истечения газа будет равна скорости звука, то есть $v_r = a_{зв}$. Для оценки примем скорость звука 410 м/с. Скорость движения воздуха зависит от перепадов давления на впускном клапане и всей системы впуска, его температуры, частоты вращения коленчатого вала (КВ), пульсационной составляющей в системе впуска, формы камеры сгорания и т.д. В общем случае для многих конструкций двигателей с принудительным зажиганием средняя векторная величина скорости воздуха в камере сгорания изменяется от 5 до 40 м/с. Тогда получим диапазон изменения относительного импульса движения от 6,125 на режиме холостого хода до 1,64 при максимальной частоте вращения КВ.

Если принять допущение об отсутствии внешних и внутренних потерь энергии при впрыске газа в камеру сгорания, то изменение относительного импульса движения будет пропорционально относительному увеличению

турбулентности ΔE движения газовой смеси, то есть $\Delta I \sim \Delta E$.

Скорость горения газовой смеси $U_r = U_0 + U'$, где U_0, U' – нормальная скорость горения и турбулентная составляющая скорости горения соответственно.

Турбулентная составляющая в данном случае возрастает примерно в 6,125...1,64 раза от режима холостого хода до максимальной частоты вращения КВ. Соответственно скорость сгорания газовой смеси в процентном отношении увеличится больше на холостом ходу, чем при максимальной частоте вращения коленчатого вала. Относительное снижение токсичности отработавших газов по выбросам СО и СН будет более значительным на малых режимах, чем при максимальной частоте вращения КВ.

К недостаткам непосредственного впрыска газового топлива можно отнести:

- усложнение конструкции газовых форсунок, а значит и увеличение стоимости топливной газовой аппаратуры;
- увеличение числа соединений газовых трубопроводов с элементами топливной аппаратуры с высоким давлением, что снижает надежность системы по ее герметичности и соответственно по пожаровзрывобезопасности;
- увеличение количества и продолжительности доводочных работ системы подачи газового топлива и алгоритма управления ДВС при работе на бедных газовой смеси для выполнения норм по токсичности отработавших газов.

Элементы для непосредственного впрыска газового топлива

Наиболее сложным элементом в системе газовой подачи с непосредственным впрыском является газовая форсунка. Высокий перепад давления на клапане форсунки для непосредственного впрыска означает сверхкритическое истечение газа из ее сопла [2]. Фактически скорость звука в минимальном сечении сопла форсунки ограничивает ее расходные характеристики. Увеличение расхода возможно двумя способами: увеличением диаметра сопла форсунки и длительности импульса открытого состояния клапана форсунки, что не всегда приемлемо для режимов с высокой частотой вращения коленчатого вала. При частоте вращения КВ 6000 мин⁻¹ время впрыска должно быть меньше 5 мс (время перемещения поршня в такте сжатия с нижней до верхней мертвой точек). Это время включает в себя: продолжительность открытия клапана форсунки, импульса открытого состояния клапана форсунки и закрытия клапанной пары. В настоящее время нет разработки и тем более производства газовых форсунок для непосредственного впрыска газа [3].

Вторым элементом является газовый редуктор. Если для газообразного природного газа с давлением в баллоне до 25...40 МПа не составляет трудности создать перепад давления на газовой форсунке от 1,5 до 10 МПа, то



для пропан-бутана потребуется плунжерный или поршневой компрессор для создания необходимого перепада давления на клапане форсунки для непосредственного впрыска газа. Для природного газа при снижении давления в баллоне ниже 5 МПа также потребуется подобный компрессор или выработка газа из баллона будет неполной, что, в свою очередь, сократит пробег автомобиля на одной заправке. При давлении в баллоне ниже 5 МПа для природного газа можно предусмотреть движение с ограничением мощности ДВС (для обеспечения передвижения автомобиля до очередной заправки природным газом) и впрыск газа в такте впуска ТВС.

Датчики давления и температуры газа перед форсункой должны быть рассчитаны по измеряемому диапазону и прочности корпуса на соответствующее рабочее давление. Точность измерений этих датчиков должна позволять алгоритму управления корректировать газовую подачу в соответствии с требованиями по токсичности отработавших газов, способствовать улучшению пусковых и ездовых качеств автомобиля, оптимизации расхода топлива, обеспечению мощностных режимов работы и максимальной выработки газа из баллонов.

Электронный блок управления может быть аналогичным бензиновому для непосредственного впрыска газа. Естественно, алгоритм управления должен быть доработан в соответствии с рекомендациями, приведенными в данной работе и работах [1-4].

Остальная газовая аппаратура (клапаны, баллоны, трубопроводы, заправочные устройства и т.д.) практически не отличается от аппаратуры с впрыском газа во впускной трубопровод. За исключением бронированных шлангов от редуктора до рампы форсунок, которые по прочности должны соответствовать рабочему давлению.

Рекомендации по непосредственному впрыску газа в камеру сгорания и алгоритму управления ДВС

1. Степень сжатия в ДВС должна соответствовать конкретному виду газового топлива, например, для пропан-бутана 11 или повышенная до 11...12,5, для природного газа 12,5...13 или повышенная до 14...16 и т.д. Требуемая степень сжатия для однотопливного ДВС должна обеспечиваться объемом и конструкцией камеры сгорания, а также соответствующим объемом цилиндра. Для многотопливных вариантов ДВС с непосредственным впрыском газа потребуется конструкция камеры сгорания или конструкция цилиндра с изменяемыми объемами для получения требуемой степени сжатия для каждого вида топлива.

2. Для создания слоев с различным составом газовой смеси в камере сгорания требуется специальная конструкция как камеры сгорания, так и выходного дозирующего устройства газовой форсунки, при этом впрыск газового топлива необходимо осуществлять для различных газов по-разному. Метан легче воздуха, поэтому впрыскивать его необходимо в центр

воздушного вихря, который образовался в процессе впуска воздуха в камеру сгорания, в центр этого вихря необходимо поместить и электроды свечи. Впрыск бутана наоборот необходимо выполнять по периферии воздушного вихря, так как он тяжелее воздуха, и соответственно электроды свечи должны быть помещены в периферийную область камеры сгорания. Впрыск пропана вызывает некоторые затруднения из-за того, что его молекулярная масса практически соизмерима с массой воздуха. Впрыск смеси пропана и бутана необходимо выполнять как впрыск чистого бутана. В этом случае бутан создаст в периферийной области стехиометрическую смесь, а в центре вихря пропан создаст бедную газоздушную смесь.

3. Для создания послойного состава газоздушной смеси необходимо, во-первых, сформировать вход воздушного потока в цилиндр таким образом, чтобы создать радиальный вихрь в камере сгорания; во-вторых, создать турбо- или электронаддув цилиндров; в-третьих, предусмотреть задержку открытия впускного клапана от верхней мертвой точки поршня в процессе такта впуска для увеличения разрежения в цилиндре и повышения скорости воздуха на входе в камеру сгорания. Задержка может составлять от 0 до 90° от ВМТ поршня, при этом достигается максимальная скорость движения поршня и максимальное разрежение в цилиндре. Необходимо помнить, что значительное увеличение задержки может повысить количество паров масла, проникающих через зазоры поршневых колец из картера, что, в свою очередь, может привести к увеличению выбросов СО и СН в отработавших газах. И, наконец, необходимо увеличить скорость движения вихря воздуха в камере сгорания за счет роста частоты вращения коленчатого вала.

4. Фаза непосредственного впрыска газа должна быть синхронизирована с максимальной скоростью воздушного вихря в камере сгорания. Кроме этого для создания послойного состава газоздушной смеси можно использовать несколько впрысков на один рабочий такт ДВС. Например, ранний (в фазе начала такта сжатия или в фазе конца такта впуска аналогично впрыску газа во впускной трубопровод) предвпрыск части газового топлива для создания среднего по всему объему состава смеси на уровне 18...25, то есть по $\alpha = 1,22...1,7$. Затем второй впрыск в объеме около электродов свечи зажигания (в фазе конца такта сжатия) перед началом зажигания, при этом фаза последнего впрыска должна заканчиваться, как минимум, раньше на 0,01...0,5 мс до начала зажигания. В этом случае можно добиться местного послойного состава газоздушной смеси в зоне около электродов свечи до $\alpha = 1$.

Для получения послойного состава газоздушной смеси необходимо правильно подобрать фазу второго впрыска в область электродов свечи зажигания и фазу начала зажигания для того, чтобы вторая доза газа не успела перемешаться с основной массой топливоздушной смеси. Иначе в зоне электродов свечи зажигания

не будет стехиометрического состава, что повлечет ухудшение воспламенения бедной смеси.

В таком случае обеспечение мощностных режимов работы ДВС на бедной смеси при высокой частоте вращения коленчатого вала становится проблематичным, так как обычно требуется обогащение топливовоздушной смеси. Для обеспечения необходимой мощности в данном случае используют ДВС с большей мощностью, например, вместо 1,6-литрового будет двухлитровый.

Сложнее получить послойное смесеобразование газа с воздухом при низкой частоте вращения коленчатого вала.

Для каждого вида газового топлива и режима работы ДВС потребуется выбрать оптимальное обеднение с учетом следующих условий:

- двигатель должен устойчиво работать во всем диапазоне режимных параметров;
- температура горения должна обеспечивать минимальное количество выбросов CO, CH и NO_x при работе на бедной смеси при сильном разбавлении отработавших газов воздухом;
- фазы впрысков должны обеспечивать требуемую цикловую подачу газа в цилиндры (при высокой частоте вращения коленчатого вала сложно обеспечить 2-3 впрыска соответствующих долей цикловой подачи газового топлива).

5. Угол опережения зажигания необходимо выбрать в соответствии с рекомендациями, изложенными в работе [1] и п. 4.

6. При использовании газового топлива с различным химическим составом компонентов необходимо использовать рекомендации для алгоритма по адаптации состава топливовоздушной смеси [4]. Адаптация может выполняться в целях получения максимальных значений мощности и крутящего момента, снижения расхода топлива и токсичности отработавших газов.

Литература

1. **Шишков В.А.** Определение величины увеличения угла опережения зажигания при переключении с бензина на газ в зависимости от скорости горения топливной смеси // Транспорт на альтернативном топливе. – 2008. – № 3. – С. 20-23.
2. **Шишков В.А.** Алгоритм управления и диагностика состояния электромагнитных газовых форсунок ДВС с искровым зажиганием // АГЗК+АТ. – 2006. – № 6. – С. 46-48.
3. **Шишков В.А.** Возможности систем одновременной подачи газового и жидкого топлив в ДВС с искровым зажиганием // Транспорт на альтернативном топливе. – 2009. – № 2. – С. 22-28.
4. **Шишков В.А.** Алгоритм адаптации электронной системы управления ДВС к различным химическим составам газового топлива // Транспорт на альтернативном топливе. – 2008. – № 1. – С. 30-35.

БАЛСИТИ Автомобильные газовые баллоны



ООО «Балсити» является единственным производителем в России, изготавливающим баллоны для СУГ, сертифицированные по Международным Правилам ЕЭК ООН № 67-01. На предприятии внедрена и действует система менеджмента качества в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001-2008 (ISO 9001-2008)

В настоящее время серийно изготавливаются:
 - цилиндрические баллоны емкостью от 30 до 220 л,
 - тороидальные баллоны емкостью от 42 до 94 л,
 - блоки цилиндрических баллонов различной емкости (спаренные баллоны).

Широкое разнообразие типов и объемов выпускаемых баллонов позволяет оснастить ими автомобили любой марки.

ООО «Балсити» является эксклюзивным поставщиком баллонов на конвейер Горьковского автозавода ГАЗ.

Тел. +7 (495) 955-43-77
 Факс +7 (495) 783-84-92
 E-mail: balcity@balcity.ru
 Сайт: www.balcity.ru



Новый способ сооружения и устройство двусторонней станции заправки автомобилей КПГ

Я.С. Мкртычан,
гл. научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ», профессор, д.т.н.

В статье предлагаются новый способ сооружения и устройство двусторонней станции заправки автомобилей компримированным природным газом. Станция позволяет заправлять автомобили, движущиеся во встречных направлениях, без дополнительных затрат на непроизводительные пробеги при необходимости заправки. Двусторонняя станция состоит практически из традиционной газозаправочной станции-матки, сооруженной на одной стороне дороги, и только навеса с заправочными колонками, сооруженного на другой ее стороне, к которым подают газ и электроэнергию со станции-матки по газопроводам и кабелям, проложенным через дорожный переход. Реализация данного изобретения позволит снизить капитальные вложения, уменьшить эксплуатационные затраты, сократить сроки строительства и численность обслуживающего персонала при создании общегосударственной системы газоснабжения транспорта страны, а также сократить непроизводительные пробеги автомобилей на заправку газомоторным топливом.

Ключевые слова: автомобильная газонаполнительная компрессорная станция (АГНКС), компримированный природный газ (КПГ).

New way of construction and organization of a bidirectional compressed natural gas vehicle refueling filling station

J.S. Mkrtychian

In this paper, we propose a new method of construction and organization of a bidirectional compressed natural gas vehicle refueling filling station, which differs from the known filling stations by the fact that such a station can fill cars, moving in opposite directions, without any additional expenditures, connected with the non-production runs for refilling needs.

In fact, the bidirectional compressed natural gas vehicle refueling filling station consists of a traditional 'mother' natural gas filling station, constructed on one side of the road, and a simple shed with gas dispensers on the other side of the road, which use natural gas and electricity, that is being transferred from the 'mother' station through pipelines and wires, that are laid under the road. The implementation of this invention will reduce capital expenditures, decrease operating costs, minimize construction time and the amount of support staff while creating a nationwide system of the country gas transport, as well as to reduce unproductive car runs for refueling needs.

Keywords: natural gas vehicle refueling filling station (NGV – refueling filling station), compressed natural gas (CNG).

В мировой практике топливоснабжения транспортных средств при заправке нефтепродуктами для удобства автолюбителей АЗС часто сооружают по обе стороны автодороги, как правило, друг против друга. Применительно к газозаправочным станциям, особенно мощным (АГНКС-500 или АГНКС-250), реализация этого способа связана с определенными трудностями. Столь мощные станции требуют большой площади застройки до 0,7 га, а с учетом зон безопасности – до 2,5 га. Кроме того, наличие в составе таких АГНКС газовых аккумуляторов большой емкости и высокого давления создает повышенную опасность.

Способ сооружения и устройство станций заправки автомобилей КПГ стационарного и контейнерного типов включают сооружение, как правило, на земельном участке с одной стороны автодороги производственного помещения в виде здания или установку контейнера, в котором размещено все технологическое оборудование для отбора газа из магистрального газопровода, его очистки от капельной жидкости и механических частиц, сжатия компрессорами, глубокой осушки, хранения в аккумуляторах-сосудах или баллонах, а также сооружение навеса с газозаправочными колонками и операторной с устройствами для управления заправкой автомобилей КПГ и прокладку газопроводов, соединяющих аккумуляторы газа с компрессорными установками в операторной газозаправочной станции [1].

Практически создание системы газоснабжения транспорта на таких односторонних станциях по существу приводит к увеличению капитальных и эксплуатационных затрат вдвое и зачастую к повышению непроизводительных (холостых) пробегов автомобилей на газозаправку. Наряду с этим следует учесть, что любая односторонняя станция заправки автомобилей КПГ даже при выходе на проектную производительность загрузки использует установленную мощность

компрессорных установок примерно наполовину.

Целью поставленной автором технической задачи является повышение эффективности способа сооружения и устройства станций заправки автомобилей КПГ, как элемента системы газоснабжения транспорта газомоторным топливом, за счет совершенствования конструкции и способа сооружения станции, а также за счет повышения ее загрузки автомобилями. Для решения этой задачи вместо двух индивидуальных (односторонних) станций, не связанных в единый технологический комплекс между собой и размещенных по разные стороны автодороги, сооружается только одна двусторонняя станция-матка на любой из сторон дороги, а на противоположной стороне – только навес с газозаправочными колонками, которые снабжаются газом и электроэнергией от станции-матки и управляются из ее операторной [2].

Предлагаемый способ включает: сооружение или установку на

земельном участке, примыкающем к автодороге, производственного помещения, в котором размещены система отбора и подготовки газа, поступающего из магистрального газопровода; компрессорные установки для его компримирования; установки для глубокой осушки и охлаждения газа; аккумуляторы для его хранения; сооружение навеса для установки газозаправочных колонок и отдельной или вмонтированной в производственное помещение операторной с устройствами для управления заправкой автомобилей, учета отпущенного газа и коммерческих расчетов с потребителями газа; прокладку газопроводов, соединяющих аккумуляторы газа с компрессорными установками и газозаправочными колонками, а также электрокабелей, связывающих колонки с соответствующими устройствами в операторной газозаправочной станции. Отличие предлагаемого способа и устройства от известных состоит в том, что на земельном участке, примыкающем к противоположной стороне дороги,

сооружают навес с газозаправочными колонками, прокладывают от аккумуляторов газа станции через дорожный переход газопровод высокого давления, а от операторной – электрокабели и соединяют их с колонками, подают к колонкам газ и электроэнергию, осуществляют заправку автомобилей газом, автоматическое управление процессом заправки и учет отпущенного автомобилям газа путем передачи информации по электрокабелям в операторную газозаправочной станции.

Как вариант, станция-матка заправки автомобилей содержит компрессорную установку, рассчитанную на давление, превышающее максимальное давление газа в аккумуляторах, которая соединена отдельным трубопроводом непосредственно с газозаправочными колонками, через которые заправляют передвижные автогазозаправщики и газовозы до давления, превышающего максимальное давление газа в баллонах автомобиля (32 против 20 МПа).

