



ТРАНСПОРТ

НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ

ЖУРНАЛ № 2 (14) 2010

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН В ПЕРЕЧЕНЬ ВАК

НАЦИОНАЛЬНАЯ ГАЗОМОТОРНАЯ АССОЦИАЦИЯ



АФФИЛИРОВАНА
С МЕЖДУНАРОДНЫМ ГАЗОВЫМ
СОЮЗОМ



Многотопливная заправочная станция / МАЗС /

ГАЗПРОМ
ГАЗЭНЕРГОСЕТЬ
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО



Сравнительный анализ средств измерений СУГ

**Выбор комплексной системы автоматизированного
управления АГНКС**

**Перспективы использования СПГ в качестве
моторного топлива**

'Alternative Fuel Transport' International Scientific and Technical Magazine No. 2 (14) 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)

Publication frequency: 6 issues a year

Editor-in-Chief

Samsonov R.O.

Director General of OOO Gazprom VNIIGAZ, Doctor of Engineering

Editorial board members

Brilliantov O.Yu.

Deputy Editor-in-Chief

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

Ipatov A.A.

Director General of FGUP GNC NAMI, Doctor of Engineering

Kavtaradze R.Z.

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

Kozlov S.I.

Deputy Director General for Research at OOO Gazprom VNIIGAZ, Doctor of Engineering

Nikolaenko A.V.

Rector of the Moscow State Technical University (MAMI), Professor

Markov V.A.

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

Jacob Mkrtychian,

chief scientist, Gazprom VNIIGAZ, LLC

Panov Yu.V.

Professor of MADI (GTU), Candidate of Science

Patrakhaltsev N.N.

Professor of People's Friendship University of Russia, Doctor of Engineering

E.N. Pronin

Deputy Head of Directorate, JSC Gazprom, President, NGVRUS

Stativko V.L.

Executive Director, NGVRUS, Candidate of Science

Udut V.N.

Director General of OAO NPO Gelyimash, 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.io@oeg.gazprom.ru,

transport.er@oeg.gazprom.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 8.02.2010

Endorsed to be printed on 15.03.2010

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

Offset printing, 5 reference sheets, 10 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: Multifuel filling station, «Gazenergoset'» JSC

CONTENTS

S.V. Gusakov, Mahmoud Mohamed El-Ghobashy El-Hagar, I.V. Epifanov

Estimation of DME additive to Natural Gas in HCCI process..... 10

V.A. Shishkov

The reasons of the increased charge of gas fuel while in service of automobile with an electronic control system of the engine with spark ignition..... 14

V.A. Luksho, M.V. Mironov

About economic efficiency of use of natural gas, as motor fuel on vehicles with diesel power-plants 20

S.I. Ivanov, V.I. Savin, M.V. Korotkov

Substantiation of compressed natural gas usage on automotive enterprises from viewpoints of economy and ecology..... 27

V.A. Markov, A.A. Yefanov, S.N. Devyanin

Design Improvement of Sprayers in Diesel Engines Running on Heavy-cut Alternative Fuels 30

A.E. Savin

The Far East motor transport gasification 37

V.I. Khorkow, V.F. Vodeyko

Development of Company «DVS eko» in crisis period..... 40

N.N. Chibisova, I.E. Zaharov, A.V. Yakovlev

The choice of automatics on AGNKS..... 42

A.Y. Bankovskiy

Specific points of gas temperature and pressure correction on LPG injection ECU by A.E.B. Srl. (Italy)..... 48

R.N. Sedov

Consolidation of possibilities in gas fuel consumers union..... 50

A.A. Kim, V.A. Kochetkov

Conversion motor transport to gas fuel in JSC «Gasenergoset». The market tendencies of the autogas equipment services 52

A.A. Barabanov

The comparative analysis of measuring equipment liquefied hydrocarbon gases. Conditions of maintenance of metrological characteristics..... 55

V.N. Titov

Cost saving technologies of «VIP Gas Tech Ltd» for carrying out loading/unloading operations with LPGases..... 60

P.G. Teremyakin, A.I. Latypov, A.B. Butnev

Design of gas-tank vehicle for serial OEM production 63

S.V. Lyugai, S.P. Gorbachev

Reduction of cost of cleaning system for GTL production at GDS 70

Y.V. Rotanov, V.N. Nikiforov

Application potential of liquefied natural gas 74

G.S. Dugin, S.A. Grigoriev

New possibilities for fuel cells application on the transport means..... 76

V.L. Stativko

Lighting Gas Internal Combustion Engine..... 79

Contributors to journal issue No. 2 (14) 2010..... 83



Проект «Метан Кузбасса»

12.02.2010 г. Президент Российской Федерации Дмитрий Медведев, находясь в Кемеровской области в рамках своей рабочей поездки в Сибирь, лично дал команду на ввод в эксплуатацию первого в России промысла метана угольных пластов на Талдинском угольном разрезе.



Талдинский комплекс по производству и использованию метана угольных пластов

За сутки до этого, 11 февраля, на Талдинском угольном разрезе в 80 км от Новокузнецка под руководством первого заместителя губернатора Кемеровской области Валентина Мазекина прошло совещание по теме «Добыча и использование метана угольных пластов». В совещании приняли участие представители областной администрации, автотранспортных предприятий регионов Сибири, администрации ОАО «Газпром», ОАО «КамАЗ», руководители дочерних обществ ООО «Газпром добыча Кузнецк», ООО «Газпром трансгаз Томск» и прессы.

В своем приветствии Валентин Мазекин подчеркнул социально-экономическую и экологическую значимость проекта «Метан Кузбасса», который ОАО «Газпром» и Кемеровская область реализуют уже десятый год. Он отметил, что проект закладывает основы новой отрасли промышленности – угольно-газовой. Потенциал Кузбасса по угольному метану институт «Газпром промгаз», идеолог проекта, оценивает примерно в 13 трлн. м³ газа. Общие ресурсы России по этому энергоносителю оцениваются почти в 50 трлн. м³ газа.

Генеральный директор ООО «Газпром добыча Кузнецк» Станислав Золотых и главный инженер предприятия Виктор Гергерт рассказали, что сегодня в рамках эксперимента



Совещание по теме «Добыча и использование метана угольных пластов»

суточная добыча метана составляет 12 тыс. м³. Но уже в ближайшее время предприятие выйдет на производительность 120 тыс. м³ газа, а в перспективе на промышленную добычу в объеме 3,5-4 млрд. м³ газа



АГНКС-80 БИ «Метан»

ежегодно. Промышленную добычу метана угольных пластов ведут США – более 50 млрд. м³ в год, Канада – более 5 млрд. м³ в год, Австралия – 1,7 млрд. м³ в год.

Первым потребителем Кузбасского угольного метана стала АГНКС БИ «Метан» производительностью 80 заправок в сутки, обеспечивающая заправку компримированным газом на первом этапе автомобилей компании ООО «Газпром добыча Кузнецк». Предприятие заправляет собственный технологический автотранспорт. Для обслуживания сторонних потребителей ООО «Газпром добыча Кузнецк» приобрело два ПАГЗа вместимостью по 2400 м³ каждый при максимальном давлении заправки 250 атм.

Освоение нового источника метана – угольных пластов – для автотранспорта открывает для России новый потенциал повышения энергоэффективности экономики. ОАО «Газпром» в этом проекте принадлежит лидирующая роль. Следующим знаменательным для российского газомоторного рынка событием станет получение биометана для автотранспорта.

МЕТАИнфо



Выставка газовых автомобилей

Заседание редколлегии журнала «Транспорт на альтернативном топливе», 19.01.2010 г., ООО «Газпром ВНИИГАЗ»



19.01.2010 г. в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» состоялось заседание членов редколлегии журнала с повесткой:

1. Подведение итогов работы редакционной коллегии журнала.
2. Тематическая направленность журнала.
3. Включение журнала в Перечень ВАК.
4. Основные направления работы редакционной коллегии журнала в 2010 г.

Всего в заседании редколлегии журнала приняли участие – 13 чел. По первому вопросу выступили:

1. Бриллиантов О.Ю., зам. главного редактора журнала, с информацией о работе редакции за два года. С января 2008 г. выпущено в свет 12 номеров журнала. За отчетный период в издании опубликовано более 200 информационных и научных статей. Журнал читают во многих регионах РФ. Сложилась постоянная читательская аудитория, большинство откликов читателей – положительные. Научные статьи, как правило, рецензируются опытными специалистами. Перед редакцией стоит задача повышать научное содержание публикуемых статей в журнале, добиваться увеличения количества подписчиков, расширять круг авторов. Выступавший

выразил пожелание членам редколлегии и руководству НГА помогать редакции в решении этих задач.

2. Самсонов Р.О., главный редактор журнала, в своем выступлении отметил необходимость повышать научное содержание публикуемых статей, шире отражать в журнале научные и производственные результаты, достигнутые в области газомоторной тематики. Роман Олегович предложил развивать творческое сотрудничество ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и НГА в создании и развитии проекта «Транспорт на альтернативном топливе» на страницах журнала.

3. Стативко В.Л., исполнительный директор НГА, проинформировал о работе НГА по продвижению издания на газомоторном рынке, о финансовой обеспеченности выпуска номеров журнала, привлечении новых подписчиков и авторов статей.

4. Пронин Е.Н., президент НГА, отметил, что журнал родился два года назад и пришел на смену информационному бюллетеню НГА. Журнал органично вошел в жизнь газомоторного сообщества и стал завоевывать заслуженный автори-

тет, но нужно еще много работать, поднимать научный уровень журнала, искать новых талантливых ученых и опытных специалистов-практиков. Евгений Николаевич отметил, что редакция отказалась от перепечатывания статей из других периодических изданий и публикует оригинальные материалы.

По второму вопросу выступили **Самсонов Р.О., Пронин Е.Н., Стативко В.Л., Ерохов В.И., Фатеев В.Н., Лукшо В.А.** со следующими предложениями:

■ ввести новые актуальные рубрики, например, об истории развития газового двигателя, важнейших отраслевых проектах, определить ответственных за освещение этих тем на страницах журнала;

■ членам редколлегии активизировать работу с авторами, привлекать ученых, аспирантов ведущих высших учебных заведений и отраслевых институтов, а также опытных специалистов из различных компаний, фирм, предприятий, чаще выступать с интересными материалами по газомоторной тематике на страницах журнала;

■ рассмотреть возможность подготовки тематических выпусков («газовые двигатели», «газовые заправки»);

■ организовать творческие конкурсы среди авторов статей, публикуемых в журнале, на лучшую статью года;

■ организовать информационную поддержку журналом профильных конференций («Газ на транспорте 2010»).

По третьему вопросу выступили **Бриллиантов О.Ю., Самсонов Р.О., Якушев В.С.** с пояснениями об основных задачах издания журнала в процессе подготовки к включению в Перечень ВАК.

По четвертому вопросу выступили **Самсонов Р.О., Бриллиантов О.Ю., Лукшо В.А., Фатеев В.Н., Ерохов В.И.** с предложениями:

■ увеличить редакционный портфель статей путем составления годового плана поступления материалов от ведущих высших учебных заведений Москвы и профильных НИИ;

■ взять под контроль процесс вступления журнала в Перечень ВАК.

Постановили:

1. Членам редакционной коллегии обеспечить личное участие в качестве авторов статей в журнале.

2. Членам редколлегии, представляющим ФГУП ГНЦ «НАМИ», РНЦ «Курчатовский институт», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», МАДИ, МАМИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана составить план поступления научных статей в 2010 г. и представить его редколлегии.

3. Редакции журнала ввести новые рубрики.

4. Редакции журнала объявить конкурс в 2010 г. на «Лучшую статью года в журнале» среди авторов с вручением денежной премии. Итоги

подвести на заседании редколлегии в январе 2011 г.

5. Провести в 2010 г. одно из заседаний Газового клуба ООО «Газпром ВНИИГАЗ» с повесткой: Презентация журнала «Транспорт на альтернативном топливе».

6. Редакционной коллегии способствовать организационными мерами включению журнала «Транспорт на альтернативном топливе» в Перечень ВАК научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Уважаемые читатели!

Доводим до вашего сведения, что на основании решения Президиума Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки России от 19.02.2010 г. №6/6 журнал «Транспорт на альтернативном топливе» включен под № 1437 в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

В Санкт-Петербурге в 2012 году выйдет серия грузовиков на сжиженном газе

В Санкт-Петербурге к концу 2012 г. будет налажено серийное производство грузовиков с электрической трансмиссией, работающих на сжиженном газе. Об этом сообщил председатель совета директоров ЗАО «Яровит» Андрей Бирюков. По его словам, образец такого автомобиля будет продемонстрирован в конце текущего года. Участок под строительство производства грузовиков с электрической трансмиссией будет выделен в Рыбацком.

– Мы не изобретаем новые технологии, а улучшаем их, – отметил он, добавив, что топливом для новой модели автомобиля может служить как сжиженный природный газ, так и традиционный бензин. При этом, по словам бизнесмена, грузоподъемность такого грузовика будет достигать до

65 т, масса уменьшится, а мощность увеличится на 40%.

Также, подчеркнул Бирюков, грузовик будет значительно более экологически чистым, чем его «бензиновые» предшественники. Планируется, что минимальная стоимость нового грузового автомобиля составит от 8,8 тыс. евро. Информацию о возможности производства в Санкт-Петербурге легкового электромобиля Бирюков комментировать не стал.

– Классический автопром умрет навсегда, – заявил Бирюков. По его мнению, «двигатель внутреннего сгорания исчерпал себя», и на смену ему придут новые технологии автомобилестроения, основанные на использовании новых источников энергии. Бизнесмен уверен, что гибридные грузовики в состоянии составить

конкуренцию мировым автомобильным образцам. Кроме того, отметил Бирюков, такие гибридные автомобили – это «уникальный шанс России для увеличения продаж природного газа на внутреннем рынке».

Напомним, ранее сообщалось, что миллиардер Михаил Прохоров хочет наладить в России выпуск недорогого компактного электромобиля. Прохоров выступает инвестором, а организатором производства может стать петербургская группа «Яровит» (производитель тяжелых грузовиков), подконтрольная предпринимателю Андрею Бирюкову.

Завод «Яровит» начал работать в Санкт-Петербурге на базе Ленинградского металлического завода в начале 2005 г. В ноябре 2009 г. компания «Яровит-Моторс» получила разрешение на разработку проектной документации для строительства нового производства в Невском районе Санкт-Петербурга.

<http://www.regnum.ru/news/1254126.html>

Международный газовый союз: заседание исследовательской группы «Использование природного газа на транспорте», 1-4.02.2010 г., Осака (Япония)

Одна из крупнейших японских энергетических компаний «Осака газ» приняла с 1 по 4 февраля 2010 г. 5-й Рабочий комитет (РК 5) «Использование газа» Международного газового союза (МГС). Это было первое заседание комитета в начавшемся периоде с 2009 до 2012 г., когда в Куала-Лумпур (Малайзия) пройдет 25-я Мировая газовая конференция. В рамках общего заседания РК 5 состоялось заседание Исследовательской группы (ИГ) 5.3 «Использование природного газа на транспорте». Под российским председательством на своем первом заседании ИГ 5.3 рассмотрела итоги работы в предыдущем трехлетнем периоде (2006-2009 гг.) и обсудила планы на следующие три года.



Заседание Рабочего комитета 5

Приоритетные направления исследований в области использования природного газа в качестве моторного топлива в 2009-2012 гг. ИГ 5.3 определила следующие:

1. **Мониторинг и анализ развития мирового, региональных и национальных газомоторных рынков.** Необходимо продолжить сбор статистической информации о парке газобаллонных автомобилей,

объектах газозаправочной инфраструктуры, стоимости газового топлива, газобаллонного оборудования, газовых автомобилей, а также объемах спроса на газовые виды моторного топлива. Следует напомнить, что в сферу интересов ИГ 5.3 входят не только природный газ, но также биометан, авто-



Автомобиль «Дайхатсу» на КПГ

мобильный водород, топливные элементы и другие виды топлива и топливных технологий, в которых применяется газ.

2. Очень важным для развития мирового рынка природного газа для транспорта является **развитие газозаправочной инфраструктуры.** Необходимо дать убедительный ответ на главный вопрос, который стоит перед бизнесменами большинства стран мира: «Как сделать бизнес АГНКС прибыльным?»



Грузовик «Исузу» (3 т) на КПГ

Несмотря на динамичное развитие мирового рынка КПГ (рост мирового спроса на КПГ в 2009 г. по отношению к 2008 г. составил 15%), немногие страны добились того, чтобы их национальная сеть АГНКС стала прибыльной. Основываясь на лучшей мировой технологической, логистической, маркетинговой практике, ИГ 5.3 должна искать правильные ответы на наиболее острые вопросы: состав (качество) газа, единые требования к заправочным устройствам, допустимость применения переходников, применяемые платежные системы, заправочные устройства, нормы проектирования и строительства многотопливных комплексов, возможность осуществления заправки природным газом без участия оператора.



Автомобиль «Хонда Сивик» на КПГ

3. Третьим приоритетным направлением исследований назван **поиск синергии природного газа и биометана.** При этом МГС не намерен противопоставлять эти виды энергоносителей. Для многих стран мира производство биогаза, из которого и производят биометан, является одним из национальных приоритетов в области энергетики. Идея использования



Водородная автозаправка

возобновляемых неископаемых энергоносителей поддержана на всех уровнях международного сотрудничества. В Европе это видно наиболее ярко. Однако существует ряд серьезных технических и коммерческих проблем. В частности речь идет о составе биогаза и тех дополнительных затратах, которые необходимо понести, чтобы получить из него биометан.

4. По-прежнему актуально **изучение перспективных технологий** в области газового автомобиль- и двигателестроения, создания заправочного оборудования, сосудов высокого давления, технологической идентификации газобаллонных транспортных средств, гибридизации силовых установок, особенностей применения КПГ на двигателях с турбонаддувом и т.д.

5. Члены Исследовательской группы 5.3 рассмотрят **опыт эксплуатации крупных парков метановых транспортных средств**. Экономический, экологический, организационный эффект от массового перехода на метан в крупных автотранспортных предприятиях



Автобус на КПГ

существенно отличается от результатов метанизации автомобилей индивидуальных предпринимателей и мелкого бизнеса. Необходимо сосредоточиться не только на природном газе, но и на биометане.

6. Очень большой интерес продолжают вызывать **технологические, экономические и экологические особенности применения на транспорте метано-водородных смесей**. Определенный опыт уже наработан в России, Франции и некоторых других странах. Однако, насколько это известно, только Россия пошла по пути генерации водорода на борту транспортного средства и исключения его хранения на борту или заправочной станции.



Гибридный автобус

Япония стремится **избавиться от энергетической зависимости**, но пока вынуждена вести переговоры о наращивании объемов импорта нефти и газа, в том числе и из России. Страна восходящего солнца продолжает активно и щедро финансировать разработки и исследования в области энергоэффективности и энергосбережения. При этом государство вкладывает деньги во все направления, которые, как представляется сейчас, могут в будущем принести большие политические, социальные и экономические дивиденды. Биотопливо, ветряная, солнечная энергия, гибридные технологии,



Газовый ДВС

водород во всех его проявлениях и т.д. – все это находит финансирование, ученых, инженеров и, в результате, внедрение.

Применение газомоторного топлива – один из путей повышения экологической и экономической эффективности транспорта Японии. На улицах городов можно видеть метановые легковые автомобили, грузовики, автобусы. Есть несколько опытных водородных транспортно-заправочных комплексов. Проводятся испытания гибридных автобусов на метано-водородных топливных элементах.

Следующее заседание Рабочего комитета 5 запланировано на 3-4 мая 2010 г. в г. Опатия (Хорватия). А 5 мая там же состоится Международные «круглые столы», один из которых будет посвящен применению альтернативных и возобновляемых энергоносителей на



Многопливная АЗС с КПГ

транспорте. Примечательно, что участвовать в работе ИГ 5.3 может любая организация, даже не являющаяся членом МГС.

МЕТАИнфо

Мировая статистика перевода автотранспорта на КПГ по состоянию на декабрь 2009 г.

№	Страна	Парк ГБА общий	Парк АГНКС	Спрос на КПГ, млн. нм ³ /г.
1	Пакистан	2 250 100	3 000	2 025,09
2	Аргентина	1 793 449	1 835	2 650,92
3	Иран	1 638 284	981	2 124,00
4	Бразилия	1 614 404	1 769	1 975,20
5	Индия	700 000	500	624,00
6	Италия	587 577	732	588,00
7	Китай	500 000	1 339	450,00
8	Колумбия	296 261	458	540,00
9	Бангладеш	180 000	463	256,32
10	Таиланд	158 002	369	79,00
11	Боливия	122 812	128	315,36
12	Украина	120 000	224	552,00
13	Египет	110 100	119	406,80
14	Россия	103 000	235	321,48
15	Армения	101 352	275	342,00
16	США	100 000	816	660,00
17	Германия	77 000	835	129,12
18	Перу	73 839	77	98,16
19	Болгария	60 236	76	156,00
20	Узбекистан	47 000	43	51,00
21	Венесуэла	44 200	124	97,80
22	Малайзия	41 921	128	20,96
23	Япония	38 042	344	60,87
24	Южная Корея	24 358	157	980,16
25	Мьянма	22 821	37	11,41
26	Швеция	18 579	133	61,44
27	Франция	12 450	125	37,35
28	Канада	12140	101	36,42
29	Таджикистан	10 600	53	49,56
30	Чили	8 064	15	38,40
31	Швейцария	7 600	117	120,72
32	Киргизия	6 000	6	7,20
33	Белоруссия	5 500	25	36,00
34	Молдавия	5 000	14	12,00
35	Австрия	4 637	197	6,00
36	Сингапур	4 499	5	2,25
37	Тринидад и Тобаго	3 500	13	9,60
38	Турция	3 056	9	4,80

39	Мексика	3 037	8	0,24
40	Грузия	3 000	42	1,60
41	Австралия	2 825	47	8,48
42	Индонезия	2 550	9	1,28
43	Польша	2106	33	1,00
44	Нидерланды	2 032	51	1,00
45	Испания	1 863	42	42,24
46	Чехия	1 580	35	5,40
47	Словакия	564	7	9,00
48	Финляндия	542	13	5,88
49	Греция	520	2	–
50	Латвия	500	4	–
51	Португалия	407	5	–
52	Сербия	326	5	0,18
53	Норвегия	311	8	–
54	ОАЭ	305	2	–
55	Великобритания	294	33	4,80
56	Новая Зеландия	283	14	–
57	Люксембург	203	7	0,72
58	Бельгия	143	9	–
59	Литва	133	2	1,56
60	Хорватия	130	1	0,16
61	Алжир	125	3	–
62	Исландия	120	2	0,48
63	Лихтенштейн	101	3	–
64	Венгрия	72	4	1,44
65	Нигерия	60	2	–
66	Македония	50	1	0,24
67	Эквадор	40	1	–
68	Филиппины	36	3	–
69	Тунис	34	1	–
70	Панама	15	–	–
71	Босния и Герцеговина	7	3	–
72	Мозамбик	4	1	–
73	Тайвань	4	1	–
74	Эстония	4	1	–
75	Танзания	3	–	–
76	Вьетнам	2	1	–
77	Ирландия	2	1	–
78	Доминиканская Республика	1	1	–
79	Черногория	1	1	–
ВСЕГО		10890718	16277	16023,07

Оценка влияния ДМЭ в смеси с природным газом на работу ДВС с гомогенным самовоспламенением

С.В. Гусаков,

зав. кафедрой Российского университета дружбы народов (РУДН), профессор, д.т.н.,

Махмуд Мохамед Эльгобаши Эльхагар,

профессор Университета Бени-Суэйф (г. Бени-Суэйф, Египет), к.т.н.,

И.В. Епифанов,

ассистент кафедры РУДН, к.т.н.

В работе представлены результаты исследования влияния добавки диметилового эфира (ДМЭ) к метано-воздушной смеси на процесс горения в HCCI-двигателе. Вычислительный эксперимент проведен на двух моделях рабочего процесса в HCCI-двигателе. Одна из них – однозонная химико-кинетическая модель [1]. Другая математическая модель основана на базе формальной химической кинетики [2]. Результаты численного эксперимента опробованы на данных натурного эксперимента, представленного в работе [4].

Ключевые слова: ДВС, процесс с гомогенным самовоспламенением от сжатия, природный газ, ДМЭ, оксиды азота, вредные выбросы, «Евро-5», однозонное моделирование.

Estimation of DME additive to Natural Gas in HCCI process

S.V. Gusakov, Mahmoud Mohamed El-Ghobashy El-Hagar, I.V. Epifanov

The influence of dimethylether additive in methane-air mixture on the combustion process of HCCI engine is reported. Computational experiment has been conducted on two models of the working process of HCCI engine. One of them is a single-zone chemical-kinetic model [1] and the other is a mathematical model based on formal chemical kinetics [2]. The results of the numerical experiment are supported by data from full-scale experiment [4].

Keywords: ICE, HCCI, natural gas, DME, nitrogen oxides, harmful emissions, Euro 5, single-zone modelling

Непрерывное увеличение моторного парка приводит с одной стороны к неизбежному сокращению нефтяных ресурсов, с другой стороны – к ухудшению экологического состояния окружающей среды. Например, в крупных городах суммарный объем выбросов токсичных компонентов, приходящийся

на долю автотранспорта, составляет более 80% [9, 10]. Эти обстоятельства приводят к ужесточению требований по эксплуатации двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и поиску альтернативных энергоносителей.

Высокие топливно-экономические и экологические параметры имеет перспективный рабочий

процесс HCCI, с самовоспламенением в ДВС гомогенного заряда от сжатия. Началом самовоспламенения (моментом начала горения топлива относительно верхней мертвой точки) можно управлять, используя двухкомпонентное топливо, например, состоящее из природного газа и диметилэфира.

Диметилэфир получают вследствие реакции дегидратации метанола в присутствии катализатора. Разработаны схемы получения ДМЭ непосредственно перед его использованием на борту транспортного средства [7]. Равновесная реакция такого преобразования



Выход ДМЭ может достигать 75-85% при температурах 570-620K. Кроме того, ДМЭ получают из синтез-газа (смеси H_2 , CO и CO_2) путем частичного окисления природного газа или угля. При нормальных атмосферных условиях ДМЭ находится в газообразном состоянии, однако, при его сжатии до 0,5 МПа переходит в жидкое состояние. Стоимость ДМЭ, включая затраты на перевозку и хранение, колеблется в пределах 90-140% от стоимости дизельного топлива (ДТ) [8]. К недостаткам ДМЭ относят его высокую испаряемость, повышенный коэффициент сжимаемости (примерно в 2,5 раза больше, чем у ДТ) и малую смазывающую способность, для повышения которой приходится использовать присадки (например, лубризол), предохраняющие топливную систему от повышенного износа плунжерных пар.

Общей проблемой применения этого топлива при организации HCCI-процесса является слишком раннее самовоспламенение ДМЭ. Кроме того, из-за большой себестоимости производства и трудностей снабжения в настоящее время ДМЭ вряд ли получит широкое распространение в качестве моторного топлива. Выгоднее использовать его в качестве присадки к основному топливу

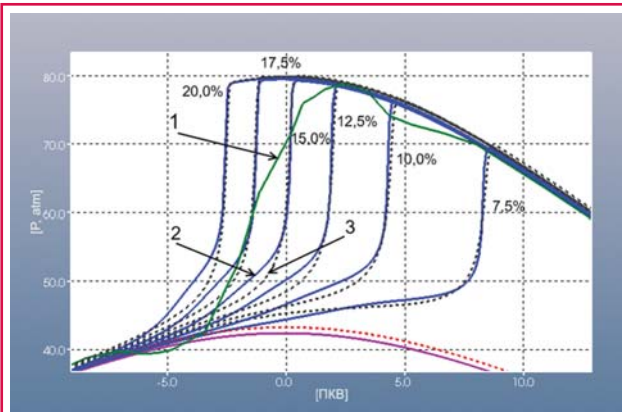


Рис. 1. Текущее давление в КС двигателя:
1 – эксперимент; 2 – расчет по однозонной ХК-модели с исходными условиями натуральных испытаний; 3 – расчет по математической модели на базе формальной ХК

(ПГ, ДТ и др.) с целью снижения его периода задержки воспламенения, так как у ДМЭ цетановое число достаточно высокое и составляет 55-60 ед.

Для выбора величины добавки ДМЭ к основному топливу (например, природному газу, состоящему в основном из метана) в целях улучшения характеристик самовоспламенения в HCCI-двигателе необходимо знать механизм реакций окисления топлива. Это, в частности, важно для того, чтобы понять механизм химического взаимодействия между добавкой ДМЭ и основным топливом, так как реакции могут протекать вопреки ожиданиям. Детальные и частично упрощенные механизмы реакций позволяют взглянуть на принцип взаимодействия радикалов и молекул топлива в процессе

горения. В этой связи были разработаны некоторые детальные механизмы реакций для некоторых, способствующих горению, присадок, например, для ДМЭ [3]. В однозонной ХК (химическая кинетика) модели применен детальный механизм окисления ДМЭ [6]. Результаты расчетов с применением данного механизма были сопоставлены с данными экспериментов на различных установках, в широком диапазоне температур, давлений и топливовоздушных соотношений. При этом было получено хорошее согласование между вычислениями и экспериментом. Добавление нами к этой модели механизма [5], учитывающего образование оксидов азота, позволило прогнозировать образование в HCCI-двигателе этого токсичного компонента.