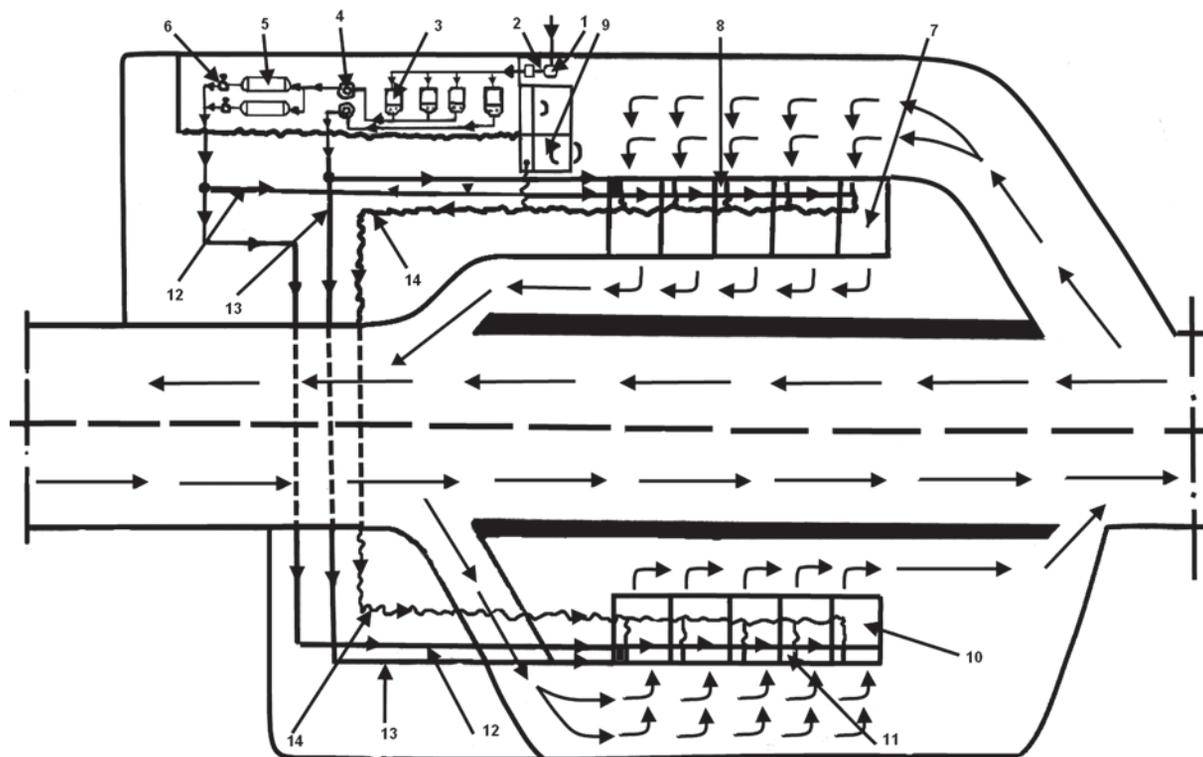


Рис. 1. Схема предлагаемой станции

Станция (рисунок) содержит производственное помещение 1 с размещенными в нем устройством приема и очистки газа 2, компрессорными установками 3, блоком глубокой очистки газа 4, аккумуляторами газа 5 с редуктором 6, навес 7 с размещенными под ним газозаправочными колонками 8, операторную 9 с устройствами для учета отпуски КПП и коммерческих расчетов, сооруженными на земельном участке, примыкающем к одной из сторон дороги, и навес 10, с установленными под ним газозаправочными колонками 11 автоматического действия, расположенными с другой стороны дороги.

Кондиционный КПП подается к газозаправочным колонкам 8 и 11 из аккумуляторов 5 станции-матки по трубопроводам 12 и 13, а электроэнергия – по электрокабелям 14.

Предлагаемая двусторонняя станция заправки автомобилей КПП работает следующим образом. Газ из газопровода или распределительных

сетей поступает в систему приема и очистки 2, затем на прием компрессоров 3 под давлением 0,2-1,2 МПа и после сжатия до давления 25-32 МПа и глубокой осушки в блоке 4 поступает в аккумуляторы-хранилища газа 5, а от них по газопроводам 12 и 13 к газозаправочным колонкам 8 и 11 и через гибкие рукава колонок – в баллоны автомобилей.

Предпроектные проработки и расчеты предлагаемого способа сооружения и устройства двусторонней станции заправки автомобилей КПП показали, что реализация этого решения позволит снизить расходы и ускорить создание газозаправочной системы автотранспорта в стране за счет снижения капитальных вложений на 60-65 %, эксплуатационных затрат на 25-30 % в результате сокращения численности обслуживающего персонала и увеличения объема реализации КПП, а также снижения непроизводительных пробегов автомобилей на заправку газомоторным топливом.

Внедрение предлагаемого способа сооружения двусторонних АГНКС целесообразно в первую очередь на окружных дорогах городов, на междугородных и международных трассах. Применительно к Московскому региону – это Московская кольцевая автомобильная дорога (МКАД) и проектируемая Центральная кольцевая автомобильная дорога (ЦКАД) в Московской обл. Такие станции не менее эффективны и для так называемых «Голубых коридоров».

Литература

1. Мкртычан Я.С., Ровнер Г.М. Автомобильные газозаправочные комплексы, М.: Газойл пресс, 2001. – 208 с.

2. Мкртычан Я.С., Самсонов Р.О. Способ сооружения и устройство двусторонней станции заправки автомобилей компримированным природным газом // Патент РФ № 84501 с приоритетом от 17 ноября 2008 г.

**ГРУППА КОМПАНИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ, УЧЕТА И ПЕРЕВАЛКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ И СУГ**
Информация о продукции на сайте www.promizmeritel.ru

ОАО ПРОМПРИБОР РЕКЛАМА

- Газораздаточные колонки
- Установки объемного и массового учета для ГНС
- Насосы и насосные агрегаты
- Сливно-наливные комплексы
- Проектирование и монтаж

Высокое качество и надежность!

Оборудование для АТЗС и ТЖС

Наши знания и опыт для вашего успеха!

E-mail: gaz@prompribor.ru Консультации можете получить по тел. +7(48677) 315 07, 316 37

Использование мини-АГНКС на компрессорных станциях

И.М. Коклин,

зам. директора Невинномысского ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Ставрополь», заведующий филиалами РГУ им. И.М. Губкина, доцент, к.т.н.,

Е.С. Потапенко,

машинист компрессорной станции «Сальская», аспирант РГУ им. И.М. Губкина,

В.М. Штепа,

директор филиала Привольнинского ЛПУ ООО «Газпром трансгаз Ставрополь»,

И.Ф. Малёнкина,

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

В статье анализируется опыт эксплуатации мини-АГНКС на компрессорной станции (КС) «Сальская» с предложением по внедрению мини-АГНКС на КС ОАО «Газпром» с целью дальнейшего перевода корпоративной автотехники на природный газ и снижения затрат на топливо. Вносится также предложение по привлечению дополнительных потребителей КПГ – транспортных средств работников газотранспортных систем с целью повышения их социальной защищенности.

Ключевые слова: природный газ, сельскохозяйственная техника, мини-АГНКС.

Using of mini fuelling stations at compressor stations

I.M. Koklin, E.S. Potapenko, V.M. Shtepa, I.F. Malenkina

The article analyzes experience of operating mini fuelling stations at compressor station «Salskaya». Authors offer to integrate mini fuelling stations at compressor stations of «Gazprom» for further re-equipment of corporate motor vehicles into NGVs and reduction of fuel costs. Authors also suggest to attract additional CNG consumers, namely vehicles of gas transport industry workers for the purpose of increasing their social security.

Keywords: Natural gas, agricultural vehicles, mini fuelling stations.

Важной задачей в современных условиях при эксплуатации газотранспортных систем является снижение затрат. Заметное значение при этом играют затраты на эксплуатацию транспортных средств, имеющих на балансе организаций, или транспортные услуги, оказываемые по договорам [1, 2]. В этом направлении существенную роль играет

работа по переводу ведомственного автопарка на использование природного газа в качестве моторного топлива [3].

Экономическое преимущество газа, используемого в качестве моторного топлива, обусловлено снижением текущих затрат на топливо, как минимум, наполовину, плюс увеличение моторесурса двигателя.

Наряду с преимуществами есть ряд проблем в использовании компримированного природного газа (КПГ), среди которых в настоящее время наиболее острой остается проблема малоразвитой сети АГНКС.

В целях обеспечения газомоторным топливом ведомственного автотранспорта газотранспортные предприятия ОАО «Газпром» ведут строительство мини-АГНКС небольшой производительности. В настоящее время насчитывается 32 таких станций.

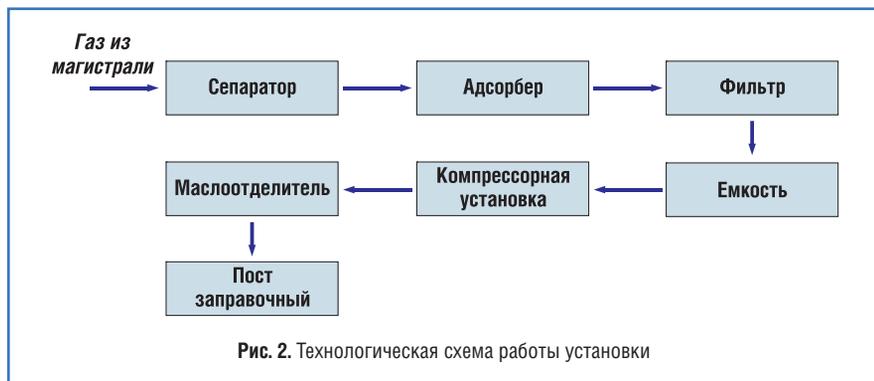
ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» в 2004 г. на КС «Сальская» была построена и успешно эксплуатируется мини-АГНКС типа МКЗ-50У (рис. 1). Станция предназначена для одновременной «медленной» заправки, как правило, в ночное время транспортных средств, использующих природный газ в качестве моторного топлива. Модуль компрессорный заправочный (МКЗ) легко устанавливается на территории компрессорных станций, подземных хранилищ газа и других объектах системы



Рис. 1. Компрессорный блок действующей МКЗ-50У

ОАО «Газпром», на которых имеется избыточное давление природного газа в пределах от 2,94 до 7,35 МПа. МКЗ обеспечивает прием газа из магистрального газопровода, его очистку, осушку и сжатие до давления 19,6 МПа, необходимого для заправки транспортных средств.

Это дооснащение КС позволяет ведомственному парку автотранспортных средств использовать в качестве моторного топлива не бензин и дизельное топливо, а КПГ. МКЗ имеет простую технологическую схему.



Основные составные элементы МКЗ (рис. 2): компрессорный блок и заправочный пост (рис. 3).



МКЗ находится в составе ГКС «Сальская» и эксплуатируется службой АТХ, ремонт и техническое обслуживание проводится службами ГКС и КИПиА.

За время эксплуатации станции зафиксированы следующие отказы:

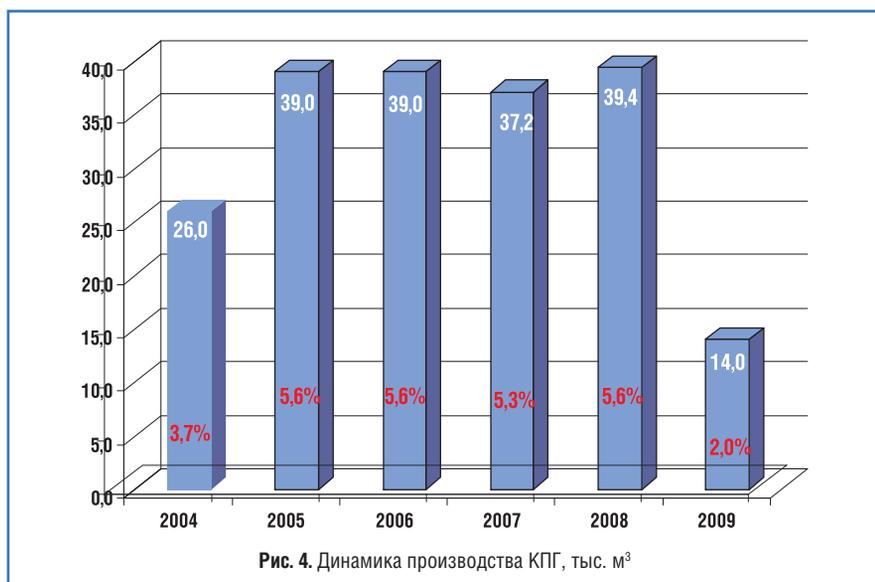
- выход из строя контроллера и датчиков давления с их заменой;
- износ колец и клапанов компрессора;

■ выход из строя сальников штока 1-й и 2-й ступеней.

На станции МКЗ-50-У1, где используется поршневой двухступенчатый компрессор, а привод осуществляется от электродвигателя с ременной передачей, была отремонтирована запорная арматура и заменены клиновые ремни привода компрессора.

Известно, что производительность компрессорной установки зависит от входного давления. Авторами была проанализирована производительность АГНКС на разных режимах газопровода (входное давление), что, в конечном счете, влияет на время заправки автомобилей. Ниже приведена продолжительность заправки на примере автомобиля УАЗ 3909 с объемом баллона 140 л и остаточным давлением 0,5 МПа.

Давление на входе АГНКС, МПа.....	4,5	5,0	5,5	6,0
Продолжительность заправки, мин.....	37	31	25	21



На рис. 4 представлена динамика производства КПГ с начала эксплуатации (май 2004 г.).

В 2009 г. длительное время АГНКС «Сальская» находилась в ремонте. Это объясняет снижение производства КПГ в этом году. Наиболее результативным стал 2008 г. За период эксплуатации с мая 2004 г. по декабрь 2009 г. АГНКС работала 61 мес. За это время было выработано 15512 м³ КПГ. Уровень загруженности мини-АГНКС «Сальская» изменялся с 2,0 до 5,6 %. Резерв производительности составляет около 96,5 %.

В автопарке ГКС «Сальская» эксплуатируется 22 транспортных средства, из них восемь переведены на КПГ (36,3 %). За 2008 г. автопарк ГКС «Сальская» высвободил около 67 тыс. л нефтяного топлива, а экономия на топливе составила 537 тыс. руб. Стоимость пробега 1 км снижена на 75 % (только по затратам на топливо).

При переоборудовании остальных автомобилей ГКС «Сальская» предполагается получить следующие результаты (табл. 1).

Наряду с заправкой ведомственного транспорта, по мнению авторов, загрузку станции можно повысить, если заправлять транспортные средства, принадлежащие обслуживающему персоналу КС. Это позволит

снизить затраты семейного бюджета сотрудников станции на покупку топлива для личных автомобилей, что особенно важно для КС, удаленных от городов и населенных пунктов и главных путей сообщения.

С этой целью авторами проведено социологическое исследование в филиалах ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» численности транспортных средств, находящихся в личном пользовании сотрудников ЛПУМГ, и использования КПГ в качестве моторного топлива на личных автомобилях (табл. 2).

Результаты исследования показали, что 48 % работников ГКС

Таблица 1

Показатели эффективности газификации автотранспортных средств КС «Сальская»

Характеристики	АТС с двигателями	
	бензиновым	дизельным
Число негазифицированных ТС, ед./%	4/18,2	10/45,5
Срок окупаемости газобаллонного оборудования, год	1,9	2,9
Снижение стоимости топлива на 1 км, %	67	37
Предполагаемый объем высвобождаемого жидкого топлива, тыс. л/год	25,7	58,8
Расчетная экономия на топливе, тыс. руб.	375,2	735,0

Таблица 2

Автотранспорт работников филиалов Общества

Филиал	Численность работающих, чел.	Число личного автотранспорта	Число автомобилей, использующих ГМТ, ед./%	
			КПГ	СУГ
Моздокское ЛПУМГ	510	360	50/13,9	20/5,6
Георгиевское ЛПУМГ	450	159	21/13,2	13/8,2
Ставропольское ЛПУМГ	651	456	0	61/13,4
УАВР Минеральные-Воды	345	135	1/0,8	43/31,9
Изобильненское ЛПУМГ	620	397	1/0,3	92/23,2
Привольненское ЛПУМГ	437	178	0	12/6,8
Невинномысское ЛПУМГ	470	281	83/29,6	4/1,5
Кавказавтогаз	277	192	89/46,4	32/16,7
Всего	3760	2158	245/11,4	277/12,9

«Сальская» имеют личный автомобиль. Ежегодно они сжигают около 120 тыс. л жидкого нефтяного топлива на сумму до 2,3 млн. руб. При этом 522 автомобиля используют в качестве топлива газ. Это количество составляет около 25 % от числа транспортных средств, принадлежащих сотрудникам Общества, из них около 13 % автовладельцев используют СУГ в качестве моторного топлива

и 11 % – КПГ. Экономия составляет в среднем от 20 до 50 тыс. руб. на каждый автомобиль в зависимости от пробега.

При переоборудовании остальных автомобилей у 28 % автолюбителей затраты окупятся менее, чем за один год, у 36 % срок окупаемости составит от одного года до двух лет за счет экономии средств на покупку бензина.

В результате перевода личных автомобилей сотрудников на КПГ производительность сети АГНКС Общества повысится приблизительно на 7-10 %, а МКЗ КС «Сальская» могла бы достичь 100%-ной загрузки.

Внедрение мини-АГНКС на КС направлено на выполнение закона Российской Федерации «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» (ФЗ-261-ФЗ от 23 ноября 2009 г.) и на повышение социальной защищенности работников Общества и членов их семей.

Опыт эксплуатации мини-АГНКС на КС «Сальская» подтверждает высокую эффективность использования природного газа в качестве моторного топлива и обосновывает практику оснащения ими компрессорных станций ОАО «Газпром», находящихся на значительном удалении от путей сообщения.

Литература

1. **Коклин И.М.** Транспортно-техническое обеспечение эксплуатации магистральных газопроводов. Обз. инф. Транспорт и подземное хранение газа. – М.: ООО ИРЦ Газпром, 1998. – 31 с.

2. **Кузнецов В.Ф.** Опыт обеспечения транспортно-техническими услугами эксплуатационной работы Невинномысского ЛПУМГ. Материалы научно-практ. конф. – М.: ООО «Газпром ЭКСПО», 2010. – С. 65-71.

3. **Коклин И.М.** Система практической работы в области расширения использования газа в качестве моторного топлива в ООО «Кавказтрансгаз» на примере опыта Невинномысского ЛПУМГ. Обз. инф. – М.: ООО ИРЦ Газпром, 2002. – 31 с.

Оформление АЗС и фасадов зданий

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

**Серийное качество.
Индивидуальный подход.**





Безопасность технологических процессов на объектах, использующих СУГ

А.А. Барабанов,

директор производства оборудования для СУГ ОАО «Промприбор»

В статье приводится краткий анализ обеспечения безопасности технологических процессов на объектах, использующих сжиженные углеводородные газы (СУГ). Рассматриваются перспективы развития оборудования нефтегазового комплекса. Дается описание технологических процессов при операциях слива и налива СУГ, особенности и основные преимущества использования электрозапорной арматуры, ее значимость для обеспечения безопасности.

Ключевые слова: электроуправляемые клапаны, технологические процессы перегрузки СУГ, пластиковые трубопроводы для СУГ, технологические трубопроводы автономного газоснабжения.

Safety of technological processes on the objects using of liquefied hydrocarbon gases. Problems and decisions

A.A. Barabanov

In given article the short analysis of maintenance of safety of technological processes on the objects using of liquefied hydrocarbon gases is resulted. Prospects of development of the equipment of an oil and gas complex are considered. The description of technological processes is given at operations of unloading and loading hydrocarbon gases, features and the basic advantages of use of electrooperated valves, its importance for safety maintenance.

Keywords: electrooperated valves, technological processes of overload SUG, plastic pipelines for SUG, technological pipelines of independent gas supply.

Применение альтернативных видов топлива, таких как природный и сжиженный углеводородный газ, стало так же привычно, как и применение традиционных бензина и дизтоплива.

На фоне увеличения объемов экспорта нефти, расширения парка автомобилей, ухудшения экологической ситуации исследование возможностей применения компримированного

природного газа (КПГ) и СУГ является наиболее актуальной и приоритетной задачей для многих промышленных предприятий во всем мире.

В России более 60 лет сжиженные газы используют в качестве топлива для бытовых нужд, более 30 лет – в качестве автомобильного топлива, и только в последние 10-15 лет произошло резкое увеличение темпов

развития специального оборудования и нормативно-правовой базы по приему, хранению и реализации СУГ. Наша страна за сравнительно короткий промежуток времени прошла достаточно трудный путь по организации учета сжиженных газов и понимания процессов, происходящих при их перекачке, измерении, хранении и транспортировке.

В целом на данный момент предстает ясная картина рынка сжиженных газов и необходимого для его развития оборудования. Выделим основные области применения СУГ:

- объекты добычи, переработки и хранения;
- коммерческая торговля;
- предприятия, использующие сжиженные газы в качестве сырья;
- автономное газоснабжение.

Из названного вторая область – самая обширная. К ней относятся все газонаполнительные и автогазозаправочные станции, пункты наполнения баллонов и т. д. На этих объектах принимают, хранят и реализуют львиную долю сжиженных углеводородных газов, производящихся в России. Очевидно, что пристальное внимание со стороны контролирующих государственных органов по обеспечению безопасности должно уделяться наиболее интенсивно эксплуатирующимся объектам.

Помимо этого, работа с веществами, находящимися под высоким давлением, должна вызывать у персонала постоянное чувство ответственности и бдительность. Самое страшное, когда бдительность снижается. И это, к сожалению, встречается довольно часто. Небольшая разгерметизация или шаровой водяной кран, купленный в обычном магазине и установленный в технологическую систему СУГ взамен вышедшего из строя, явление обычное, не вызывающее опасения. Конечно, в случае аварийной ситуации наказание полностью ляжет на плечи владельца объекта или ответственного лица. Это справедливо, если бы вокруг опасного объекта не было жилых

и производственных зданий в радиусе километра. Тем не менее, нормы и правила безопасности не запрещают размещать опасные объекты на селитебных территориях, а значит, обеспечение безопасности должно быть максимальным.

В целом, объекты, использующие СУГ, схожи по своим технологическим операциям с разницей, заключающейся лишь в объемах хранения, приема, реализации и производительности оборудования.

Анализируя рынок нефтегазового оборудования за 2009 г. по результатам контактов с проектными и эксплуатационными организациями, можно обозначить пути развития оборудования для сжиженных газов. Наиболее приоритетным следует считать:

- обеспечение безопасности технологических процессов;
- создание и внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами с многоуровневой системой автоматики и безопасности;
- всесторонний учет и снижение потерь продукта;
- улучшение экологии и уменьшение влияния на окружающую среду.

Определив приоритетные задачи развития оборудования для рынка сжиженных газов нельзя не отметить, что развитие двух рынков – оборудования для измерения, учета, хранения, перегрузки нефтепродуктов и оборудования для СУГ – происходит неравномерно. Объекты, предназначенные для хранения и реализации нефтепродуктов, на сегодняшний день оснащены системами автоматизации и безопасности почти на 100 %, хотя степень опасности и рисков не превосходит объекты, использующие сжиженные газы. Кроме того, всевозможные нефтебазы и склады легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) гораздо чаще подвергаются реконструкции с техническим перевооружением на современное оборудование. Совершенно очевидно,

что не менее важно иметь в стране надежные, хорошо оснащенные и максимально безопасные объекты, хранящие и реализующие сжиженные углеводородные газы.

Техническая организация производственного цикла на газонаполнительных станциях (ГНС), построенных и пущенных в эксплуатацию в конце 70-х – начале 90-х гг., осталась на том же уровне, что была заложена в год постройки, а в сегодняшних непростых экономических условиях реконструкция их откладывалась или не планировалась вообще. Более того, проектные организации, проектируя новые объекты и экономя, создают примитивные газонаполнительные и газозаправочные станции с минимальным набором систем безопасности. Нормативная база и правила безопасности им это позволяют.

На сегодняшний день техническое совершенство оборудования для учета и перегрузки, уровень автоматизации и управления позволяют строить технологический процесс приема, хранения и реализации СУГ на ГНС при минимальных человеческих ресурсах с высокой производительностью работ.

Возьмем для примера вполне типичную газонаполнительную станцию и попробуем подобрать оборудование в соответствии с последними техническими достижениями. Начнем с железнодорожной эстакады приема СУГ. Без сомнения, это должна быть хорошо оборудованная, сертифицированная конструкция, выполненная из огнестойких материалов с широкими (в пределах норм) площадками, легкими и хорошо управляемыми перекидными трапами, укомплектованная датчиками загазованности, пожарной сигнализации, телефонной связью. Технологическое оборудование должно иметь устройства, контролирующие расход продукта, его давление (в системе и емкости), причем это оборудование должно быть связано с центральным пультом управления.

Применяемые насосы насосно-компрессорного отделения должны быть экономичны, производительны. Обязателен контроль давления, вибрации, температуры, наличия жидкости или масла во всасывающих и подающих трубопроводах. Насосы должны быть с двойным торцовым уплотнением, с подачей охлаждающей жидкости. Контроль всех параметров должен осуществляться системой управления с обязательным дублированием и самодиагностикой контролируемых приборов и датчиков.

Слив из железнодорожных цистерн производится в резервуары хранения. Сами емкости интереса для нас не представляют, но вот их obligation и оснащение контрольно-измерительным оборудованием заслуживает внимания.

В первую очередь, это предохранительные устройства, контролирующие превышение давления и предотвращающие его. Во-вторых, надежная и точная система измерения уровня, позволяющая не только измерять, но и выдавать данные на пульт управления о плотности жидкой и паровой фаз СУГ, его количестве, находящемся в емкости. В-третьих, целесообразно оснащение емкостей управляемыми клапанами или задвижками, регулирующими работу именно того резервуара, наполнение или отбор СУГ из которого происходит в данный момент. Причем система должна это делать автоматически, сверяясь с показаниями уровнемеров.

СУГ для отпуска потребителям подается на посты заправки автоцистерн, а также в отделения наполнения бытовых баллонов. Отделения для наполнения бытовых баллонов необходимо оснащать оборудованием для слива тяжелых остатков из баллонов, участком мойки баллонов, установками для наполнения баллонов объемом от 5 до 50 л, а также оборудованием для выявления утечек и пломбировки вентиляей.

Далее рассмотрим оснащение постов заправки автоцистерн. Несомненно, применение электронных весов при учетных операциях вполне оправданно, так как подаваемые под погрузку газовозы в большинстве случаев имеют остаток газа в емкости. С другой стороны, контроль за наполнением осуществляется по указателю уровня на емкости. Принимая во внимание достаточно высокую точность существующего на рынке наливного оборудования, можно утверждать, что установки, оснащенные функцией измерения массы и плотности, являются альтернативой электронным весовым устройствам. Следует заметить, что при всем многообразии перечисленного оборудования управление и контроль за технологическими процессами, включая контроль за системами безопасности на каждом этапе перегрузки и отпуска, должна осуществлять единая диспетчерская служба.

Деятельность ГНС регламентирована следующими нормами и правилами: СНиП 2.04.08–87, СНиП 42-01–2002, СП 42-01–2003, ПБ 12-609–03, ПБ 03-110–96 и др.

Правилами определено, что операции слива и налива СУГ могут осуществляться с использованием резиноканевых рукавов, но предпочтение следует отдавать стальным, шарнирно соединенным трубопроводам. На практике происходит скорее наоборот. Повсеместно применяются резиноканевые шланги, хотя с точки зрения безопасности в сравнении с шарнирными трубопроводами их

преимущество состоит только в невысокой стоимости.

Сравним два гибких трубопровода – резиноканевый и стальной шарнирный, установленные на железно-дорожной эстакаде.

Конструкция сливного устройства, оснащенного резиновыми шлангами, подразумевает два стальных жестких трубопровода, идущих от коллектора по обе стороны перекидного мостика. Один из них раздваивается, и на нем закрепляются два резиновых шланга с шарнирно-винтовыми прижимами. Длина каждого из них может достигать 4 м. При наружном диаметре 50 мм внутренний составляет 38 мм. Объем газа, заполняющего эти трубопроводы, будет составлять 4,5 л.

Правилами определено, что должен быть предусмотрен сброс газа на участке от вентиля цистерны до первого отключающего устройства на наливном оборудовании. Из этого следует, что при каждом наливе СУГ в железнодорожную цистерну выбрасывается на свечу около 10 л газа. Кроме этого, три резиновых шланга находятся в свободном состоянии, и при их подключении путь от эстакады до цистерны приходится преодолевать три раза, что не лучшим образом сказывается на производительности налива.

И наконец, безопасность. Во-первых, диаметр условного прохода не позволяет достичь необходимой скорости течения газа, равной 1,2 м/с. Можно возразить, что трубопроводы внутри цистерны тоже имеют условный диаметр 38 мм, но ее конструкцию

оставим на совести разработчиков, а вот оборудование для налива должно исключать накопление статического электричества. Даже при том, что рукава имеют заземление, накопление статики вследствие высокой скорости течения газа не исключается. Во-вторых, срок службы резиноканевых рукавов не превышает 3 мес. Несмотря на то, что они должны испытываться каждые 3 мес., а осматриваться ежедневно, существует опасность возникновения скрытых дефектов или вовремя не обнаруженных трещин. Все это может привести к разрыву шланга и создать условия, опасные для жизни обслуживающего персонала.

Шарнирные стальные трубопроводы не имеют ни одного из перечисленных недостатков. Во-первых, подключение к вентилям железнодорожных цистерн осуществляется простым подведением сразу двух трубопроводов к крышке цистерны. Во-вторых, данные трубопроводы имеют диаметр условного прохода 100 мм, следовательно, скорость течения газа соответствует требованиям правил и не превышает 1,2 м/с. В-третьих, шарнирные трубопроводы оснащены запорной арматурой, находящейся в непосредственной близости от вентилей цистерны, и потери газа при сбросах на свечу составляют не более 150 мл. В-четвертых, данные трубопроводы являются подвижной стальной неразборной конструкцией, которую можно приравнять к стационарному технологическому трубопроводу, не требующему периодического освидетельствования. И последнее –



Рис. 1. Присоединительный механизм

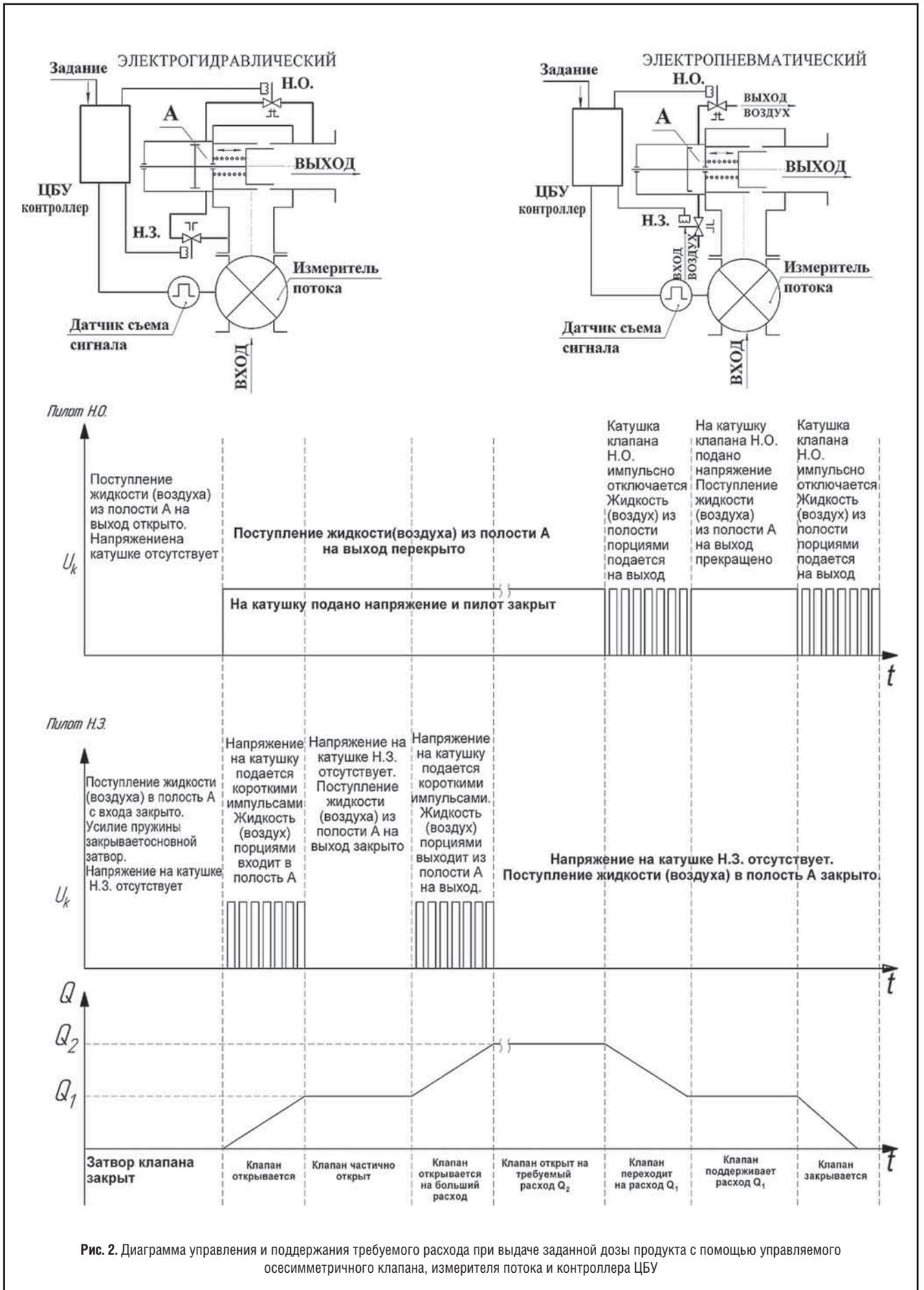


Рис. 2. Диаграмма управления и поддержания требуемого расхода при выдаче заданной дозы продукта с помощью управляемого осесимметричного клапана, измерителя потока и контроллера ЦБУ

шарнирный трубопровод представляет собой непрерывную электрическую цепь и не требует заземления.

Мы рассмотрели устройства для перегрузки газа из железнодорожных цистерн, но все проблемы и недостатки, характерные для резиноканевых рукавов, сохраняются и для устройств наполнения автоцистерн. Кроме этого, следует добавить, что при наполнении автомобильных газовых цистерн и контейнер-цистерн, а также при сливе из них было бы гораздо удобнее пользоваться устройствами быстрой расстыковки (рис. 1), по аналогии с головками API на бензовозах. Тогда потери при отсоединении шлангов исключаются совсем.

В настоящее время мы продолжаем работать над совершенствованием автоматизированных систем управления, неотъемлемой частью которых являются электроприводная арматура и электроуправляемые клапаны. Широту применения электромагнитных клапанов обеспечивает, прежде всего, удобство управления технологическими циклами, а также сведение к минимуму участия человека в работе технологической системы.

Другая, более важная функция электроуправляемой арматуры – обеспечение безопасности. Под безопасностью здесь понимается не только защита человека и окружающей среды от возможных аварийных ситуаций, но предохранение оборудования от перегрузок.

Созданные нами электроуправляемые клапаны нашли применение практически во всех отраслях промышленности – от пищевой до химической – и были проверены в максимально жестких условиях от Афганистана до Крайнего Севера.

Рассмотрим часть технологического процесса перегрузки СУГ. При наливе или сливе железнодорожных составов и при последовательном подключении цистерн необходимо регулировать скорость (производительность) налива ($v < 1,2$ м/с). Для этих целей был разработан ряд

управляемых клапанов для плавного регулирования расхода на любом этапе технологического цикла и для отсечения потока продукта без гидроударов (рис. 2). Данные клапаны можно без сомнения назвать интеллектуальными, так как система управления может одновременно контролировать количество, уровень, плотность и температуру, соответственно и работа клапана будет строиться исходя из оптимальных значений этих величин.