активации и экспоненциальной зависимости скорости реакции от температуры, которая, в свою очередь, зависит как от количества выгоревшего топлива, так и от затрат энергии на изменение внутренней энергии смеси и продуктов сгорания, совершаемой работы и тепловых потерь.

На первом этапе исследований был опробован ХК-механизм однозонной ХК-модели и проведено сравнение с экспериментальными данными (рис. 1, зависимости 1 и 2) при топливно-воздушном соотношении $\phi = 1/\alpha = 0,33$, доле ДМЭ 0,15, начальной температуре $T_0 = 448$ К.

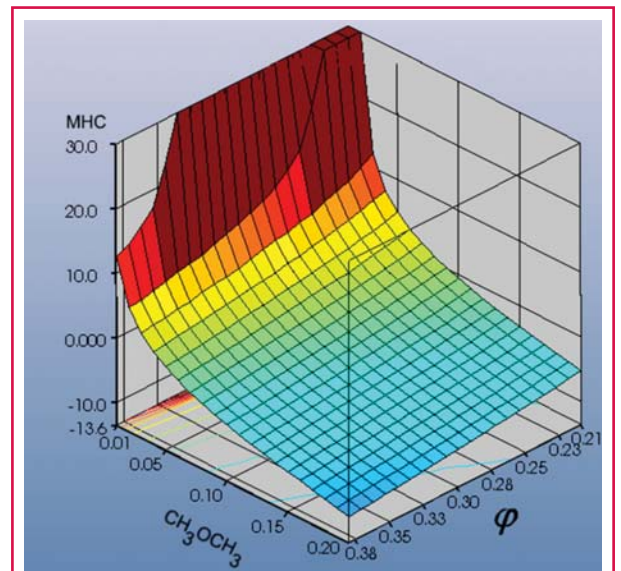


Рис. 3. Момент начала самовоспламенения в зависимости от топливно-воздушного соотношения (ϕ) и процентного содержания диметилэфира (CH_3OCH_3) в метане

на втором этапе исследований при моделировании рабочего процесса значение эффективной энергии активации выбиралось на основании совпадения момента начала самовоспламенения (MNC), получаемого посредством однозонной ХК-модели и математической модели на базе формальной ХК. Полученные значения E_a показаны на рис. 2 треугольниками.

Для проведения дальнейших расчетов использовался полином, отображающий зависимость энергии активации от доли ДМЭ в

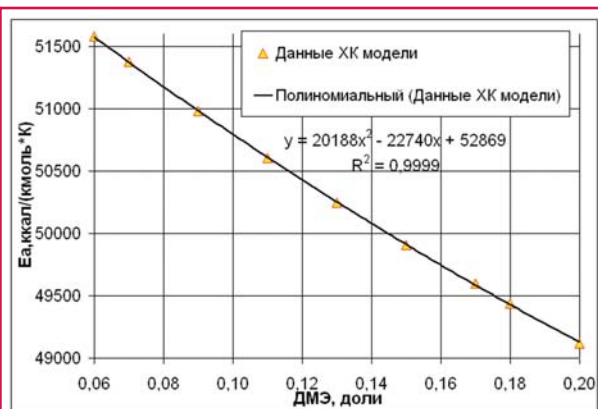


Рис. 2. Влияние доли ДМЭ на эффективную энергию активации

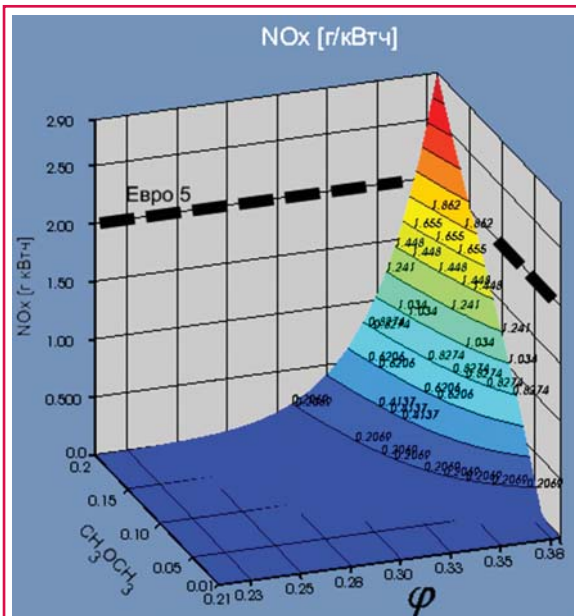


Рис. 4. Содержание NO_x в зависимости от топливно-воздушного соотношения (ϕ) и процентного содержания диметилэфира (CH_3OCH_3) в метане

основном топливе с аппроксимирующей достоверностью 0,9999, вида:

$$E_a = 52869 - 22740 \times ДМЭ + 20188 \times (ДМЭ)^2 \quad (1)$$

Несмотря на кажущуюся линейность зависимости, представленной на рис. 2, использование в расчетах уравнения регрессии первого порядка (с аппроксимирующей

достоверностью 0,998) приводит к существенному рассогласованию данных расчета и эксперимента.

На третьей стадии исследования полученные данные были использованы в расчетах с формальной кинетикой горения при изменении доли ДМЭ в диапазоне 0,075-0,200 с шагом 0,025. Как следует из результатов расчета, аппроксимирующая зависимость (1) позволяет оценить детального ХК-аппарата (рис. 1, сплошные

линии 2 – для однозонной ХК-модели, пунктирные линии 3 – для формальной кинетики).

С увеличением доли ДМЭ ожидаемый в НСЦИ-двигателе более ранний МНС подтверждается расчетом (рис. 3). С учетом того, что НСЦИ-двигатель чувствителен к качественному составу топливно-воздушного соотношения (ТВС), необходимо адекватное им управление. Его изменение оказывает

влияние на МНС, который может изменяться в пределах 20-30 град. ПКВ, что существенно влияет на содержание NO_x в отработавших газах (рис. 4), максимальные давления сгорания в цилиндре и индикаторный КПД (рис. 5).

Выбросы NO_x двигателя с НСЦИ-процессом в зависимости от состава ТВС для смеси $CH_4 + CH_3OCH_3$, рассчитанные по однозонному ХК-механизму, отображены на рис. 4. В результате

расчета установлено, что НСЦИ-двигатель по токсичности автомобильных выбросов удовлетворяет нормам «Евро-4» (до 3,5 г/кВт·ч) по NO_x .

Более строгие нормы по токсичности «Евро-5» (до 2,0 г/кВт·ч NO_x) допускают эксплуатацию НСЦИ-двигателя с ограничением по мощности, чего легко добиться изменением состава топлива, а именно – управлением составом ТВС и процентным содержанием ДМЭ.

Из рис. 5 следует, что путем выбора соответствующего соотношения между долями ДМЭ и метана в смеси можно получить максимальный индикаторный КПД в двигателе с НСЦИ-процессом. В данном случае это достигается при топливно-воздушном соотношении $\phi = 0,21$ и ДМЭ = 0,20. Однако высокая эффективность не залог низкого содержания NO_x в отработавших газах.

На рис. 6 представлен концентрационный предел горения (кривая 1), при приближении состава смеси к которому индикаторная мощность НСЦИ-двигателя резко падает до нуля (отсутствие самовоспламенения).

В результате расчета по представленным моделям и сравнения результатов расчетов с обработанными экспериментальными данными были сделаны следующие выводы:

1. Формальная кинетика горения позволяет быстрее выполнить оценку влияния состава смеси топлива на горение ТВС без применения громоздких детальных ХК-расчетов. В данном подходе изменение состава топлива имитировалось варьированием энергии активации. При этом было получено уравнение регрессии второго порядка (1), отражающее взаимосвязь энергии активации с процентным содержанием ДМЭ в топливе.

2. В результате объединения детального механизма окисления

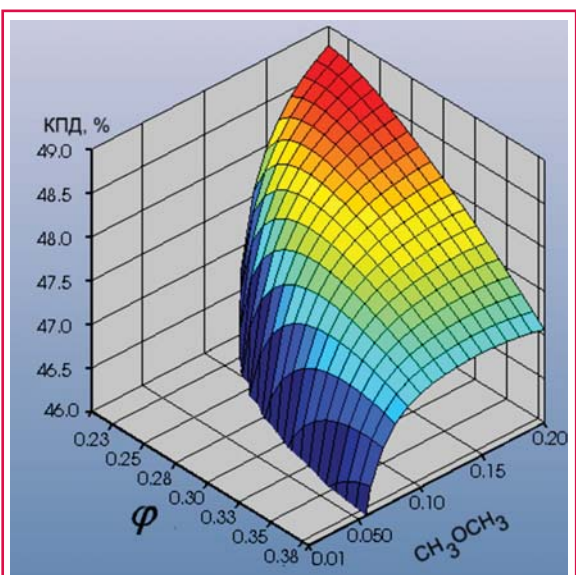


Рис. 5. Индикаторный КПД в зависимости от топливно-воздушного соотношения (ϕ) и процентного содержания диметилэфира (CH_3OCH_3) в метане

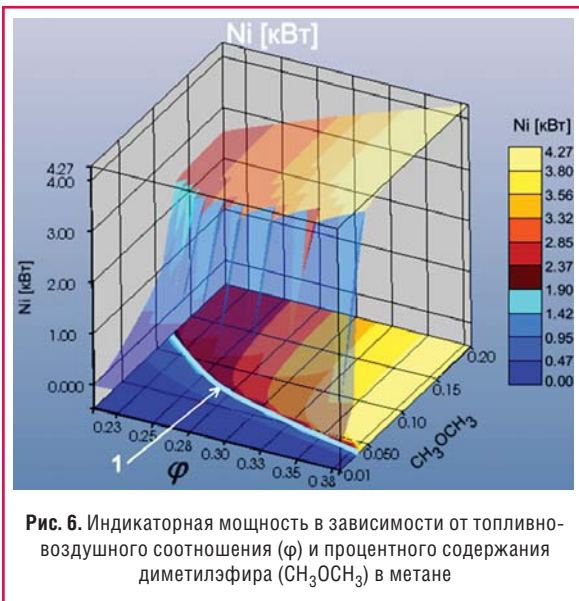


Рис. 6. Индикаторная мощность в зависимости от топливно-воздушного соотношения (ϕ) и процентного содержания диметилэфира (CH_3OCH_3) в метане

ДМЭ и механизма образования NO_x стало возможным оценивать выбросы NO_x в зависимости от состава ТВС (рис. 4).

3. Двигатель с HCCI-процессом может работать довольно в широком диапазоне нагрузок при изменении процентного содержания ДМЭ в исследуемом топливе. Выявлено, что изменение состава ТВС оказывает влияние на МНС в пределах 20-30 град. ПКВ (рис. 3). При этом обнаружено ограничение рабочего диапазона HCCI-двигателя «снизу» по

условию отсутствия самовоспламенения (см. рис. 6, зависимость 1).

4. Оптимизация состава ДМЭ в смеси топлива позволяет свести к минимуму выбросы NO_x при работе HCCI-двигателя на бедных ТВС (рис. 4). Для соблюдения норм токсичности «Евро-5» целесообразно эксплуатировать HCCI-двигатель с ограничением по мощности, что возможно за счет изме-

нения состава смеси топлива.

В дальнейшем однозонная химико-кинетическая и математическая (на базе формальной ХК) расчетные модели могут быть использованы для оптимизации состава смеси топлива, конструктивных и регулировочных параметров двигателя по критерию максимальной топливной экономичности при ограничении по максимальному давлению цикла и токсичности. Причем, последняя – без существенных затрат машинного времени.

Литература

1. Гусаков С.В., Епифанов И.В. Исследование HCCI-процесса с использованием нульмерной однозонной химико-кинетической модели горения. – Вестник РУДН, 2007 г. – 6 с.
2. Гусаков С.В., Махмуд М. Э.-Г. Э.-Х. Моделирование рабочего процесса поршневого двигателя с самовоспламенением гомогенного заряда. – Серия Автомобильный транспорт. Известия тульского государственного университета, ТулГУ, 2003 г. – С. 173-179.
3. Curran H., et al. The Reaction Kinetics of Dimethyl Ether. II: Low Temperature Oxidation in Flow Reactors. – Int. J. Chem. Kinet., Vol.30, 2000.
4. Flowers D.L. Combustion in HCCI Engines: Experiments and Detailed Chemical Kinetic Simulations. – LLNL univ., Thesis (Ph.D.), 2002. – 186 p.
5. Hori M., Matsunaga N., Marinov N. An experimental and kinetic calculation of the promotion conversion effect of hydrocarbons on the NO-NO2 in a flow reactor. – 27th Symp. (int.) on Combustion, 1998. – 8 p.
6. Kaiser E.W., Wallington T.J., Hurley M.D., Platz J., Curran H. J., Pitz W.J., and Westbrook C.K. Experimental and Modeling Study of Premixed Atmospheric-Pressure Dimethyl Ether-Air Flames. – Journal of Physical Chemistry, LLNL, 2000. – 39 p.
7. Karpuk M. E., et al. On Board Dimethyl Ether Generation to Assist Methanol Engine Cold Starting. – SAE-881678, 1988.
8. Verbeek R., et al. Global Assessment of Dimethyl-Ether: Comparison With Other Fuels. – SAE-971607, 1997.
9. Epifanov I.V., Gusakov S.V., Vallejo Maldonado P.R., Espinosa L.L. Use of natural gas-dimethyl ether mixture as fuel for HCCI process in internal combustion engines. Печ. «Chemical and petroleum engineering» and is distributed by Springer. Vol. 44, Nos. 9-10, September-october, 2008. – P. 510-513.
10. Епифанов И.В., Гусаков С.В., Вальехо Мальдонадо П.Р., Эспиноза Л.Л. Расчетное исследование применения смеси природного газа с диметилэфиром в качестве топлива при реализации HCCI-процесса в ДВС. Химическое и нефтегазовое машиностроение, 6, 2008. – 6 с.

Транспортный налог в регионах РФ

В Государственную Думу РФ поступил проект закона, в соответствии с которым транспортный налог будет включаться в цену на бензин. Согласно данному законопроекту, региональные власти самостоятельно будут устанавливать налоговую ставку в пределах 3-6%.

Стоит отметить, что величина ставки может варьироваться в зависимости от марки бензина и дизельного топлива. В данном случае, автомобили, использующие альтернативное топливо, полностью освобождаются от уплаты транспортного налога.

Согласно мнению главы организации «Свобода выбора», которая занимается защитой прав автомобилистов, Алексея Шумака, такой подход к сбору транспортного налога самый правильный. Ведь таким образом больше будет платить именно тот, кто больше ездит. Еще в июле 2009 г. похожий проект закона был подан на рассмотрение и на Украине. Новый закон, автором которого является депутат партии Юлии Тимошенко Александр Сочка, должен изменить сам принцип транспортного налогообложения. Ставка налога для владельцев ав-

тотранспорта, согласно законопроекту, должна зависеть не от объема двигателя, а от цен на бензин и другое топливо. Налоговая ставка в размере 6% считается вполне обоснованной.

С точки зрения профессиональных трейдеров Академии Masterforex-V, такое новшество может привести к спаду продаж легковых автомобилей. Многие из добросовестных плательщиков налогов задумаются – стоит ли покупать автомобиль и платить большие налоги. Это, в свою очередь, может отразиться на автомобильной промышленности и продажах легковых автомобилей в частности.

Причины повышенного расхода газового топлива в процессе эксплуатации автомобиля с электронной системой управления двигателем с искровым зажиганием

В.А. Шишков,

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

Рассмотрены причины повышенного расхода газового топлива в ДВС с искровым зажиганием с электронной системой управления в процессе калибровки и эксплуатации. Даны методы и рекомендации по снижению среднего расхода газового топлива, которые необходимо учитывать как в алгоритме управления ДВС, так и при калибровке коэффициентов расхода, коррекции угла опережения зажигания на различных режимах его работы.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, расход газового топлива, искровое зажигание, калибровка, алгоритм, электронная система управления.

The reasons of the increased charge of gas fuel while in service of automobile with an electronic control system of the engine with spark ignition

V.A. Shishkov

The reasons of the increased charge of gas fuel in the engine of internal combustion with spark ignition with an electronic control system are considered during calibration and operation. The methods and recommendations for decrease of the average charge of gas fuel are given which are necessary for taking into account both in algorithm of management the engine of internal combustion, and at calibration of factors of the charge, correction of a corner of an advancing of ignition on various modes of his work.

Keywords: an internal combustion engine, charge of gas fuel, spark ignition, calibration, algorithm, an electronic control system.

Введение

Расход топлива ДВС конкретного автомобиля – это функция следующих параметров:

а) автомобиля (масса, аэродинамическое сопротивление, наличие багажника или прицепа, наличие на-

весных аксессуаров, состояние поверхности кузова и т.д.);

б) трансмиссии и ходовой части (потери на трение в коробке передач и редукторе, сопротивление трения качению в подшипниках привода, рессоры и состояние износа протектора

колес, давление в колесах, наличие полного привода и т.д.);

в) ДВС (температурное состояние ДВС, степень изношенности шатунно-поршневой группы, режим работы, конструкция камеры сгорания, наличие наддува цилиндров, количество впускных и выпускных клапанов, степень сжатия и наполнения цилиндров газовой смеси, состав топливовоздушной смеси, вид и химический состав топлива, процесс подготовки топливовоздушной смеси (ТВС) и организация процессов горения, полнота сгорания ТВС, точность дозирования топлива и воздуха, точность измерения параметров ДВС с помощью датчиков, установленных на нем и кузове автомобиля, и т.д.);

г) внешних условий (атмосферного давления, температуры, влажности воздуха, высоты над уровнем моря, рельефа дороги на местности, направления и силы ветра, наличия осадков, состояния дорожного покрытия);

д) манеры вождения конкретного водителя и т.д.

Фактически для снижения расхода топлива необходимо проводить работы не только по совершенствованию ДВС, но и по всем системам автомобиля, то есть это комплексная задача для разработчика, изготовителя автомобиля и человека, его эксплуатирующего.

Задача данной работы заключается в определении возможности снижения расхода топлива при переходе с бензина на газовое топливо на бензиновых ДВС с электронной системой управления для современных норм токсичности отработавших газов, а также в выработке рекомендации по его снижению при настройке газобаллонного оборудования (ГБО) и при эксплуатации автомобиля.

Современные автомобили и двигатели удовлетворяют нормативным требованиям по токсичности отработавших газов «Евро-3» для России и «Евро-4» для Европейского союза. Для выполнения этих норм необходимо поддерживать состав

топливовоздушной смеси около $\alpha = 1$ на всех режимах работы, которые необходимы для проведения контрольного ездового цикла по токсичности отработавших газов (городской, загородный и смешанные ездовые циклы), указанного в нормативной документации. Это означает, что обеднение топливовоздушной смеси на этих режимах запрещено законодательством и смесь должна быть стехиометрического состава как на постоянных, так и на переменных режимах работы ДВС. С другой стороны состав топливовоздушной смеси на повышенных мощностных режимах законодательством не ограничен, то есть на этих режимах можно обеднить состав смеси и снизить расход газового топлива. Опасность чрезмерного обеднения на режимах максимальной мощности заключается в том, что резко увеличивается температура горения ТВС в камере сгорания, что, в свою очередь, увеличивает температуру выпускных клапанов, каталитического коллектора или нейтрализатора и может привести к их прогару. Обычно для защиты каталитического коллектора от прогара и снижения температуры отработавших газов на режимах максимальной мощности наоборот обогащают топливовоздушную смесь до $\alpha = 0,8-0,98$ в зависимости от нагрузки (расхода воздуха через ДВС), конструкции двигателя и системы его выпуска. Следовательно, получить достаточное обеднение смеси практически во всем диапазоне режимов ДВС не представляется возможным, то есть невозможно получить снижение расхода газа на автомобилях в соответствии с нормами «Евро-3» и выше в сравнении с карбюраторными автомобилями, соответствующими старым законодательным нормам.

На карбюраторных автомобилях можно было выполнять настройку подачи газового топлива на бедную смесь, обычно до $\alpha = 1,1-1,25$, что обеспечивало снижение расхода газового топлива во время эксплуатации автомобиля. Чрезмерное обеднение приводило к повышению температуры

горения топливовоздушной смеси, что в свою очередь вызывало перегревы, проседания и прогары выпускных клапанов ДВС.

Следовательно, для соответствия нормам токсичности отработавших газов от «Евро-3» и выше необходимо совершенствование конструкции ДВС и его систем, что позволит снизить расход газового топлива.

Следует различать мгновенный и средний расход топлива. Мгновенный расход топлива определяется за малый промежуток времени, выбранный производителем маршрутного компьютера, который может составлять от нескольких миллисекунд до 2-10 с. Мгновенный расход изменяется в широком диапазоне и зависит от объема и мощности ДВС, а также нагрузки в процессе движения автомобиля (для легковых автомобилей его диапазон обычно лежит в следующих пределах: для жидкого топлива от 0,5 до 50 л/100 км; для природного газа 0,4-40 м³/100 км). Средний расход топлива определяется за больший промежуток времени, который обычно лежит в диапазоне от нескольких минут до нескольких десятков минут. Если программное обеспечение бортового маршрутного компьютера корректно обрабатывает сигналы с электронного блока управления ДВС, то средний расход топлива должен соответствовать расходу по стандартным ездовым циклам (городскому, загородному и смешанному), значения которых обычно указаны в инструкции по эксплуатации конкретного автомобиля.

Почему расход газа в эксплуатации бывает большим?

1. Заправка газом, не соответствующим ГОСТу. В составе газа могут содержаться компоненты, которые снижают эффективность его горения и низшую теплоту сгорания (влага, газоконденсат, наличие тяжелых фракций углеводородов, не соответствующих стандарту на газовое топливо, механические примеси и т.д.). Возможно

несоответствие заправки летним или зимним газом климатическому периоду, особенно влияет на состав сжиженного углеводородного газа (СУГ) соотношение долей пропана и бутана. Для природного газа важно содержание метана и других углеводородов, так как с разных месторождений их отличие может составлять до 20%.

2. Коэффициент обучения при работе на газовом топливе не соответствует коэффициенту обучения при работе на бензине на всех или отдельных режимах работы ДВС, то есть от режима холостого хода до полной нагрузки он должен быть примерно одинаков. Соответствие можно проверить с помощью диагностического прибора при работе на бензине и газе, подключившись к электронному блоку управления ДВС через диагностическую колодку, или примерно оценить по показаниям сигнала с управляющего датчика кислорода в отработавших газах, который установлен до катколлектора или до нейтрализатора.

3. Большой разброс характеристик газовых форсунок. При снижении расхода на одной из газовых форсунок электронный блок управления ДВС по сигналу с датчика кислорода выдает команду на обогащение на форсунки нормально работающих цилиндров, что в сумме увеличивает расход газового топлива.

4. Пропуски воспламенения до 2%, так как при большем проценте пропусков воспламенения происходит отключение данного цилиндра [1], или высокая неполнота сгорания топлива при вялом процессе горения газовойоздушной смеси.

5. Не увеличен угол опережения зажигания при переходе с бензина на газовое топливо [2], что приводит к снижению полноты сгорания газовойоздушной смеси и соответствующему снижению мощности и крутящего момента ДВС, то есть для движения автомобиля с той же нагрузкой, что и при работе на бензине, потребуется увеличить режим работы двигателя, что, в свою очередь, приводит к возрастанию расхода газового топлива.

6. Снижение наполнения цилиндров воздухом из-за высокого значения объемного коэффициента стехиометрии при работе на газовом топливе в сравнении с бензином и неоптимального места установки штуцеров во впускном трубопроводе, соединенных с электромагнитными газовыми форсунками [3]. Влияние этих факторов аналогично описанному в п. 5.

7. Засорение воздушного фильтра (несвоевременная замена фильтрующего элемента или длительная эксплуатация автомобиля по дорогам без твердого покрытия), которое приводит к снижению наполнения цилиндров воздухом и увеличению расхода газового топлива для поддержания требуемого мощностного режима работы ДВС.

Все перечисленные пункты в сумме могут увеличить расход газового топлива в сравнении с бензином от 10 до 100%, при этом влияние всех факторов складывается арифметически:

$$G_z = G_t + \Delta G_s + \Delta G_k + \Delta G_f + \Delta G_v + \Delta G_z + \Delta G_\eta + \Delta G_{fe},$$

или с учетом вероятностного закона нормального распределения:

$$G_z = G_t + \sqrt{(\Delta G_s + \Delta G_k + \Delta G_f + \Delta G_v + \Delta G_z + \Delta G_\eta + \Delta G_{fe})^2},$$

где G_t – расход топлива при работе на бензине при исправности всех систем ДВС и автомобиля можно принять за 100%;

ΔG_s – увеличение расхода газового топлива из-за несоответствия его состава стандарту, например, от 0 до 20%;

ΔG_k – увеличение расхода топлива из-за значительного изменения коэффициента обучения при работе на газовом топливе в сравнении с бензином при неправильной настройке (калибровке) газовой системы может составлять от 0 до 40%;

ΔG_f – увеличение расхода топлива из-за значительного отклонения расхода газа через электромагнитные форсунки, для исправных настроенных форсунок допускается от 0 до 5%;

ΔG_v – увеличение расхода топлива из-за пропусков воспламенения от 0 до 2%;

ΔG_z – увеличение расхода топлива из-за неправильно установленного угла опережения зажигания при переходе с бензина на газ, может составлять от 0 до 10%;

ΔG_η – увеличение расхода топлива из-за снижения коэффициента наполнения цилиндров воздухом при работе на газовом топливе в сравнении с бензином, составляет от 10 до 15%;

ΔG_{fe} – увеличение расхода топлива из-за засорения фильтрующего элемента воздушного фильтра, зависит от степени увеличения перепада давления на фильтрующем элементе и может быть примерно в пределах от 0 до 10%.

Если учесть увеличение расхода топлива за счет внешних факторов, указанных выше, то он может максимально возрасти более чем на 100% или с учетом закона нормального распределения отклонений – на 49,54%. Поэтому вопрос по настройке газовой системы становится актуальным.

Как известно из эксплуатации автомобилей на пропан-бутане, литровый расход газа в сравнении с литровым расходом бензина выше примерно на 10-15% за счет ΔG_η в случае исправного ДВС и его систем, а также при использовании топлива соответствующего стандартам. В случае увеличения расхода более чем на 15% необходимо выполнить контрольные проверки ДВС и всех его систем или сменить место заправки газовым топливом.

Порядок поиска неисправности при повышенном расходе газового топлива

1. Выполнить тестовые поездки по определению расхода бензина. Если расход не соответствует заявленному заводом-изготовителем автомобиля, то необходимо выполнить соответствующие проверки и ремонт. Если расход на бензине соответствует, то начинается поиск неисправностей газобаллонного оборудования и в программе настройки газового электронного блока управления.

2. Проверить герметичность всех соединений трубопроводов

ГБО. В случае обнаружения утечек устранить их.

3. Проверить наличие загрязнений на фильтрующем элементе воздушного фильтра ДВС. При значительном загрязнении или установленном пробеге автомобиля заменить фильтрующий элемент.

4. Проверить уровень давления газа в рампе перед форсунками. В случае отличия от рекомендуемого диапазона давлений выполнить настройку (чистку, слив конденсата, замену газового фильтра) газового редуктора.

5. Проверить коэффициент обучения при работе на бензине и газовом топливе – он должен быть примерно одинаков (допускается отличие в зависимости от требований токсичности: для «Евро-3» примерно $\pm 2\%$, для «Евро-4» примерно $\pm 1\%$). Если отличие превышает эти значения, то необходимо выполнить калибровку коэффициентов газовой подачи, которую следует производить при отсутствии пропусков воспламенения.

6. С помощью диагностического прибора необходимо проверить наличие кода ошибки по пропуску воспламенения в бензиновом контроллере. При наличии этого кода произвести следующее:

■ выполнить диагностику системы зажигания (проверить величину высоковольтного напряжения на катушке или модуле зажигания, сопротивление высоковольтных проводов, искрообразование на свечах зажигания при рабочем давлении при сжатии газозоудной смеси);

■ проверить баланс (отличие между собой) и уровень расходов газовых форсунок в контрольных точках настройки (статический и динамический расход); в случае значительной разности расходов между форсунками или снижения уровня расхода относительно требуемого технической документацией выполнить чистку их внутренних полостей с последующей настройкой расходов в динамической точке.

7. Проверить давление в камерах сгорания с помощью манометра в процессе прокрутки стартером коленчатого вала. Давление во всех цилиндрах должно соответствовать диапазону, заданному заводом-изготовителем ДВС. При значительном снижении давления снижается мощность и крутящий момент, что в свою очередь приводит к значительному увеличению среднего расхода топлива как при работе на бензине, так и при работе на газе. При этом расход газового топлива может быть таким высоким, что практически теряется вся экономическая эффективность от перехода с бензина на газ. Как известно из практики, переоборудование на газовое топливо старых автомобилей с большим пробегом не дает существенной эффективности и часто приводит к обратному эффекту по экономической части. Одной из главных рекомендаций при переоборудовании автомобиля на газовое топливо является проверка исправности шатунно-поршневой группы двигателя по величине и разности компрессии в каждом цилиндре.

8. Сдать пробу газового топлива для анализа его характеристик на соответствие нормативной документации. При значительных отклонениях параметров газового топлива заметить его. На каждой газовой заправочной станции должен находиться результат лабораторного анализа состава топлива на соответствие ГОСТ или техническим условиям (ТУ), в которых указано количество в процентах каждого углеводородного соединения. Например, если содержание метана и углеводородов в природном газе составляет 80 или 99%, то мощность и крутящий момент ДВС будут ниже при их меньшем количестве, а средний расход газового топлива будет соответственно выше.

Состав природного газа на конкретной АГНКС зависит от месторождения, с которого подается на нее газ, и обычно по содержанию в нем углеводородов он мало изменяется с течением времени. Для сжиженного углево-

дородного газа состав пропана, бутана и других примесей полностью зависит от его производителя (наличия у него соответствующего оборудования, соблюдения технологического процесса при производстве, а также добросовестности выполнения ГОСТ или ТУ).

В периодической литературе часто поднимается вопрос относительно реализации топлив на заправочных станциях не в литрах или кубических метрах, а по их энергетической эффективности. В этом случае эффективность топлива будет оцениваться не в объемном количестве топлива на 100 км пробега автомобиля, а в энергетических единицах на это же количество километров. Оценить энергетическую эффективность газового топлива и соответственно его стоимость на конкретной заправочной станции можно по специальной методике по его химическому составу. Подобную методику может разработать любой проектный институт, связанный с конкретным транспортом и соответствующим видом топлива, и согласовать ее с государственными органами.

Методы оптимизации расхода газового топлива в зависимости от режима работы ДВС

Для снижения расхода газового топлива необходимо, чтобы коэффициент обучения при работе на бензине и газовом топливе был примерно одинаков во всем рабочем диапазоне режимов работы ДВС. Обычно коэффициент обучения в алгоритме управления ДВС представляется в виде дискретных значений для различных зон топливоподачи и режимов работы (обычно в алгоритме управления ДВС может содержаться от 3 до 6 и более зон для разных условий его работы). Дискретность не позволяет оптимально точно поддерживать стехиометрический состав газовой смеси даже в той зоне, для которой предназначен данный коэффициент обучения. Например, зона холостого хода ДВС может располагаться в диапазоне частоты враще-

ния коленчатого вала (КВ) от 700 до 2000 мин⁻¹, и коэффициент обучения для нее имеет одно значение, которое не оптимально на ее границах. На малых частотах вращения КВ он должен быть ниже, а на высоких ниже среднего значения или наоборот на малых частотах он должен быть выше, а на высоких ниже. Эти несоответствия приведут к увеличению среднего расхода газового топлива в том случае, если время работы на границах зоны будет наибольшим. Если коэффициент обучения при работе на газе больше чем на бензине, то это означает, что газоздушная смесь была бедная и с помощью коэффициента обучения она обогатилась, но не оптимально на краях зоны действия.

Аналогично происходит и при снижении значения коэффициента обучения, только в этом случае газоздушная смесь обедняется, но не оптимально на краях зоны действия данного коэффициента обучения. Обеспечение примерного равенства коэффициента обучения при работе на бензине и газе осуществляется соответствующим подбором коэффициентов газовой подачи форсунок в данной зоне работы ДВС. Оптимизация расхода газового топлива может составить от 1 до 3%.

Одним из направлений развития алгоритма управления ДВС является разработка алгоритма с динамическим коэффициентом обучения (применение нейронных цепей алгоритма обучения в процессе его эксплуатации) или увеличение количества его значений до 256 в зависимости от режима работы ДВС, например, введения трех таблиц его значений для экологического, экономического или мощностного режимов работы. Для применения нейронных цепей потребуется использование более мощных процессоров в электронных блоках управления ДВС. Это приведет к соответствующему удорожанию как самого блока управления, так и программного обеспечения и процесса доводки системы управления. В настоящее время это уже возможно осуществить.

Обычно для обеспечения максимальной мощности в контроллере управления ДВС выключается λ -регулирование, то есть выключается управление топливopодачей по сигналу управляющего датчика кислорода по обратной связи. Для обеспечения максимальной мощности газозвдушная смесь обогащается. Это обстоятельство частично можно использовать для получения низкого среднего расхода газового топлива путем отказа от обогащения газозвдушной смеси. В этом случае будет наблюдаться недобор требуемой мощности, но если автомобиль эксплуатируется не с полной нагрузкой, то на это можно согласиться. Необходимо не забывать, что чрезмерное обеднение газозвдушной смеси на максимальной мощности может привести к увеличению температур в камере сгорания ДВС и соответственно к возможному прогару выпускных клапанов или нейтрализующего элемента катколлектора или нейтрализатора. Снижение среднего расхода газового топлива в этом случае зависит от времени работы ДВС на максимальной мощности и может составлять от 3 до 10%. Одним из препятствий для реализации данного направления может явиться новое законодательство в области экологической безопасности, которое может ограничить состав топливовоздушной смеси на мощностных режимах работы ДВС в пределах единицы.

Кроме режимов максимальной мощности, можно незначительно снизить расход газа и при частотах вращения КВ двигателя выше 3000 мин⁻¹ (для различных моделей автомобилей это значение может лежать в диапазоне 2500-3500 мин⁻¹). Стандартный ездовой цикл при контроле токсичности отработавших газов под нормы «Евро-2-4» находится в диапазоне скоростей 0-120 км/ч, что для различных моделей автомобилей и двигателей соответствует частотам вращения коленчатого вала от 800 до 2500-3500 мин⁻¹. Это также можно учесть при настройке коэффициентов газовой подачи. Чрезмерное

обеднение на режимах более 2500-3500 мин⁻¹, но меньше максимальных мощностных, где еще работает λ -регулирование, может привести к обратному эффекту. Расход газового топлива возрастет за счет коррекции топливopодачи по сигналу датчика кислорода по обратной связи. То есть обеднять необходимо в узком диапазоне, когда коэффициент коррекции по обратной связи не начнет увеличивать газовую подачу. Правильная калибровка коэффициентов газовой подачи в данном случае позволит снизить средний расход газового топлива еще примерно на 1-2%.

Следующим путем снижения среднего расхода газового топлива является обеднение газозвдушной смеси во время прогрева ДВС [4]. Это время составляет от 0 до 300 с в зависимости от температуры окружающей среды и начальной температуры ДВС. В этот период времени идет прогрев катколлектора до рабочей температуры (выше 473-573K) и прогрев датчика кислорода. Режим управления по сигналу обратной связи с датчика кислорода в этот период не включен. Кроме этого, обеднение на режиме прогрева увеличивает температуру в камере сгорания, что в свою очередь ускоряет прогрев ДВС. Обеднение газозвдушной смеси при прогреве может снизить средний расход примерно на 1%.

Для получения минимального среднего значения расхода топлива при работе на газовом топливе необходимо корректировать угол опережения зажигания [2]. При этом повышается мощность и крутящий момент ДВС, то есть получаем более быстрый разгон автомобиля и меньшую частоту вращения КВ двигателя для поддержания установленного водителем скоростного стационарного режима движения. Оптимизация угла опережения зажигания при работе на газе может снизить средний расход газового топлива от 1 до 5%.

Для повышения наполнения цилиндров газозвдушной смесью необходимо стремиться к тому, чтобы температура газового топлива на

входе в форсунки находилась в диапазоне от 5 до 30°C. Это уменьшит объемную долю газового топлива в смеси, что в свою очередь увеличит количество всасываемого в цилиндр воздуха. Связанное с этим повышение мощности и крутящего момента действует на снижение среднего значения расхода топлива так же, как и в предыдущем пункте.

Важным моментом является диагностика состояния расходных характеристик электромагнитных газовых форсунок в процессе настройки и эксплуатации автомобиля. Как было сказано выше, изменение расходной характеристики одной или нескольких газовых форсунок приводит к увеличению расхода газового топлива. В этом случае необходимо внедрить в программу управления ДВС алгоритм диагностики газовых форсунок [5].

Следующим шагом по снижению расхода газового топлива является внедрение в программу управления ДВС алгоритма адаптации к различным химическим составам топлива [6]. В этом случае ДВС будет выдавать оптимальные характеристики по мощности и крутящему моменту при минимальном расходе газового топлива и минимальной токсичности отработавших газов при работе на газовом топливе из любого месторождения и не зависеть от его производителя.

Суммарное применение выше-названных приемов, которые не противоречат существующим законам и нормативам, снизит средний расход газового топлива от 1 до 26% и более.

Вопрос создания ДВС, работающего на бедных смесях с низким расходом газового топлива и с низкой токсичностью отработавших газов в соответствии с высокими международными нормами, остается открытым. В этом случае имеются три возможных пути развития ДВС. Во-первых, это работа ДВС на газозвдушной смеси, состоящей из свободных радикалов. При этом необходимо эффективное и экономичное устройство, позволяющее разложить топливовоздушную смесь на радикалы либо при такте впуска во

впускной системе двигателя, либо в самой камере сгорания при такте сжатия перед началом процесса воспламенения. Во-вторых, создание конструкции камеры сгорания ДВС, которая имеет две временно разделенные или неразделенные зоны. Например, первая зона имеет малый объем камеры сгорания со стехиометрическим составом газозвушной смеси для высокой полноты сгорания топлива и низкой токсичности отработавших газов. Вторая зона может содержать, например, только чистый сжатый воздух. Первая и вторая зоны объединяются после процесса сгорания, то есть должны в такте работать последовательно. В-третьих, работа ДВС на сверхбедных смесях газозвушной смеси при $\alpha = 2-2,6$ возможна только при низких механических потерях на трение во всех движущихся его частях. Такой ДВС должен иметь минимальный удельный вес и иметь высокую максимальную частоту вращения коленчатого вала для получения максимальной работы в единицу времени.

Заключение

1. Суммарное воздействие всех неблагоприятных факторов, приведенных выше, может увеличить расход газового топлива на 10-100%.
2. В данной работе показан алгоритм поиска неисправности при

повышенном расходе газового топлива.

3. Описаны основы алгоритма оптимизации расхода газового топлива в зависимости от режима работы ДВС, которые позволяют снизить его среднее значение примерно от 1 до 26% и более.

Литература

1. **Шишков В.А.** Работа системы управления ДВС с искровым зажиганием на газовом топливе при пропусках воспламенения. – Транспорт на альтернативном топливе, № 4, 2009 (10). – С. 14-21.
2. **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, № 3, 2008. – С. 20-23.
3. **Шишков В.А.** Минимизация потерь мощности и крутящего момента двигателя с электронной системой управления при работе на сжатом природном газе. Сборник материалов международной НТК, 17-19 ноября 2005 г., НГТУ. – С. 214-216.
4. **Шишков В.А.** Особенности пуска ДВС с искровым зажиганием на газовом топливе. – Транспорт на альтернативном топливе, № 6 (12), 2009. – С. 26-33.
5. **Шишков В.А.** Алгоритм управления и диагностики состояния электромагнитных газовых форсунок ДВС с искровым зажиганием. – АГЗК+АТ, № 6 (30), 2006. – С. 46-48.
6. **Шишков В.А.** Алгоритм адаптации электронной системы управления ДВС к различным химическим составам газового топлива. – Транспорт на альтернативном топливе, № 1, 2008. – С. 30-35.

Комплексы оборудования для АГЭС и ГЭС

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

Модульные АГЭС

Насосные агрегаты повышенной производительности серии FAS NZ

Резервуары для СУГ

Высококачественное оборудование для сжиженного углеводородного газа

Узнайте подробнее по телефонам

(495) 647 0577 • (812) 335 4950 • (831) 456 4727 • (383) 201 1230

FAS Flüssiggas-Anlagen

www.fas.su

Экономическая эффективность использования КПГ как моторного топлива на транспортных средствах с дизельными силовыми установками

В.А. Лукшо,

заведующий отделом ФГУП НАМИ, и.о. директора ЗАО «Автосистема», к.т.н.,

М.В. Миронов,

зав. лабораторией ФГУП НАМИ, технический директор ЗАО «Автосистема»

Рассмотрены пути использования сжатого природного газа (КПГ) на автотранспортных средствах (АТС) с дизельными двигателями. Проведена оценка экономической эффективности использования КПГ как топлива на АТС, использующих в качестве силовой установки дизельные, газовые и газодизельные двигатели. Представлены сравнительные характеристики двигателей, работающих на различных видах топлива.

Ключевые слова: альтернативные топлива, газодизельные двигатели, эффективный расход топлива, двухтопливные системы, экономическая эффективность.

About economic efficiency of use of natural gas, as motor fuel on vehicles with diesel power-plants

V.A. Luksho, M.V. Mironov

Ways of use of the compressed natural gas (CNG) on vehicles with diesel engines are considered. Calculations of economic efficiency of use CNG, as fuel on motor transport, with gas engines, dual-fuel engines and diesel engines. Comparative characteristics of the engines working on various kinds of fuel are submitted.

Keywords: Alternative fuel, dual-fuel engines, the effective charge of fuel, two-fuel systems, economic efficiency.

Горючие газы на сегодняшний день – наиболее дешевое и эффективное топливо для двигателей внутреннего сгорания (ДВС), рациональное использование которого обеспечит получение положительных результатов как в части улучшения экологических показателей работы ДВС, так и в области снижения себестоимости работ, выполняемых автотранспортными средствами, оснащенными ДВС.

В табл. 1 представлены характерные физико-химические свойства часто встречающихся моторных топлив.

Природный газ используется как в двигателях с принудительным воспламенением (цикл Отто), так и в двигателях с воспламенением от сжатия (цикл Дизеля).

Использование КПГ в двигателях с искровым зажиганием как полноценная замена бензина – обоснованное решение, широко реализуемое на

практике в различных конструктивных вариантах, и в своей основе имеет достаточно изученные и отработанные технические решения. Более сложным, но более заманчивым направлением является использование КПГ, как топлива, в дизельных двигателях.

Анализ данных табл. 1 показывает, что среди газовых топлив КПГ является наиболее подходящим топливом для использования в дизельных ДВС. Температура самовоспламенения, цетановое число природного газа резко отличаются от аналогичных параметров дизельного топлива. Поэтому на газообразных топливах, имеющих малый в сравнении с дизтопливом молекулярный вес, организовать процесс подготовки смеси, воспламенения и сгорания так же, как и на тяжелом жидком топливе, затруднительно. Даже при высоких степенях сжатия в дизельных двигателях невозможно достичь надежного самовоспламенения, так как период запаздывания воспламенения значительно возрастает. А увеличение степени сжатия для создания требуемых условий самовоспламенения КПГ связано с серьезными конструктивными доработками двигателя и сопряжено с повышением механической и термической нагрузки двигателя.

Как известно, существуют два способа перевода дизельного двигателя для работы на КПГ:

- конвертация дизеля в газовый двигатель с искровым зажиганием, работающий по циклу Отто, с естественными потерями ряда положительных свойств цикла Дизеля;
- работа на газообразном и жидком топливах одновременно по так называемому двухтопливному (газодизельному) циклу.

Конвертация дизеля в газовый двигатель с искровым зажиганием предусматривает установку системы зажигания, изменение конструкции головки блока цилиндров и уменьшение степени сжатия, зависящей для данного двигателя от особенностей его конструкции и рабочего процесса газового двигателя.

При создании газовых модификаций двигателей должны быть выполнены следующие условия:

Таблица 1

Наименование топлива	Температура самовоспламенения, °С		Октановое число	Цетановое число	Теплотворная способность		Удельная масса	
	P=0,1 МПа	P=3 МПа			ккал\кг	ккал\м³	кг\л	кг\м³
Дизтопливо	340-355	205	15	50	10200		0,87	
Керосин	390-435	210			10300		0,83	
Бензин	470-530	275	90	26	10500		0,72	
Метан	650-750	470	110-120		13250	8087		0,717
Этан	530-550	350	100-105		12350	14492	0,446	1,288
Пропан	500-540	320	95-100	4	12000	21022	0,51	1,917
Бутан	480-530	230	85-95	5	11800	27400	0,584	2,46
Водород	550-605	500	66			2443	0,546	2,188

■ модельный ряд газовых модификаций двигателей должен обеспечивать потребность в автотранспортных средствах широкого назначения – грузовые автомобили (тягачи, бортовые), техника для коммунальных и специальных целей, автобусы различных классов, а также потребность в стационарных силовых установках;

■ разрабатываемые технические решения по конвертации двигателей должны обеспечивать максимальную унификацию газовых двигателей с базовыми дизельными модификациями;

■ разрабатываемые системы управления и комплектующие систем питания должны предусматривать выпуск широкого ассортимента блоков управления, датчиков и исполнительных механизмов, построенных на единой элементной базе и использующих единую систему диагностики.

При отсутствии серийного производства стоимость газовых модификаций двигателей достаточно высока. Сегодня на рынке газовые двигатели на 25-60% дороже своих дизельных аналогов. При этом надо иметь в виду, что когда двигатель переоборудуется на газовое топливо, вернуться

к использованию дизельного топлива не представляется возможным.

Существенным недостатком чисто газовых двигателей на сегодняшний день в условиях отсутствия широкой сети заправочных станций является также то, что транспортное средство, использующее в качестве силовой установки конвертированный на КПГ дизель, имеет ограниченный радиус действия. Для увеличения пробега АТС должно иметь на борту большое количество газовых емкостей, что является лишним балластным грузом и причиной заметного удорожания системы питания. В данной работе не рассматривается система питания, использующая в качестве моторного топлива сжиженный природный газ (СПГ) по причине отсутствия его широкого применения.

При использовании двухтопливной системы питания в дизельных двигателях существенным преимуществом является то, что нет необходимости проводить доработку двигателя. К преимуществам можно отнести и простоту перехода с одного вида рабочего процесса (газодизельного) на другой (дизельный) и наоборот.

Современные системы управления позволяют проводить эту операцию без остановки двигателя и даже во время движения автомобиля. В условиях отсутствия широкой сети газовых заправочных станций это преимущество двигателя с универсальной двухтопливной системой становится если не решающим, то весьма значимым.

К недостаткам газодизеля можно отнести то, что исключить полностью использование жидкого нефтяного топлива не удастся, а величина его замещения КПГ в значительной степени зависит от нагрузки на двигатель. Чем меньше нагрузка, тем меньше замещение дизтоплива газом. Но использование двухтопливного газодизельного цикла, как будет показано ниже, способствует достижению максимальной эффективности использования КПГ в качестве топлива.

Как известно, выполнение любой задачи направлено на достижение определенной цели. Эту истину в полной мере можно отнести и к задаче использования альтернативных топлив на автомобильном транспорте. Не секрет, что при достаточных ресурсах

Таблица 2

Тип автотранспортного средства	Тип силовой установки	Стоимость оборудования, тыс. руб.	Стоимость баллонов, тыс. руб.	Стоимость доработки ДВС, тыс. руб.	Стоимость работ по монтажу оборудования, тыс. руб.	Величина затрат (удорожание в сравнении с базовым вариантом), тыс. руб.
ЛиАЗ-5256	Газодизель	95	80	10	30	215
КамАЗ-65116		95	80	10	25	210
ЛиАЗ-62127	Газовый ДВС					800**
КамАЗ-65116						576*

* – разница в стоимости базового автомобиля КамАЗ-65116 с дизельным двигателем и этого же автомобиля с газовым двигателем по данным официальных дилеров ОАО «КамАЗ», ООО «РаритЭК» и ООО «АвтоКАМ».

** – разница в стоимости автобуса ЛиАЗ-5256 с дизельным двигателем и автобуса ЛиАЗ-62127 с газовым двигателем КамАЗ.

природного газа и развитой сети газопроводов на фоне снижения запасов нефти, а главное с ростом цен на нефтепродукты, основным мотивом перевода транспорта на природный газ является экономика.

Проведем сравнительную оценку экономической эффективности двух вариантов использования газового топлива в дизельных двигателях. Для этого рассмотрим затраты на переоборудование автобуса ЛиАЗ-62127, оснащенного газовым двигателем КамАЗ, автобуса ЛиАЗ-5256 с газодизельным двигателем КамАЗ, а также автомобили КамАЗ-65116 с базовым дизелем и автомобиль КамАЗ-65116 с двигателем, работающим на КПГ.

В табл. 2 представлены затраты на переоборудование автомобильной техники на КПГ с возможностью пробега до 400 км на одной заправке.

Из табл. 2 видно, что затраты на переоборудование автомобильной техники для работы по газодизельному циклу значительно ниже товарной наценки на АТС, оснащенного газовым силовым агрегатом, относительно базовой версии с дизельным двигателем.

Учитывая столь серьезные затраты на конвертацию дизеля в газовый и на переоборудование в газодизель, попробуем разобраться, что можно ожидать от двух вариантов перевода дизеля на природный газ относительно топливной экономичности таких двигателей, а точнее – снижения затрат на топливо в условиях эксплуатации.

Основным отличием, с точки зрения рабочих процессов этих двигателей, будет разница в величине степени сжатия. В связи с этим следует рассмотреть влияние степени сжатия на топливную экономичность двигателей, работающих по циклу Отто, по циклу Дизеля и по газодизельному циклу. Топливная экономичность связана с эффективным КПД известной зависимостью

$$\eta_e = \frac{3600}{H_u \eta_e},$$

где η_e – эффективный КПД; H_u – низшая теплота сгорания топлива.

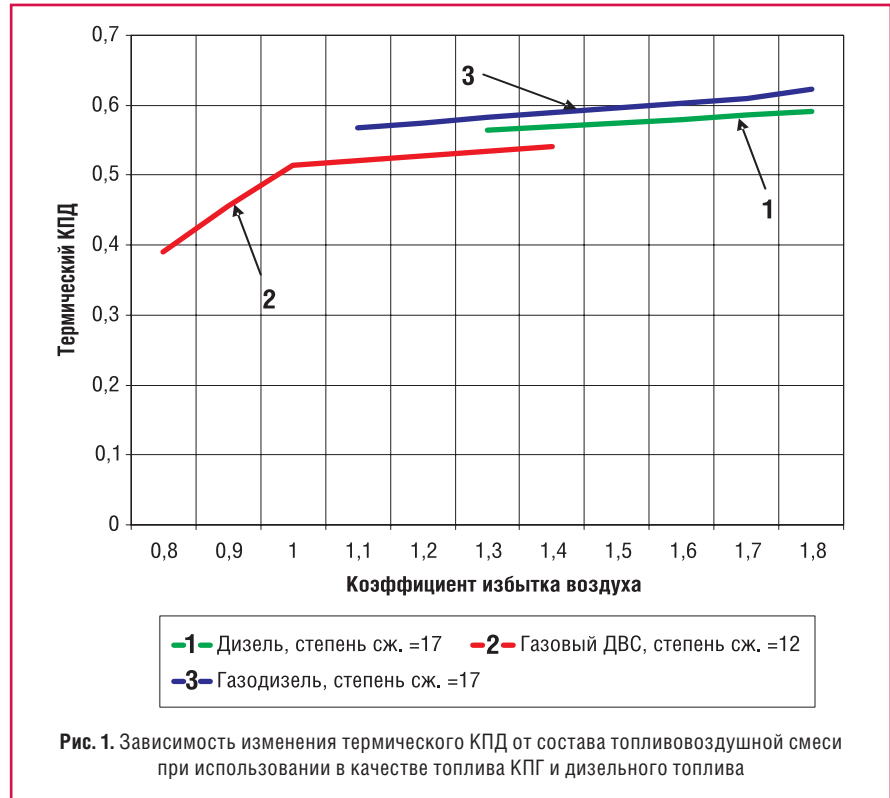


Рис. 1. Зависимость изменения термического КПД от состава топливовоздушной смеси при использовании в качестве топлива КПГ и дизельного топлива

Эффективный КПД в свою очередь определяется произведением индикаторного и механического КПД

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m.$$

Индикаторный КПД можно представить следующей зависимостью

$$\eta_i = \eta_t \cdot \eta_g,$$

где: η_t – термический КПД; η_g – относительный КПД.

Относительный КПД определяет степень совершенства реального рабочего процесса относительно термического КПД, поэтому его иногда называют коэффициентом совершенства реального рабочего процесса. Не будем пока рассматривать влияние механического и относительного КПД на эффективные показатели рабочих процессов ДВС. Для целей настоящей работы интерес представляет рассмотрение именно термического КПД для двигателей, работающих по трем циклам – циклу Отто (газовый двигатель с искровым зажиганием), циклу Дизеля и газодизельному циклу.

В теории двигателей при рассмотрении идеального цикла принято считать, что термический КПД такого

цикла не зависит от вида топлива и определяется известной зависимостью

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\epsilon^{k-1}}.$$

Однако при рассмотрении теоретического цикла с реальным рабочим телом η_t уже будет зависеть от свойств рабочего тела. Как показано в работах Б.С. Стечкина, КПД теоретического цикла с реальным рабочим телом от вида топлива зависит мало и определяется только степенью сжатия и составом топливовоздушной смеси

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\epsilon^A}.$$

Для дизтоплива значения показателя степени А:

- для $\alpha \leq 1,0$ показатель $A = 0,43 \alpha - 0,15$;
- для α от 1 до 1,8 показатель $A = 0,236 + 0,044 \alpha$;
- для α от 1,8 до 3,4 показатель $A = 0,295 + 0,0113 \alpha$.

Справедливость этого утверждения доказана только для жидких нефтяных топлив с высокой молекулярной массой. Как показали расчеты, при использовании топлив, отличных по теплофизическим свойствам

от дизтоплива и бензинов, следует учитывать изменение теплоемкости рабочего тела после сгорания и на линии расширения, что должно сказаться и на изменении термического КПД.

Опустив для простоты изложения промежуточные расчеты, отметим, что в случае использования в качестве топлива КПГ значения показателя степени A можно принять в следующем диапазоне значений:

- для $\alpha \leq 1,0$ показатель $A = 0,455\alpha - 0,165$;

- для α от 1 до 1,8 показатель $A = 0,23 + 0,06\alpha$.

Зависимость изменения термического КПД от состава топливовоздушной смеси при использовании КПГ и дизельного топлива показана на рис. 1.

Отметим три важных особенности.

- первая – конвертация дизеля в искровой двигатель, работающий на КПГ, со степенью сжатия 12 приведет к снижению на номинальных режимах термического КПД такого двигателя в сравнении с дизелем на 17-20%;

- вторая – газодизельный двигатель будет иметь термический КПД на 5-6% выше в сравнении с дизельным аналогом при одинаковых составах топливовоздушной смеси при сохранении степени сжатия на уровне базового дизеля;

- третья – в целом, сравнивая двигатель с искровым зажиганием при оптимальных для КПГ степенях сжатия с газодизелем, разница в термическом КПД составляет уже около 25%, что немало.

При этом следует отметить, что речь идет не об эффективном КПД и даже не об индикаторном, а о термическом КПД на номинальном режиме. То есть на практике на режимах полных нагрузок следует ожидать еще большей разницы в топливной экономичности между газодизелем и двигателем, работающим по циклу Отто. А что будет происходить на режимах средних и малых нагрузок, покажем ниже.

В НАМИ были проведены работы по конвертации в чисто газовые модификации четырех дизельных шестцилиндровых двигателей рабочим

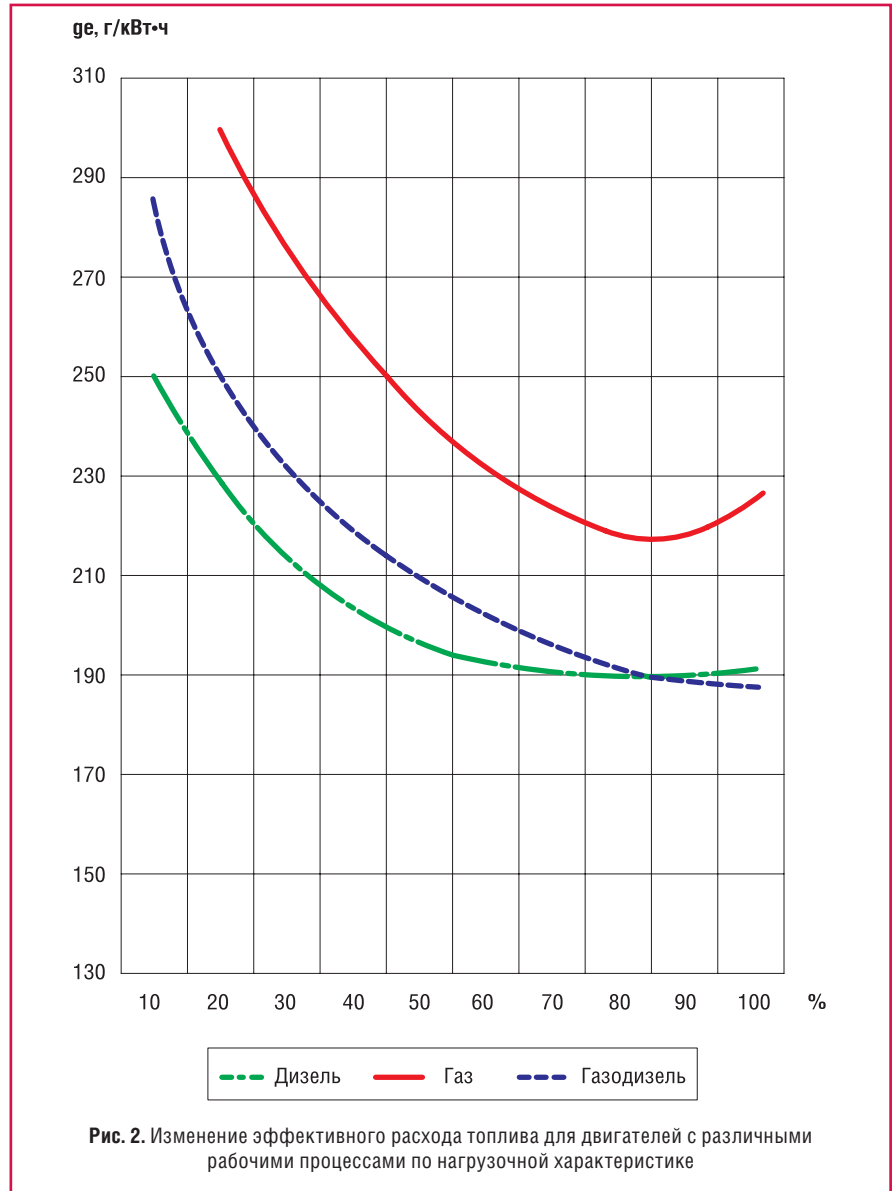


Рис. 2. Изменение эффективного расхода топлива для двигателей с различными рабочими процессами по нагрузочной характеристике

объемом 11-12 л разных производителей (двух рядных и двух V-образных). Широкая гамма отечественных и зарубежных четырех-, шести-, восьми- и 12-цилиндровых V-образных и рядных двигателей была переоборудована в газодизели. Результаты испытаний этих двигателей позволили в полной мере подтвердить приведенный выше расчетный анализ.