Перспектива применения управляемых клапанов с плавной регулировкой расхода очень широка. Это могут быть уже рассмотренные системы погрузки и выгрузки железнодорожных и автомобильных цистерн, системы компаундирования газов (пропан-бутан), бензинов, дизельного топлива, смешение химических жидкостей, системы плавного регулирования потоков продукта на трубопроводах нефтеперерабатывающих, химических, пищевых предприятий и т.д.

Опыт, приобретенный нами за 50 лет работы на рынке нефтеналивного оборудования, доказывает необходимость применения в любой измерительной системе следующего оборудования:

- фильтров;
- газоотделителей;
- средств измерения жидкостей (счетчиков);
- клапанов;
- электронных систем управления и автоматизации.

Каждый прибор из перечисленных групп выполняет только ему отведенную функцию, в совокупности они делают измерительную систему точной, безопасной и надежной.

Сжиженный газ в силу своих физических свойств относится к числу опасных продуктов как при хранении, так и при реализации. Но отношение к оснащению объектов, использующих СУГ, у владельцев и контролирующих организаций, мягко говоря, легкомысленное.

При работе с углеводородами существует достаточно много

ограничений или специальных условий, призванных свести к минимуму любые инциденты или аварийные ситуации.

В настоящее время в России далеко не все существующие объекты, использующие сжиженные газы, снабжены отлаженной системой автоматизации технологических процессов и автоматическим контролем давления, температуры, скорости потока, утечек и т.д.

Конечно, оснащение или переоснащение ГНС – это затратный процесс и в настоящих экономических условиях не всегда осуществимый, но, тем не менее, цена безопасности намного выше цены нового оборудования, а экономическая целесообразность очевидна. Заинтересованность в поставках нашей продукции обусловлена тем, что мы можем сделать и внедрить новые технологии и оборудование, которые на порядок повысят производительность и безопасность технологических операций на объектах, использующих СУГ.

Рассмотренная примерная комплектация ГНС, включая АСУТП, достаточно дорогостоящая. Возникает резонный вопрос: почему компании, готовые платить за дорогие компрессоры, насосы, систему управления, недостаточно задумываются о безопасности, начинают экономить на устройствах для слива и налива. И это при том, что заправочные и сливные площадки – это места постоянного присутствия обслуживающего персонала. Несомненно, чтобы решить данный вопрос, необходимы вмешательство органов Ростехнадзора и осуществление постепенной и планомерной реконструкции старых и строительства новых ГНС в соответствии с повышенными требованиями безопасности на участках перегрузки. Экономические условия, выход на мировой рынок, требования европейских стандартов так или иначе приведут к необходимости оборудования цистерн и емкостей более совершенной и безопасной заправочной арматурой.

Новая технология дегазация вагонов-цистерн компании «ВИП Газ Тех»

В сентябре 2010 г. на вагоноремонтном предприятии ООО «СФАТ-Рязань» успешно проведена пробная дегазация (нейтрализация) вагонов-цистерн, перевозящих сжиженные углеводородные газы (СУГ), с использованием новых технологий и оборудования компании ООО «ВИП Газ Тех» (Москва). Дегазация осуществлялась с целью подготовки вагонов-цистерн к проведению плановых видов ремонта (деповской, капитальный).

В состав технологического комплекса по дегазации вошел унифицированный технологический газовый модуль в блочно-контейнерном исполнении типа УТМГ-03 в комплекте с азотной установкой для производства инертной среды (газообразного азота) чистотой 93-95%, что явилось принципиальным отличием от существующих технологий.

Указанные модули являются установками с законченным технологическим циклом, снабженными новыми трехступенчатыми

специальными компрессорными агрегатами, предназначенными для сжатия паров СУГ и обеспечивающими полный слив и откачку (утилизацию) паровой фазы продукта в диапазоне рабочих давлений от 0,1 до 1,7 МПа, а также системами управления и защиты работы компрессорного агрегата типа «Проток-3», выносной камерой с сигнализатором контроля уровня жидкой фазы в отделителе жидкости типа ПМП-052.

Указанное оборудование – новые российские разработки. Модули

типа УТМГ способны работать в условиях открытых площадок с диапазоном температур окружающего воздуха от –40 до 45 °С.

Производительность технологического комплекса по дегазации вагонов-цистерн составляет до 5 вагонов в течение 5-5,5 ч.

К отличительным характеристикам технологического комплекса по дегазации вагонов-цистерн относятся:

- высокая эффективность дегазации;
- низкие эксплуатационные расходы;
- высокая мобильность и оперативная передислокация комплекса;
- логически законченный технологический процесс – полный слив продукта и дегазация вагонов-цистерн перед проведением плановых видов ремонта на месте установки комплекса;
- принцип «plug&play» – минимальный объем монтажных и пуско-наладочных работ;
- эффективное решение экологических задач.

Для знакомства с новой ресурсосберегающей технологией проведения дегазации вагонов-цистерн и работой оборудования технологического комплекса были приглашены представители компаний-собственников подвижного состава, планирующие проведение плановых ремонтов на ООО «СФАТ-Рязань», – ООО «Газпромтранс» и ЗАО «СИБУР-Транс».

Работа комплекса получила высокую оценку со стороны потенциальных компаний-заказчиков.



Сертификация газобаллонных автомобилей и газобаллонного оборудования

П.Д. Ларюшин,
заместитель руководителя лаборатории ООО «ТЕХЦЕНТР» (ИЛ «ГАЗАВТО»)

В настоящей статье изложены проблемы реализации требований Правил ЕЭК ООН №67, 110 и 115 в Российской Федерации при сертификации газобаллонных автомобилей, комплектов и компонентов газобаллонного оборудования, устанавливаемых на автотранспортных средствах. Для реализации этих Правил в системе сертификации механических транспортных средств и прицепов предлагаются направления работы с учетом технического уровня применяемого газобаллонного оборудования и действующей нормативной документации в РФ.

Ключевые слова: редуктор высокого давления (РВД), газобаллонное оборудование (ГБО), сжиженный природный газ (СПГ), Правила ЕЭК ООН № 110, нормативные документы, требования, методы (методики) испытаний, рабочее давление, герметичность, совместимость с газом, предохранительный клапан.

Certification of gas-cylinder cars, of gas-cylinder equipment and installed on vehicles

P.D. Laryushin

This article describes the implementation issues of concern requirements of ECE Regulation № 67, 110 and 115 in the Russian Federation to the certification of gas-cylinder cars, parts and components of gas-cylinder equipment installed on vehicles. To exercise these rights in a certification system for motor vehicles and trailers in the article suggests ways and areas of work, given the technical level, the gas-cylinder equipment and the current regulatory documents in the Russian Federation.

Keywords: High-pressure reducer, compressed-gas equipment, compressed natural gas (CNG), UNECE Regulation № 110, regulatory documents, requirements, methods (technique) tests, pressure, tightness, compatibility with the gas, safety valve.

В связи с введением в действие с 04.01.2008 г. «Правил по проведению работ в системе сертификации механических транспортных средств и прицепов» (Изменения № 1, утвержденные Приказом Ростехрегулирования

от 10.12.2007 г. № 3453), а также с 23.09.2010 г. Технического регламента «О безопасности колесных транспортных средств» при проведении работ по сертификации колесных транспортных средств (ТС),

оснащенных газобаллонным оборудованием, работающим на сжиженном нефтяном газе (СНГ) и компримированном природном газе (КПГ), предусмотрена оценка соответствия газобаллонных автомобилей с установленным ГБО и его компонентов требованиям Правил ЕЭК ООН № 67, 110 и 115.

Анализ содержания указанных Правил ЕЭК ООН и практика сертификации ГБО по ним показали, что отечественные производители ГБО в настоящее время не в состоянии перейти на выпуск продукции по этим нормативным документам. То же самое относится к органам по сертификации и аккредитованным лабораториям, проводящим сертификацию и сертификационные испытания ГБО. В первую очередь это связано с большим количеством международных и национальных стандартов (68 стандартов), определяющих требования и методы испытаний ГБО, которые должны использоваться при его производстве и сертификации. Так, Правила ЕЭК ООН № 67 и 110 содержат ссылки на следующие документы:

- 35 стандартов ISO (Международная организация по стандартизации);
- 14 стандартов ASTM (Американское общество по испытаниям и стандартизации материалов);
- 8 европейских стандартов и норм EN (Европейский комитет по стандартизации – CEN);
- 4 стандарта IEC (Международная электротехническая комиссия);
- 2 стандарта DIN и U.N.F (Германия);
- 2 стандарта BSI (Британский институт стандартов);
- 2 стандарта NACE (Национальная организация инженеров-коррозионистов США);
- 1 стандарт SAE (Американское общество автотракторных инженеров).

Российская Федерация, приняв на себя обязательства по использованию указанных Правил ЕЭК ООН в

полном объеме, в настоящее время не в состоянии внедрить их в системе сертификации механических транспортных средств и прицепов. Это обусловлено тем, что перед присоединением РФ к этим Правилам не были проведены анализ этих нормативных документов и соответствующая подготовка по их внедрению.

Анализ содержания Правил ЕЭК ООН № 67 по состоянию на ноябрь 2009 г. показывает, что этот нормативный документ содержит поправку 01 и дополнения 1-9 к ней и распространяется на специальное оборудование транспортных средств, двигатели которых работают на сжиженном нефтяном газе, а также на транспортные средства, оснащенные специальным оборудованием для использования сжиженного нефтяного газа в качестве топлива. В РФ под специальным оборудованием транспортных средств, двигатели которых работают на сжиженном нефтяном газе, понимается газобаллонное оборудование (аппаратура), работающее на СНГ. Как видно, налицо издержки перевода документа. На с. 14, в п. 2.19 Правил дана ссылка на европейский стандарт EN 589:1993, который в настоящее время заменен на стандарт EN 589:2008. В п. 6.15.9 применяется термин «диссипация» в отношении мощности топливного насоса, однако, в приведенной в Правилах терминологии этот термин отсутствует. Существуют разночтения и в пп. 6.15.10.1 и 6.15.10.2 Правил, касающихся заправочного блока, – в одном указано, что он должен быть оснащен «уплотненным обратным клапаном», в другом – «газонепроницаемым обратным клапаном».

Далее, в п. 17.8.4 Правил применяется термин «распределительные кубики», однако, в приведенной в Правилах терминологии этот термин отсутствует. В Приложении 2А допущены опечатки: вместо «13R-092439» должно быть записано «67R-012439». На с. 96 в п. 1.5.2.1 и с. 103 в п. 2.5.2.1 Правил даны ссылки на стандарт ИСО 4672:1978, который в настоящее время

заменен на стандарт ИСО 4672:1997. На с. 125, в п. 1.3.4 Правил дана ссылка на европейский стандарт EN 288-39, который в настоящее время в каталоге стандартов CEN отсутствует. На с. 137 в п. 2.1.2.3.1 Правил даны ссылки на стандарт ИСО 7438:2000, который в настоящее время заменен на стандарт ИСО 7438:2005, и стандарт ИСО 7799:2000, который в настоящее время не действует, а действует стандарт ИСО 7799:1983. В приложении 15 на с. 184 в п. 4 в первом предложении допущена опечатка – вместо ссылки на табл. 2 дана ссылка на табл. 1. Приведенные выше недостатки свидетельствуют о том, что русская редакция Правил ЕЭК ООН № 67-01 (Rev.1/Add.66/Rev.2) с принятыми дополнениями 1-9 по состоянию на ноябрь 2009 г. не проходила редактирование и корректировку специалистами ГБО в РФ.

Главным же недостатком Правил ЕЭК ООН № 67-01 является то, что испытания компонентов специального оборудования СНГ (ГБО для СНГ) на устойчивость к низкой температуре проводятся при температуре -20°C (для резиновых шлангов -25°C), что совершенно неприемлемо для условий эксплуатации РФ (-40°C).

Содержатся недостатки и в Правилах ЕЭК ООН № 110-00, включая дополнения 1-8, по состоянию на февраль 2009 г. (Rev.2/Add.109/Rev.1). Приведем следующие примеры:

1. Раздел 2 «Стандарты» Приложения 3 «Газовые баллоны» необходимо переработать и уточнить, так как он содержит старые, отмененные стандарты (например, ISO 148-1983, ISO 306-1987, ISO 642-79 и др.) и не содержит стандарты, ссылки на которые даны в Правилах (например, ASTM D 2344, ISO 37-2005, ISO 1307:2006, ISO 1402:1994, ISO 1431-1:2004, SAE J1616 и др.).

2. На с. 105 в содержании п. 8.4.1 не определено, в соответствии с каким стандартом ИСО производятся неразрушающие проверки баллонов.

3. На с. 126 Приложения 3 – Дополнение А в п. А.13b допущены опечатки: выражение «не более» перед «2 МПа» необходимо заменить на «не менее», выражение «не менее» перед «20 МПа» необходимо заменить на «не более», в этом же пункте необходимо определить начальные признаки выхода из строя баллона при циклическом изменении давления.

Приведенные выше недостатки также свидетельствуют о том, что и русская редакция Правил ЕЭК ООН № 110-00 с принятыми дополнениями 1-8 по состоянию на ноябрь 2009 г. не проходила редактирование и корректировку специалистами ГБО в РФ.

В настоящее время производство и сертификация ГБО (комплекты и их компоненты) отечественного производства в РФ проводятся по пяти отраслевым стандартам ОСТ 37.001.653-99 – ОСТ 37.001.656-99, которые не переработаны и не переведены в национальные стандарты России. Данные стандарты не в полной мере содержат требования и методы испытаний, не охватывают номенклатуру составляющих компонентов ГБО, которые подлежат обязательной сертификации согласно Правилам ЕЭК ООН № 67, 110 и 115. Национальные стандарты группы ГОСТ Р 41.67, ГОСТ Р 41.110 и ГОСТ Р 41.115 не разработаны. Российский национальный стандарт на автомобильные газовые баллоны для СНГ, которые устанавливаются на автотранспортные средства и должны соответствовать требованиям Правил ЕЭК ООН № 67, отсутствует. Не отработаны также и стандарты на эталонные газовые топлива, которые должны применяться при сертификации ТС, работающих на газе, с целью определения их выбросов в атмосферу в соответствии с Правилами и Специальным техническим регламентом РФ. В 2003 г. была предпринята попытка создания трех государственных стандартов РФ, дублирующих общие требования и методы испытаний указан-

ных отраслевых стандартов, однако, она закончилась неудачно.

Ничего не дает введение технического регламента «О безопасности колесных транспортных средств». Он только еще раз подтверждает необходимость выполнения требований Правил ЕЭК ООН № 67-01, включая дополнения 1-8, и № 110-00, включая дополнения 1-8, в целях обязательной сертификации. О Правилах ЕЭК ООН № 115, которые являются основным документом при сертификации ГБА с установленным ГБО, в техническом регламенте «О безопасности колесных транспортных средств» вообще забыли. Они применяются только при сертификации компонентов ГБО.

Изучение проблем стандартизации и сертификации ГБО для транспортных средств в мировой практике показало, что этим вопросам уделяется постоянное внимание в связи с расширением применения газового топлива на транспортных средствах. Например, международной организацией по стандартизации (ISO) в рамках технического подкомитета TC 22/SC 25 в 2000-2001 гг. реализована программа разработки 20 стандартов на все составляющие компоненты ГБО для СПГ (серия ISO 15500-1...20:2000-2001), которые входят в состав комплектов ГБО в соответствии с Правилами ЕЭК ООН № 110. Техническими комитетами TC 286, TC 326 и TC 23 Европейского комитета по стандартизации (CEN) созданы стандарты на компоненты ГБО для СНГ и КПП, которые разрабатываются по программам реализации требований Европейских директив для получения «Одобрения типа ТС» и «Нового или глобального подхода». Как в ISO, так и в CEN имеются и опубликованы программы разработки новых и совершенствования действующих стандартов на ГБО на период до 2013 г.

С целью реализации Правил ЕЭК ООН № 67, 110 и 115 представляется целесообразным на начальном этапе проведение технического совещания по обсуждению состояния производства газобаллонных автомобилей,

комплектов ГБО и их компонентов в РФ и разработке программы реализации положений этих Правил в системе сертификации механических транспортных средств и прицепов с участием заинтересованных организаций и отечественных изготовителей ГБО.

Предлагаемые пути реализации:

- создание при ОАО «НАМИ» или ООО «Газпром ВНИИГАЗ» технического комитета по нормированию и методам испытаний ГБО для автотранспортных средств и газобаллонных автомобилей в РФ для координирования технической политики;

- разработка национальных стандартов РФ группы 41 ГОСТ Р 41.67, ГОСТ Р 41.110 и ГОСТ Р 41.115 с целью внедрения Правил в полном или модернизированном виде;

- переработка ГОСТ Р 17.2.2.06–99 с целью согласования его требований с требованиями ГОСТ Р 52033–2003 по нормированию и методам контроля выбросов загрязняющих веществ с отработавшими газами газобаллонными автомобилями;

- разработка национального стандарта РФ на газовые баллоны для СНГ, устанавливаемые на автотранспортных средствах;

- поиск национальных (государственных) стандартов РФ, гармонизированных с международными и иностранными стандартами, которые применяются в Правилах;

- перевод международных и иностранных стандартов, упомянутых в Правилах, для которых в РФ нет соответствующих стандартов, их издание на русском языке в целях использования при производстве и сертификации ГБО в РФ;

- разработка национальных стандартов РФ на эталонные газовые топлива, используемые при сертификации автотранспортных средств, работающих на газовом топливе;

- переработка отраслевых стандартов ОСТ 37.001.653...657-99 в национальных стандарты РФ;

- разработка новых национальных стандартов РФ на компоненты

ГБО – электронный блок управления, газовые форсунки (инжекторы), газовые фильтры и др., – которые определены Правилами в составе комплектов ГБО и подлежат обязательной сертификации;

- проверка наличия нормативной документации и оснащенности лабораторно-технической базы технической службы Е 22/В, аккредитованной от РФ в рамках Женевского соглашения 1958 г. (Всемирного форума для согласования правил в области транспортных средств), в целях проведения сертификационных испытаний в соответствии со статусом по Правилам ЕЭК ООН № 67 с 11.05.2002 г., Правилам № 110 с 28.12.2000 г. и Правилам № 115 с 30.10.2003 г.;

- отработка предложений по включению в п. 41 «Оборудование для питания двигателя газообразным топливом» Приложения 14 «Правил по проведению работ в Системе сертификации механических ТС и прицепов» нормативных документов на составляющие компоненты ГБО в полной объеме Правил ЕЭК ООН № 10 на электронный блок управления, электромагнитные клапаны и переключатели, а также национальных (государственных) стандартов на газовые баллоны, жесткие и гибкие газопроводы;

- отработка методологии испытаний газобаллонных автомобилей с установленным ГБО для получения официальных утверждений (одобрений) конструкции и сертификатов соответствия комплектов ГБО и их составляющих компонентов согласно Правилам;

- организация финансирования указанных выше работ.