На рис. 2 представлены результаты испытаний, проведенных с целью оценки экономической эффективности одного из этих двигателей, работающих по различным циклам. Характер этих зависимостей идентичен для различных, испытанных авторами, двигателей. Проведенные исследования показали, что эффективный

расход топлива (ge) ДВС, работающего по циклу Отто, существенно выше, чем (ge) двигателя, работающего по циклу Дизеля или газодизельному циклу, особенно на режимах малых и средних нагрузок. Это вполне соответствует теории рабочих процессов двигателей. Понятно и улучшение топливной экономичности газодизеля на полной нагрузке с учетом характера изменения кривой η на рис. 1.

Принимая во внимание то, что вопрос рассматривается не столько с точки зрения эффективности рабочего процесса, сколько с точки зрения экономической целесообразности выбора того или иного варианта перевода дизеля на природный газ, представим

Таблица 3

Тип автотранспортного средства	Тип силовой установки	Средние расходы топлива на 100 км пробега	
		Дизельное топливо (л)	КПГ (м³)
КамАЗ-65116	Дизель	42	
КамАЗ-65116	Газовый		57
КамАЗ-65116	Газодизель	12*/21**	30*/21**
ЛиАЗ-5256	Дизель	45	
ЛиАЗ-62127	Газовый		77,4
ЛиАЗ-62127	Газодизель	13*/25**	32*/20**

* – эксплуатация техники по междугородным маршрутам;
 ** – эксплуатация техники по внутригородским маршрутам.

Таблица 4

Наименование	Тип АТС	Дизельный ДВС	Газовый ДВС	Газодизельный ДВС			
				Междугородный маршрут		Внутригородской маршрут	
				Дизтопливо	КПГ	Дизтопливо	КПГ
Расход топлива, л/м³	КамАЗ	42	57	12	30	21	21
	ЛиАЗ	45	77,4	13	32	25	20
Затраты, руб.	КамАЗ	924	513	534		651	
	ЛиАЗ	990	696,6	574		730	

нагрузочную характеристику двигателя в несколько ином виде. Пересчитаем удельные эффективные показатели трех двигателей из размерности «г/кВт·ч» в размерность «руб./кВт·ч». Полученные результаты представлены на рис. 3.

Эффективность газового и газодизельного двигателя, выраженная в денежном эквиваленте, практически одинакова. Газодизель серьезно

проигрывает только на режимах малых нагрузок, приближаясь к эффективности базового дизеля, а на нагрузках в диапазоне до 7% даже хуже дизельного, тогда как на нагрузках, близких к номиналу, газодизель показывает наилучшие результаты. Этот факт и определяет нишу наиболее рационального применения газодизеля – АТС, работающие преимущественно с большими нагрузками.

Рассмотрим теперь, что происходит с топливной экономичностью автомобилей, оснащенных тремя вариантами двигателей в условиях рядовой эксплуатации.

В табл. 3 представлены сравнительные данные по усредненным эксплуатационным расходам топлива автомобилей и автобусов, силовые установки которых имеют различные рабочие процессы.

Прямые затраты на топливо на 100 км пробега для автомобилей КамАЗ-65116 и автобусов ЛиАЗ, работающих на различных видах топлива, представлены в табл. 4, где приняты следующие цены:

- дизельное топливо – 22 руб./л;
- КПГ – 9 руб./м³.

Поясним, что автомобиль КамАЗ с газовым двигателем эксплуатировался в основном на междугородных маршрутах, а автобус ЛиАЗ – на городских. С учетом результатов, приведенных на рис. 3, становится понятной существенная разница (около 30%) в затратах на топливо между автомобилем (513 руб./100 км) и автобусом (696,6 руб./100 км) с газовыми двигателями. Та же разница в 30% получена и при оценке стоимости (кВт·ч) энергии в газовом двигателе при сравнении этого параметра на нагрузках 75 и 25%. Тогда как разница в затратах на

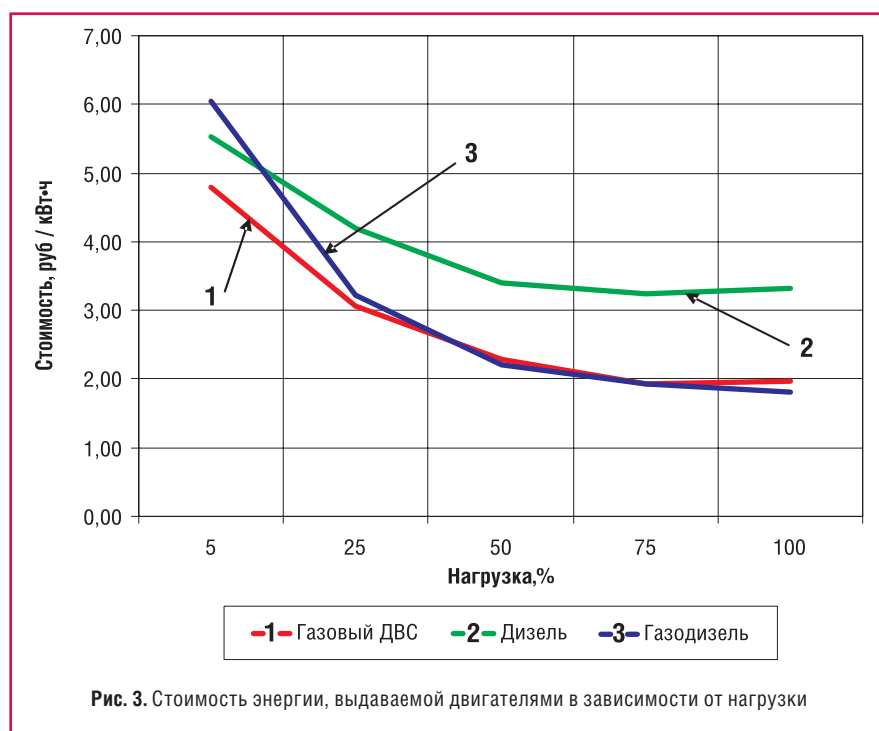


Рис. 3. Стоимость энергии, выдаваемой двигателями в зависимости от нагрузки

единицу пробега (см. табл. 4) и в стоимости кВт·ч (см. рис. 3) для сходных нагрузок у дизеля составляет не более 20%.

В связи с этим для газодизеля приведены в табл. 4 данные по стоимости затрат, полученных в процессе эксплуатации АТС на различных режимах работы – на междугородных и внутригородских рейсах. И здесь разница еще более ощутима. Разница в стоимости единицы пробега и стоимости кВт·ч на нагрузках 25% и 75% может достигать уже 35%.

Ухудшение топливной экономичности на режимах малых нагрузок двигателей с искровым зажиганием явление известное. Известны и способы улучшения топливной экономичности на этих режимах, включая достаточно сложные (регулирование рабочего объема и степени сжатия) и самые простые, такие как изменение алгоритмов работы коробки передач. Изучены и способы улучшения топливной экономичности газодизельного процесса.

Отметим, что безусловным лидером по снижению финансовых затрат на единицу пробега автомобиля все же остается чисто газовый двигатель. Газодизель также имеет все шансы занять свое место на рынке. И тот и другой двигатели весьма эффективно работают на средних и больших нагрузках. На малых нагрузках газодизель проигрывает газовому двигателю. Во всех случаях финансовые затраты в рублевом эквиваленте на топливо на единицу пробега автомобиля у газового и газодизельного двигателей меньше, чем у дизельного. Однако высокая эффективность газового двигателя требует определенных финансовых затрат (табл. 2).

После оценки топливной экономичности этих двигателей рассмотрим окупаемость затрат. В табл. 5 представлены данные по срокам

окупаемости затрат на приобретение газобаллонной техники, рассчитанные по формуле

$$\tau = \frac{A}{B - C} 100,$$

где: τ – период окупаемости затрат; A – затраты на переоборудование автобуса; B – затраты на дизельное топливо на 100 км пробега; C – затраты на топливо при работе с применением КПГ на 100 км пробега.

Для удобства восприятия сроки окупаемости выражены в виде величины пробега АТС, за который окупаются первоначальные финансовые затраты.

Представленные данные по окупаемости затрат очевидны в свете изложенных выше расчетов и фактических данных и не требуют комментариев. Хотелось бы отметить, что если первая часть наших расчетов в части оценки КПД и эффективного расхода топлива основывается на теории двигателя и не подвержена конъюнктуре рынка, то расчеты затрат на единицу пробега автомобиля, стоимости кВт·ч, а тем более сроки окупаемости, безусловно, отражают только сегодняшнюю ситуацию в стране. Возникает вопрос – в какой степени эта ситуация сохранится в будущем?

Несмотря на то, что разница в стоимости отпускаемых топлив (КПГ и нефтяного жидкого топлива) определяется уже довольно устаревшим Постановлением Правительства РФ от 15.01.1993 г. № 31 «О неотложных мерах по расширению замещения моторных топлив природным газом», объективных причин в изменении этого соотношения нет, и в ближайшие годы эта разница сохранится. Даже если стоимость природного газа, как моторного топлива, будет составлять не 50% стоимости нефтяных топлив, а 40% или 60%, это изменение

(учитывая кривые 1 и 3 на рис. 3) практически не отразится на характере соотношений эффективности газового двигателя и газодизеля.

Более сложный вопрос – это затраты при изготовлении АТС с газовым двигателем и при переоборудовании в газодизель.

Удорожание стоимости АТС с газовым двигателем происходит в основном за счет самого газового двигателя (более дорогого в сравнении с дизелем) с системой питания и зажигания и за счет более дорогой системы хранения газового топлива на борту АТС, включающей в себя газовые баллоны, запорную и контрольно-предохранительную арматуру баллонов, газоредуцирующую аппаратуру и набор металлоконструкций для крепления всех этих компонентов на кузов или крышу АТС.

Удорожание стоимости АТС с газодизелем происходит за счет установки дополнительной газодизельной системы питания и такого же, как в газовой модификации АТС, комплекта системы хранения газового топлива на борту АТС.

С технической точки зрения газовая модификация двигателя не должна стоить дороже дизельного аналога, но сегодня отпускная цена газового двигателя существенно выше дизельного. С одной стороны это объясняется более высокой себестоимостью изготовления и сборки по обходным технологиям по сути штучного производства, с другой – вполне обоснованным желанием завода-изготовителя хоть как-то окупить понесенные затраты на разработку. А затраты на разработку газового двигателя небольшие, и в связи с тем, что моторные заводы делают эту работу практически из собственных средств, ожидать в ближайшем будущем существенного снижения отпускных цен на газовые модификации не приходится.

Стоимость системы хранения газового топлива на борту автомобиля для газовой модификации и газодизеля определяется только количеством баллонов. Конструкция и стоимость элементов их крепления одна и та же. Поэтому, даже если что-то и изменится (например, ценовая политика

Таблица 5

Тип транспортного средства	Период окупаемости, тыс. км		
	Газовый ДВС	Газодизельный ДВС	
		междугородный маршрут	внутригородской маршрут
Автобус ЛиАЗ	272,7	44,5	71,2
Автомобиль КамАЗ	140	46	65,9

предприятий-производителей баллонов или начнется производство баллонов из других материалов), на АТС с газовыми и газодизельными ДВС это скажется в равной мере.

Таким образом, величина дополнительных затрат, а также их соотношение между газовой и газодизельной модификациями сохранятся на весьма продолжительное время так же, как и наши выводы о сроках окупаемости.

Заключение

Целью настоящей работы было не противопоставление двух вариантов перевода дизелей на газовое топливо, а определение наиболее рациональных сфер их применения.

Данную работу необходимо рассматривать как информацию при принятии решения о возможности использования КПП, как моторного топлива для дизелей. Использование КПП в дизельных двигателях нельзя оценить однозначно без учета условий эксплуатации автотранспортного средства. На сегодняшний день цены на АТС с газовыми версиями двигателей не могут позволить планирование

достаточно быстрого возмещения затраченных средств от полученного экономического эффекта в эксплуатации. А это, как известно, является основным стимулом при переходе на газовые виды моторного топлива.

Усугубляет это положение и слабо развитая сеть газозаправочных станций, а также необходимость вложения средств в создание на автотранспортных предприятиях системы безопасного хранения АТС,

в частности, заезда в ремонтную зону.

Наиболее выгодным решением по использованию КПП в АТС с дизельными двигателями можно рассматривать двухтопливные (газодизельные) версии ДВС, особенно для техники, работающей в тяжелых условиях, с возможностью быстрого погашения затрат на их переоборудование и широкого использования как вблизи АГНКС, так и в достаточном удалении от них.

Литература

1. **Стечкин Б.С.** Теория тепловых двигателей. Избранные труды. М., «Наука», 1977.
2. **Рачевский Б.С.** Сжиженные углеводородные газы. – М.: Изд-во «Нефть и газ», 2009. – 640 с., ил.
3. **Лукшо В.А., Строганов А.В.** Использование природного газа в качестве моторного топлива для дизельных двигателей: Обз. инф. Сер.: Транспорт и подземное хранение газа. – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2006.
4. **Ипатов А.А., Кутенев В.Ф., Лукшо В.А.** Современные направления развития конструкций поршневых ДВС в условиях топливно-энергетического кризиса. «Грузовик&»: Строительно-дорожные машины, автобус, троллейбус, трамвай», 2008, № 1. – Москва, издательство «Машиностроение».
5. **Лукшо В.А., Григорьев Л.Ю.** Особенности конструктивных решений газовых двигателей, конвертированных из дизелей. «Автомобильная промышленность», 2009, № 4.



Требования по подготовке статей к опубликованию в журнале

В связи с тем, что Международный научно-технический журнал Национальной газомоторной ассоциации «Транспорт на альтернативном топливе» включен в Перечень ВАКа, просьба ко всем авторам строго выполнять следующие требования при подготовке статей к публикации:

1. Все научно-технические статьи должны иметь **на русском и английском языках** следующие составляющие: **заголовок, ФИО авторов полностью, их должности, ученая степень (при наличии), контакты (e-mail, телефоны), аннотации, ключевые слова.**
2. Все английские тексты следует набирать только строчными буквами, сохраняя начальные прописные буквы в именах собственных.
3. Авторы остальных публикаций (информационных, рекламных и т.д.) представляют на русском и английском языках: **заголовок, ФИО авторов полностью, их должности, адрес и контакты (e-mail, телефоны).**

Материалы статей должны быть представлены по электронной почте в программе WinWord. Объем статьи – не более 14 400 знаков с пробелами.

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

ГОСТов. Текст, таблицы и графические рисунки должны быть выполнены в программе Word в формате doc, rtf. Фотографии (не менее 300 dpi, CMYK) – в формате jpg, jpeg, tiff, pdf. Отдельно необходимо представить список подписанных подписей. Не следует форматировать текст самостоятельно.

При пересылке материалов по e-mail следует сопровождать их пояснительной запиской (от кого, перечень файлов и т.д.). Объемные файлы должны быть заархивированы. При подготовке статей к печати необходимо руководствоваться документами, определяющими правила передачи информации через СМИ. Авторский коллектив должен указать ответственное лицо, с которым редакция будет вести переговоры в процессе подготовки статьи к изданию. В список литературы включаются источники, на которые есть ссылки в статье. Ссылаться можно только на опубликованные работы. Список литературы составляется в порядке употребления. В нем приводятся следующие сведения: фамилия и инициалы авторов, название работы; для журнала – название, год издания, номер, страницы, на которых размещена статья; для книг – место и год издания, издательство, общее число страниц. Редакция оставляет за собой право редакторской правки и не несет ответственности за достоверность публикации. Все внесенные изменения и дополнения в представленную к изданию статью согласовываются с автором или представителем авторского коллектива.

Редакция оставляет за собой право размещать опубликованные статьи на сайтах журнала и Национальной газомоторной ассоциации. Редакция не передает и не продает материалы для публикации в других печатных и электронных изданиях без согласования с автором (представителем авторского коллектива).

Эколого-экономическое обоснование развития использования КПГ в автотранспортных предприятиях (на примере УТТ и СТ ООО «Газпром добыча Оренбург» и дочерних автотранспортных предприятий)

С.И. Иванов,

генеральный директор ООО «Газпром добыча Оренбург», профессор, к.т.н.,

В.И. Савин,

начальник транспортного отдела ООО «Газпром добыча Оренбург»,

М.В. Коротков,

ведущий инженер ИТЦ ООО «Газпром добыча Оренбург», доцент, к.т.н.

Окончание. Начало в № 1 (13) 2010 г.

Substantiation of compressed natural gas usage on automotive enterprises from viewpoints of economy and ecology

S.I. Ivanov, V.I. Savin, M.V. Korotkov

The end. The beginning in № 1 (13) 2010.

Рекомендации по переоборудованию автотранспортных средств УТТ и СТ ООО

«Газпром добыча Оренбург» и дочерних автотранспортных предприятий для работы на КПГ

Как уже отмечалось выше, целью настоящего исследования являлась эколого-экономическая оценка возможности переоборудования автотранспортной техники ООО «Газпром добыча Оренбург» и дочерних АТП для использования КПГ в качестве моторного топлива. Поэтому в дочерних автотранспортных предприятиях ЗАО «АК № 1825» и ООО «Оренбурггазпромтранс» на первом этапе исследования были отобраны 13 и 43 ед. автотранспортных средств (соответственно), переоборудование которых на КПГ технически возможно и не противоречит требованиям

безопасности. Из-за ограниченности объема статьи перечень этих автотранспортных средств не приводится.

Затем для отобранных АТС была проведена оценка экономической эффективности переоборудования, которая позволила из выбранных АТС идентифицировать те, переоборудование которых экономически оправданно (табл. 11 и 12).

Как следует из табл. 12, переоборудование автомобилей ГАЗ-3221 «Газель» и ГАЗ-31105 «Волга» на КПГ окупится менее чем за четыре года, а к окончанию шестого года чистый денежный доход составит более 21 тыс. руб.

На следующем этапе была проведена оценка экологической эффективности переоборудования этих АТС на КПГ (табл. 13).

Данные, представленные в табл. 13, показывают, что переоборудование

автомобилей ГАЗ-3221 «Газель» и ГАЗ-31105 «Волга» позволит значительно снизить экологическую опасность ВВ, входящих в состав ОГ этих автомобилей (на 50%). В абсолютном представлении это может быть выражено в условных 1,7 тыс. м³ атмосферного воздуха, ежесекундно оставляемого «чистым».

В результате проведенных оценок были сформулированы рекомендации руководству УТТ и СТ ООО «Газпром добыча Оренбург», ЗАО «АК № 1825» и ООО «Оренбурггазпромтранс» по переводу автотранспортных средств на КПГ, переоборудование которых было признано технически возможным, не противоречащим требованиям безопасности, экономически эффективным и приводящим к снижению экологической нагрузки на атмосферный воздух (табл. 14).

Таким образом, разработанные рекомендации по переоборудованию АТС в УТТ и СТ ООО «Газпром добыча Оренбург», ЗАО «АК № 1825» и ООО «Оренбурггазпромтранс» являются обоснованными и эффективными как с экономических, так и с экологических позиций.

Заключение

Для проведения эколого-экономической оценки возможности переоборудования автотранспортной техники УТТ и СТ ООО «Газпром добыча Оренбург», ЗАО «АК № 1825» и ООО «Оренбурггазпромтранс» для работы на КПГ были решены следующие задачи:

- Обследованы парки автотранспортных средств вышеуказанных автотранспортных предприятий. В процессе этого обследования были отобраны 41 ед. техники в УТТ и СТ ООО «Газпром добыча Оренбург», 13 ед. в ЗАО «АК № 1825» и 43 ед. в ООО «Оренбурггазпромтранс», которые потенциально могли быть переоборудованы для работы на КПГ.

- Проведен анализ существующих методов оценки коммерческой и экологической эффективности перевода автотранспортных средств на альтернативные виды моторного топлива. Для оценки коммерческой эффективности был выбран упрощенный алгоритм расчета экономической эффективности переоборудования АТП (АТС) на компримированный природный газ [4], а для оценки экологической эффективности перевода автотранспортной техники на КПГ – «Интегральный метод оценки

экологической опасности ВВ, входящих в состав ОГ автомобилей» [11-13].

■ Оценена коммерческая эффективность переоборудования отобранных автотранспортных средств на КПГ с применением упрощенного алгоритма расчета экономической эффективности переоборудования АТП (АТС) на компримированный природный газ, разработанного специалистами ООО «Газпром ВНИИГАЗ» на основе интегрального метода «денежных потоков». Проведенные

расчеты позволили идентифицировать те АТС, переоборудование которых на КПГ будет экономически целесообразным: в УТТ и СТ – 11 ед., в ЗАО «АК № 1825» – 1 ед. и в ООО «Оренбурггазпромтранс» – 1 ед.

■ На основе «Интегрального метода оценки экологической опасности ВВ, входящих в состав ОГ автомобилей» определена экологическая эффективность переоборудования 13 АТС, переоборудование которых было

признано экономически целесообразным. Оценка показала, что в результате переоборудования на КПГ экологическая опасность ОГ дизельных автомобилей может быть снижена на 29%, а автомобилей, работающих на бензине, – на 50%. В абсолютном представлении общее снижение экологической опасности отработавших газов 13 автотранспортных средств может достигать условных 60 тыс. м³ атмосферного

Таблица 11

Перечень АТС, подлежащих переоборудованию на КПГ в дочерних АТП

Марка автомобиля	Модель двигателя	Год выпуска	Средний годовой пробег, км	Норма, л/100 км	Расход, л/г.
ГАЗ-3221 «Газель»	40522P	2007	47760	14,5	6925,2
ГАЗ-31105 «Волга»	2.4L-DOHC	2007	56400	13	7332,0

Таблица 12

Чистый дисконтированный доход от переоборудования АТС ЗАО «АК № 1825» и ООО «Оренбурггазпромтранс» на КПГ

Марка АТС	Капвложения (без НДС)	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год	6-й год
ЗАО «АК № 1825»							
ГАЗ-3221 «Газель»	-41287	-25575	-12371,6	-1276,2	8047,5	15882,6	21768,8
ООО «Оренбурггазпромтранс»							
ГАЗ-31105 «Волга»	-41360	-25652,4	-12452,8	-1360,6	7960,4	15793,3	21676,5

Таблица 13

Изменение экологической опасности ОГ автомобилей ЗАО «АК № 1825» и ООО «Оренбурггазпромтранс» после их переоборудования на КПГ

Вид техники	Категория ВВ, входящих в состав ОГ, м ³ /с					
	КОВ _{СО}	КОВ _{СН}	КОВ _{NO₂}	КОВ _С	КОВ _{SO₂}	КOA _Σ
ЗАО «АК № 1825»						
ГАЗ-3221 «Газель» до переоборудования	557	7	1021	35	35	1655
ГАЗ-3221 «Газель» после переоборудования	203	5	617	0	0	825
ООО «Оренбурггазпромтранс»						
ГАЗ-31105 «Волга» до переоборудования	590	7	1081	37	37	1752
ГАЗ-31105 «Волга» после переоборудования	215	6	654	0	0	875

Таблица 14

Перечень автотранспортной техники УТТ и СТ ООО «Газпром добыча Оренбург» и дочерних АТП, подлежащей переоборудованию для работы на КПГ

Марка АТС	Цена ГБО, руб.	Срок окупаемости, лет	Экологическая эффективность перевода на КПГ, %	Количество АТС, подлежащих переоборудованию, ед.
УТТ и СТ ООО «Газпром добыча Оренбург»				
Автобус «НЕФАЗ»	161 362	4,9	29	6
К-702 «Кировец»	214 406	4,8	29	5
ЗАО «АК № 1825»				
ГАЗ-3221 «Газель»	41 287	3,1	50	1
ООО «Оренбурггазпромтранс»				
ГАЗ-31105 «Волга»	41 360	3,2	50	1

воздуха, ежесекундно оставляемого «чистым».

■ На основании проведенных оценок руководству УТТ и СТ ООО «Газпром добыча Оренбург», ЗАО «АК № 1825» и ООО «Оренбурггазпромтранс» подготовлены рекомендации по переоборудованию АТС для работы на КПГ.

Таким образом, в настоящей статье на примере автотранспортных предприятий, подведомственных ООО «Газпром добыча Оренбург», показано, что современные методы оценки коммерческой и экологической эффективности применения альтернативных видов топлива позволяют научно обосновывать использование КПГ в качестве моторного топлива. Следовательно, предложенный подход может быть полезен в качестве инструмента при принятии управленческих решений по переоборудованию автомобилей на альтернативные виды топлива.

P.S. Авторы выражают признательность коллективу Управления «Уралавтогаз» филиала ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» и лично начальнику Управления Э.Д. Гайдту за организацию помощи по переоборудованию автомобилей ЗАО «АК № 1825» и ООО «Оренбурггазпромтранс» для работы на КПГ.

Литература

1. **Пронин Е.Н.** Природный газ – моторное топливо XXI века. Природный газ в моторе? Вопросы и ответы. – Управление по газификации и использованию газа ОАО «Газпром»: Альбом информационных материалов. Сост. Е.Н. Пронин. М. – 2006. – 60 с.
2. Экологическая политика ОАО «Газпром», утв. Постановлением № 45 Правления ОАО «Газпром» от 25.09.2008.
3. Переход автотранспорта на природный газ: Нормативно-справочное пособие для руководителей и специалистов автотранспортных организаций. – Под ред. Морева А.И., Афлятонова Ф.С. и др. – М.: ИРЦ Газпром, 1995. – 144 с.
4. **Маленкина И.Ф., Ровнер Г.М., Мкртычан Я.С.** Система обеспечения эффективного развития и эксплуатации сети метановых автозаправочных станций. – М.: Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. – 272 с.
5. Методическое пособие по управлению проектами в газовой промышленности. М.: МГСУ – УКЦ, 1996. – 176 с.
6. Временные методические указания по определению коммерческой эффективности новой техники в ОАО «Газпром». Действ. с 01.10.2001.
7. Автомобильный справочник. – Перевод с англ. Первое русское издание. – М.: Издательство «За рулем», 1999. – 896 с.
8. **Кульчицкий А.Р.** Токсичность автомобильных и тракторных двигателей. Учеб. пособие. Владимир. гос. ун-т. – Владимир, 2000. – 256 с.
9. **Магарил Е.Р., Резник Л.Г.** Интегральная оценка токсичности отработавших газов. Тюменский государственный нефтегазовый университет. УДК 621.43.019:629. – 113 с.
10. ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Постановление Госкомгидромета от 4.08.1986 г., № 192, Л.: Гидрометеоздат, 1987.
11. **Коротков М.В.** Ранжирование автомобилей разных марок с позиции экологической безопасности. Автомобильная промышленность, № 1, 2003. – С. 17-19.
12. **Коротков М.В., Филиппов А.А.** Оценка экологической эффективности применения различных видов моторного топлива в ДВС автотранспортных средств. – Транспорт на альтернативном топливе. – 2008, № 1. – С. 73.
13. **Коротков М.В., Строганов С.В., Иванов С.И.** Экологическая эффективность использования газомоторного топлива в ООО «Оренбурггазпром». – Транспорт на альтернативном топливе. – 2008, № 2. – С. 76-79.
14. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338–03.

Использование природного газа в качестве моторного топлива будет расширяться

Правительство Нижегородской области планирует в 2010 г. подписать соглашение с ОАО «Газпром» о расширении использования природного газа в качестве моторного топлива, сообщила пресс-служба губернатора и правительства области. Реализация соглашения направлена на повышение экономической эффективности и надежности энергетического обеспечения транспортного комплекса, а также на снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Перевод автотранспорта на газомоторное топливо позволяет снизить расходы на его эксплуатацию в 1,5-2 раза по основной статье затрат на

топливо, которая составляет 45% от всех транспортных расходов предприятия. Кроме того, правительство Нижегородской области считает перевод автомобильного транспорта на альтернативные виды топлива крайне важным для улучшения экономического состояния предприятий транспорта и улучшения экологической обстановки.

Для решения задачи газификации автотранспорта реализуется целевая комплексная программа «Развитие газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе, на 2007-2015 гг.» ОАО «Газпром». В соответствии с этой программой на

территории Нижегородской области предполагается строительство автогазозаправочных комплексов и перевод автотранспорта на КПГ.

К 2012 г. планируется переоборудовать на газомоторное топливо около 3 тыс. ед. автотранспорта, в том числе 1,5 тыс. грузовых автомобилей, 1 тыс. автобусов и около 700 ед. сельскохозяйственной техники. В целях стимулирования владельцев автотранспорта к переводу на газовое топливо ставка транспортного налога снижена на 50%.

Также подготовлено три законопроекта о дополнительных мерах экономического стимулирования потребителей газомоторного топлива в Нижегородской области, в том числе о льготном налогообложении прибыли и имущества организаций.