Сертификацию комплектов ГБО и их компонентов для ТС необходимо проводить в строгом соответствии с Правилами ЕЭК ООН № 67, 110 и 115 в технически оснащенных аккредитованных лабораториях после технической корректировки их текстов на русском языке отечественными специалистами по ГБО.

Использование диметилового эфира для иницирования воспламенения низкоцетановых топлив в дизелях

А.И. Гайворонский,

заведующий отделом ООО «Севморнефтегаз», к.т.н.,

А.М. Савенков,

заведующий лабораторией ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,

В.А. Марков,

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

В статье проведен анализ физико-химических свойств диметилового эфира и низкоцетановых топлив, которые могут применяться в дизельных двигателях. Рассмотрены способы организации рабочего процесса дизеля при использовании указанных топлив. Представлены некоторые результаты экспериментальных исследований дизелей, работающих на диметиловом эфире и низкоцетановых топливах.

Ключевые слова: дизельный двигатель, дизельное топливо, диметиловый эфир, низкоцетановые топлива.

The Use of Dimethyl Ether for Ignition of Fuels with a Low Cetane Number in Diesel Engines

A.I. Gajvoronsky, A.M. Savenkov, V.A. Markov

Analysis of physico-chemical properties of dimethyl ether and fuels with a low cetane number which could be used as a fuel for diesel engines is carried out in this paper. The ways of organizing diesel engine operation process when using indicated fuels are considered. Certain results of the experimental research of diesel engines running on dimethyl ether and fuels with a low cetane number are presented.

Keywords: diesel engine, diesel fuel, ethers, dimethyl ether, fuels with a low cetane number.

Ухудшающаяся экологическая обстановка и все более жесткие требования, предъявляемые к экологическим показателям двигателей внутреннего сгорания (ДВС), приводят к необходимости разработки и внедрения мероприятий, обеспечивающих требуемые показатели по выбросам токсичных компонентов отработавших газов (ОГ). Одной из наиболее сложных проблем снижения токсичности ОГ дизельных двигателей является одновременное снижение содержания двух наиболее

значимых токсичных компонентов – оксидов азота NO_x и сажи С, входящей в состав твердых частиц. Поскольку выбросы NO_x и С находятся в обратном пропорциональной зависимости, снижение эмиссии одного из них, как правило, приводит к увеличению эмиссии другого [1].

Для разрешения этого противоречия в качестве топлива для дизелей используют диметиловый эфир (ДМЭ), который является простейшим эфиром (CH_3OCH_3) и при нормальных атмосферных условиях находится

в газообразном состоянии, но сжигается уже при давлении около 0,5 МПа. Этот эфир имеет сравнительно высокое цетановое число ЦЧ=55-60 (таблица), но отличается от стандартных дизельных топлив низкой вязкостью. Высокие экологические свойства этого топлива обусловлены значительным содержанием кислорода в молекуле этого эфира (массовая доля 35%) и отсутствием в ней связи между атомами углерода. Молекула диметилового эфира содержит два метиловых радикала CH_3 , отличающихся более прочной связью атомов С и Н, чем связь этих метиловых радикалов с атомом кислорода О. Поэтому освобождающийся при термическом распаде молекулы ДМЭ кислород участвует в окислении продуктов неполного сгорания топлива. Наличие кислорода в молекуле ДМЭ и связанное с этим пониженное стехиометрическое соотношение ($I_0=9$) приводит к уменьшению поверхности пламени в цилиндре дизеля, что также способствует снижению выбросов оксида азота.

Таким образом, наличие в молекуле ДМЭ атома кислорода и отсутствие в ней связи между атомами углерода способствуют кардинальному снижению выброса сажи с ОГ дизелей. Высокая теплота испарения ДМЭ (467 кДж/кг против 250 кДж/кг у ДТ), приводящая к заметному снижению температуры его сгорания, значительно снижает выброс оксидов азота NO_x . Снижению выброса NO_x способствует также и высокое качество процесса смесеобразования, поскольку ДМЭ, обладающий высокой испаряемостью, хорошо смешивается с воздухом, образуя гомогенные топливовоздушные смеси. При этом удается обеспечить равномерное распределение топлива по объему камеры сгорания (КС) и ликвидировать зоны с пониженными локальными коэффициентами избытка воздуха α и повышенной температурой сгорания, в которых и происходит интенсивное образование NO_x . Все эти факторы и позволяют разрешить указанное противоречие между выбросами NO_x и С.

Физико-химические свойства дизельного и альтернативных топлив

Физико-химические свойства	Топлива					
	ДТ	ДМЭ	КПГ	СУГ	Метанол	РМ
Формула состава	–	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OCH}_3$	C_2H_6	C_3H_8	CH_3OH	–
Плотность ρ_{20} при 20 °С, кг/м ³	830	668*	416*	490*	795	916
Кинематическая вязкость ν_{20} при 20 °С, мм ² /с	3,8	0,22*	–	0,17*	0,55	75,0
Коэффициент поверхностного натяжения σ при 20 °С, мН/м	27,1	12,5	–	–	22,1	33,2
Низшая теплота сгорания H_u , МДж/кг	42,5	28,9	50,3	46,5	20,1	37,3
Цетановое число	45	55-60	3	16	3	36
Температура самовоспламенения, °С	250	235	540	487	464	318
Температура кипения, °С	180-360	-25	-161,5	-42	64,5	280-340
Теплота испарения при температуре кипения, кДж/кг	250	467	511	427	1115	–
Давление насыщенных паров при 0,1 МПа и 20 °С, МПа	–	0,51	21,4	0,84	0,013	–
Количество воздуха, необходимого для сгорания 1 кг вещества, кг	14,3	9,0	17,2	15,7	6,4	12,5
Массовая доля, %						
С	87,0	52,2	76,0	81,8	37,5	77,0
Н	12,6	13,0	24,0	18,2	12,5	12,0
О	0,4	34,8	0	0	50,0	11,0

Примечание. «-» – свойства не определялись; * – плотность и вязкость жидкой фазы; ДТ – дизельное топливо; ДМЭ – диметилвый эфир; КПГ – компримированный природный газ; СУГ – сжиженный углеводородный газ; РМ – рапсовое масло.

Привлекательность ДМЭ в качестве одного из наиболее перспективных альтернативных топлив для транспортных дизелей заключается в том, что его получение принципиально возможно из любого углеводородного сырья (каменный и бурый уголь, горючие сланцы и битуминозные пески, биомасса и др.). В России наиболее освоено его получение из природного газа, запасы которого существенно превышают запасы нефти. Причем из 1 т природного газа можно получить около 400 кг ДМЭ [1]. Поскольку физико-химические свойства ДМЭ близки к свойствам пропан-бутановых смесей, заправка автомобилей этим видом топлива возможна на пропан-бутановых АЗС.

Преимуществами применения ДМЭ в качестве топлива для автомобильных дизелей являются низкая температура самовоспламенения этого эфира в КС дизеля, бездымное горение, полное отсутствие в ОГ сажи, низкая температура в КС (t 2000 °С) и низкая температура ОГ (на 200 °С ниже, чем при сжигании дизельного

топлива), снижение выбросов NO_x в 2,5-3 раза [2-7].

Высокое цетановое число ДМЭ позволяет использовать его в качестве запальной дозы для воспламенения низкоцетановых топлив в двухтопливных дизелях или в качестве высокоцетанового компонента смесевых топлив.

К первой группе низкоцетановых топлив относятся жидкие нефтяные и альтернативные топлива. Среди нефтяных топлив следует отметить продукты деструктивной переработки тяжелых нефтяных фракций, в частности, легкий газойль их каталитического крекинга с цетановым числом 15-25. К альтернативным низкоцетановым топливам можно отнести синтетические моторные топлива, получаемые из угля, горючих сланцев, битуминозных песков и других полезных ископаемых (топливные фракции с цетановым числом 30-40), газовые конденсаты с цетановым числом 25-40, топлива на основе растительных масел [1].

К перспективным альтернативным топливам относятся растительные масла (в частности, рапсовое

масло). Добавка ДМЭ в растительные масла и топлива на их основе позволяет устранить ряд недостатков растительных масел: их повышенные плотность, вязкость и поверхностное натяжение, а также их пониженное цетановое число (см. таблицу). Высокая испаряемость ДМЭ позволяет увеличить турбулизацию струй распыливаемого смесового биотоплива за счет быстрого испарения ДМЭ из смеси в условиях повышенных температур в КС дизеля, что способствует улучшению качества смесеобразования. Большое цетановое число ДМЭ сокращает задержку самовоспламенения смесового биотоплива, обеспечивает его мягкое сгорание, решает проблему холодного пуска дизельного двигателя, работающего на растительных маслах. Приведенные в работах [1, 8] результаты испытаний дизеля 4 Ч10,8/11,5 при работе на ДТ, топливе, полученном при этерификации растительного масла, смесях растительных масел с ДМЭ и чистом ДМЭ подтверждают возможность улучшения показателей дизеля при его

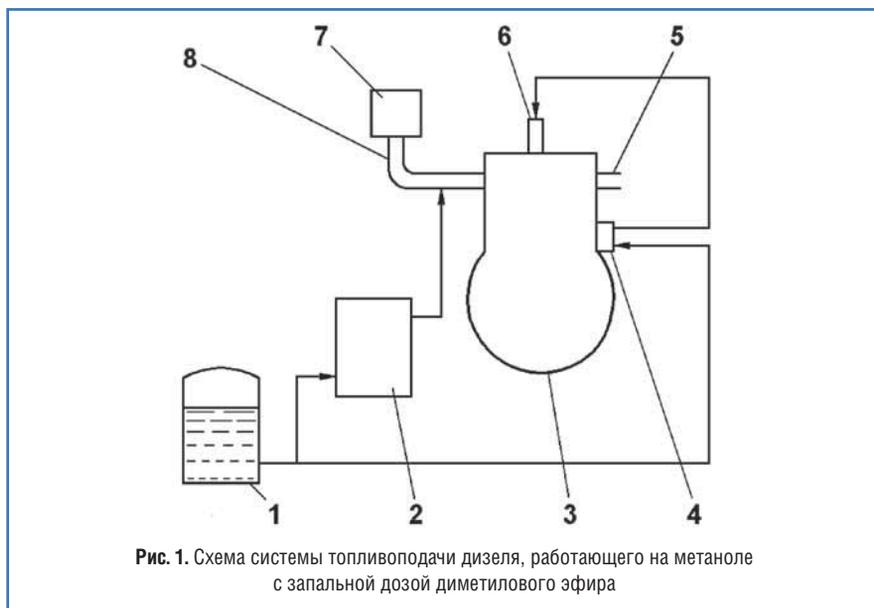


Рис. 1. Схема системы топливоподачи дизеля, работающего на метаноле с запальной дозой диметилового эфира

работе на биотопливах на основе растительных масел.

Другую группу низкоцетановых моторных топлив составляют газообразные топлива, к которым относятся газообразные синтетические парафиновые углеводороды, природный газ (метан), попутный нефтяной газ (пропан-бутановые смеси). Результаты исследований двухтопливных дизелей, работающих на смесях ДМЭ с пропаном и дизельным топливом, представлены в работах [1, 9].

Опубликованы результаты исследований дизелей, работающих на природном газе, метаноле и других низкоцетановых топливах с подачей ДМЭ на впуске (во впускной

трубопровод дизеля). Пример такого использования ДМЭ приведен в работе [1]. Исследована двойная система топливоподачи автомобильного дизеля АСМЕ АДН-37 ($\epsilon=19$, $V_h=0,337$ дм³, $N_e=4$ кВт при $n=3000$ мин⁻¹), работающего на метаноле с подачей в КС запальной дозы ДМЭ. Причем ДМЭ вырабатывается из метанола в небольшом реакторе, установленном непосредственно на автомобиле. Система топливоподачи (рис. 1) включает каталитический реактор 2, в котором диметиловый эфир получают из метанола, используемого для работы дизеля. При этом основная доза метанола подается из бака 1 в дизель 3 от топливного насоса высокого

давления (ТНВД) 4, нагнетающего топливо в форсунку 6. Другая часть метанола направляется в реактор 2, в котором ДМЭ вырабатывается путем обезвоживания метанола в среде кислотного катализатора в соответствии с формулой $2\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{OCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

Полученный таким образом ДМЭ подается во впускной трубопровод 8 после воздухоочистителя 7. Такая система топливоподачи не требует наличия на автомобиле двух топливных баков, что является ее большим преимуществом в сравнении с другими двухтопливными системами. Такая организация рабочего процесса позволяет снизить дымность ОГ в выпускном трубопроводе.

При испытаниях указанного дизеля концентрация ДМЭ в воздухе, подаваемом в цилиндры, изменялась от 0,95 до 1,32 % (рис. 2). Поскольку у ДМЭ низкая температура воспламенения в КС дизеля, то работа дизеля на эфирметаноловой смеси отличается мягким процессом сгорания. Так, отмечено снижение максимальной скорости нарастания давления на 30-50 % в сравнении с работой на дизельном топливе, а также снижение максимальных температур сгорания. В результате значительно уменьшилась концентрация в ОГ оксидов азота. Причем, дополнительное снижение содержания NO_x в ОГ может быть достигнуто при целенаправленном изменении угла начала воспламенения метанола путем регулирования количества ДМЭ во впускаемом воздухе.

При переводе дизеля на эфирметаноловую смесь резко снижается или вообще отсутствует эмиссия сажевых частиц, а концентрация монооксида углерода в ОГ увеличивается в среднем на 30-40 %. Выявлено и небольшое повышение эмиссии несгоревших углеводородов. Рост эмиссии СН и СО при работе дизеля на эфирметаноловой смеси обусловлен увеличением количества несгоревших паров горючей смеси, присутствующих в застойных зонах цилиндра, но оно не является критическим, поскольку эти компоненты могут быть легко окислены с помощью каталитического нейтрализатора.

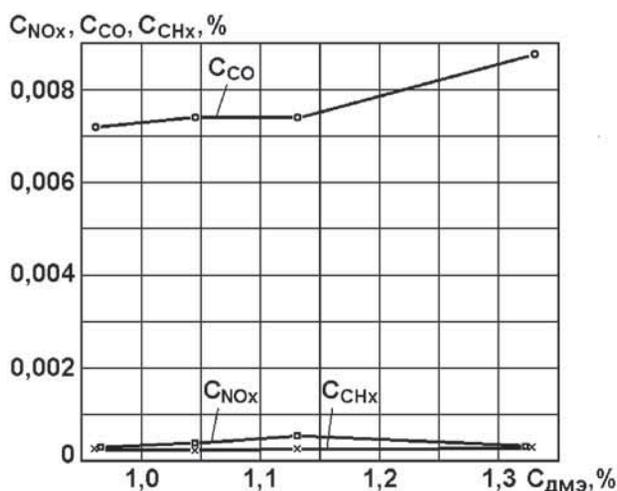


Рис. 2. Зависимость содержания в ОГ оксидов азота C_{NOx} , монооксида углерода C_{CO} и углеводородов C_{CHx} от концентрации диметилового эфира в воздушном заряде дизеля АСМЕ АДН-37

Известно, что выбросы NO_x могут быть снижены при работе дизеля на гомогенной рабочей смеси [10-15], но при использовании дизельного топлива не удастся получить гомогенную рабочую смесь из-за его физико-химических характеристик, в частности – из-за сравнительно низкой испаряемости. Получение гомогенной смеси позволило бы значительно уменьшить выбросы и другого значимого токсичного компонента ОГ дизелей – сажи (или твердых частиц), образующейся преимущественно при пиролизе высокомолекулярных углеводородов дизельного топлива в зонах КС с низким коэффициентом избытка воздуха α .

С этой точки зрения более предпочтительны газовые топлива (в частности, природный газ), образующие гомогенную смесь с воздухом, которые позволяют значительно облегчить смесеобразование в дизелях, а плохая самовоспламеняемость природного газа может быть компенсирована добавкой к нему высокоцетанового ДМЭ. При такой организации рабочего процесса смешивание природного газа и ДМЭ в газовой фазе с воздухом наиболее просто организовать во впускном трубопроводе дизеля, а момент самовоспламенения рабочей смеси в цилиндрах дизеля может регулироваться путем обеспечения требуемых соотношений указанных компонентов в рабочей смеси [13-15].

В работе [15] исследован одноцилиндровый дизель без наддува с камерой сгорания в поршне, разработанный фирмой Yanmar Diesel Inc. Дизель с размерностью $S/D=9,6/9,2$, рабочим объемом $V_h=638 \text{ см}^3$, степенью сжатия $\epsilon=17,7$, номинальной мощностью $N_e=9,56 \text{ кВт}$ при $n=2600 \text{ мин}^{-1}$ оснащен штатной системой подачи дизельного топлива с четырехсплошной форсункой диаметром распыливающих отверстий $d_c=0,26 \text{ мм}$. При работе двигателя на гомогенной смеси природного газа и ДМЭ система топливоподачи не демонтировалась для сохранения неизменным механического КПД двигателя.

При экспериментальных исследованиях (рис. 3) природный газ

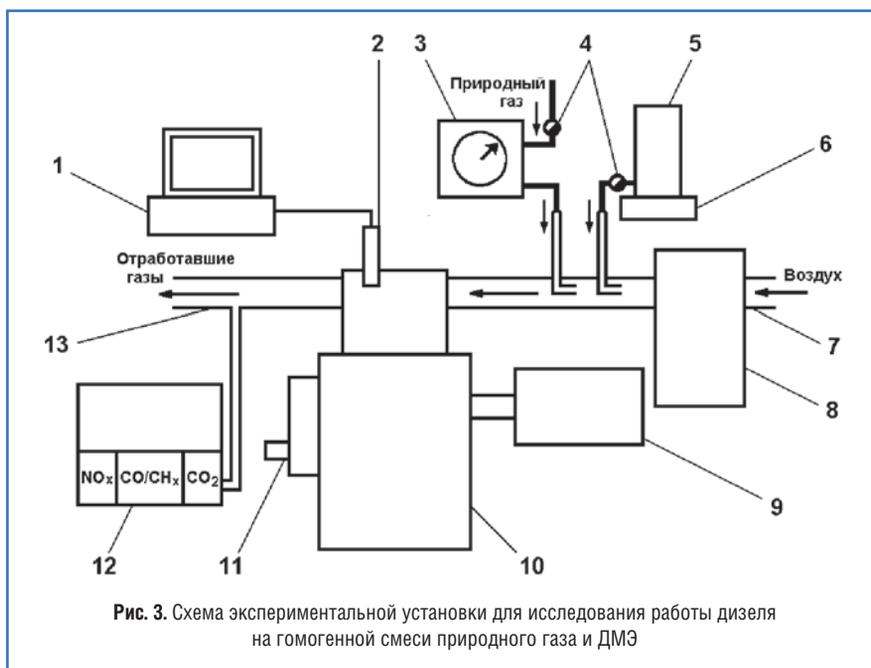


Рис. 3. Схема экспериментальной установки для исследования работы дизеля на гомогенной смеси природного газа и ДМЭ

отбирался из городского газового трубопровода при давлении ниже 0,2 МПа, а ДМЭ – из баллона 5 с жидким ДМЭ, хранящимся под давлением 0,6 МПа. Расходы топлив (соответственно $G_{\text{пр.г}}$ и $G_{\text{ДМЭ}}$) измерялись с помощью расходомера 3 и весов 6. В процессе отбора ДМЭ из баллона 5 эфир переходил в газовую фазу. Природный газ и ДМЭ через клапаны 4 поступали во впускной трубопровод 7 дизеля 10. Воздух засасывался во впускной трубопровод через сглаживающий ресивер 8 и смешивался с природным газом и ДМЭ. С целью наилучшего перемешивания газообразного топлива с воздухом природный газ и ДМЭ подавались во впускной трубопровод 7

в направлении, противоположном движению всасываемого в цилиндр воздуха. Гомогенная рабочая смесь поступала в цилиндры дизеля 10. Давление в цилиндре при сгорании этой смеси фиксировалось датчиком 2, сигнал от которого поступал в компьютер 1. При испытаниях крутящий момент двигателя 10 определялся динамометром 9, частота вращения коленчатого вала – датчиком 11, состав ОГ в выпускном трубопроводе 13 – газоанализатором 12.

При оценке влияния состава рабочей смеси на возможность ее самовоспламенения в КС диапазон состава рабочей смеси был ограничен пределом ее самовоспламенения,

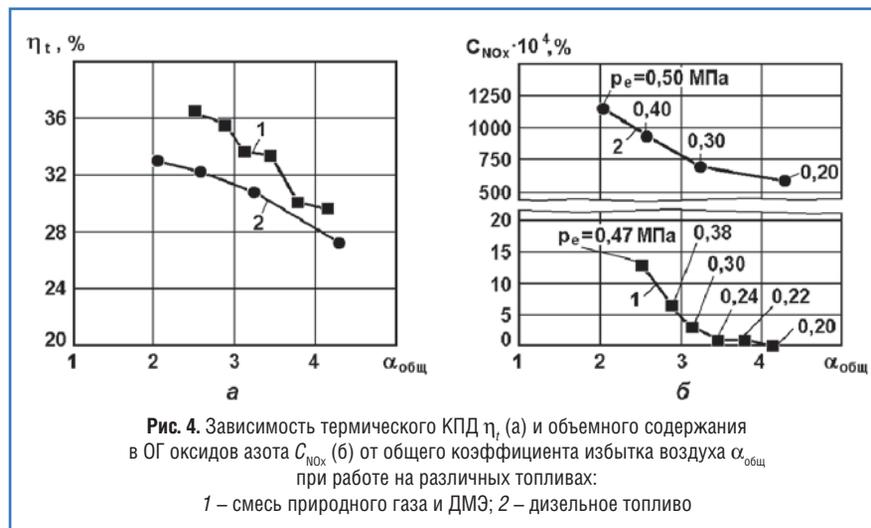


Рис. 4. Зависимость термического КПД η_t (а) и объемного содержания в ОГ оксидов азота C_{NOx} (б) от общего коэффициента избытка воздуха $\alpha_{\text{общ}}$ при работе на различных топливах: 1 – смесь природного газа и ДМЭ; 2 – дизельное топливо

определяемым измерением крутящего момента двигателя, и пределом детонации, обусловленным максимальным давлением сгорания $p_z=9$ МПа. При испытаниях было выявлено, что воспламенение смесей природного газа с воздухом не наблюдалось во всем диапазоне изменения коэффициента избытка воздуха $\alpha_{\text{пр.г}}$, включая $\alpha_{\text{пр.г}}=1$. Смесей ДМЭ с воздухом напротив воспламенялись даже при малом содержании эфира в смеси, то есть при больших значениях коэффициента избытка воздуха $\alpha_{\text{ДМЭ}}$.

При различном содержании смеси природного газа и ДМЭ в воздухе, оцениваемом общим коэффициентом избытка воздуха $\alpha_{\text{общ}}$, двигатель устойчиво работал на этих смесях при коэффициентах избытка воздуха, изменяющихся в следующих диапазонах: $\alpha_{\text{общ}}=2,4\div 6,5$, $\alpha_{\text{пр.г}}=2,5\div 16$ и $\alpha_{\text{ДМЭ}}=4\div 16$. В частности, на режиме с $\alpha_{\text{пр.г}}=7,1$ возможные концентрации ДМЭ в смеси могут изменяться от предела детонации при $\alpha_{\text{ДМЭ}}=6,5$ до предела воспламенения при $\alpha_{\text{ДМЭ}}=14,7$. Указанные границы воспламенения этих смесей соответствовали достаточно большому содержанию ДМЭ в смеси с природным газом $G_{\text{ДМЭ}}/G_{\text{пр.г}}=45-70$ %.

Анализ изменения давления и температуры в цилиндре при сгорании, а также характеристик тепловыделения показал, что наиболее эффективное сгорание смесей природного газа и ДМЭ наблюдалось вблизи границы детонации при значениях коэффициентов избытка воздуха $\alpha_{\text{пр.г}}=2,5\div 8$ и $\alpha_{\text{ДМЭ}}=6\div 16$. Максимальный термический КПД $\eta_t=36$ % был получен при сгорании смесей с $\alpha_{\text{общ}}=2,5$, что выше соответствующего показателя, полученного при работе на дизельном топливе ($\eta_t=32$ %, рис. 4а). Более высокая эффективность сгорания смесей природного газа и ДМЭ отмечена и при других значениях $\alpha_{\text{общ}}$ на других нагрузочных режимах.

Другим положительным результатом работы дизеля на гомогенной смеси природного газа и ДМЭ явилось кардинальное снижение концентрации в ОГ оксидов азота NO_x . При работе на дизельном топливе

$C_{\text{NO}_x}=0,06\div 0,12$ %, а при переходе на ДМЭ – $C_{\text{NO}_x}=0,0013$ % (рис. 4б). По результатам проведенных исследований двигателя на смеси природного газа и ДМЭ было также отмечено практически полное отсутствие сажи в ОГ и повышенное содержание в них несгоревших углеводородов CH , которое может быть устранено путем оснащения двигателя термическим нейтрализатором ОГ.

Таким образом, благодаря высокому цетановому числу ДМЭ и

отмеченным выше достоинствам в отношении смесеобразования при работе дизеля на природном газе с добавками ДМЭ, достигается не только более устойчивое воспламенение на режимах малых нагрузок и при пуске, но и работа с меньшей дозой запального топлива. Объединение двух высокоэкологических топлив – природного газа и ДМЭ – обеспечивает получение высоких показателей и достижение нормативов «Евро-3» и «Евро-4».

Литература

1. Работа дизелей на нетрадиционных топливах: Учебное пособие / В.А. Марков, А.И. Гайворонский, Л.В. Грехов и др. М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2008. – 464 с.
2. **Lee S.-W., Sato Y., Takayanagi T. et al.** Development of NOx Storage Reduction System for a Heavy-Duty Dimethyl Ether Engine // SAE Technical Paper Series. – 2005. – № 2005-01-1088. – P. 1-8.
3. **Oguma M., Goto S., Hatsuzawa H. et al.** Spectroscopic Analysis of Combustion Flame Fueled with Dimethyl Ether (DME) // SAE Technical Paper Series. – 2003. – № 2003-01-1797. – P. 1-7.
4. **Oguma M., Shiotani H., Goto S. et al.** Measurement of Trace Levels of Harmful Substances Emitted from a DME DI Diesel Engine // SAE Technical Paper Series. – 2005. – № 2005-01-2202. – P. 1-8.
5. **Sato Y., Noda A., Sakamoto T. et al.** Performance and Emission Characteristics of a DI Diesel Engine Operated on Dimethyl Ether Applying EGR with Supercharging // SAE Technical Paper Series. – 2000. – № 2000-01-1809. – P. 1-8.
6. **Teng H., McCandless J.C.** Can Heavy-Duty Diesel Engines Fueled DME Meet US 2007/2010 Emission Standard with A Simplified Aftertreatment System? // SAE Technical Paper Series. – 2006. – № 2006-01-0053. – P. 1-10.
7. **Yamada H., Sakanashi H., Choi N. et al.** Simplified Oxidation Mechanism of DME Applicable for Compression Ignition // SAE Technical Paper Series. – 2003. – № 2003-01-1819. – P. 1-8.
8. **Hyun G., Oguma M., Goto S.** Spray and Exhaust Emission Characteristics of a Biodiesel Engine Operating with the Blend of Plant Oil and DME // SAE Technical Paper Series. 2002. № 2002-01-0864. – P. 1-9.
9. **Kajitani S., Chen Z.L., Oguma M. et al.** Direct Injection Diesel Engine Operated with Propane-DME Blend Fuel // SAE Technical Paper Series. – 1998. – № 982536. – P. 1-9.
10. **Yao M., Chen Z., Zheng Z. et al.** Effect of EGR on HCCI Combustion Fueled with Dimethyl Ether (DME) and Methanol Dual-Fuels // SAE Technical Paper Series. – 2005. – № 2005-01-3730. – P. 1-8.
11. **Zheng Z., Yao M., Chen Z. et al.** Experimental Study on HCCI Combustion of Dimethyl Ether (DME) / Methanol Dual-Fuel // SAE Technical Paper Series. – 2004. – № 2004-01-2993. – P. 1-9.
12. **Zheng Z., Yao M., Wang Y. et al.** Experimental Study on HCCI Combustion Process Fueled with DME // Journal of Combustion Science and Technology. – 2003. – Vol. 9. – № 6. – P. 561-565.
13. **Yao M., Zheng Z., Qin J.** Experimental Study on Homogeneous Charge Compression Ignition Combustion with Fuel of Dimethyl Ether and Natural Gas // Transactions of the ASME. Journal of Engineering for Gas Turbines and Power. – 2006. – Vol. 128. – № 2. – P. 414-420.
14. **Flowers D., Aceves S., Smith R. et al.** HCCI in a CRF Engine: Experiments and Detailed Kinetic Modeling // SAE Technical Paper Series. – 2000. – № 2000-01-0328. – P. 1-13.
15. **Chen Z., Konno M., Oguma M. et al.** Experimental Study of CI Natural-Gas / DME Homogeneous Charge Engine // SAE Technical Paper Series. – 2000. – № 2000-01-0329. – P. 1-10.

«ФЛИТ КАРДС» разработала RFID-предложение

А.Н. Иванов,
генеральный директор ООО «ФЛИТ КАРДС», Группа компаний «СИТИНЕТ»

Компания «ФЛИТ КАРДС» совместно с CTR Group разработала и представила решение бесконтактной идентификации и заправки транспортных средств с возможностью удаленного обслуживания операций в режиме реального времени.

Для повышения лояльности клиентов сети АГНКС И АГЗС и, как следствие, для увеличения числа постоянных клиентов была разработана и предложена сетям автозаправочных станций линейка технологических продуктов. Как правило, при разработке таких решений сразу возникает вопрос: за счет чего могут быть достигнуты данные цели? Казалось бы, на повышение лояльности, в первую очередь, влияет использование маркетинговых инструментов, применяемых как в области сервисного обслуживания клиентов, так и при реализации товара. В программах лояльности этот прием именуется термином «управление взаимоотношениями с клиентами» (Customers Relationship Management), который включает выделение групп и категорий клиентов, анализ их поведения, регулярное формирование специальных предложений для строго определенных групп и т.п. Но что же такое лояльность клиента? Это, прежде всего, его приверженность к конкретной сети АГЗС или АГНКС. Она может достигаться, например, начислением бонусных баллов, списанием их в счет оплаты товаров и услуг, предоставлением прогрессивных скидок и т.п., то есть путем предоставления клиенту выгоды от пользования услугами определенной компании.

В «ФЛИТ КАРДС» же попытались посмотреть на лояльность клиента АГЗС с точки зрения выгоды не столько от пользования услугами конкретной автозаправочной сети, сколько от повышения индустриального качества обслуживания клиента. Другими словами – создать условия, благодаря которым клиенту будет не просто выгодно воспользоваться услугами конкретной

АГЗС или АГНКС, а еще и намного удобнее, чем на аналогичных заправках. В связи с этим компания «ФЛИТ КАРДС» совместно с CTR Group (официальным представителем компании Roseman

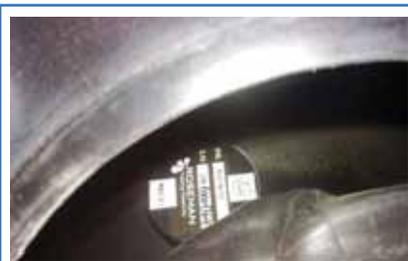


Рис. 1. RFID-метка для бензобака

Engineering Ltd) разработала способ бесконтактной идентификации и заправки транспортных средств с возможностью удаленного обслуживания операций, управления счетами, а также аналитики учетных данных в режиме реального времени.



Рис. 2. Пистолет с бесконтактным RFID-считывателем

RFID-технология

С технической точки зрения данное решение предполагает оснащение внутренней стенки бензобака автомобиля бесконтактной RFID-меткой (рис. 1), а пистолета ТРК – бесконтактным RFID-считывателем (рис. 2), который при приближении к метке идентифицирует ее уникальный код и посредством автоматической системы управления (АСУ) АГЗС отправляет запрос в процессинговый центр (ПЦ) «ФЛИТ КАРДС» о возможности заправки данного автомобиля. При положительном ответе отпуск топлива начинается автоматически.

Постоянная и бесперебойная связь с ПЦ организуется с помощью специализированных программно-аппаратных комплексов Micro5V3 ARM, производимых другим партнером «ФЛИТ КАРДС» – компанией «СИТИНЕТ» – и поддерживающих одновременную работу с автоматическим переключением как по IP-каналу, так и по двум GPRS-операторам. Данные устройства высоко зарекомендовали себя в тысячах подключений POS-терминалов, банкоматов и других платежных устройств ведущих банков РФ.

Возможности

RFID-оборудованию от CTR Group было отдано предпочтение благодаря высокой отказоустойчивости, пригодности к использованию в разных (в том числе суровых) климатических условиях, повышенной защите от влаги, увеличенному сроку службы (до 7 лет)

и другим важным, подчас уникальным, высококачественным характеристикам. Поскольку решение об осуществлении заправки принимается на уровне единого централизованного ПЦ, то для виртуального топливного счета возможно применить абсолютно любые правила обслуживания – установить лимиты по дням, времени суток, по числу заправок на определенный период, ограничить набор доступных марок топлива, ввести возможность заправки в кредит. Помимо этого, данное решение позволяет привязать каждую RFID-метку к неограниченному количеству счетов:

- топливному – с разными видами топлива;
- дисконтному – каждая заправка может разработать свою шкалу скидок;
- банковскому – средства в счет оплаты топлива списываются с карты владельца автомобиля напрямую с банковского счета.

Кроме этого, владельцам RFID-меток доступен набор SMS-сервисов: уведомление о проведении операции, запрос баланса, SMS-блокировка/активация и др.

Для удаленного управления счетами в режиме online предоставляются WEB-интерфейсы с защищенным режимом обмена данными. Таким образом

бухгалтер автопарка может в режиме реального времени распределить средства между счетами водителей, а также провести иные операции со счетами независимо от того, в какой точке страны в данный момент находится транспортное средство.

Преимущества

Чем же интересно данное решение для клиентов сетей АГНКС? Прежде всего, оно привлекает корпоративных клиентов – автопарки, ведомственные предприятия и др. – за счет следующих возможностей:

- реализации лимитных и кредитных схем заправки;
- оперативного и достоверного (на 100 %) учета расхода бюджетных средств;
- удаленного и online-контроля и управления счетами.

Как следствие, согласно исследованиям, экономия расхода топлива для предприятия достигает 30 %.