Совершенствование конструкции распылителей форсунок дизелей, работающих на утяжеленных топливах

В.А. Марков,

профессор Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана), д.т.н.,

А.А. Ефанов,

доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.т.н.,

С.Н. Девянин,

зав. кафедрой Московского государственного агропромышленного университета (МГАУ) им. В.П. Горячкина, д.т.н.

Предложена конструкция распылителя форсунки, обеспечивающая улучшение качества процесса смесеобразования транспортного дизеля, работающего на утяжеленных альтернативных топливах. Проведены экспериментальные исследования дизеля Д-245.12С, оснащенного предложенными распылителями. Показана возможность значительного улучшения показателей токсичности отработавших газов при установке на дизель предложенных распылителей.

Ключевые слова: дизельный двигатель, дизельное топливо, рапсовое масло, утяжеленное альтернативное топливо, форсунка, распылитель.

Design Improvement of Sprayers in Diesel Engines Running on Heavy-cut Alternative Fuels

V.A. Markov, A.A. Yefanov, S.N. Devyanin

The construction of a sprayer ensuring mixture formation process improvement in vehicle engines running on heavy-cut alternative fuels is suggested. The experimental research on a type D-245.12C diesel engine equipped with the suggested sprayers is carried out. Considerable improvement potential for toxicity characteristics with the sprayers involved is shown.

Keywords: diesel engine, diesel fuel, rapeseed oil, heavy-cut alternative fuel, fuel injector, sprayer.

Важной задачей современного двигателестроения является разработка конструктивных решений, позволяющих использовать альтернативные сырьевые ресурсы, сохраняя или улучшая показатели двигателей внутреннего сгорания (ДВС) по топливной экономичности и показателям токсичности отработавших газов (ОГ) [1,2].

Альтернативные топлива получают из различных сырьевых ресурсов. К ним относятся невозобновляемые (природный газ, каменный уголь и др.) и возобновляемые (растительные масла, биомасса и др.) источники энергии. К альтернативным топливам для дизельных двигателей относятся и топлива, получаемые из нефтяного сырья, но отличающиеся

от традиционных топлив фракционным составом. К ним можно отнести нефтяные топлива утяжеленного фракционного состава (УФС), легкий газойль каталитического крекинга (ЛГКК) и ряд других топлив.

Многие из указанных топлив имеют физико-химические свойства, значительно отличающиеся от свойств стандартного дизельного топлива (ДТ). Однако при смешивании данных топлив между собой или со стандартным ДТ можно получить смесевые топлива, близкие по своим свойствам к последнему. Примером могут служить смесевое биотопливо на основе рапсового масла (РМ), смесевое топливо на основе легкого газойля каталитического крекинга и синтетических парафиновых углеводородов (СПУ), смесевое топливо на основе топлива утяжеленного фракционного состава и СПУ. Основные физико-химические свойства некоторых из этих топлив приведены в табл. 1 [3, 4].

Анализ физико-химических свойств указанных топлив показал, что некоторые из них (РМ, УФС, ЛГКК и др.) тяжелее стандартного ДТ и имеют повышенную вязкость. Это приводит к изменению характеристик впрыскивания и распыливания и, как правило, к ухудшению качества процесса смесеобразования. В первую очередь это относится к дизелям небольшой размерности, работающим на утяжеленных топливах. При росте плотности топлива увеличивается длина струй L распыливаемого топлива, причем, длина L может превышать геометрические размеры камеры сгорания (КС). Это сопровождается увеличением доли пленочного смесеобразования. Утяжеленные топлива, как правило, отличаются большей вязкостью и повышенным поверхностным натяжением в сравнении со стандартным ДТ, что приводит к ухудшению мелкости распыливания. Все эти факторы являются причиной ухудшения качества процесса смесеобразования, недостаточности полного сгорания топлива, ухудшения показателей топливной экономичности и токсичности ОГ.

Результаты ряда экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что к работе на альтернативных топливах в большей степени адап-

тированы дизельные двигатели с разделенными и полуразделенными камерами сгорания [3,4].

В них обеспечивается высокое качество процесса смесеобразования, что особенно важно для дизелей, работающих на утяжеленных топливах, и исключается возможность прямого попадания капле топлива на стенки цилиндра, что может повлечь за собой нагарообразование и загрязнение смазывающего масла. Но поскольку дизели с разделенными КС отличаются сравнительно невысокой топливной экономичностью, более целесообразным представляется использование дизелей с полуразделенными КС.

Характерным двигателем этого класса является дизель Д-245.12С (4 ЧН 11/12,5) производства Минского моторного завода, имеющий полуразделенную камеру сгорания типа ЦНИДИ. В этом двигателе организовано объемно-пленочное (пристеночное) смесеобразование с частичным попаданием топливной струи на боковые стенки камеры в поршне, прилегающие к горловине. Камера сгорания типа ЦНИДИ выполнена с диаметром горловины $d_f=38$ мм, наибольшим диаметром камеры $d_{kmax}=62$ мм и глубиной $h_k=29$ мм, а форсунки установлены в головке цилиндров со смещением $\Delta l_\phi=10$ мм (рис. 1). Подача топлива осуществляется на горячие кромки горловины и внутренние

стенки камеры сгорания вблизи горловины, что обеспечивает стабильное воспламенение топлива. Характерная особенность этой КС состоит в том, что диаметр горловины составляет примерно 30% от диаметра поршня. В результате на такте сжатия в КС наблюдается выраженное торообразное вихревое движение воздуха, что и обеспечивает требуемое качество смесеобразования. Сравнительно большой диаметр горловины КС способствует тому, что гидравлические потери при перетекании воздуха и топливоздушная смесь на тактах сжатия и расширения сравнительно невелики, и топливная экономичность приближается к топливной

Таблица 1

Физико-химические свойства моторных топлив

Физико-химические свойства	Топлива								
	ДТ	РМ	80% ДТ + 20% РМ	УФС	ЛГКК	СПУ	70% ЛГКК + 30% СПУ	70% УФС + 30% СПУ	Топливная фракция угля
Температура перегонки, °С:									
начало	155	—	—	197	189	52	62	63	160
10% топлива	197	—	—	227	235	70	106	112	—
50% топлива	245	—	—	276	260	103	238	244	—
90% топлива	328	—	—	337	290	145	284	356	—
96% топлива	360	—	—	360	306	157	306	360	350
Плотность при 20°С, кг/м ³	833	916	848	836	938	679,8	856,3	785,4	863
Вязкость кинематическая при 20°С, мм ² /с	4,58	75	9	4,9	3,45	0,62	1,55	2,06	5,5
Теплота сгорания низшая, МДж/кг	42,5	37,3	41,5	42,0	42,0	45,0	42,9	42,9	42,6
Цетановое число	56	36	—	56	20	60,5	33	57,5	43
Коэффициент поверхностного натяжения σ при 20°С, мН/м	27,1	33,2	—	—	—	—	—	—	—
Температура самовоспламенения, °С	250	318	—	—	—	—	—	—	—
Температура помутнения, °С	-5	-9	—	4	-26	-60	-35	-2	-6
Температура застывания, °С	-10	-20	—	-4	-31	-60	-46	-15	-15
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг топлива, кг	14,3	12,6	13,9	—	—	15,3	—	—	—
Содержание, % по массе:									
С	87,0	78,0	—	—	—	—	—	—	—
Н	12,6	10,0	—	—	—	—	—	—	—
О	0,4	12,0	—	—	—	—	—	—	—
Общее содержание серы, % по массе	0,2	0,002	—	0,533	0,72	0	0,5	0,38	0,04
Коксуемость 10%-ного остатка, % по массе	0,2	0,4	—	0,3	—	—	—	—	—

Примечание. «—» — свойства не определялись; для смесей указано объемное процентное содержание компонентов.

экономичности быстроходных дизелей с неразделенными КС.

Следует отметить, что при такой организации процесса смесеобразования большое значение имеет согласование длины струй топлива с формой КС. Из-за стесненности КС желательно сократить длину струй, сделать эти струи более объемными (увеличить ширину струи), обеспечить требуемую мелкость распыливания. Все эти факторы способствуют более равномерному распределению топлива по объему КС. При этом основные параметры впрыскивания и распыливания топлива (максимальное и среднее давление впрыскивания, показатели мелкости распыливания и динамика развития топливных струй) во многом зависят от конструктивных особенностей проточной части распылителей форсунок дизелей. В частности, они определяются числом распыливающих отверстий, их эффективным проходным сечением и расположением их входных кромок [5-7].

Для улучшения качества смесеобразования в быстроходных дизелях транспортного назначения, работающих на утяжеленных топливах, авторами статьи предлагается использовать распылитель, отличительной особенностью которого является наличие нескольких распыливающих отверстий 6 и 7, выполненных попарно и расположенных равномерно по поверхности носка 4 распылителя (рис. 2). При этом входные кромки 8 и 9 распыливающих отверстий 6 и 7 расположены на конической запорной поверхности 3 корпуса 1 распылителя, а оси этих отверстий расположены в плоскости, проходящей через ось цилиндрической полости 2 корпуса распылителя и выполнены под углом ψ относительно друг друга. Этот угол выбран таким, чтобы струи, образуемые спаренными отверстиями, сталкивались друг с другом на расстоянии около 10 мм от поверхности носка распылителя (как показывает ряд исследований, именно в этой области наиболее интенсивно образуются начальные очаги воспламенения рабочей смеси в КС быстроходных дизелей [8]). При этом струи дополнительно турбулизируются,

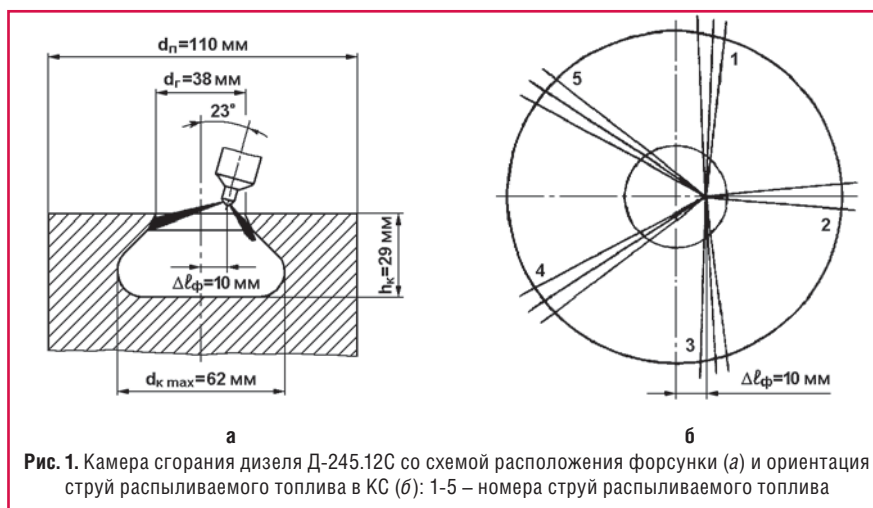


Рис. 1. Камера сгорания дизеля Д-245.12С со схемой расположения форсунки (а) и ориентация струй распыливаемого топлива в КС (б): 1-5 – номера струй распыливаемого топлива

и образуется одна общая струя большего объема, распространяющаяся в объеме КС. Причем, длина этой струи несколько меньше длины струи топлива, формируемой одним

распыливающим отверстием с эффективным проходным сечением, равным сумме эффективных проходных сечений спаренных распыливающих отверстий.

Таблица 2

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

Параметры	Значение
Тип двигателя	Четырехтактный, рядный, дизельный
Число цилиндров	4
Диаметр цилиндра D , мм	110
Ход поршня S , мм	125
Рабочий объем цилиндра $V_{р}$, л	1,08
Общий рабочий объем $iV_{р}$, л	4,32
Степень сжатия ϵ	16,0
Система турбонаддува	Турбокомпрессор ТКР-6 Борисовского завода автоагрегатов
Тип камеры сгорания, способ смесеобразования	Камера сгорания типа ЦНИДИ, объемно-плочное смесеобразование
Номинальная частота вращения n , мин ⁻¹	2400
Номинальная мощность N_e , кВт	80
Литровая мощность $N_{в.л}$, кВт/л	18,5
Механизм газораспределения	Клапанного типа с верхним расположением клапанов
Система охлаждения	Водяная, принудительная
Система смазки	Принудительная, с разбрызгиванием
Фильтр масляный	Сетчатый
Насос масляный	Шестеренчатый
Система питания	Разделенного типа
Топливный насос высокого давления (ТНВД)	Типа РР4М10U1f фирмы «Motorpal» с всережимным центробежным регулятором
Диаметр плунжеров ТНВД $d_{пл}$, мм	10
Ход плунжеров ТНВД $h_{пл}$, мм	10
Длина нагнетательных топливопроводов $L_{т}$, мм	540
Форсунки	Типа ФДМ-22 производства ОАО «Куроаппаратура» (г. Вильнюс)
Давление начала впрыскивания форсунок $p_{фн}$, МПа	21,5

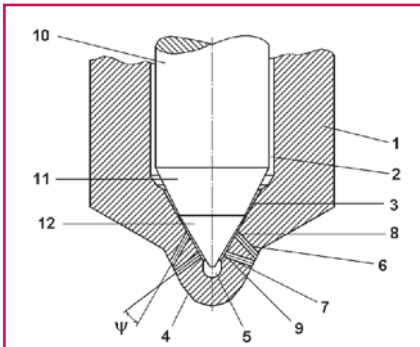


Рис. 2. Конструктивная схема распылителя форсунки:

1 – корпус; 2 – цилиндрическая полость; 3 – коническая запорная поверхность корпуса; 4 – носок распылителя; 5 – подыгольная полость; 6, 7 – распыливающие отверстия; 8, 9 – входные кромки распыливающих отверстий; 10 – игла; 11 – коническая поверхность иглы; 12 – коническая запорная часть иглы

Для оценки влияния конструкции распылителей на параметры процессов распыливания, смесеобразования и в конечном счете на показатели работы дизеля, работающего на утяжеленных топливах, на Алтайском заводе прецизионных изделий (АЗПИ, г. Барнаул) были изготовлены распылители с 10 распыливающими отверстиями, выполненные по схеме, показанной на рис. 2. Оценка влияния конструкции проточной части распылителя форсунки на экономические и экологические показатели проведена с использованием результатов экспериментальных исследований дизеля Д-245.12С. Некоторые параметры

исследуемого дизеля приведены в табл. 2.

Экспериментальные исследования дизеля Д-245.12С проведены на моторном стенде АМО «Зил». Моторный стенд был оборудован комплектом необходимой измерительной аппаратуры. Дымность ОГ измерялась с помощью ручного дымомера МК-3 фирмы «Hartridge» (Великобритания) с погрешностью измерения $\pm 1\%$. Концентрации оксидов азота NO_x , монооксида углерода CO и несгоревших углеводородов CH_x в ОГ определялись газоанализатором SAE-7532 японской фирмы «YANACO» с погрешностью $\pm 1\%$. Концентрация этих токсичных компонентов в сухих ОГ определялась в ppm (миллионных объемных долях; $1000\text{ ppm} = 0,1\%$).

При испытаниях дизеля Д-245.12С серийные форсунки поочередно оснащались серийными распылителями Motorpal DOP 119S534, имеющими пять распыливающих отверстий, и опытными распылителями АЗПИ с 10 распыливающими отверстиями. Некоторые параметры и геометрические размеры исследуемых распылителей представлены в табл. 3 и 4.

Дизель исследовался на режимах внешней скоростной характеристики и 13-ступенчатого испытательного цикла Правил 49 ЕЭК ООН с установочным углом опережения впрыскивания топлива (УОВТ) $\theta = 13^\circ$ поворота коленчатого вала до верхней мертвой точки (п.к.в. до ВМТ) и неизменным

положением упора дозирующей рейки ТНВД (упора максимальной подачи топлива).

Для оценки возможности использования опытных распылителей в дизеле, работающем на утяжеленных топливах, проведены исследования дизеля на стандартном ДТ и на его смеси с РМ в пропорции 80% ДТ и 20% РМ. Физико-химические свойства указанных топлив представлены в табл. 1.

Результаты испытаний дизеля Д-245.12С с распылителями Motorpal DOP 119S534 и опытными распылителями АЗПИ с 10 распыливающими отверстиями представлены на рис. 3-7 и в табл. 5. При этом удельные массовые выбросы токсичных компонентов ОГ на режимах 13-ступенчатого цикла определялись по общепринятой методике [1, 2]. Оценка топливной экономичности дизеля проведена по условному среднеэксплуатационному удельному эффективному расходу топлива на режимах 13-ступенчатого цикла $g_{e, усн}$, который определялся с использованием зависимости

$$g_{e, усн} = \sum_{i=1}^{13} G_{Ti} \cdot K_i / \sum_{i=1}^{13} N_{ei} \cdot K_i,$$

где G_{Ti} – часовой расход топлива на i -м режиме; N_{ei} – мощность двигателя на этом режиме; K_i – коэффициент, отражающий долю времени каждого режима, i – номер режима.

Таблица 3

Основные конструктивные параметры распылителей

№ распылителя	Тип и маркировка распылителя	Число распыливающих отверстий, i_p	Диаметр распыливающих отверстий, d_p , мм	Максимальный ход иглы распылителя h_n , мм	Суммарная эффективная площадь распылителя в сборе μf_p , мм ²
1	Motorpal DOP 119S534	5	0,34	0,30	0,250
2	АЗПИ	10	0,25	0,31	0,270

Таблица 4

Расположение распыливающих отверстий распылителей

№ отверстий	Угловое расположение отверстия относительно штифта, град		Угол наклона отверстия относительно оси распылителя, град	
	распылитель Motorpal DOP 119S534	распылитель АЗПИ	распылитель Motorpal DOP 119S534	распылитель АЗПИ
1	8	8	63,5	67,0/36,0
2	90	90	72,0	75,0/45,0
3	172	172	63,0	67,0/36,0
4	237	237	52,5	55,0/30,0
5	303	303	53,5	55,0/30,0

Поскольку исследуемое смешанное биотопливо имеет меньшую теплотворную способность, топливную экономичность дизеля при его работе на различных топливах целесообразно оценивать не удельным эффективным расходом топлива g_e , а эффективным КПД двигателя η_e . Причем, для интегральной оценки работы дизеля на режимах 13-ступенчатого цикла использован условный эффективный КПД, определяемый в виде

$$\eta_{e, \text{усл}} = 3600 / (H_U \cdot g_{e, \text{усл}}),$$

где H_U – низшая теплота сгорания исследуемого топлива, МДж/кг.

Испытания дизеля Д-245.12С на режимах внешней скоростной характеристики показали, что распылители Motorpal, имеющие меньшую в сравнении с распылителями АЗПИ суммарную эффективную площадь μ, f_p (табл. 3), обеспечивают меньший

часовой расход топлива G_T во всем интервале исследованных скоростных режимов (рис. 3). При работе дизеля с распылителями АЗПИ на номинальном режиме с $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ на стандартном ДТ и смеси 80% ДТ и 20% РМ расход топлива G_T возрастает на 5-7% в сравнении с дизелем с распылителями Motorpal. При этом отмечены повышенные значения часового расхода топлива G_T при работе на смеси 80% ДТ и 20% РМ, что вызвано большей плотностью исследуемой смеси и ее повышенной вязкостью в сравнении со стандартным ДТ.

При замене распылителей Motorpal распылителями АЗПИ отмечен рост крутящего момента двигателя M_e , составляющий $\Delta M_e = 20-40 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Причем, такой рост крутящего момента отмечен как при работе на стандартном ДТ, так и на смеси 80% ДТ и 20% РМ (рис. 3). Это обусловлено, с одной стороны, увеличением часового расхода топлива G_T при использовании распылителей АЗПИ, а с другой стороны – увеличением эффективности процесса сгорания топлива дизеля с такими распылителями. Соответственно увеличилась и эффективная мощность двигателя N_e .

Рост часового расхода топлива G_T при использовании распылителей АЗПИ привел к некоторому снижению значений коэффициента избытка воздуха α , однако, это не привело к ухудшению показателей топливной экономичности и токсичности ОГ исследуемого дизеля. На режиме максимального крутящего момента при $n=1500 \text{ мин}^{-1}$ удельный эффективный расход топлива g_e уменьшился как при работе на стандартном ДТ (с 25 до 17% по шкале Хартриджа), и при работе на смеси 80% ДТ и 20% РМ (с 16 до 13,5% по шкале Хартриджа). На режиме максимальной мощности при $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ дымность ОГ K_x сократилась и при работе на стандартном ДТ (с 25 до 17% по шкале Хартриджа), и при работе на смеси 80% ДТ и 20% РМ (с 16 до 13,5% по шкале Хартриджа). На режиме максимальной мощности при $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ дымность ОГ снизилась с 11 до 8% по шкале Хартриджа при использовании ДТ и с 8 до 7,4% по шкале Хартриджа при использовании смеси 80% ДТ и 20% РМ (рис. 3). Такое улучшение показателей топливной экономичности и токсичности ОГ дизеля Д-245.12С при его оснащении распылителями АЗПИ объясняется повышением качества смеси образования.

Результаты экспериментальных исследований дизеля Д-245.12С на

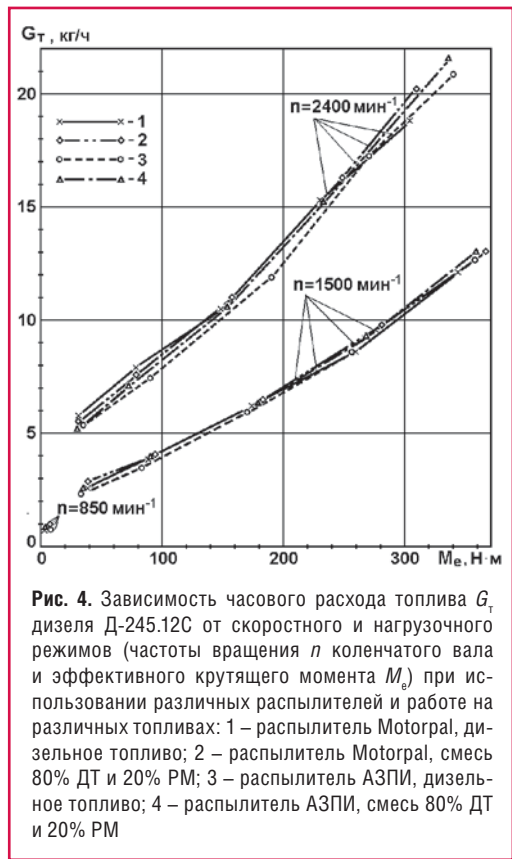


Рис. 4. Зависимость часового расхода топлива G_T дизеля Д-245.12С от скоростного и нагрузочного режимов (частоты вращения n коленчатого вала и эффективного крутящего момента M_e) при использовании различных распылителей и работе на различных топливах: 1 – распылитель Motorpal, дизельное топливо; 2 – распылитель Motorpal, смесь 80% ДТ и 20% РМ; 3 – распылитель АЗПИ, дизельное топливо; 4 – распылитель АЗПИ, смесь 80% ДТ и 20% РМ

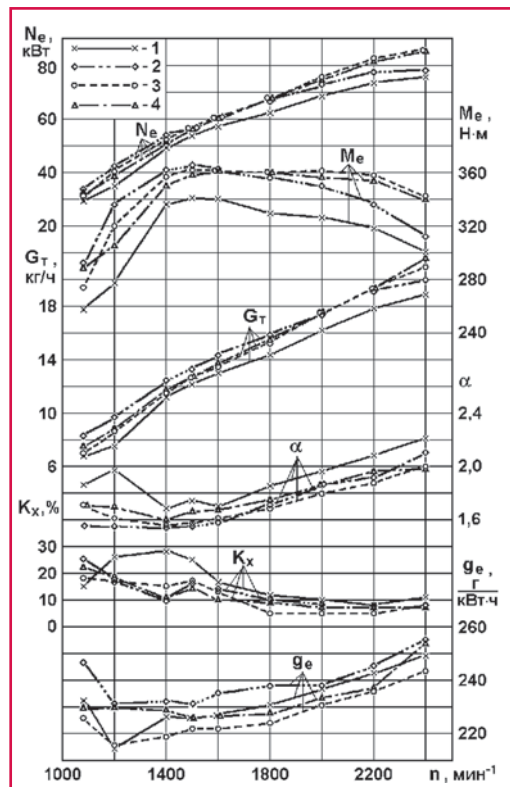


Рис. 3. Зависимость эффективной мощности N_e , крутящего момента M_e , часового расхода топлива G_T , коэффициента избытка воздуха α , дымности ОГ K_x и удельного эффективного расхода топлива g_e от частоты вращения n коленчатого вала дизеля Д-245.12С на режимах внешней скоростной характеристики при использовании различных распылителей и работе на различных топливах: 1 – распылитель Motorpal, дизельное топливо; 2 – распылитель Motorpal, смесь 80% ДТ и 20% РМ; 3 – распылитель АЗПИ, дизельное топливо; 4 – распылитель АЗПИ, смесь 80% ДТ и 20% РМ

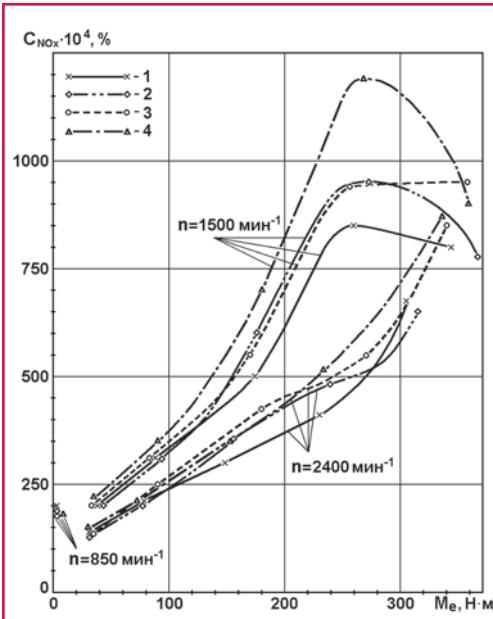


Рис. 5. Зависимость концентрации в ОГ дизеля Д-245.12С оксидов азота C_{NOx} от скоростного и нагрузочного режимов (частоты вращения n коленчатого вала и эффективного крутящего момента M_e) при использовании различных распылителей и работе на различных топливах: 1 – распылитель Motorpal, дизельное топливо; 2 – распылитель Motorpal, смесь 80% ДТ и 20% РМ; 3 – распылитель АЗПИ, дизельное топливо; 4 – распылитель АЗПИ, смесь 80% ДТ и 20% РМ

роста часового расхода топлива при замене распылителей Motorpal распылителями АЗПИ. Минимальный часовой расход топлива G_T на всех режимах наблюдался при работе на стандартном ДТ и использовании распылителей Motorpal, максимальный – при работе смеси 80% ДТ и 20% РМ и использовании распылителей АЗПИ.