Что касается частных клиентов, то для них важными преимуществами пользования данной технологией являются:

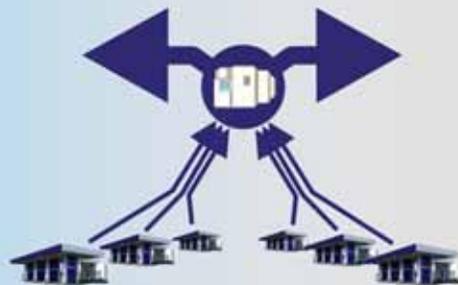
- безналичная форма расчетов;
- возможность пополнения виртуального счета через «Личный каби-

нет», терминал оплаты, с банковской карты и т.д.;

- кредитная схема и др.
- Для сети АГЗС или АГНКС данное решение позволяет:
- снизить нагрузку на персонал;
 - уменьшить время обслуживания;
 - внедрить безналичную форму оплаты;
 - создать гибкую программу лояльности и, конечно, увеличить долю наиболее ценных – постоянных – клиентов.

Как показала реакция рынка после внедрения данного продукта, такое технологическое решение действительно обладает всеми техническими и финансовыми преимуществами, которые закладывались в него на этапе разработки. В настоящее время уже реализуются проекты использования этой технологии. Помимо этого, на разных этапах внедрения находится ряд проектов по оснащению сетей АЗГЗС, автопарков и ведомственных заправок инфраструктурой для бесконтактной online-идентификации и заправки транспорта. Ряд компаний-разработчиков АСУ АГЗС и АГНКС осуществляют программную интеграцию и поддержку технологии.

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



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

ООО ФЛИТ КАРДС

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

РЕКЛАМА



Голубые коридоры Балтийского региона

Международная конференция «Голубые коридоры Балтийского региона», прошедшая в конце августа в г. Светлогорске Калининградской обл., была нацелена на стимулирование развития рынка альтернативных видов моторного топлива, прежде всего сжиженного природного газа в Калининградской обл. и в Балтийском регионе в целом.



В конференции приняли участие более 70 специалистов, среди которых представители областной администрации, профильных подразделений ОАО «Газпром», промышленных, автотранспортных предприятий, научных кругов, а также представители компаний из Кореи, Германии, Болгарии, Польши, Белоруссии, Украины.

Организаторами конференции стали правительство Калининградской обл., ОАО «Газпром» и его дочернее общество ЗАО «Газ-Ойл».

От имени правительства Калининградской обл. участников конференции приветствовал начальник департамента ТЭК Министерства развития инфраструктуры Калининградской области О.В. Бочкарев.

Среди обсуждаемых тем: социально-экономическое развитие Калининградской обл. в условиях действия режима особой экономической зоны, возможности корейско-российского сотрудничества по развитию газомоторного рынка и «голубых коридоров» в регионе, региональная многофакторная модель прогноза спроса на компримированный природный газ. Кроме того, были освещены

вопросы развития газомоторных рынков в Польше, Латвии, Литве и Эстонии, состояние и перспективы заводских производств газовых машин в России и другие темы. Были также названы конкретные цены на моторное топливо в Калининградской обл., которые на момент проведения конференции сложились следующим образом: бензин А-95 – 26,55 руб./л; А-92 – 23,95 руб./л; дизельное топливо – 20,35 руб./л; СУГ (пропан) – 14,50 руб./л. Производство и реализация КПП по 10-11 руб./м³ позволили бы существенно сократить затраты бюджета на топливо и ускорить развитие газомоторного рынка в Калининградской обл.

По мнению участников конференции, международные коридоры по транспортировке газа становятся реальностью на национальном уровне таких стран, как Италия, Германия, Россия, Польша, Швеция. Балтийский регион, через который традиционно проходят важнейшие торговые пути в Европе, может стать частью этих коридоров, по которым беспрепятственно сможет двигаться транспорт на альтернативных видах

моторного топлива – КПП, СУГ, биометане, а в перспективе и на водороде.

Предпосылки для этого сложились: действует благоприятное законодательство об особой экономической зоне; существует понимание необходимости снизить нагрузку автомобильного транспорта на уникальную природу Калининградской обл.; поставлены задачи по энергосбережению и экономии бюджетных средств; в наличии ресурсы природного и сжиженного нефтяного газа; развивается сеть автомобильных дорог; есть инвесторы и партнеры. Есть также потенциал производства газовой аппаратуры, газоправочного оборудования и, наконец, заводской сборки газобаллонных автомобилей. Не хватает только решительных действий правительства Калининградской обл. и соответствующих программ.

Участники высоко оценили уровень организации и проведения конференции и предложили сделать её ежегодным международным мероприятием, способствующим развитию национальных газомоторных рынков и технологий.



Авторы статей в журнале № 6 (18) 2010 г.

Абдуллин Раис Хамзинович,
заместитель генерального директора
ООО «Газпром трансгаз Казань», 420073, Россия, Татарстан, г. Казань, ул. Аделя Кутуя, 41, (843) 264-57-42

Аколова Гретта Семеновна,
начальник лаборатории охраны окружающей среды и ресурсосбережения (Центр по экологической безопасности, энергоэффективности и охране труда)
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н., р.т. (495) 355-92-06

Ахметов Шаукат Габдулхатович,
министр транспорта автомобильных дорог Рязанской обл., 8 (4912) 28-09-62

Балашов Михаил Леонидович,
ведущий инженер лаборатории проектирования автозаправочных комплексов (Центр использования газа)
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», р.т. (495) 355-92-06

Барабанов Андрей Александрович,
директор производства оборудования для сжиженных углеводородных газов ОАО «Промприбор», т. (48677) 3-15-07, +79103006109, e-mail: a.barabanov@prompribor.ru

Батыршин Рафаэль Римович,
генеральный директор ООО «РаритЭК», 423822, Россия, Татарстан, г. Набережные Челны, а/я 168, р.т. (8552) 77-89-55, e-mail: info@raritek.ru

Вакуленко Андрей Вадимович,
инженер МАДИ, р.т. (499) 155 04 64

Гайворонский Александр Иванович,
заведующий отделом ООО «Севморнефтегаз», к.т.н., м.т. 8 985 922 65 11

Гатиятов Альфред Абузарович,
начальник отдела реализации газобаллонного оборудования ООО «РаритЭК», 423822, Россия, Татарстан, г. Набережные Челны, а/я 168, р.т. (8552) 77-89-55

Гетьман Виктор Васильевич,
коммерческий директор ООО «НордВестАвтоТрейд», Ленинградская область, Выборгский район, г. Каменногогорск, м.т.+ (906) 276-74-07, e-mail: v_vgetman48@mail.ru

Иванов Андрей Николаевич,
генеральный директор ООО «ФЛИТ КАРДС», Группа компаний «СИТИНЕТ», р.т. 380-07-97, м.т. 8 903 547-37-25

Илев Сергей Никитович,
начальник отдела автомобилей с альтернативными энергоустановками, ДТР ОАО «АВТОВАЗ», ул. Заставная 2, г. Тольятти, Самарская обл., 8 (8482) 53-42-69

Капитонов Андрей Николаевич,
начальник лаборатории проектирования автозаправочных комплексов (Центр использования газа) ООО «Газпром ВНИИГАЗ», р.т. (495) 355-93-82

Карлов Данила Михайлович,
аспирант МАДИ, р.т. (499) 155-08-80

Канкова Нелли Алексеевна,
специалист Центра использования газа ООО «Газпром ВНИИГАЗ», р.т. (495) 355-93-82

Коклин Иван Максимович,
заместитель директора Невинномысского ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Ставрополь», заведующий филиалом РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, доцент, к.т.н., тел.: +7 (743) 32-310, koklin@admin.ktg.gazprom.ru

Ларюшин Павел Дмитриевич,
инженер, заместитель руководителя лаборатории испытаний газобаллонных автомобилей, газобаллонного оборудования, автотранспортных средств и их компонентов ООО «ТЕХЦЕНТР» (ИЛ «ГАЗАВТО»), м.т. 916 349-71-55

Лукшо Владислав Анатольевич,
заведующий отделом ФГУП НАМИ, и.о. директора ЗАО «Автосистема», к.т.н., р.т. 454-45-51

Маленкина Ирина Федоровна,
начальник лаборатории прогнозирования использования и экономики газомоторного топлива Центра использования газа ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н., тел.: +7 (495) 355-97-58, I_Malenkina@vniigaz.gazprom.ru

Малюга Александр Григорьевич,
главный конструктор по работе с нефтегазодобывающими компаниями НТЦ ОАО «КАМАЗ», 423827, Россия, Татарстан, г. Набережные Челны, пр. Автозаводский, 2, тел. (8552) 55-18-78, e-mail: prgk.ngk@kamaz.org

Марков Владимир Анатольевич,
профессор Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана (МГУ им. Н.Э. Баумана), д.т.н., тел. моб. 8 917 584-49-54, р.т. (499) 263 69 18

Мирзоев Георгий Константинович,
профессор, советник вице-президента, ДТР ОАО «АВТОВАЗ», к.т.н., ул. Заставная 2, г. Тольятти, Самарская обл.

Мкртчян Яков Сергеевич,
гл. научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ», профессор, д.т.н., р.т. (495) 355-92-06

Молчанов Виктор Иванович,
начальник отдела 11-го автобусного парка ГП «Мосгортранс», м.т. 8 926 279-63-44

Назаров Михаил Андреевич,
инженер МАДИ, р.т. (499) 155-03-19

Панов Юрий Владимирович,
профессор МАДИ, к.т.н., м.т. 8 916-149-60-11, e-mail: panovyur@mail.ru

Потепенко Егор Сергеевич,
машинист компрессорной станции «Сальская», аспирант РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, тел.: +7 (743) 32-310

Почукаев Михаил Ильич,
аспирант МАДИ, р.т. (499) 155-03-19

Приходько Вячеслав Михайлович,
ректор МАДИ, член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор, р.т. (499) 499 151-64-12

Савенков Анатолий Митрофанович,
заведующий лабораторией ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т. (495) 963-81-11

Семенов Вячеслав Владимирович,
директор Центра использования газа ООО «Газпром ВНИИГАЗ», e-mail: V_Semenuga@vniigaz.gazprom.ru, р.т. (495) 355-92-06

Тетеревлев Роман Викторович,
научный сотрудник сектора экомнеджмента и ресурсосбережения (Лаборатория охраны окружающей среды и ресурсосбережения) Центра по экологической безопасности, энергоэффективности и охране труда ООО «Газпром ВНИИГАЗ», р.т. (495) 355-92-06

Третьяков Владимир Анатольевич,
заместитель начальника лаборатории проектирования автозаправочных комплексов (Центр использования газа) ООО «Газпром ВНИИГАЗ», р.т. (495) 355-92-06

Хафизов Ринат Гурамич,
заместитель главного конструктора по исследованиям двигателей НТЦ ОАО «КАМАЗ», 423827, Россия, Татарстан, г. Набережные Челны, пр. Автозаводский, 2, р.т. (8552) 37-27-51, e-mail: prgk.ngk@kamaz.org

Хачиян Алексей Сергеевич,
профессор МАДИ, к.т.н., e-mail: khach@dvs.madi.ru

Шишков Владимир Александрович,
начальник технического отдела ООО «Рекар», к.т.н., доцент Самарского Государственного Аэрокосмического Университета им. С.П. Королева, д.т. + (8484) 35-29-07, м.т. + 7 9277847157, E-mail: Vladimir-Shishkov@yandex.ru

Шишлов Иван Геннадьевич,
младший научный сотрудник МАДИ, к.т.н., р.т. (499) 155-08-80

Шпорт Юрий Александрович,
генеральный директор ООО «РМЗ «РаритЭК», 423822, Россия, Татарстан, г. Набережные Челны, а/я 168, р.т. (8552) 77-88-73

Штепа Вячеслав Михайлович,
директор филиала Привольинского ЛПУ ООО «Газпром трансгаз Ставрополь», + (743) 25-210

Contributors to journal issue No. 6 (18) 2010

Abdullin Rais Kh.,
Deputy Director General Gazprom transgas Kazan, +7 (843) 264-57-42

Akhmetov Shaukat G.,
Minister of Transport road Ryzan Region, +7 (4912) 28-09-62

Akopova Greta S.,
Director of the Centre of Gazprom VNIIGAZ, office phone: +7 (495) 355-92-06

Balashov Michail L.,
Leading engineer of Gazprom VNIIGAZ, office phone: +7 (495) 355-92-06

Barabanov Andrey A.,
Director of LPG equipment production JSC Prompribor, t. +7 910 300 61 09, Orlovskaya region, Mira street, 40, Prompribor, e-mail: a.barabanov@prompribor.ru

Batyrshyn Rafael R.,
General Director RarITeK, office phone: (8552) 77-89-55, e-mail: info@raritek.ru

Gajvoronsky Alexander I.,
Ph. D. (Eng.), Head of Department of Sevmoreneftegas, mobile phone: +7 985 922 65 11

Gatiyov Alfred A.,
Head of Department RarITeK, office phone: +7 (8552) 77-89-55

Getman Viktor V.,
commercial director of NordVestAvtoTreyd Le ningradskaya region, the Vyborg district, Kamennogorsk, mobile phone: + (906) 276-74-07, e-mail: v_vgetman48@mail.ru

Hafizov Rinat Ch.,
Deputy Chief Designer of OAO KAMAZ, office phone: +7 (8552) 37-27-51, e-mail: prgk.ngk@kamaz.org

Ivanov Andrew N.,
Chief Executive Officer FLEET CARDS Ltd., Member of CityNet Group, phone: +903 547-37-25

Ilev Sergey N.,
Head of Department of Open Society AVTOVAZ, phone: +7 (8482) 53-42-69

Kapitonov Andrey N.,
Head of Laboratory of Gazprom VNIIGAZ, office phone: +7 (495) 355-93-82

Karpov Danila M.,
Postgraduate MADI, office phone: +7 (499) 155-08-80

Kayukova Nelly A.,
Specialist of the Centre of Gazprom VNIIGAZ, office phone: +7 (495) 355-93-82

Khachiyan Alexey S.,
cand. sc., professor MADI, e-mail: khach@dvs.madi.ru

Koklin Ivan M.,
Deputy Director of the line production administration of gas transmittal pipelines Nevinomysk of LLC "Gazprom transgas Stavropol", Governor of branches of Gubkin Russian state university of oil and Gas, associate professor, cand. sc., phone: +7 (743) 32-310, koklin@admin.ktg.gazprom.ru

Laryushin Paul D.,
engineer, Deputy Head of the laboratory tests gas-cylinder cars, gas-cylinder equipment, motor vehicles and their components LLC TechCenter (IL GAZAVTO), mobile phone: +7 916 349-71-55

Luksho Vladislav A.,
Head of the Division, NAMI, Acting Director, Avtosistema Ltd., cand. sc., technical sciences, +7 (495) 454-45-51

Malenkina Irina F.,
Head of the laboratory of forecasting gas motor fuel use and economics, Gazprom VNIIGAZ, cand. sc., office phone: 355-97-58, mobile phone: 8 916 593-94-78, I_Malenkina@vniigaz.gazprom.ru

Maljuga Alexander G.,
Chief Designer of OAO KAMAZ, phone: +7 (8552) 55-18-78, e-mail: prgk.ngk@kamaz.org

Markov Vladimir A.,
PhD, Engng, professor of «Heat Physics» department of the Bauman Moscow State Technical University, phone: +7 917 584-49-54

Mirzoev Georgiy K.,
cand. sc., professor, adviser of the Vice-president of Open Society AVTOVAZ

Mkrtychyan Yakov S.,
PhD, Chief Scientist of Gazprom VNIIGAZ, office phone: +7 (495) 355-92-06

Molchaninov Viktor I.,
Head of Department 11-th bus fleet "Mosgortrans", mobile phone: +926 279-63-44

Nazarov Michail A.,
Engineer MADI, office phone: +7 (499) 155-03-19

Panov Yury V.,
cand. sc., professor MADI, mobile phone: +916-149-60-11, e-mail: panovyur@mail.ru

Potapenko Egor S.,
operator of compression station "Salskaya", graduate student of Gubkin Russian state university of oil and Gas, phone: +7 (743) 32-310

Potchukaev Michail I.,
Postgraduate MADI, office phone: +7 (499) 155-03-19

Prikhodko Vyacheslav M.,
PhD, Rector of MADI, Corresponding Member of RAS, professor, office phone: +7 (499) 499 151-64-12

Savenkov Anatoly M.,
Head of Laboratory of Gazprom VNIIGAS, phone: +7 (495) 963-81-11

Semenuga Vyacheslav V.,
Director of the Centre of Gazprom VNIIGAS, e-mail: V_Semenuga@vniigaz.gazprom.ru, office phone: +7 (495) 355-92-06

Teterevlev Poman V.,
Junior Research Associate of Gazprom VNIIGAS, office phone: +7 (495) 355-92-06

Tretiyakov Vladimir A.,
the Deputy of the Head of Laboratory, office phone: +7 (495) 355-92-06

Shishkov Vladimir A.,
of department of Limited Liability Company «Recar», cand. sc., the senior lecturer of Korolev S.P. Samara State Space University, The Russian Federation, Samara region, Tolyatti, Stepana Razina street, 58-43, phone: +7 (8482) 35-29-07, +79277847157, e-mail: Vladimir-Shishkov@yandex.ru

Shishlov Ivan G.,
Junior Researcher MADI, office phone: +7 (499) 155-08-80

Shport Yury A.,
General Director of RMZ RarITeK, office phone: +7 (8552) 77-88-73

Shtepa Vyacheslav M.,
Branch Director of the line production administration "Privolninskoye" of LLC "Gazprom transgas Stavropol", phone: +7 (743) 25-210

Vakulenko Andrey V.,
engineer MADI, office phone: +7 (499) 155 04 64

Перечень статей, опубликованных в журнале «Транспорт на альтернативном топливе» в 2010 г.