Тип распылителя оказывает влияние и на концентрацию в ОГ оксидов азота C_{NOx} (рис.5). На большинстве исследованных режимов установка распылителей АЗПИ приводит к некоторому увеличению содержания в ОГ этого токсичного компонента, составившего в среднем 15-20%. При-

режимах 13-ступенчатого цикла приведены на рис. 4-7. Полученные характеристики часового расхода топлива G_T (рис. 4) подтвердили тенденцию

чем, при замене распылителей Motorpal распылителями АЗПИ увеличение содержания в ОГ оксидов азота отмечено и при работе на стандартном ДТ, и

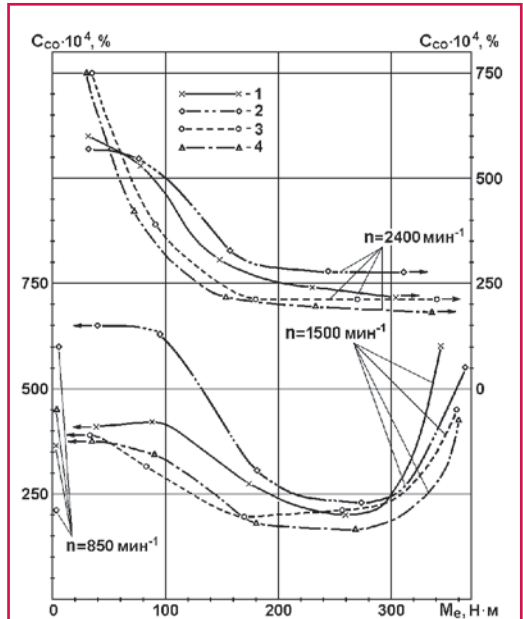


Рис. 6. Зависимость концентрации в ОГ дизеля Д-245.12С монооксида углерода C_{CO} от скоростного и нагрузочного режимов (частоты вращения n коленчатого вала и эффективного крутящего момента M_e) при использовании различных распылителей и работе на различных топливах: 1 – распылитель Motorpal, дизельное топливо; 2 – распылитель Motorpal, смесь 80% ДТ и 20% РМ; 3 – распылитель АЗПИ, дизельное топливо; 4 – распылитель АЗПИ, смесь 80% ДТ и 20% РМ

при работе на смеси 80% ДТ и 20% РМ. Установка распылителей АЗПИ обеспечивает значительное снижение

Таблица 5

Показатели дизеля Д-245.12С, работающего с УОВТ $\theta = 13^\circ$ п.к.в. до ВМТ на различных топливах и оснащенного различными распылителями

Вариант распылителя	Условный средний эффективный расход топлива на режимах 13-ступенчатого цикла, $g_{e\text{ усл}} \text{ г/кВт}\cdot\text{ч}$	Удельные массовые выбросы токсичных компонентов при работе на режимах 13-ступенчатого цикла, г/кВт·ч		
		e_{NOx}	e_{CO}	e_{CHx}
Распылитель Motorpal, ДТ	247,2 ($\eta_{e\text{ усл}}=0,343$)	7,442	3,482	1,519
Распылитель Motorpal, смесь 80 % ДТ + 20% РМ	254,4 ($\eta_{e\text{ усл}}=0,341$)	7,159	3,814	0,965
Распылитель АЗПИ, ДТ	244,5 ($\eta_{e\text{ усл}}=0,346$)	8,772	2,646	0,869
Распылитель АЗПИ, смесь 80% ДТ + 20% РМ	253,1 ($\eta_{e\text{ усл}}=0,343$)	8,430	2,636	0,597

Таблица 6

Показатели дизеля Д-245.12С с распылителями АЗПИ, работающего на смеси 80% ДТ и 20% РМ, при различных углах опережения впрыскивания топлива

Угол опережения впрыскивания топлива	Условный средний расход топлива на режимах 13-ступенчатого цикла, $g_{e\text{ усл}} \text{ г/кВт}\cdot\text{ч}$	Удельные массовые выбросы токсичных компонентов при работе на режимах 13-ступенчатого цикла, г/кВт·ч		
		e_{NOx}	e_{CO}	e_{CHx}
$\theta = 16^\circ$ п.к.в. до ВМТ	248,6	10,167	2,177	0,569
$\theta = 13^\circ$ п.к.в. до ВМТ	253,1	8,430	2,636	0,597
$\theta = 10^\circ$ п.к.в. до ВМТ	269,2	6,111	3,685	0,735

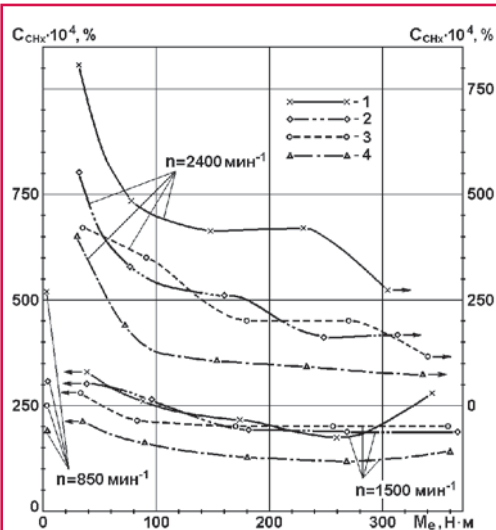


Рис. 7. Зависимость концентрации в ОГ дизеля Д-245.12С несгоревших углеводородов $C_{снх}$ от скоростного и нагрузочного режимов (частоты вращения n коленчатого вала и эффективного крутящего момента M_e) при использовании различных распылителей и работе на различных топливах: 1 – распылитель Motorpal, дизельное топливо; 2 – распылитель Motorpal, смесь 80% ДТ и 20% РМ; 3 – распылитель АЗПИ, дизельное топливо; 4 – распылитель АЗПИ, смесь 80% ДТ и 20% РМ

эмиссии продуктов неполного сгорания топлива – монооксида углерода и несгоревших углеводородов. При установке распылителей АЗПИ вместо распылителей Motorpal концентрация монооксида углерода в ОГ C_{CO} снижается практически на всех исследованных режимах в среднем на 25-30% (рис. 6). Причем, эффект снижения содержания в ОГ монооксида углерода более значителен при работе на смеси 80% ДТ и 20% РМ.

На всех исследованных режимах замена распылителей Motorpal на распылители АЗПИ приводила к значительному уменьшению концентрации в ОГ несгоревших углеводородов $C_{снх}$, составившей в среднем 35-45% (рис. 7). Причем, при замене распылителей Motorpal распылителями АЗПИ снижение содержания в ОГ несгоревших углеводородов отмечено и при работе на стандартном ДТ, и при работе на смеси 80% ДТ и 20% РМ. Поскольку эмиссия углеводородов в наибольшей степени зависит от количества топлива, оказавшегося в холодных пристеночных слоях КС, то такое снижение концентрации CH_x в ОГ при использовании распылителей АЗПИ свидетельствует об уменьшении количества топлива, попадающего на

стенки КС, и улучшении качества смесеобразования при работе с этими распылителями.

Результаты проведенных расчетов интегральных показателей дизеля Д-245.12С на режимах 13-ступенчатого цикла сведены в табл. 5. Они показывают, что при замене штатных распылителей Motorpal на распылители АЗПИ и работе на стандартном ДТ условный средний эффективный расход топлива на режимах 13-ступенчатого цикла $g_{e, усл}$ снизился на 1,1%, а при использовании смеси 80% ДТ и 20% РМ – на 0,6%.

Переход от распылителей Motorpal к распылителям АЗПИ сопровождался значительным снижением удельных массовых выбросов монооксида углерода e_{CO} (при работе на ДТ – на 24,1%, при работе на смеси 80% ДТ и 20% РМ – на 30,6%) и несгоревших углеводородов $e_{снх}$ (при работе на ДТ – на 42,7%, при работе на смеси 80% ДТ и 20% РМ – на 38,1%). Это указывает на улучшение мелкости распыливания топлива, снижение неравномерности распределения топлива в объеме КС и уменьшение доли пленочного смесеобразования при установке распылителей АЗПИ. В то же время установка распылителей АЗПИ приводит к росту удельных массовых выбросов оксидов азота e_{NOx} при работе на обоих видах исследуемых топлив. Увеличение выбросов NO_x составило 17,6% при работе на стандартном ДТ и 17,7% – при использовании смеси 80% ДТ и 20% РМ. Рост удельных массовых выбросов оксидов азота e_{NOx} при использовании распылителей АЗПИ объясняется ростом максимальных давлений и температур цикла, вызванных улучшением процесса сгорания.

Анализ полученных данных (см. табл. 5) указывает на целесообразность установки опытных распылителей АЗПИ на транспортные дизели. В то же время для достижения наилучших показателей токсичности ОГ использование этих распылителей необходимо сочетать с реализацией других мероприятий по снижению выбросов вредных веществ. В частности,

для снижения выбросов оксидов азота NO_x целесообразна оптимизация значений УОВТ [1, 2]. Для оценки влияния УОВТ на показатели дизеля Д-245.12С, оснащенного опытными распылителями АЗПИ, проведены его исследования на смеси 80% ДТ и 20% РМ при различных установочных УОВТ $\theta=13, 10$ и 16° п.к.в. до ВМТ. Результаты этих исследований приведены в табл. 6.

Данные табл. 6 показывают, что в дизеле Д-245.12С с распылителями АЗПИ, работающем на смеси 80% ДТ и 20% РМ, установка меньшего УОВТ ($\theta=10^\circ$ п.к.в. до ВМТ) позволяет уменьшить выброс наиболее значимого токсичного компонента – оксидов азота e_{NOx} с 8,430 до 6,111 г/(кВт·ч), то есть на 27,5%. Однако наиболее приемлемым решением задачи обеспечения благоприятного компромисса между показателями топливной экономичности и токсичности ОГ в исследуемом дизеле с распылителями АЗПИ является реализация регулирования УОВТ в соответствии со скоростным и нагрузочным режимами дизеля.

Проведенные исследования подтвердили улучшение показателей топливной экономичности и токсичности ОГ дизеля при использовании распылителей форсунок с перекрещивающимися распыливающими отверстиями, в том числе и на утяжеленных топливах.

Литература

1. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Системы топливоподачи и управления дизелей: Учебник для ВУЗов. Второе издание. – М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2005. – 344 с.
2. Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И. Токсичность отработавших газов дизелей – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 376 с.
3. Гайворонский А.И., Марков В.А., Илатовский Ю.В. Использование природного газа и других альтернативных топлив в дизельных двигателях. – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2007. – 480 с.
4. Марков В.А., Гайворонский А.И., Грехов Л.В., Иващенко Н.А. Работа дизелей на нетрадиционных топливах. – М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2008. – 464 с.
5. Марков В.А., Девянин С.Н., Мальчук В.И. Впрыскивание и распыливание топлива в дизелях. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007. – 360 с.
6. Астахов И.В., Голубков Л.Н., Трусов В.И. и др. Топливные системы и экономичность дизелей – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.
7. Файнлейб Б.Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1990. – 352 с.
8. Frolov S.M., Skripnik A.A., Kavtaradze R.Z. Modeling of Diesel Spray Ignition – Combustion and Atmospheric Pollution. – М.: Torus Press Ltd, 2003. – P. 220-227.

Газификация автотранспорта Западной Сибири и Дальнего Востока

А.Е. Савин,

заместитель директора филиала ООО «Газпром трансгаз Томск» –
«Томскавтогаз»

The Far East motor transport gasification

A.E. Savin



Рис. 1. Открытие АГНКС-2 в Томске, июль 2009 г.

ООО «Газпром трансгаз Томск» ведет свою деятельность на территории России от Омска до полуострова Камчатка.

Большое внимание Общество уделяет расширению сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) и развитию рынка потребления компримирован-

ного природного газа (КПГ) в качестве моторного топлива на всей территории ответственности. Для этих целей Обществом в 2007 г. создан филиал «Томскавтогаз», специалисты которого непосредственно занимаются всеми вопросами, связанными с данным видом деятельности, начиная от выбора мест размещения заправочной

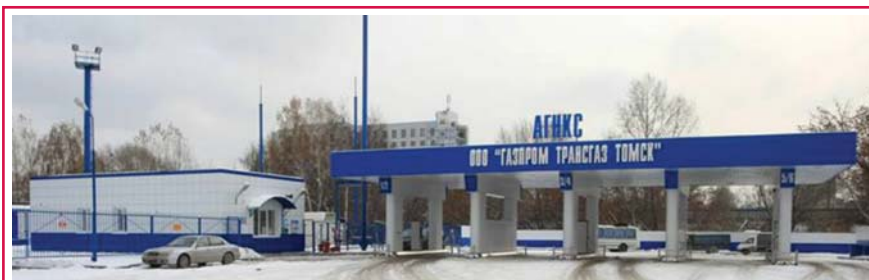


Рис. 2. АГНКС-3 г. Новосибирск на 250 суточных заправок

станции и заканчивая разработкой целевых региональных программ по газификации транспорта совместно с региональными и муниципальными администрациями.

В настоящее время Общество разрабатывает программу развития сети АГНКС на территории Дальнего Востока. Сегодня еще нет возможности перечислить все города и населенные пункты региона, в которых планируется строительство АГНКС, однако, стоит сообщить, что Общество планирует строительство АГНКС в каждом городе, который будет газифицирован.

Количество и мощность АГНКС в населенных пунктах будут определяться в соответствии с экономической целесообразностью перевода на КПГ автотранспорта местных автопарков, которая зависит от текущего модельного ряда автопарков на местах, имеющихся планов по обновлению автопарков, географического расположения мест базирования автотехники ключевых потребителей КПГ относительно мест возможного размещения АГНКС, а также от многих других факторов (рис. 1-3).

Сегодня уже можно назвать города, в которых в первую очередь будут строиться АГНКС. Это Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре, Петропавловск-Камчатский, Южно-Сахалинск и Владивосток.

По первым четырем городам наша компания уже начала детальную проработку схем возможного размещения АГНКС и организации пилотных проектов по газификации транспорта. Применительно к Хабаровску ООО «Газпром трансгаз Томск» в рамках пилотного проекта, который планируется к реализации в 2010-2011 гг., предполагает приобрести передвижной автомобильный газовый заправщик (ПАГЗ) с дожимным компрессором емкостью 2160 м³ КПГ и с его помощью обеспечивать заправку автотранспортных средств на пилотном предприятии города.

Необходимо отметить, что если в западной части России и в Сибири с природным газом в качестве мотор-

ного топлива потребители знакомы уже давно, то на Дальнем Востоке транспорт на КПГ никогда не работал, в связи с чем потенциальные потребители обладают самыми поверхностными знаниями по данному вопросу.

С другой стороны, тема использования КПГ в качестве моторного топлива на автотранспорте вызывает большой интерес в регионе, и прогресс уже есть. 25.11.2009 г. в Хабаровске прошла региональная научно-практическая конференция «Перспективы использования природного газа на автомобильном транспорте Дальнего Востока 2009». Организаторы конференции – министерство промышленности, транспорта и связи правительства Хабаровского края, комитет правительства Хабаровского края по развитию топливно-энергетического комплекса, ОАО «КамАЗ», Тихоокеанский государственный университет (ТОГУ), Краевая ассоциация автотранспортников «Хабаровскавто» и Консорциум дальневосточных предприятий.

На конференции с докладами выступили представители правительства Хабаровского края, ОАО «КамАЗ», филиала «Томскавтогаз». Тема конференции вызвала большой интерес и горячее обсуждение среди участников после заслушивания докладов. В ходе дискуссии стало очевидно, что сегодня потенциальные потребители КПГ Дальнего Востока не совсем понимают разницу между КПГ и СУГ, часто путают эти два вида моторного топлива, что говорит о необходимости проведения доходчивой информационно-разъяснительной кампании в СМИ Дальнего Востока о преимуществах и особенностях КПГ как вида газомоторного топлива. Необходима также персональная работа с руководителями соответствующих структур, от которых зависит успех газификации транспорта на местах.

Прошедшая конференция показала, что в Хабаровске есть руководители краевой администрации и автотранспортных предприятий, которые



Рис. 3. Компрессорное оборудование АГНКС-2 г. Томск

готовы начинать внедрять КПГ на автотранспорте, развивать инфраструктуру по заправке КПГ. Есть практический интерес к КПГ у администрации г. Южно-Сахалинск.

Большой интерес к КПГ легко объясним, ведь перевод транспорта на природный газ позволяет сэкономить значительные финансовые средства, которые сегодня буквально сгорают в выхлопных трубах автомобилей. А сэкономленные деньги можно перенаправить на другие цели: строительство детских садов и школ, развитие спорта, обновление городских автопарков и многое другое. Кроме того, сегодня наряду с экономическими преимуществами, крайне важен и экологический фактор, так как чем чище воздух, тем меньше люди болеют, меньше тратят денег на врачей и на лекарства. И чем больше на улицах наших городов экологически чистого транспорта, тем сильнее проявляется и экономический эффект от экологического фактора.

Рассмотрим для примера перевод на КПГ автотранспорта предприятия МУП «Управление механизации и автомобильного транспорта» г. Петропавловск-Камчатский (данные по модельному ряду на 25.05.2009 г.), см. таблицу ниже. У предприятия имеется 144 ед. техники, в том числе 103 ед.

работают на бензине и могут быть переведены на КПГ. Оставшаяся часть – это дизельная техника (компрессоры, асфальтоукладчики, самоходные катки, экскаваторы, бульдозеры и прочая узкоспециализированная техника). В расчет примем расход моторного топлива при среднем пробеге в 200 км за одну рабочую смену (пробег может быть и меньшим, но много топлива потребляет работающее спецоборудование). Приняв для чистоты эксперимента коэффициент расхода КПГ к бензину за 1,0 (хотя на практике соотношение с бензином составляет 0,8, то есть КПГ еще и по объему требуется меньше), получаем объем потребления КПГ данной техникой за одну рабочую смену в объеме 8160 м³. За месяц (при количестве рабочих смен в месяце 27) потребляемый объем составит 220 320 м³, а за год 2643 840 м³ КПГ. Теперь умножим эту цифру на стоимость бензина Аи-80 на Камчатке, которая на 1.03.2010 г. составляла 28 руб./л и получим 74 027 520 руб. Разделим данную цифру на 2 (максимально возможные затраты на КПГ, исходя из законодательного ограничения стоимости КПГ на уровне 50% от розничной цены Аи-80 с учетом НДС) и получим финансовые затраты на КПГ в размере 37 013 760 руб. Сравним

полученные данные с затратами на бензин. Впечатляет? Примерно такие же цифры получаются и при эксплуатации серийной техники на КПГ вместо дизельной.

Подобные расчеты теперь, в соответствии с Федеральным законом «Об энергосбережении, о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» № 261, предстоит проводить всем региональным и муниципальным администрациям России с целью обеспечения энергоэффективности на транспорте. Данный труд можно значительно облегчить, рабо-

тая над региональными программами по энергосбережению на транспорте совместно с ООО «Газпром трансгаз Томск» и автопроизводителями.

Нам могут возразить: опять речь идет о переводе на КПГ старой бензиновой автотехники. Да, в приведенном примере речь идет о ней. Однако срок окупаемости газобаллонного оборудования (ГБО) на одном спецавтомобиле составляет от 4 до 8 мес., а указанная «старая бензиновая техника» будет работать еще, скорее всего, не менее четырех-шести лет. Это во-первых. А во-вторых, списываемую в плановом порядке бензиновую автотехнику теперь

можно заменять не дизельной, а новой газовой, которую серийно выпускают, к примеру, ОАО «КамАЗ» и ООО «Русские Автобусы – Группа ГАЗ» (автобусы ЛиАЗ, КаВЗ и ПАЗ). При совместном решении стоящих задач эффективность и скорость достижения необходимого результата заметно повышаются.

Можно с уверенностью сказать, что совместные скоординированные усилия трех заинтересованных сторон – ОАО «Газпром», потребителей и автопроизводителей – принесут хорошие результаты каждому участнику процесса газификации транспорта.

Таблица

**Список техники МУП «Управление механизации и автомобильного транспорта»
(г. Петропавловск-Камчатский) по состоянию на 25.05.2009 г.
и объемы потенциального потребления КПГ техникой предприятия**

Наименование автотранспорта	Модель автомобиля	Вид моторного топлива	Количество, ед.	Объем потребления КПГ за одну смену одной единицей, м ³	Объем потребления КПГ за одну смену, м ³
Самосвал	ЗИЛ ММЗ-555	Бензин Аи-80	2	100	200
	ЗИЛ ММЗ 4505		12	100	1200
	ЗИЛ ММЗ-5301		2	100	200
	ЗИЛ ММЗ 4502		5	100	500
	ГАЗ-53Б		2	70	140
Пескоразбрасыватель	КО-002		2	100	200
	ЗИЛ-130				
Поливомоечная-пескоразбрасывающая машина	КО 713		5	120	600
	ЗИЛ-431412				
	КО-413 ГАЗ 53		24	70	1680
	КО 431, 440, 424 шасси ЗИЛ 130		15	100	1500
Автофургон	КО 713		1	100	100
	ЗИЛ-433362				
	КО 713 Н		6	100	600
	ЗИЛ-433362				
Автобус	ЗИЛ-130		3	100	300
	ЗИЛ-131		1	100	100
	ГАЗ-5204		1	70	70
Бортовая	ПАЗ 3205		1	70	70
	ГАЗ 53-27		1	70	70
Илосос	ЗИЛ 4502	9	70	630	
	ЗИЛ 130, 433362	6	70	420	
	ГАЗ-53	3	70	210	
	ИЛ 980	1	120	120	
Автовышка	ЗИЛ 431412	1	120	120	
	ВС-22МС	1	100	100	
ВСЕГО			103		8160

Развитие фирмы ООО «Д.В.С. эко» в период кризиса

В.И. Хорьков, генеральный директор ООО «Д.В.С. эко»,
В.Ф. Водейко, доцент МАДИ (ГТУ), к.т.н.

В результате своевременной оценки преимуществ использования КПГ в качестве моторного топлива ООО «Д.В.С. эко» и Ликийский автобусный завод, входящие в группу компаний «ГАЗ», начиная с 2005 г. выпустили 327 автобусов на КПГ. К ним относятся автобусы пяти модификаций, составляющие самый большой и экологически современный автопарк в России. Во многих регионах – от Тольятти до Якутска – автобусы ЛИАЗ, оборудованные для работы на газовом топливе, становятся визитной карточкой города.

Наряду с этим, фирма «Д.В.С. эко» совместно с Ликийским автобусным заводом приступила к серийному выпуску трех новых моделей троллейбусов. Разработана и ведется подготовка к производству экономичной модели нового сочлененного низкопольного троллейбуса ЛИАЗ-6236.

Ключевые слова: автобус на компримированном природном газе, газомоторное топливо, троллейбус сочлененный низкопольный.

Development of Company «DVS eko» in crisis period

V.I. Khorkow, V.F. Vodeyko

In result of contemporaneous analysis of economic effectiveness and active adoption of compressed natural gas vehicle fuel, Company “DVS eko” and Likinskiy Bus manufacturing factory entering the group of Companys “GAS”, beginning the Year 2005 had manufactured 327 CNG Buses.

Refer to them are five modifications of CNG LIAZ Buses forming the most greatest and ecological cleanest Bus vehicles in Russia. In many regions from Toliatty to Yakutsk the CNG Busses LIAZ are to become visiting card of city.

Besides the Company “DVS eko” team-work with Likinskiy Bus – manufacturing factory begin to manufacture three new modifications of trolleybuses. Now is under development new lowfloor trolleybus LIAZ-6236.

Keywords: natural gas vehicles fuel, compressed natural gas (CNG), trolleybuses.

В период экономического кризиса, в значительной степени затронувшего автомобилестроение, одним из способов функционирования фирмы «Д.В.С. эко» явилась необходимость приспособиться к изменившимся условиям рынка: устранить лишние расходы и начать разработку новых видов продукции.

Наряду с этим, фирма «Д.В.С. эко» совместно с Ликийским автобусным заводом продолжала заниматься дальнейшим продвижением самого дешевого и экологически чистого автобусного транспорта на газовом топливе, альтернативном бензину и дизельному топливу. Решающим фактором явилось завершение формирования полной линейки типоразмеров автобусов ЛИАЗ большого и особо большого классов со средним, полунизким и низким уровнями пола. К ним относятся автобусы на КПГ марок ЛИАЗ-5256, ЛИАЗ-5292, ЛИАЗ-5293, ЛИАЗ-6212 и ЛИАЗ-6213, которые по основным показателям выбросов вредных веществ в атмосферу соответствуют нормам «Евро-4». Начиная с 2005 г., фирма «Д.В.С. эко» и Ликийский автобусный завод, входящие в группу компаний «ГАЗ», являются единственными отечественными предприятиями, серийно выпускающими в России автобусы на газовом топливе. За это время было выпущено 327 автобусов как с верхним, так и с нижним расположением газовых баллонов [1].

В апреле 2009 г. один из этих автобусов входил в состав автоколонны, совершивший автопробег «Голубой коридор» под девизом «Белой олимпиаде – голубой метан» протяженностью 1800 км по маршруту Ростов-на-Дону – Краснодар – Новороссийск – Сочи. Автобус стартовал из Москвы и успешно финишировал. Этот пробег подтвердил перспективность применения КПГ на городских и междугородных автобусах и приобрел сторонников в городах Южного федерального округа.



Рис. 1. Колонна новых газовых автобусов ЛИАЗ-5256 на площади (г. Якутск)

Важным шагом дальнейшего продвижения газовых автобусов, в том числе и в условиях Крайнего Севера, явилась поставка в г. Якутск осенью 2009 г. 16 автобусов модели ЛИАЗ-5256 большого класса в северном исполнении (рис. 1) [2]. При производстве этих моделей были учтены особенности эксплуатации автобусов, работающих при отрицательных температурах окружающего воздуха.

Применено двойное остекление, использованы многослойные термоизоляционные материалы с воздушными прослойками и другие конструктивные решения. Гарантийный срок эксплуатации остался обычным – 18 месяцев или 150 тыс. км пробега.

Эксплуатация газовых автобусов при низких температурах окружающего воздуха в значительной степени зависит от содержания влаги в природном газе. По ГОСТ 27577–87 содержание влаги в природном газе приведено для температур окружающей среды до -30°C . В действительности в природном газе для газобаллонных автомобилей, заправляемых в условиях Крайнего Севера, где температура декабря-января падает ниже -45°C , возможно избыточное влагосодержание. Это может затруднить нормальную их эксплуатацию. Для этих условий важно создание надежных способов осушки и приборов контроля степени осушки газа на АГНКС [3].



Рис. 3. Троллейбусы ЛИАЗ-52802 и ЛИАЗ-52803 на площадке готовой продукции

Накопление опыта эксплуатации автобусов ЛИАЗ на КПГ в условиях низких температур в г. Якутск позволит также выполнить необходимые дополнения к многофункциональной системе оборудования автобуса и внести поправки в нормативные документы в целях повышения технической безопасности и эффективности использования КПГ в качестве альтернативного топлива.

Наряду с автобусами на природном газе фирмой «Д.В.С. эко» совместно с Ликинским автобусным заводом разработана техническая документация и технология производства троллейбусов на базе имеющегося кузова автобуса вагонного типа ЛИАЗ-5256. После освоения этого проекта начато серийное производство трех моделей троллейбусов ЛИАЗ-5280, ЛИАЗ-52802 и ЛИАЗ-52803, отличающихся уровнями пола, для любых городов и климатических зон России (рис. 2, 3). Имеющиеся мощности производства и проверенная надежность российских партнеров позволяют удовлетворить запросы рынка.

В настоящее время выполняется разработка технической документации низкопольного сочлененного троллейбуса модели ЛИАЗ-6236 и технологии его производства.



Рис. 2. Вид цеха по сборке троллейбусов

Литература

1. Новости из регионов. – Транспорт на альтернативном топливе, № 2 (8), 2009. – С. 65.
2. «Группа ГАЗ» поставила газовые автобусы в Якутск. – АГЗК+АТ, № 6 (48), 2009. – С. 37.
3. Крушневич Т.К., Пятничко А.И., Крушневич В.Т. Особенности осушки природного газа на АГНКС. – Транспорт на альтернативном топливе, № 5 (11) 2009. – С. 46,47.

Выбор комплексной системы автоматизированного управления АГНКС



Н.Н. Чибисова,
специалист «НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА»,
И.Е. Захаров,
начальник проектного отдела «НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА»,
А.В. Яковлев,
генеральный директор «НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА»

В статье освещаются вопросы, возникающие при выборе поставщика системы автоматического управления (САУ) для полнокомплектных АГНКС, а также при замене САУ на действующих АГНКС. Приводятся результаты исследования отличий САУ АГНКС производства ООО «НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА» от систем других производителей.

Ключевые слова: автоматика АГНКС, выбор автоматики.

The choice of automatics on AGNKS

N.N. Chibisova, I.E. Zaharov, A.V. Yakovlev

Article takes up the questions arising at a choice of the supplier of automatics both for complete set CNG station (AGNKS), and at replacement of automatics on existing AGNKS. Besides the result of research of differences of ACS (Automatic Control System) AGNKS manufactured by ООО «НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА» from systems of other manufacturers is given.

Keywords: automatics of CNG station, automatic system choice.

Данная статья является продолжением начатого в № 4 (10) 2009 г. цикла статей, в котором сотрудники фирмы делятся опытом, приобретенным за 10 лет работы на рынке реновации автоматики АГНКС. В настоящей публикации остановимся на тех вопросах, на которые в первую очередь следует обратить внимание при выборе САУ для проектируемой полнокомплектной АГНКС или САУ, заменяющей имеющуюся систему управления при реновации.

Не следует гоняться за дешевизной

Для многих специалистов и руководителей различных компаний и фирм, распоряжающихся финансовыми средствами, определяющим фактором при покупке продукции продолжает оставаться ее цена. Но постепенно с опытом приходит осознание того, что «дешевле – не значит лучше». Однако цена продукции продолжает оставаться существенным,

но не единственным критерием выбора САУ для АГНКС.

Чем еще, кроме цены, могут конкурировать между собой поставщики автоматики? Конечно, опытом внедрений новейших разработок, высокой надежностью оборудования в эксплуатации. Для заказчика наличие опыта внедрений является свидетельством надежности поставщика. Однако бывает, что на рынок приходят компании из смежной отрасли, желающие расширить сферу деятельности. В этом случае при прочих равных условиях нерационально отказываться от поставщика только потому, что у него нет внедрений в данной отрасли (если, конечно, имеется успешный опыт в смежных отраслях).

Большое значение имеет также наличие необходимых сертификатов, лицензий и разрешений. Эти документы подтверждают качество продукции и возможность ее применения. Если обратиться к нормативному документу ОАО

«Газпром» «Основные положения по автоматизации, телемеханизации и информационно-управляющим системам газоперерабатывающих производств», то видно, что п. 4.1.3 гласит: «ПТК как зарубежного, так и отечественного производства должны иметь сертификаты Госстандарта РФ и, как правило, опыт использования на аналогичных объектах». В настоящее время типовым сертификатом систем автоматики можно назвать сертификат средства измерений на комплекс технических средств. Хотя в нормативных документах ОАО «Газпром» нет явных требований по наличию разрешения Ростехнадзора на применение САУ на опасных объектах, согласно постановлению Правительства РФ от 25.12.1998 г. № 1540 утверждены «Правила применения технических устройств на опасных промышленных объектах», содержащие требование о разрешении Ростехнадзора. То, что АГНКС относятся к опасным объектам, регламентируется федеральным законом о промбезопасности. Поэтому многие заказчики, понимая значимость наличия разрешительных документов, сами включают в техническое задание необходимость наличия разрешения на применение и сертификата средств измерений (СИ). Думается, что в недалеком будущем и в нормативных документах «Газпрома» эти требования будут отражены.

Большое значение имеет также гарантийное и послегарантийное обслуживание САУ АГНКС. Естественно, большинство поставщиков автоматики декларируют и то, и другое. Поэтому на первый план выходит оперативность разрешения возможных проблем на объекте, качество и сроки выполнения технического обслуживания, длительность срока гарантии.

Далее рассмотрим функции и технические характеристики систем автоматики для АГНКС.

В настоящее время существующие технические описания САУ АГНКС различных производителей в большой степени повторяют друг друга. Все они содержат примерно одинаковый перечень функций САУ с незначительно отличающимися техническими характеристиками. Разве что элементная база иногда бывает несколько другая.

Специалисту, досконально не знакомому с особенностями работы

Таблица

Сравнение технических характеристик САУ АГНКС различных производителей

Функция или характеристика САУ	ООО «НПК «Ленпром-автоматика» (САУ на базе КТС КСПА)	Прочие производители	Комментарий
Метрологическое обеспечение	На КСПА имеется сертификат об утверждении типа средств измерений	Не на все САУ имеется сертификат об утверждении типа средств измерений	САУ КСПА обеспечивает измерение аналоговых параметров с относительной приведенной погрешностью каналов измерения не более 0,5%. Значения аналоговых параметров, измеряемые САУ, не являющейся средством измерения, являются недостоверными (с ненормированной погрешностью) со всеми вытекающими последствиями: ложное срабатывание или, наоборот, отсутствие срабатывания предупредительных и аварийных уставок
Возможность разработки и поставки тренажеров для обучения оперативного и эксплуатационного персонала	Предусмотрена	Предусмотрена не всеми производителями САУ	С помощью тренажера САУ обучение персонала производится быстрее и эффективнее; снижаются риски от некорректных действий персонала в процессе освоения новой техники. В дальнейшем тренажер САУ используется для периодического подкрепления навыков обслуживающего персонала, что позволяет, в частности, минимизировать последствия нештатных ситуаций (исключить «человеческий фактор»)
Наличие блока экстренного останова АГНКС	Имеется; питание блока экстренного останова (БЭО) независимое от САУ, резервированное	Имеется; как правило, питание БЭО независимое от САУ, но не резервированное	Блок экстренного останова предназначен для выполнения аварийного останова в случае нештатных ситуаций, одной из которых может являться полное пропадание питания САУ. Поэтому в целях повышения надежности блок экстренного останова должен иметь независимое от САУ питание
Архитектура системы	Распределенная архитектура – на каждую единицу технологического оборудования (компрессор, блок осушки) свой контроллер. Отказ управляющего контроллера не приведет к останову АГНКС	Встречается распределенная архитектура, централизованная архитектура (управляющий контроллер один, и его отказ приведет к останову АГНКС) и смешанная архитектура (управляющих контроллеров несколько, каждый из них выполняет свою функцию, например, управление и регулирование, но работает со всем оборудованием, а не с отдельной его единицей)	Отказ управляющего контроллера в случае, когда он один, приведет к полному останову АГНКС. Распределенная архитектура САУ позволяет обеспечить функционирование АГНКС, хотя и в ограниченном объеме, даже в случае отказа одного или более контроллеров, а также существенно упрощает ввод системы в действие по частям с минимальным простоем АГНКС. При смешанной архитектуре САУ отказ одного из контроллеров влечет потерю выполняемой им функции (например, функции управления) по всему объекту
Средства управления и отображения информации, возможность реализации нескольких АРМ	Полноценное автоматизированное рабочее место (АРМ) в операторской и АРМ ограниченной функциональности (как правило, без архивов, только с отображением текущей информации) на двери приборного шкафа	Одно полноценное АРМ	Серверы данных в составе стандартных SCADA-систем, как правило, весьма дороги, поэтому лицензирование работы нескольких серверов невыгодно для систем малого и среднего класса (АГНКС). В некоторых случаях возможно применение более дешевых серверов данных, например, с применением OPC-технологии, но возникают технические проблемы с обеспечением обмена между несколькими компьютерами и несколькими PLC. В результате сервер, как правило, один, и он становится критическим узлом в сети. При его отказе происходит отказ и всех остальных АРМ. Специалистами НПК «Ленпромавтоматика» разработан и успешно реализован механизм обмена данными, гарантирующий сохранение работоспособности АРМ в случае отказа одного из них. Это обеспечивается отказом от использования OPC-сервера или иных технологий, основанных на наличии в сети узла-сервера данных (такой узел является источником ненадежности – при его отказе теряется связь со всеми АРМ). Данные от контроллеров запрашиваются непосредственно АРМ, количество «запрашивающих» и «отвечающих» узлов может быть любым, оно ограничивается только пропускной способностью информационной сети Ethernet

Функция или характеристика САУ	ООО «НПК «Ленпром-автоматика» (САУ на базе КТС КСПА)	Прочие производители	Комментарий
Количество шкафов	2	От 1 до 3	Компактность системы – ее безусловное достоинство, достигаемое, в частности, за счет того, что управляющий контроллер всего один. Чем это грозит – см. выше
Обслуживание и ремонтпригодность	Шкафы двухстороннего обслуживания (двери с двух сторон)	Встречаются как шкафы двухстороннего, так и одно-стороннего обслуживания (со съемной задней стенкой)	С точки зрения ремонтпригодности большое значение имеет скорость доступа ко всем элементам системы, поэтому предпочтительнее шкаф двухстороннего обслуживания
Электропитание	Резервированное	Резервированное или одно-канальное	Для повышения надежности работы САУ необходимо именно резервирование линий электропитания, а не простая установка источника бесперебойного питания, так как второй вариант не гарантирует нормального функционирования САУ в течение времени, необходимого на замену отказавшего блока питания
Контроль цепей исполнительных механизмов (ИМ)	С использованием технических средств собственного производства. В полном объеме для ИМ любого уровня напряжения питания стандартного ряда	Стандартными средствами. Только контроль «особо важных цепей управления» (подразумеваются цепи =24 В)	Контроль цепей управления ИМ – одна из важнейших функций системы управления. На различных АГНКС имеются механизмы, управляемые не только напряжением =24 В, но и ~220 В, =60 В и т.п. Например, на АГНКС с компрессорами завода «Борец» общестанционные задвижки, участвующие в аварийном останове, управляются напряжением ~220 В, и если не контролировать целостность цепи управления, несрабатывание задвижки в нужный момент может привести к непредсказуемым технико-экономическим последствиям
Модернизация датчикового оборудования	Замена на аналогичные датчики искробезопасного исполнения (Exi) + барьеры искробезопасности, установленные в шкафу автоматики	Замена на датчики взрывозащищенного исполнения (Exd)	Датчики взрывозащищенного исполнения имеют защитный корпус, габаритами значительно превышающий габариты датчиков искробезопасного исполнения, поэтому при такой замене могут возникать затруднения с установкой датчиков на прежние места. Кроме того, корпуса датчиков, устанавливаемые на трубы газовой обвязки, постоянно подвергаются воздействию вибрации, которое при длительной эксплуатации может привести к разрушению корпуса и выходу из строя датчика
Возможность внесения изменений в программное обеспечение (ПО)	Внесение изменений в ПО производится только специалистами разработчика. Возможна замена ПО специалистами заказчика	Возможность замены ПО только силами заказчика, без выезда разработчиков на объект, не встречается. Некоторые производители предусматривают возможность внесения изменений в алгоритм управления и изменение технологических уставок обслуживающим персоналом, прошедшим соответствующее обучение и имеющим соответствующий уровень допуска	ООО «НПК «Ленпромавтоматика» является разработчиком собственного ПО, которое может быть, по необходимости, оперативно модифицировано в ходе проведения пусконаладочных работ. В процессе промышленной эксплуатации САУ ПО может дорабатываться; специалистам заказчика предоставляется возможность самостоятельной замены ПО контроллеров (без выезда разработчиков на объект), что значительно упрощает процесс технического сопровождения. Более того, среда разработки ПО и языки программирования соответствуют общепромышленным стандартам и не требуют «экзотических» навыков программирования. Тем не менее, предоставление обслуживающему персоналу возможности изменения алгоритмов и уставок чревато злоупотреблением этой возможностью (несанкционированным изменением алгоритмов/уставок), что может повлечь за собой отклонение от штатного режима работы технологического оборудования и, как следствие, – его ускоренный износ и повышение вероятности аварий. Наши заказчики, как правило, сами не хотят брать на себя такую ответственность и предпочитают при необходимости самостоятельно устанавливать присланное нами ПО, но не писать программы самостоятельно

автоматизируемого объекта, трудно сделать выбор между практически одинаковыми САУ. Даже для опытного технического специалиста такой выбор весьма затруднителен. Поэтому выбор часто делается в пользу «брендовости» изготовителя или используемой им элементной базы. Логика выбора понятна, однако, наличие известного бренда не всегда является гарантией высокого качества предлагаемого оборудования.

Что касается технических характеристик, то для сравнения их можно разделить на две группы:

- первая группа имеет однозначное численное выражение (например, количество каналов ввода-вывода или быстродействие);

- вторая группа однозначного численного выражения не имеет (например, надежность, которая характеризуется целым набором показателей).

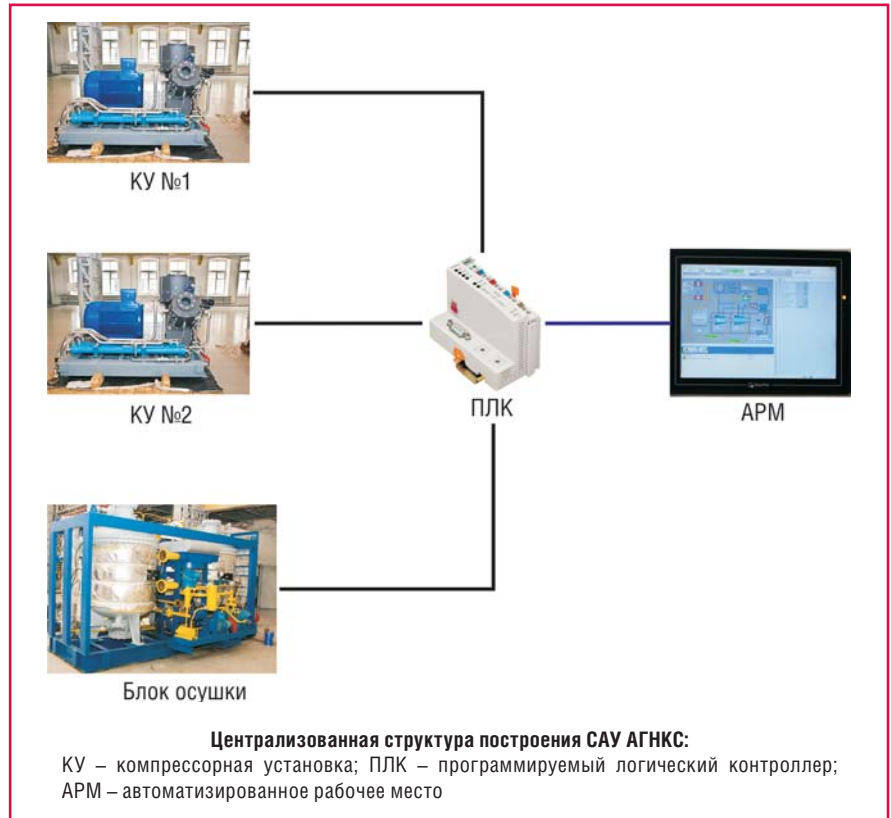
Понятно, что сравнение характеристик первой группы выполняется элементарно. А вот во второй группе наиболее значимой характеристикой является надежность, о которой стоит поговорить более подробно.

Надежность – превыше всего

Надежность – одно из важнейших свойств технических систем, особенно сейчас, когда технические системы становятся все более сложными, а последствия – все более серьезными в случае их ненадежной работы во время эксплуатации.

Практически все производители САУ для АГНКС заявляют о высокой надежности своих систем и «многолетней безотказной работе». Естественно, ни один производитель автоматики не скажет, что его САУ ненадежная. Другое дело, что надежность – достаточно общее понятие. Согласно ГОСТ 27.002–89 «Надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Надежность – комплексное свойство, состоящее в общем случае из безотказности, долговечности, ремонтопригодности и сохраняемости».

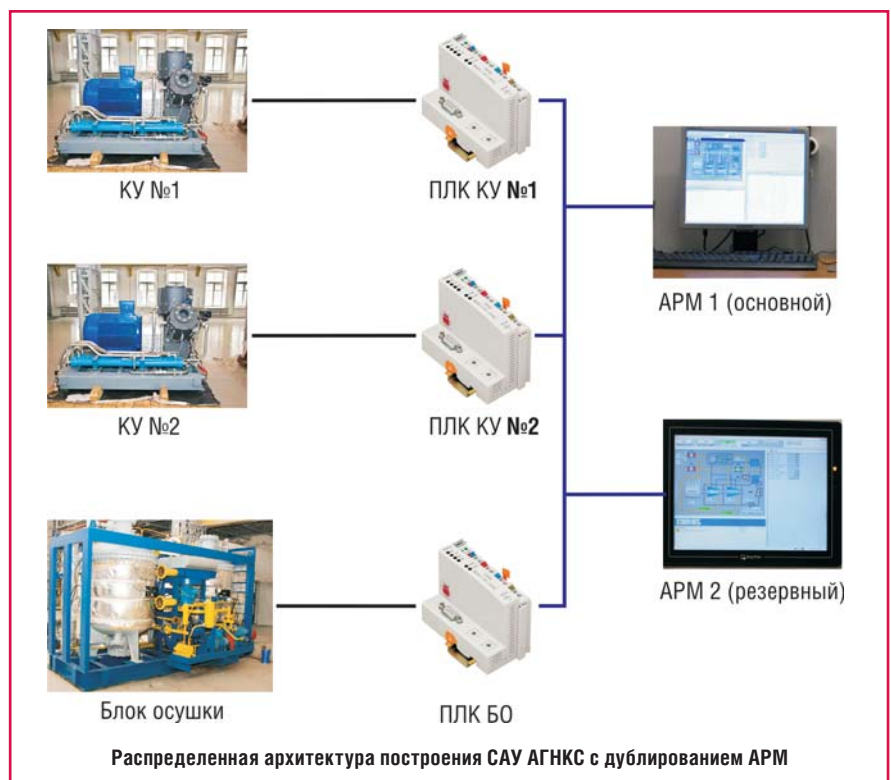
Производители обычно приводят в качестве аргумента о высокой

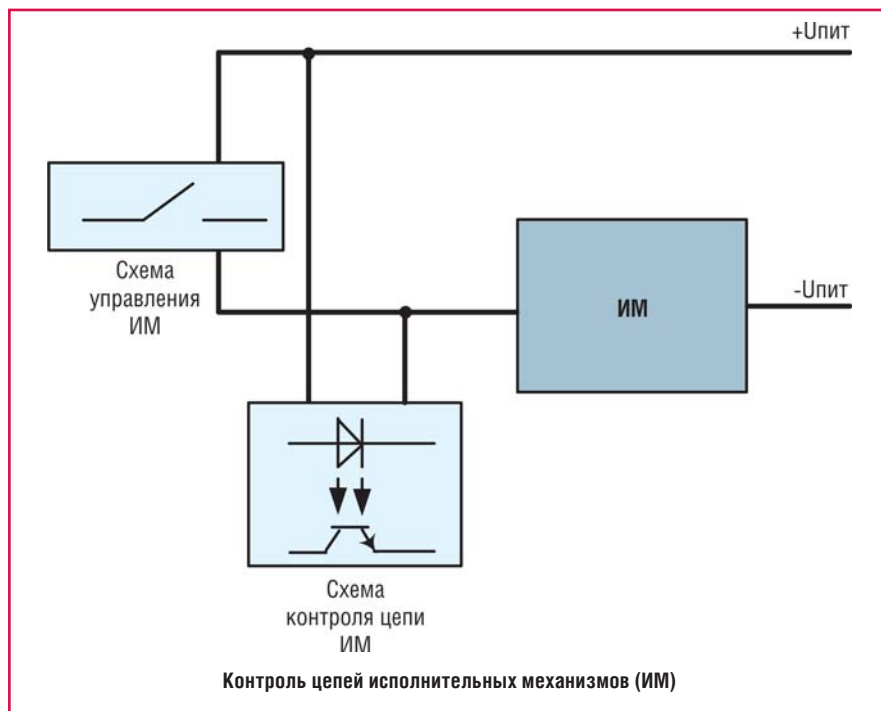


надежности оборудования такие показатели, как «наработка на отказ типа...», «средний срок службы», «среднее время восстановления» и т.п. Непросто решить вопрос, что выбрать – систему с более длительным сроком службы или с большей наработкой на отказ? Заметим, что,

как правило, речь идет не о показателях надежности *системы*, а о показателях надежности *технических средств*, из которых система состоит. А это вовсе не одно и то же.

Надежность численно характеризуется довольно обширным перечнем





обратив внимание на технические решения, которые будут способствовать безотказной работе системы и повышению ее ремонтпригодности. Нашей фирмой довольно давно используются методики надежного конструирования и проектного анализа, дающие хорошие результаты.

От теории – к практике

Наша компания является фактическим лидером рынка реновации АГНКС как в России, так и в ближнем зарубежье. С 2002 по 2009 гг. нашими специалистами проведены работы по модернизации 37 АГНКС. Но мы не «почиваем на лаврах победителя», а постоянно работаем над улучшением характеристик своих систем и повышением качества сервисного обслуживания. Так, было проведено исследование рынка систем автоматики для АГНКС с учетом изложенных выше требований. В первую очередь наших специалистов интересовали отличия технических характеристик наших систем от систем других производителей. Различия, которые удалось установить, представлены выше в таблице.

Еще раз подчеркнем, что данная таблица построена по результатам исследования систем автоматики для реновации АГНКС, но приведенные в ней технические характеристики также могут быть использованы при выборе САУ полнокомплектных АГНКС.

Заключение

В данной статье были изложены основные принципы выбора современной системы автоматики для АГНКС. По-прежнему в число основных факторов выбора входит цена, но все большее значение приобретают неценовые критерии, а именно: опыт внедрений, лицензионная чистота, сервисное обслуживание и, конечно же, надежность системы автоматики как ее важнейшая техническая характеристика. Выбирая более надежную систему, следует обращать внимание на те решения, которые повышают безотказность работы автоматики.

ООО «НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА»
г. Санкт-Петербург
тел./факс (812) 350-19-67,
тел. (812) 336-20-01, (812) 350-33-45
E-mail: info@lenprom.spb.ru
www.lenprom.spb.ru

показателей. Набор показателей надежности АСУ регламентируется ГОСТ 24.701–86 «Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения». Основная идея этого нормативного документа состоит в том, что показатели надежности должны оцениваться индивидуально для каждого типа автоматизированного объекта. Первым этапом оценки является анализ возможных видов отказов и ущерба от их возникновения. Затем оценивается возможность системы автоматики парировать этот отказ. В итоге, путем вероятностных расчетов, вычисляются такие показатели, как время наработки на отказ определенного вида, вероятность безотказной

работы в течение заданного времени, коэффициент готовности к использованию и т.д. На полученный результат влияют показатели надежности технических средств, структурные решения, примененные в АСУ (например, элементы резервирования), конструктивные решения, обеспечивающие ремонтпригодность (быстрый поиск неисправности и замену элементов), даже организационные и эргономические факторы.

В результате производитель, использующий контроллеры с большей наработкой на отказ, но, например, «забывший» о резервировании системы электропитания, получит худший результат, чем разработчик, спроектировавший систему с учетом всего комплекса факторов, влияющих на надежность. Также лучшего результата добьется тот, кто обеспечит контроль цепей исполнительных механизмов. Отказ цепи может произойти, такова реальность, но если он будет вовремя обнаружен и устранен простым соединением проводов, то этот отказ не приведет к аварийным последствиям.

Примеров можно привести множество, они выходят далеко за рамки этой статьи. Здесь следует лишь подчеркнуть, что при выборе САУ не следует слепо идти за заявленными показателями надежности контроллеров, модулей и датчиков, а хорошо бы поинтересоваться, каким образом производитель обеспечивает надежность всей системы,



Шкаф автоматики КСПА производства «НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА»



ЛЕНПРОМ АВТОМАТИКА

научно-производственная компания

Автоматизация АГНКС

- автоматика компрессоров
- автоматика блока осушки
- автоматика станционного оборудования



Адрес: 199155,
г. Санкт-Петербург,
В.О., пер. Декабристов, д. 20.
Тел/ : (812) 350-19-67, 336-20-01, 336-29-68
Факс: (812) 350-19-67
e-mail: info@lenprom.spb.ru
Web: <http://www.lenprom.spb.ru>

Особенности учета действующих коэффициентов коррекции в системах распределенного впрыска газа, оснащенных контроллером компании «A.E.V. Srl.» (Италия)

А.Ю. Банковский,
технический директор ООО «Италгаз»

Specific points of gas temperature and pressure correction on LPG injection ECU by A.E.V. Srl. (Italy)

A.Y. Bankovskiy

На текущий момент большая часть именитых итальянских производителей, таких как «LANDI», «LOVATO», «TARTARINI», «ELPIGAZ», «ZAVOLI», используют в составе поставляемых ими комплектов распределенного впрыска блоки управления, произведенные компанией «A.E.V. Srl.».

Это и неудивительно, ибо за долгие годы плодотворной работы на рынке ГБО компания «A.E.V. Srl.» заслуженно снискала славу лучшего производителя электронных компонентов. Великолепная испытательная база, работа в тесном контакте с автопроизводителями и разработчиками систем ГБО позволили компании год за годом создавать продукты, пользующиеся законным уважением потребителей.

При производстве электронного блока управления (ЭБУ) для системы распределенного впрыска в программное обеспечение вносятся поправки, учитывающие особенности работы редукторов и форсуночных рампы, предоставленных заказчиком, в различных нагрузочных условиях.

Обеспечивается программная блокировка работы системы при

переходе за пределы минимального и максимального времени открытия газовых форсунок, превышении максимальной величины давления газа в рампе и т.п. Учитывается изменение плотности газа в зависимости от его температуры и вводится коррекция по отклонению давления в рампе от базовых величин.

Действует также достаточно большое количество других, скрытых поправок, но их влияние на работу системы гораздо меньше, чем у приведенных выше.

Практика показала, что при подготовке системы распределенного впрыска к автокалибровке и подборе начальных параметров достаточно неправильно указать тип редуктора для того, чтобы поставить под сомнение правильность всей дальнейшей работы.

Компания «OMVL» предлагает в своих комплектах распределенного впрыска три модификации двухкамерного редуктора: STD (1,2 bar), MP (Medium power, 1,5 bar), HP (High

power, 1,8 bar) (рис. 1). Программное обеспечение учитывает стандартную величину давления, на которую выставлен редуктор в виде точки «нулевой поправки», то есть величину давления, при отклонении от которой в большую или меньшую сторону система будет вводить коррекцию для компенсации избыточного или недостаточного количества газа.

Следует отметить, что величина поправки, заложенная в программу, очень велика. Если обратить внимание на заводскую таблицу коррекции подачи газа (рис. 2), то становится видно, что поправка при отклонении от нулевой точки составляет до 25% в положительную сторону и до 60% в отрицательную сторону.

Рассмотрим происходящее на реальном примере.

Предположим, что на автомобиль установлен редуктор MP вместо стандартного. Предусмотренное давление на выходе из редуктора равно 1,5 атм. А в меню F1 (конфигурация автомобиля) мы ошибочно выбрали редуктор STD с предустановленным давлением 1,2 атм. Тогда, при определении коэффициента впрыска, на базовую

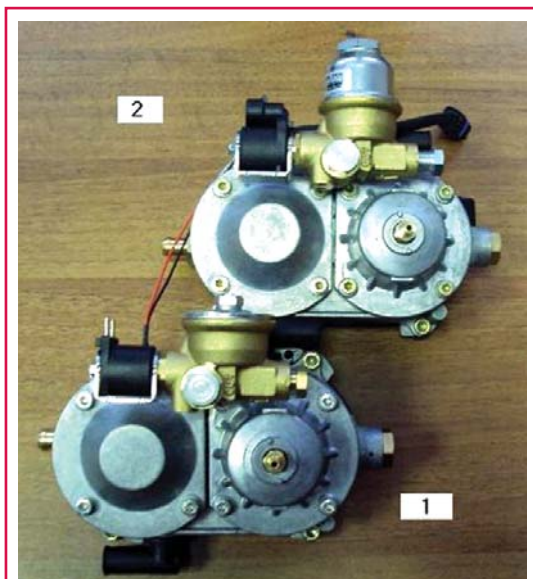


Рис. 1. Двухкамерные редукторы OMVL: 1 – для четырехцилиндрового комплекта (версия STD); 2 – для 6-8-цилиндрового комплекта (версия HP, MP)

	K open loop	Gas temperature	Water temperature	Pressure	Times	Times +	Various								
ration	Pressure corrections (bar)														
ata	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,75	1,85	1,95	2,30	3,70
Exit	25,00	20,00	15,40	11,10	7,15	3,50	0,00	-3,20	-6,25	-9,10	-14,30	-18,90	-23,00	-34,80	-60,00

Рис. 2. Заводская таблица коррекции подачи газа по давлению на выходе из редуктора

формулу $T_{gf} = T_{bf} \cdot K_{карты}$ будет накладываться коэффициент поправки по давлению, который окажет воздействие на результат автокалибровки.

Предположим, что при заданных оборотах и нагрузке 3,5 мс времени открытия бензиновой форсунки должны соответствовать 4,2 мс времени открытия газовой форсунки. Коэффициент пересчета при этом будет определяться как $K_{карты} = T_{gf} / T_{bf} \cdot 100$ и будет равен 120. В случае отклонения давления от расчетного на величину 0,3 атм на коэффициент пересчета наложится отрицательная поправка по давлению около -15%, и коэффициент пересчета по карте станет равным $K_{карты} = T_{gf} / T_{bf} \cdot (100 + 15)$, то есть 138.

Таким образом, средний коэффициент по карте увеличился на 18 ед. При больших расхождениях давления на выходе из редуктора с

базовыми величинами влияние поправок усиливается, поэтому может возникнуть ситуация, при которой из-за неправильно выбранного типа редуктора средний коэффициент по карте приблизится к максимальному значению в 255 ед., что лишит установщика возможности производить какие-либо корректировки топливоподачи.

Не менее важны и коэффициенты температурной коррекции. При использовании инженерного ключа в программном обеспечении OMVL открываются окна заводских поправок по температуре (рис. 3). Поправки по температуре призваны компенсировать изменение плотности газа в зависимости от его температуры. Максимальный «разгон» поправок между горячим и холодным газом составляет в сумме более 45%.

Наиболее характерным примером негативного влияния температурной коррекции является установ-

ка на 16-клапанный двигатель ВАЗ. В силу специфики расположения впускного коллектора рампу форсунок приходится устанавливать между впускным коллектором и передним краем капота, где рампа подвержена воздействию набегающего потока воздуха. В зимних условиях холодный воздух, поступающий под капот, охлаждает датчик температуры газа, установленный на рампе. Это приводит в действие коэффициент поправки по температуре газа (холодный газ обладает большей плотностью). Результатом является обеднение смеси при интенсивном движении.

Способов борьбы с такой ситуацией несколько. Наиболее простым является укрытие рампы форсунок термоизолирующим элементом типа энергофлекса. Изменение коэффициентов коррекции нежелательно (хотя такая возможность предусмотрена программой), поскольку придется производить перенастройку на летние режимы работы. Неправильное подключение редуктора к системе охлаждения двигателя может привести к остыванию редуктора в режимах разбора мощности, активации поправок по температуре, к неправильному смесеобразованию при переходе через допустимые границы.

В заключение хотелось бы обратить внимание на то, что программное обеспечение современных систем распределенного впрыска является максимально приближенным к оптимальному, и лишь невнимательное отношение к процессу установки и настройки систем может послужить причиной возникновения проблем при работе автомобиля на газе.

F1 Смена питания		Коррекция от температуры редуктора								
		20	25	30	35	40	50	60	60	Остальные
F2 Ламбда		-21	-18	-15	-12	-10	-7	-4	-2	0
F3 Эмиссия выхлоп.		Коррекция от температуры газа								
		0	5	10	20	32	45	56	60	Остальные
F4 Количество газа		-22	-19	-16	-11	-5	0	3	6	9
F5 Карта										
F6 Коррекция										
F7 Газ/бензин										
F8 Модифик. смес.										
Бензин	RPM	0rpm	Т.форс.газа	0,00	DelP	Н.д.	Лямбда	Н.д.		
	Т.ра газа	Н.д.	Т.форс.бенз	0,00	MAP	Н.д.	Лямбда 2	Н.д.		
	Т.ра ред.	Н.д.			MAP датчик АЕВ02		Уровень	0		

Рис. 3. Таблицы заводских поправок по температуре редуктора и газа

Консолидация возможностей в СПГТ

Р.Н. Седов,

президент Союза потребителей газового топлива (СПГТ), к.э.н.



Consolidation of possibilities in gas fuel consumers union

R.N.Sedov

Консолидация возможностей в рамках профильного комитета СПГТ поставщиков ГБО, сервисных предприятий по его установке и автомобильных газозаправщиков будет способствовать более широкому распространению газомоторного топлива.

Сегодня рынок газомоторного топлива СУГ вышел на этап, когда его дальнейшее развитие невозможно без стимулирования увеличения продаж и сокращения издержек. При этом участникам рынка приходится решать административные и законодательные проблемы. Кризис создал и препоны в получении системного финансирования для развития автогазозаправочной отрасли. Чтобы преодолеть подобные сложности, с точки зрения членов СПГТ, необходимо использовать возможности объединения интересов.