№ 1 (13)

1. VII Международный форум «Газ России – 2009»
2. Заседание Комитета Государственной Думы по энергетике, посвященное развитию рынка природного газа на транспорте, 18.11.2009 г., Москва
3. Заседание секции НТС ОАО «Газпром» по вопросам развития АГНКС
4. Международная конференция «Производство энергии и биотоплив второго поколения из непищевой биомассы»
5. 16-я Московская международная выставка «Автокомплекс–2009»: нацеленность на поиск новых возможностей
6. Новости из-за рубежа
7. **Иванов С.И., Савин В.И., Коротков М.В.** Эколого-экономическое обоснование использования КПП в автотранспортных предприятиях (на примере УТТ и СТ ООО «Газпром добыча Оренбург» и дочерних автотранспортных предприятий)
8. **Марков В.А., Патрахальцев Н.Н.** Спиртовые топлива для дизельных двигателей
9. **Лапушкин Н.А., Гнедова Л.А., Перетряхина В.Б., Гриценко К.А.** Методика расчета норм эксплуатационных расходов на производство КПП
10. **Люгай С.В., Перетряхина В.Б., Гнедова Л.А., Гриценко К.А.** О нормировании эксплуатационных затрат на АГНКС
11. Коммунальная техника «КамаЗ» с газовым двигателем для чистого города
12. **Терешин В.И., Совлуков А.С., Лоос К.С.** Современные технологии передачи данных в системах автоматизированного управления и учета СУГ
13. Сравнительная динамика среднемесячных розничных цен (руб./л) на СУГ и Аи-92 по Москве и области в 2009 г.
14. **Орлов В.Ю.** Система топливоподачи с электронным управлением ДВС для стационарных газопоршневых электроагрегатов
15. **Бурцев Н.В.** Применение методов адаптивного управления в газовых электроагрегатах
16. **Селюков В.Н., Матанцев В.А.** Комплексная схема завода по производству моторных топлив из СПГ и ДМЭ для транспорта
17. **Соколов П.М., Гайдт Э.Д., Кузнецов П.В.** Применение СПГ в Уральском регионе
18. **Григоревич Д.Н.** Применение биотоплива на железнодорожном транспорте
19. **Лозовецкий В.В., Кондратенко М.В., Дугин Г.С.** Использование токсичного биогаза в качестве возобновляемого источника энергии, являющегося продуктом полигонного захоронения отходов
20. **Кавтарадзе З.Р., Кавтарадзе Р.З.** Перспективы применения поршневых двигателей на альтернативных моторных топливах

21. Авторы статей в журнале № 1 (13) 2010 г.
22. Перечень статей, опубликованных в журнале «Транспорт на альтернативном топливе» в 2008 г.

№ 2 (14)

1. Проект «Метан Кузбасса»
2. Заседание редколлегии журнала «Транспорт на альтернативном топливе», 19.01.2010 г., ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
3. Международный газовый союз: заседание исследовательской группы «Использование природного газа на транспорте», 1-4.02.2010 г., Осака (Япония)
4. Мировая статистика перевода автотранспорта на КПП по состоянию на декабрь 2009 г.
5. **Гусаков С.В., Махмуд Мохамед Эльгобаши Эльхагар, Епифанов И.В.** Оценка влияния ДМЭ в смеси с природным газом на работу ДВС с гомогенным самовоспламенением
6. **Шишков В.А.** Причины повышенного расхода газового топлива в процессе эксплуатации автомобиля с электронной системой управления двигателем с искровым зажиганием
7. **Лукшо В.А., Миронов М.В.** Экономическая эффективность использования КПП как моторного топлива на транспортных средствах с дизельными силовыми установками
8. **Иванов С.И., Савин В.И., Коротков М.В.** Эколого-экономическое обоснование использования КПП в автотранспортных предприятиях (на примере УТТ и СТ ООО «Газпром добыча Оренбург» и дочерних автотранспортных предприятий) *Окончание. Начало в № 1 (13) 2010 г.*
9. **Марков В.А., Ефанов А.А., Девянин С.Н.** Совершенствование конструкции распылителей форсунок дизелей, работающих на утяжеленных топливах
10. **Савин А.Е.** Газификация автотранспорта Дальнего Востока
11. **Хорьков В.И., Водейко В.Ф.** Развитие фирмы ООО «Д.В.С. эко» в период кризиса
12. **Чибисова Н.Н., Захаров И.Е., Яковлев А.В.** Выбор комплексной системы автоматизированного управления АГНКС
13. **Банковский А.Ю.** Особенности учета действующих коэффициентов коррекции в системах распределенного впрыска газа, оснащенных контроллером компании «A.E.V. Srl.» (Италия)
14. **Седов Р.Н.** Консолидация возможностей в СПГТ
15. **Ким А.А., Кочетков В.А.** Перевод автотранспортных средств на ГБО в ОАО «Газэнергосеть». Анализ динамики рынка услуг по переводу АТС на ГБО
16. **Барabanov А.А.** Сравнительный анализ средств измерений СУГ. Условия обеспечения метрологических характеристик

17. **Титов В.Н.** Ресурсосберегающие технологии компании «ВИП Газ Тех» при проведении сливно-наливных операций с СУГ
18. **Теремьякин П.Г., Латыпов А.И., Бутнев А.Б.** Особенности конструкции газобаллонного автомобиля для серийного заводского производства
19. **Люгай С.В., Горбачев С.П.** Снижение стоимости системы очистки природного газа при производстве СПГ на ГРС
20. **Ротанов Ю.В., Никифоров В.Н.** Перспективы использования СПГ в качестве моторного топлива
21. **Дугин Г.С., Григорьев С.А.** Новые возможности использования топливных элементов на транспортных средствах
22. **Стативко В.Л.** Двигатель внутреннего сгорания на светильном газе
23. Авторы статей в журнале № 2 (14) 2010 г.

№ 3 (15)

1. Официальная информация
2. **Новак Павел.** 3-я Международная конференция Чешской газовой ассоциации, 3-4.02.2010 г., Прага (Чехия)
3. Три мировых вопроса энергетической безопасности
4. XIV Международный газовый форум, 10-11.03.2010 г., Варшава (Польша)
5. Новости из-за рубежа
6. **Хачиян А.С., Синявский В.В., Шишов И.Г., Карпов Д.М.** Моделирование показателей и характеристик двигателей, питаемых природным газом
7. **Страхов В.Л., Заикин С.В.** Расчет оптимальных параметров огнестойкого экрана противопожарных штор и укрытий
8. **Патрахальцев Н.Н.** Регулирование ДВС методом изменения физико-химических свойств моторного топлива
9. **Чистяков И.Г.** Компания «Dresser Wayne» – надежный производитель качественного оборудования АГНКС на российском рынке
10. **Вандер А.С., Никулин М.В.** Как построить автобусную заправку КПП всего за 7 месяцев?
11. **Хайрутдинов Р.В.** КО-829Б1 на газобаллонном шасси КамАЗ-65115-1861-30 – новинка для коммунального и дорожного хозяйств
12. **Певнев Н.Г., Кириллов В.А., Бризицкий О.Ф., Бурцев В.А.** Перспективы использования газобаллонных автомобилей с бортовым генератором синтез-газа
13. Комплексное оформление АЗС, АГЗС
14. **Федоров А.Л., Вольнов Ю.Н., Гордеева Р.П.** Сжиженные углеводородные газы: актуальность использования и особенности учета
15. Компания «Honda» проводит испытания станции водородной заправки
16. **Ерохов В.И.** Новая концепция применения спиртов в качестве альтернативного моторного топлива

17. **Грехов Л.В., Марков В.А.** Эфиры – перспективные альтернативные моторные топлива для дизельных двигателей
18. **Лозовецкий В.В., Лебедев В.В., Малышев Е.В.** Применение тепловых насосов для теплофикации при добыче и утилизации биогаза на полигонах ТБО
19. **Сайкин А.М.** Методологические аспекты улучшения экологической безопасности автотранспортных средств
20. Авторы статей в журнале № 3 (15) 2010 г.

№ 4 (16)

1. «Круглый стол», посвященный проблемам развития рынка СУГ, 8.06.2010 г., Москва
2. Ежегодное собрание НП НГА
3. Мировая статистика перевода автотранспорта на КПП по состоянию на май 2010 г.
4. **Певнев Н.Г., Гурдин В.И., Банкет М.В.** Оптимизация теплосодержания СУГ в автомобильном газовом баллоне для обеспечения бесперебойной работы ГБА
5. **Клементьев А.С., Бибиков М.Н., Филькин Н.М., Меркушев А.В.** Исследование влияния степени сжатия при конвертации двигателя автомобиля ГАЗ-31105 «Волга» на газовое топливо
6. **Кочетков М.Н., Савельев Г.С.** Оценка энергоавтономности сельскохозяйственного предприятия при замене дизельного топлива на чистое рапсовое масло
7. **Черных В.В.** Первый шаг к рынку газомоторного топлива
8. **Малёнкина И.Ф., Попов А.В., Шишкина Е.Е., Пономарева А.А.** Правовая база использования КПП в качестве моторного топлива в России и за рубежом
9. **Евдокимов Я.А., Яковлев А.В.** Технико-экономическое обоснование замены автомастики на АГНКС
10. Опыт ЗАО «Промэнергомаш» по модернизации и внедрению современного оборудования АГНКС
11. **Казанин А.Г.** Широкое внедрение КПП на автотранспорте Москвы – магистральный путь оздоровления экологической обстановки в столице
12. **Барабанов А.А.** ОАО «Промприбор» сегодня. Стратегия развития
13. **Певнев Н.Г., Раенбагина Э.Р.** Пост слива газа на АГЗС и определение технологических параметров слива газа из автомобильных баллонов
14. На Горьковском автозаводе начат выпуск серийного газобаллонного автомобиля «ГАЗель», работающего на СУГ
15. **Банковский А.Ю.** Экспертное заключение специалиста по оценке ГБА «Газель-Бизнес»
16. **Шишков В.А.** Свечи зажигания для газовых ДВС
17. **Созонов П.М., Аверков В.С., Мишин О.Л.** Развитие малотоннажного производства СПГ в России – объективная необходимость
18. Системы гарантированного электроснабжения
19. **Янченко В.С., Григорьев С.А., Фокин Ю.И.** Перспективы применения электрохимических генераторов на основе топливных элементов в строительной и коммунальной мобильной технике

20. **Грехов Л.В., Марков В.А.** Эфиры – перспективные альтернативные моторные топлива для дизельных двигателей. *Окончание. Начало в № 3 (15) 2010 г.*
21. Авторы статей в журнале № 4 (16) 2010 г.

№ 5 (17)

1. Автопробег «Голубой коридор» стартует 17 сентября
2. Правительственная комиссия познакомилась с новой газобаллонной техникой
3. **Сальников В.А.** Юбилей – как осмысление пройденного и осознание перспектив будущего
4. **Певнев Н.Г.** Эксплуатация автомобилей на альтернативных видах топлива в условиях Сибири: состояние и перспективы
5. **Певнев Н.Г., Гурдин В.И., Банкет М.В.** Регулирование теплообмена в газовом баллоне при эксплуатации ГБА в зимнее время
6. **Певнев Н.Г., Раенбагина Э.Р.** Организация поста слива газа при АТП
7. Правительство Москвы взяло курс на КПП
8. **Малёнкина И.Ф., Пономарева А.А.** Планирование антикризисных мер в производстве КПП
9. **Рубан А.Г., Вошта М.** Европейские энергетические транспортные коридоры в контексте альтернативных топлив
10. Биоэнергетика объединяет предпринимателей Украины и Германии
11. Новости из-за рубежа
12. **Пронин Е.Н.** Биогазовые и водородные технологии как инструмент повышения экоэффективности транспорта
13. **Кириллов Н.Г., Лазарев А.Н.** Использование природного газа – решение экологических проблем отечественного автотранспорта
14. Общие тенденции на рынке альтернативного топлива
15. 3-я Международная конференция «Газ в моторах 2010»
16. **Марков В.А., Девянин С.Н., Маркова В.В.** Использование подсолнечного масла в качестве топлива для дизелей
17. **Дугин Г.С.** Применение биоэтанольного топлива на автотранспорте
18. **Кочетков М.Н., Савельев Г.С.** Экологические показатели дизеля Д-440 при работе на рапсовом масле
19. **Ерохов В.И., Ревонченков А.М.** Применение газового конденсата в качестве моторного топлива
20. **Гречко А.Г., Новиков А.И.** Перспективы плавающих заводов по производству СПГ
21. **Робертсон С., Миллер Л.** Сжижение природного газа и его регазификация в море
22. **Перетрухин С.Ф., Бризицкий О.Ф., Кириллов В.А., Кузин Н.А., Козлов С.И.** Бортовой генератор синтез-газа для ДВС с искровым зажиганием
23. Услуги и оборудование от компании «ФЛИТ КАРДС»
24. **Клементьев А.С., Бибиков М.Н., Филькин Н.М., Меркушев А.В.** Влияние электронных систем регулирования рабочих процессов автомобильного двигателя на выбросы отработавших газов
25. Студенты МАДИ знакомятся с польским опытом применения газа на транспорте

26. Авторы статей в журнале № 5 (17) 2010 г.

№ 6 (18)

1. Неделя эффективного использования газа
2. **Семенова В.В., Аكوпова Г.С., Капитонов А.Н., Третьяков В.А., Балашов М.Л., Тетеревлев Р.В., Каюкова Н.А.** Автопробег «Голубой коридор – 2010»
3. **Ахметов Ш.Г.** Рязанская область: проблемы и перспективы использования газомоторного топлива
4. **Мирзоев Г.К., Ивлев С.Н.** ОАО «АВТОВАЗ»: производство автомобилей на КПП
5. **Малюга А.Г., Хафизов Р.Х.** ОАО «КАМАЗ»: решение проблем экологии больших городов России
6. **Батыршин Р.Р., Шпорт Ю.А., Гатиятов А.А.** Сервисный центр по обслуживанию газобаллонной техники ОАО «КАМАЗ»
7. **Абдуллин Р.Х.** Состояние газификации автотранспортной техники ООО «Газпром трансгаз Казань»
8. **Гетьман В.В.** Размышления об автопробеге «Голубой коридор – 2010» и перспективах развития парка газомоторной техники
9. GasSUF-2010 – оборудование и технологии для газораспределения и эффективного использования газа
10. **Приходько В.М.** МАДИ: вехи становления и развития
11. **Хачиян А.С., Шишлов И.Г., Вакуленко А.В., Карпов Д.М.** Разработка и исследование битопливного двигателя с качественным регулированием
12. **Панов Ю.В., Почукаев М.И., Назаров М.А., Молчанинов В.И.** Применение бортовой электрической системы управления двигателем для маршрутного нормирования КПП
13. **Лукшо В.А.** Конвертация дизеля в газовый двигатель с регулируемым термодинамическим циклом
14. **Шишков В.А.** Непосредственный впрыск газового топлива в камеру сгорания ДВС с искровым зажиганием
15. **Мкртычан Я.С.** Новый способ сооружения и устройство двусторонней станции заправки автомобилей КПП
16. **Коклин И.М., Поталенко Е.С., Штепа В.М., Малёнкина И.Ф.** Использование мини-АГНКС на компрессорных станциях
17. **Барабанов А.А.** Безопасность технологических процессов на объектах, использующих СУГ
18. Новая технология дегазации вагонов-цистерн компании «ВИП Газ Тех»
19. **Ларюшин П.Д.** Сертификация газобаллонных автомобилей и газобаллонного оборудования
20. **Гайворонский А.И., Савенков А.М., Марков В.А.** Использование диметилового эфира для иницирования воспламенения низкоцетановых топлив в дизелях
21. **Иванов А.Н.** «ФЛИТ КАРДС» разработало RFID-предложение
22. Голубые коридоры Балтийского региона
23. Авторы статей в журнале № 6 (18) 2010 г.
24. Перечень статей, опубликованных в журнале «Транспорт на альтернативном топливе» в 2010 г.

Подписка – 2010

Международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе»

Россия, 115304, Москва, ул. Луганская, д. 11.

Тел.: 321-50-44, 363-94-17, e-mail: transport.1@ngvrus.ru, transport.2@ngvrus.ru • www.ngvrus.ru

Уважаемые читатели!
Продолжается подписка на 2011 г.

Подписчики	Годовая, 6 номеров	I полугодие, 3 номера	II полугодие, 3 номера
Россия	3300 руб. (включая 10 % НДС)	1485 руб. (включая 10 % НДС)	1815 руб. (включая 10 % НДС)
Страны СНГ	3300 руб. (включая 10 % НДС)	1485 руб. (включая 10 % НДС)	1815 руб. (включая 10 % НДС)
Страны дальнего зарубежья	170 евро / 230 долл.	100 евро / 140 долл.	120 евро / 170 долл.

Отдельные экземпляры журнала (550 руб. + 10% НДС = 605 руб.) можно приобрести в редакции.

Электронная версия журнала за 2011 г. (формат PDF, 6 номеров):

– для РФ и стран СНГ – 1700 руб., включая НДС 18 %.

– для стран дальнего зарубежья – 100 евро / 140 долл. США.

Годовую подписку на 2010 г. (шесть номеров) можно оформить по факсу, электронной почте или непосредственно в редакции; также через агентства «Роспечать» (подписной индекс **72149**), «Межрегиональное агентство подписки» (Каталог Российская пресса – Почта России, подписной индекс **12718**).

Стоимость размещения рекламных полноцветных материалов в журнале:

В текстовом блоке	В рублях	В долларах США	В евро
1 страница (210×290 мм)	20 тыс. + 18 % НДС	850	625
½ страницы (125×176 мм)	12 тыс. + 18 % НДС	500	350
¼ страницы (70×176 мм)	7 тыс. + 18 % НДС	290	200
Презентация (1 стр.)	10 тыс. + 18 % НДС	300	170
Юбилейный раздел (1 стр.)	1,5 тыс. + 18 % НДС	–	–
На обложке			
1-я страница (150×210 мм)	20 тыс. + 18 % НДС	850	625
2-я или 3-я страницы (290×210 мм)	25 тыс. + 18 % НДС	1350	1000
4-я страница (290×210 мм)	30 тыс. + 18 % НДС	1450	1100

Технические требования к рекламным модулям:

Макет должен быть представлен в электронном виде: форматы eps, tiff, jpeg, pdf.

Требуемые разрешения: полноцветные и монохромные материалы не менее 300 dpi.