Развивать рынок газомоторного топлива сейчас – это значит привлекать нового потребителя. Сегмент малого коммерческого грузового автотранспорта класса «Газели» преимущественно уже переведен на газ. Сейчас происходит перевод автомобилей-такси. Но остается немалый резерв – частные автовладельцы, так как даже далеко не все легковые автомобили ВАЗ переведены на газ, не говоря уже об иномарках. Почему? Чаще всего люди просто не знают, что применение

СУГ в качестве газомоторного топлива – это выгодно. А те, кто знает, зачастую имеют отрицательный стереотип осведомленности: газ – это неприятный запах в салоне, вредное воздействие на двигатель, повышенная опасность в применении. Все эти «страхи» – результат слабой информированности о современных возможностях газификации автотранспорта.

Помимо этого, сейчас каждая из компаний, работающая, к примеру, в сфере поставок газобаллонного оборудования, тратит немалые деньги на конкурентную борьбу, а могла бы направить финансы на продвижение своих услуг. У каждой компании есть свои преимущества, и каждая имеет свой дилерский либо дистрибьюторский договор. При этом она вынуждена тратить ежемесячно не менее 100 тыс. руб. на конкурентную рекламу в Интернете (платные сервисы поисковиков, услуги специалистов по продвижению сайтов, товаров и т.п.). Объединив свои возможности в рамках созданного в СПГТ профильного комитета по газификации автотранспорта, такие компании получают возможность разместить ссылки на свои сайты с ресурса СПГТ либо разместить на нем свои полноценные Интернет-страницы. Это значительно оптимизирует расходы на продвижение компании и ее продукции в Интернете. Кроме

того, если объединить рекламные бюджеты всех заинтересованных компаний и сделать качественную наружную рекламу, рекламу на радио и ТВ, то все получают новых клиентов и дополнительную выгоду. Результат от подобной консолидации несомненно будет большим, чем от попыток разделить не очень большой «пирог» нынешней клиентской базы.

Есть и еще одна проблема – взаимозависимость уровня развития смежных видов бизнеса. Не будет достаточного количества сервисов по переоборудованию автомобилей всех желающих, значит, не будет и широких возможностей реализовать газобаллонное оборудование на рынке.

Следует заметить, что сервисные центры по своему оснащению сейчас существенно отстают в развитии от возможностей фирм, продающих оборудование и комплектующие. И не только по доходам, но и по технологиям, подготовке персонала. Для того, чтобы клиент доверил свою иномарку для переоборудования на СУГ, он должен быть уверен в высокой квалификации работников сервисного центра. Сейчас это невозможно, если учитывать общий уровень развития сервисных центров, отсутствие стандарта качества сервисного обслуживания и системы обучения персонала. Не секрет, что большинство сегодняшних сервисных организаций – это примитивные гаражные мастерские.

В таком виде газомоторный рынок развиваться будет крайне долго, поэтому вряд ли можно будет рассчитывать на существенное увеличение объемов продаж ГБО. Таким образом, для производителей и импортеров газового оборудования развитие современного сервиса по газификации автомобилей – эффективный инструмент продаж. Если поставщики газового

оборудования смогут помочь сервисным организациям стать цивилизованными, это значительно повысит доверие потребителей к их работе и повысит спрос на поставляемое ГБО. А если сервисная организация будет расположена на АГЗС или поблизости от нее, то появляется хорошая возможность привлечь к делу еще одного мощного союзника – заправщика. Сервисное обслуживание ГБО на АГЗС даст приток постоянных ее клиентов и заметно увеличит объем реализации газомоторного топлива. Поэтому именно заправочный бизнес может финансировать организацию современных сервисных

организаций, в том числе и по кредитным схемам, что сделает более доступной организацию малого, но качественного бизнеса в этой сфере.

А для продавцов оборудования ГБО дополнительным доходом могут стать новые направления бизнеса, например: торговля оборудованием и запасными частями для заправочных станций; техническое обслуживание заправочных станций и систем автономного газоснабжения; монтажные работы по проектам автономного газоснабжения.

Оптимизации расходов будут способствовать и создаваемые в

процессе отраслевого объединения общие инфраструктурные профильные компании, а также возможность присоединиться к уже существующим подобным компаниям. За счет этого более успешно могут вестись логистика и таможенные операции, юридическое обеспечение, использование Интернет-магазина и возможностей оффлайн-продаж, организация доставки комплектующих элементов, рекламные мероприятия. Следует также учитывать и еще одно важное преимущество консолидации – объединение ресурсов позволит компаниям успешнее решать административные и нормативные проблемы.

В Нижегородской области введен в эксплуатацию новый многотопливный автозаправочный комплекс «ЛУКОЙЛ»

В промзоне завода ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез» (Кстово, Нижегородская область) 25 ноября 2009 г. пущен в эксплуатацию новый многотопливный автозаправочный комплекс «ЛУКОЙЛ».

Согласно сообщению пресс-службы ООО «ЛУКОЙЛ-Волганефтепродукт», многотопливная АЗС (МАЗС) № 47 в Кстово – это современная АЗС, исполненная в корпоративном стиле компании «ЛУКОЙЛ», отвечающая самым высоким требованиям к стандартам оснащения, исполнения, экологических норм и норм безопасности. Техническое оснащение позволяет поставить эту МАЗС в ряд самых лучших автозаправочных станций в Нижегородской области. Три современные топливно-раздаточные колонки с 16-ю «пистолетами» для заправки позволяют предложить клиенту целый спектр моторных топлив компании «ЛУКОЙЛ»: от дизельного ЭКТО до нового высокофорсированного ЭКТО Plus с октаном 95. Комплекс также оснащен газовой колонкой, которая отвечает всем современным нормам безопасности и позволяет реализовывать сжиженный углеводородный газ (СУГ) в качестве газомоторного топлива.


АЗС оборудована мини-маркетом с сопутствующими товарами и оснащена современными системами очистки промливневых и хозяйственных стоков, работающих в замкнутом цикле, что безопасно для окружающей среды.

Ввод в эксплуатацию нового комплекса позволил создать в Кстовском районе 16 рабочих мест.

Данная МАЗС стала второй построенной в Кстовском районе в 2009 г. В 2010 г. планируется ввод еще трех МАЗС в Нижегородской области.

<http://www.nta-nn.ru/news/item/?ID=163304>

**КОМПЛЕКС УСЛУГ
ПО ОФОРМЛЕНИЮ
АЗС и АГЗС**



- Проектирование
- Производство
- Монтаж
- Гарантийное и постгарантийное обслуживание

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

Серийное качество.
Индивидуальный подход.

Паритет
ГРУППА КОМПАНИЙ

Перевод автотранспортных средств на ГБО в ОАО «Газэнергосеть». Анализ динамики рынка услуг по переводу АТС на ГБО

А.А. Ким,

начальник управления отраслевых программ ОАО «Газэнергосеть»,

В.А. Кочетков,

зам. генерального директора по реализации ООО «Газэнергосеть Астрахань»

Conversion motor transport to gas fuel in JSC «Gasenergoset». The market tendencies of the autogas equipment services

A.A. Kim, V.A. Kochetkov

Перевод автотранспортных средств (АТС) на альтернативные виды моторного топлива позволяет не только улучшить экологическую обстановку, но и экономить финансовые средства государственных и коммерческих организаций. Самым распространенным видом альтернативного моторного топлива в нашей стране в настоящее время является сжиженный углеводородный газ (СУГ), который часто называют «социальным топливом». Использование СУГ в автомобилях позволяет экономить порядка 40%

средств, расходуемых на ГСМ. Также, известно, что двигатель, работающий на СУГ, дает в сравнении с бензиновым и дизельным двигателями в три раза меньше угарного газа, в 1,6 раза – канцерогенных углеводородов, состоящих из частиц несгоревшего топлива, в 1,2 раза – двуокиси азота. При использовании СУГ в качестве моторного топлива не выделяются опасные для здоровья людей соединения свинца и ароматические полимеры.

Интерес в РФ к альтернативным видам моторного топлива во многом

обусловлен пристальным вниманием к экологическим проблемам и ростом цен на нефть. В России в настоящее время эксплуатируется около 1 млн. автомобилей, использующих газомоторное топливо.

ОАО «Газэнергосеть» более 10 лет работает на рынке газомоторного топлива. В активах компании около 150 АГЗС и МАЗС (многотопливных АЗС). Общество постоянно расширяет свою деятельность по переоборудованию АТС на ГБО, использующего в качестве моторного топлива СУГ. В частности, принято решение выделить переоборудование транспорта на ГБО в отдельный вид деятельности во всех дочерних зависимых организациях ОАО «Газэнергосеть», а также сформировать единые стандарты для всего общества по переоборудованию автомобилей на ГБО и обслуживанию клиентов. Дочерние компании к настоящему времени уже имеют практический опыт работ по переоснащению автотранспорта на альтернативное моторное топливо.

Опыт работы сервисного центра в г. Астрахань

Одной из наиболее успешных дочерних компаний ОАО «Газэнергосеть» в плане переоборудования АТС на ГБО на сегодняшний день является компания ООО «Газэнергосеть Астрахань». В перечень активов компании ООО «Газэнергосеть Астрахань», помимо 12 АГЗС, входит и сервисный центр по установке и обслуживанию ГБО, в котором производится установка и ремонт ГБО на всех марках автомобилей, в том числе соответствующих экологическим стандартам «Евро-3» и «Евро-4». Весь персонал центра прошел обучение монтажу и наладке автомобильных газовых систем последнего поколения с участием итальянских специалистов-разработчиков газовых систем.

Перечень услуг и мощности сервисного центра ООО «Газэнергосеть Астрахань» следующие:





- монтаж ГБО – 50 ед./мес.;
- ремонт и регулировка ГБО – более 700 ед./мес.;
- диагностика и ремонт инжекторов – более 40 ед./мес.;
- освидетельствование газовых баллонов – 100 ед./мес.

Сервисный центр «ГЭС Астрахань» был открыт в 2004 г. До этого времени компания «Газэнергосеть» эксплуатировала всего шесть газовых автозаправочных станций. Переводом автомобилей на СУГ в Астрахани на тот момент занимались только несколько частных предпринимателей. Качество выполняемых ими работ не соответствовало установленным регламентам, о чем свидетельствовали многочисленные жалобы клиентов заправочных станций на работу ГБО

и отсутствие качественного сервиса. Таким образом, основной целью открытия сервисных центров было создание образцовых пунктов по переоборудованию АТС на ГБО, на которые будут ориентироваться другие фирмы и компании, занимающиеся аналогичной деятельностью.

Благодаря профессиональному подходу к решению поставленной задачи, уже через год после открытия сервисный центр ООО «ГЭС Астрахань» занимал доминирующее положение в Астрахани по переводу автомобилей на СУГ. К концу 2007 г. был открыт второй пункт по установке и ремонту ГБО, а в 2009 г. под управлением компании находилось уже три объекта с аналогичной деятельностью.

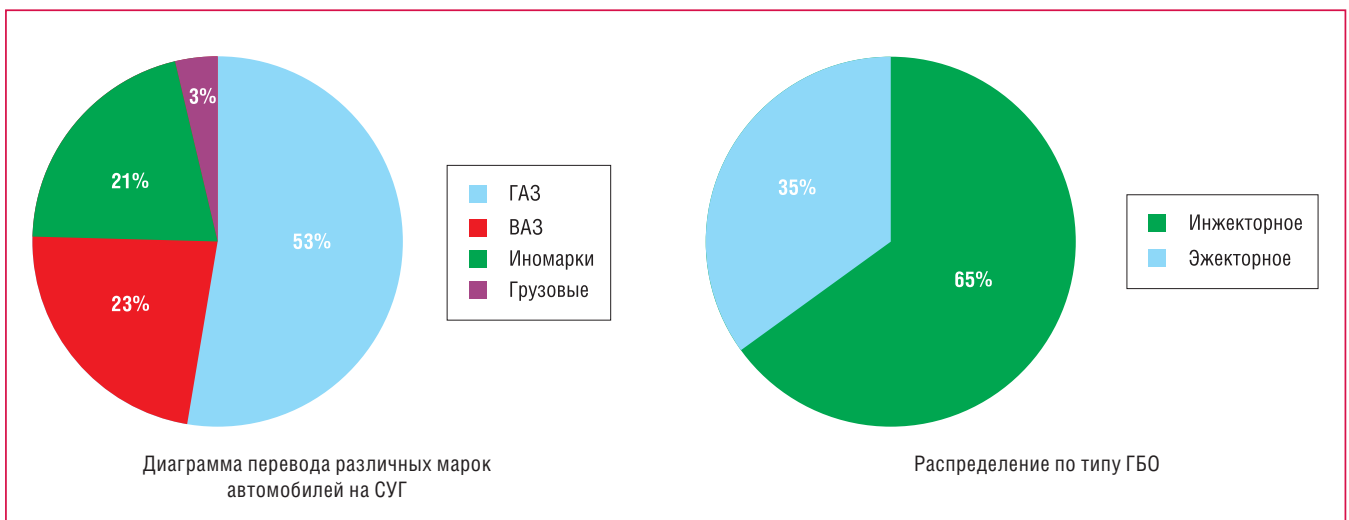
Тенденции рынка на примере Астраханского региона

Следует отметить, что на сегодняшний день рынок по переводу автомобилей на СУГ в Астрахани вошел в фазу стагнации. Наблюдается определенное падение спроса на услуги по установке ГБО. Однако спрос на услуги по ремонту и регулировке остается прежним.

Для выявления причин снижения спроса на переоборудование автомобилей на газ специалисты компании провели анализ своей деятельности и пришли к следующим выводам:

Первая причина. Основной целью перевода автомобилей на газ является получение экономической выгоды от использования более дешевого моторного топлива. Для этого необходимое условие – правильное соотношение цен на СУГ и бензин. Вследствие того, что расход газа больше расхода бензина, а ГБО требует затрат на техническое обслуживание, то по нашему мнению, на сегодняшний день цена СУГ не должна превышать половины цены бензина марки Аи-92. А в настоящий момент соотношение цен в г. Астрахань следующее: СУГ – 11,90 руб./л, Аи-92 – 21,30 руб./л, то есть разница составляет порядка 56%.

Причина вторая. За последние три года парк автомобилей в этом регионе существенно изменился и обновился. Были введены в действие



требования к токсичности отработавших газов в соответствии с «Евро-2» и «Евро-3». На приведенных выше диаграммах видно, что существенно вырос процент переводимых на СУГ автомобилей иностранного производства. Лидерами по установке ГБО традиционно остаются владельцы автомобилей марки «ГАЗ». На автомобилях с нормами токсичности «Евро-2» и выше необходимо устанавливать только инжекторное оборудование, которое существенно дороже эжекторного. Поэтому стоимость устанавливаемого газобаллонного оборудования существенно влияет на сроки окупаемости вложенных в переоборудование финансовых средств.

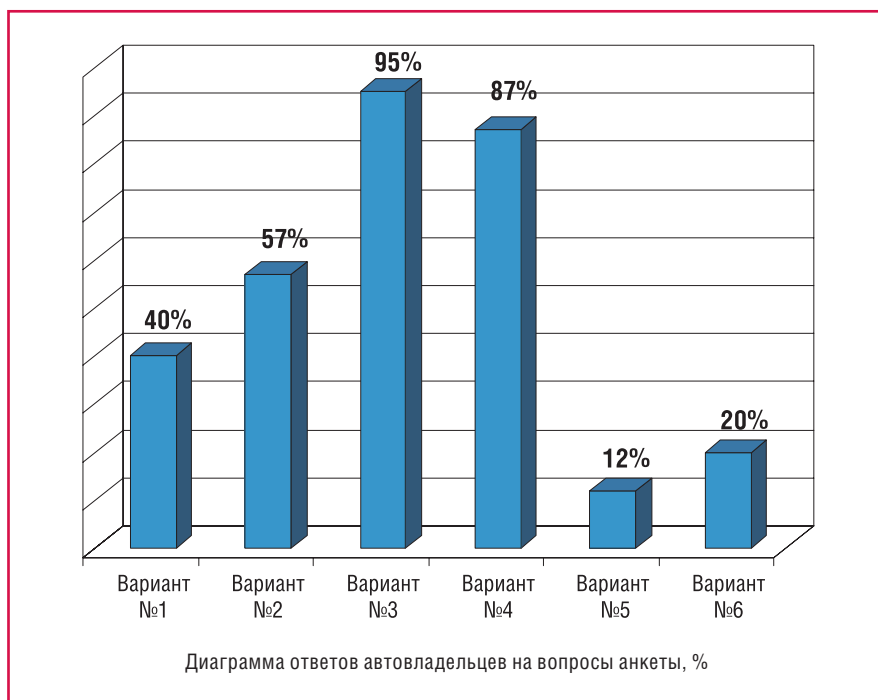
Средняя стоимость перевода на газ автомобиля с эжекторным ГБО – 12 тыс. руб., а с инжекторным ГБО – 28 тыс. руб. Стоимость таким образом увеличилась на 133%, а сроки окупаемости выросли более чем в два раза.

Причина третья. Владельцы новых автомобилей не ставят ГБО, так как в этом случае они теряют гарантийное обслуживание.

Сотрудничество с автопроизводителями – важная задача

Мы провели опрос 2 тыс. наших потенциальных клиентов, авто владельцев автомобилей, работающих на бензине. Целью исследования было выявление наиболее влиятельного источника информации для владельцев автомобилей. По результатам проведенного исследования видно, что для подавляющего большинства авто владельцев наиболее значимым мнением об эксплуатации автомобилей на СУГ и применении ГБО является такое мнение, которое высказывает автопроизводитель или его официальный представитель (дилерский центр).

Поэтому необходимо добиваться получения официальных «одобрений», «разрешений» на установку ГБО от компаний-производителей автомобилей. А еще лучше –



наладить серийный выпуск газовых автомобилей. Положительное отношение производителей автомобилей к использованию газа в качестве моторного топлива – несомненно важный стимул для авто владельцев. Кроме того, мы предлагаем совместно с производителями автомобилей разработать требования к ГБО и техническому персоналу сервисных центров, при выполнении которых автомобиль не будет сниматься с заводской и сервисной гарантий на обслуживание.

В анкете один из вопросов звучал так: «В вопросе перехода на газовое топливо чье мнение для вас является наиболее авторитетным»? Вот какие варианты ответов на этот вопрос были предложены:

1. Знакомых, родственников и близких людей.
2. Автомехаников, мастеров автосервисов.
3. Рекомендации автопроизводителей.
4. Рекомендации сервисных центров, производящих гарантийное обслуживание автомобиля.
5. Рекомендации автожурналов, автоклубов и т.п.
6. Интернет-сообщества.

Выводы

Проведенный опрос авто владельцев показал, что перевод автотранспорта на газомоторное топливо способствует реализации следующих основных направлений современной политики государства в социально-экономической сфере:

- снижения темпов инфляции путем уменьшения роста цен на жидкое нефтяное и газовое моторное топливо;
- рационального использования природных ресурсов и, в том числе, углеводородного сырья;
- повышения уровня жизни населения, в частности, путем широкого внедрения на транспорте альтернативного моторного топлива;
- развития малого бизнеса (в том числе на автотранспорте);
- эффективного использования бюджетных средств.

На сегодняшний день в рамках развития газомоторной инфраструктуры в регионе специалистами ОАО «Газэнергосеть» разрабатывается стратегия по расширению деятельности в сфере переоборудования автотранспортных средств на газобаллонное оборудование последнего поколения, использующего в качестве моторного топлива СУГ.

Сравнительный анализ средств измерений СУГ. Условия обеспечения метрологических характеристик

А.А. Барабанов,

директор производства оборудования для СУГ ОАО «Промприбор»

В статье рассматриваются счетчики и расходомеры различных типов, а также условия, особенности и ограничения при применении их для измерений сжиженных углеводородных газов. Приводится сравнительный анализ работы расходомеров при измерениях сжиженных газов на основе теоретических данных и практического опыта эксплуатации.

Ключевые слова: сжиженные углеводородные газы (СУГ), счетчики, расходомеры, преобразователи расхода.

The comparative analysis of measuring equipment liquefied hydrocarbon gases. Conditions of maintenance of metrological characteristics

A.A. Barabanov

In article counters and flowmeters of various types, and also conditions, features and restrictions are considered at their application for measurements of liquefied hydrocarbon gases. The comparative analysis of work of flowmeters is resulted at measurements of liquefied gases on a basis of theoretical data and practical operating experience.

Keywords: of liquefied hydrocarbon gases (LPG), flowmeters, expense converters.

Нашему предприятию в 2011 г. исполняется 50 лет, и на протяжении всего этого времени наши специалисты проектируют, испытывают и изготавливают счетчики и оборудование для измерения жидкостей. У нас накоплен огромный опыт в области измерений жидкостей от воды до сжиженных газов. Именно проблема измерения и учета сжиженных углеводородных газов, понимание процессов и технологии заставили нас провести сравнительный анализ

счетчиков и оборудования, выполненного на их основе, представленных на рынке средств измерений.

Широкое применение пропан-бутановые смеси получили в 80-х гг. прошлого столетия. Начало появляться газобаллонное оборудование. Именно с появлением первых автомобилей, работающих на сжиженном углеводородном газе, начал развиваться рынок расходомеров для СУГ. Об интенсивности развития не могло быть и речи, рынок развивался вяло.

АГЗС если и строились, то в пределах городов, в основном коммерческую торговлю газом вели организации типа «облгаз» или «горгаз». Ситуация начала меняться в начале нынешнего столетия. Огромное внимание стало уделяться проблемам затрат ресурсов и исключения их бесконтрольного использования, повышения экономической эффективности за счет применения новых технологий. И тем не менее сложившийся за многие годы стереотип мнения, что достаточно иметь счетчик, выдерживающий большие давления, не позволяет задаться вопросом, а всегда ли можно применять тот или иной счетчик для измерения сжиженных газов.

В процессе развития оборудования для учета СУГ мы испытали и проверили метрологические характеристики всех выпускаемых счетчиков при измерении сжиженных газов, поэтому нижеприведенная информация будет носить объективный характер, без какой-либо рекламной направленности.

Прежде чем анализировать характеристики расходомеров, рассмотрим физико-химические свойства СУГ, наиболее часто встречающиеся в специальной литературе и оказывающие влияние на точность измерений.

Смесь пропана и бутана – это низкокипящая жидкость, находящаяся под давлением собственных насыщенных паров в нестабильном агрегатном состоянии. Это жидкость с очень малой вязкостью от 0,25 до 0,35 ССт (мм²/с), что в два раза ниже чем у бензина и в 4-6 раз ниже чем у керосина. СУГ имеет очень высокий коэффициент объемного расширения и зависимость плотности от температуры, а также очень низкий коэффициент смазывания, то есть работа трущихся частей происходит в условиях сухого трения.

Влияние на работу счетных устройств оказывает и возможность изменения агрегатных состояний сжиженных газов при перепаде диаметров в оборудовании. А такое

свойство СУГ, как способность к гидратообразованию, нередко приводит к остановке оборудования.

Таким образом, с учетом вышеназванных свойств, рассмотрим несколько типов счетчиков, наиболее часто применяемых на объектах, использующих СУГ.

На сегодняшний день в мире существует более 40 разновидностей счетчиков и расходомеров, позволяющих измерять количество жидких продуктов. Причем тенденция развития рынка средств измерений (СИ) для жидкостей диктует все новые, более высокие требования к точности, применяемым материалам, методам отображения информации и т.д. Появляется необходимость учитывать жидкости, которые ранее не учитывались совсем либо учет велся без применения счетчиков жидкости вследствие их агрессивности или нестабильного состояния.

В настоящее время широкое применение находят камерные расходомеры, типы которых представлены поршневыми, ротационными, зубчатыми с овальными шестернями, кольцевыми, дисковыми, лопастными, ковшовыми, винтовыми, ролико-лопастными и другими разновидностями. Следующая группа – это так называемые тахометрические расходомеры, к которым относятся

турбинные, шариковые, роторно-шариковые. Все более широкое применение получает группа кориолисовых, ультразвуковых и вихревых расходомеров.

Существует еще целый ряд типов расходомеров, применяемых в нефтяной и газовой промышленности, но для сравнительного анализа возьмем типы счетчиков, более известные и наиболее часто применяемые на объектах, использующих СУГ. Это счетчики с овальными шестернями, поршневые, винтовые, кольцевые и турбинные.

Необходимо также добавить, что существует несколько условий применения жидкостных расходомеров. Это режим коммерческой заправки, когда продукт отпускается небольшими дозами от 5 до 100 л при больших перепадах давлений; режим измерений при заполнении больших объемов от 500 и более литров, например, при наполнении газозовозов или цистерн (в данном случае заправка идет при минимальных перепадах давлений и расходов); наконец, режим измерений на трубопроводе, который характеризуется постоянным расходом в течение продолжительного времени и постоянным давлением.

Широко известный счетчик ППО довольно продолжительное время

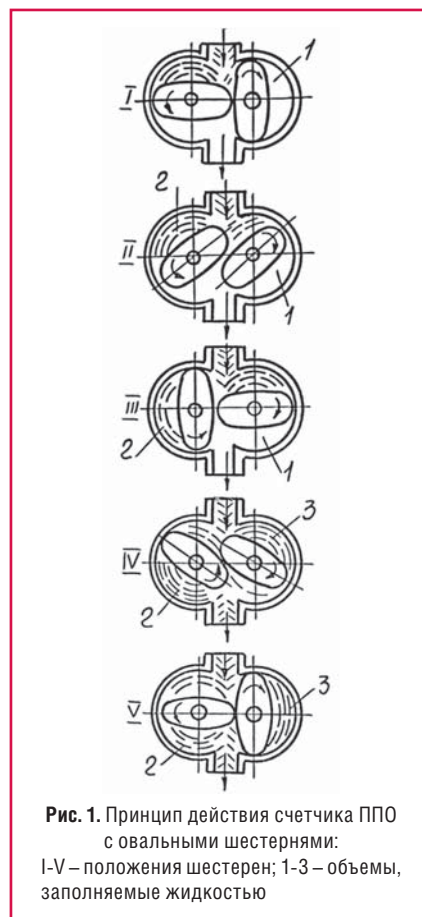


Рис. 1. Принцип действия счетчика ППО с овальными шестернями:
I-V – положения шестерен; 1-3 – объемы, заполняемые жидкостью

служил в качестве измерительного механизма не только в наших газораздаточных установках, но и как самостоятельный прибор, установленный на трубопроводе.

Как правило, данный тип счетчиков характеризуется высокой точностью, но в связи с особенностью конструкции погрешности на малых расходах (до 10 л/мин) могут выходить за пределы заявленных. Дело в том, что принцип работы данных счетчиков основан на работе двух овальных шестерен, находящихся в зацеплении, вращающихся в разные стороны и перемещающих определенные объемы жидкости (рис. 1). Данные расходомеры являются одними из основных устройств, позволяющих измерять жидкости в широком диапазоне вязкостей (от 0,35 до 300 ССт) и давлений (от 0,6 до 6,4 МПа).

При измерении сжиженных газов счетчиками данного типа существует три основных причины, ограничивающих их применение в данной области:

Таблица

Наименование показателя	Норма для марок	
	ПТ	СПБТ
Массовая доля компонентов, % сумма метана, этана, этилена сумма пропана и пропилена, не менее сумма бутанов и бутиленов, не менее сумма бутанов и бутиленов, не более	Не нормир. 75 Не нормир. Не нормир.	Не нормир. Не нормир. – 60
Объемная доля жидкостного осадка при 20°C, %, не более	0,7	1,6
Давление насыщенных паров, избыточное, МПа, при температуре: +45°C, не более –20°C, не менее	1,6 0,16	1,6 –
Массовая доля сероводорода и меркаптановой серы, %, не более, в том числе сероводорода, %, не более	0,013 0,003	0,013 0,003
Содержание свободной воды и щелочи	Отсутствует	Отсутствует
Интенсивность запаха, баллы, не менее	3	3

1. Очень низкая вязкость СУГ наряду с неуплотненными рабочими зазорами счетчика, которые могут составлять от 0,02 до 0,05 мм, приводит к увеличению погрешности на малых расходах. Для сравнения – бензин имеет вязкость 0,55 ССт, керосин 1,1 ССт, дизтопливо 1,1-1,7 ССт, сжиженные углеводородные газы 0,2-0,35 ССт. СУГ из-за его низкой вязкости достаточно интенсивно проходит вокруг шестерен, создавая неконтролируемые протечки. Таким образом, на расходах СУГ менее 10 л/мин к объемам, отмеряемым шестернями при вращении, будет добавляться неучтенный объем, прошедший через зазоры.

2. Вторая причина возможной нестабильной работы этих датчиков вытекает из первой и заключается в более жестком режиме работы счетчика, отсутствии смазывающей способности СУГ и наличии твердых включений. То есть, если рассматривать применение данных счетчиков на АГЗС, то цикл одной заправки подразумевает начало работы счетчика при меньшем давлении в гидравлической системе, большем давлении и большем перепаде давлений до и после счетчика, что благоприятно сказывается на точности измерений. Но по мере заполнения баллона автомобиля давление в гидравлической системе растет, вместе с тем уменьшается расход жидкости, возрастает нагрузка на опорные втулки, которые под действием мелкого абразива и из-за отсутствия смазки изнашиваются на порядок быстрее, чем при работе на керосине.

3. Постоянное присутствие воды в СУГ часто приводит к гидратообразованию. Гидратообразование – это выпадение твердого осадка при температурах от +5°C и ниже, причем это может быть твердое вещество в виде плотно спрессованного снега или желеобразное вещество, образующееся в турбулентном потоке. И в том, и в другом случае это приводит к остановке счетчика или к торможению шестерен, увеличивая погрешность.

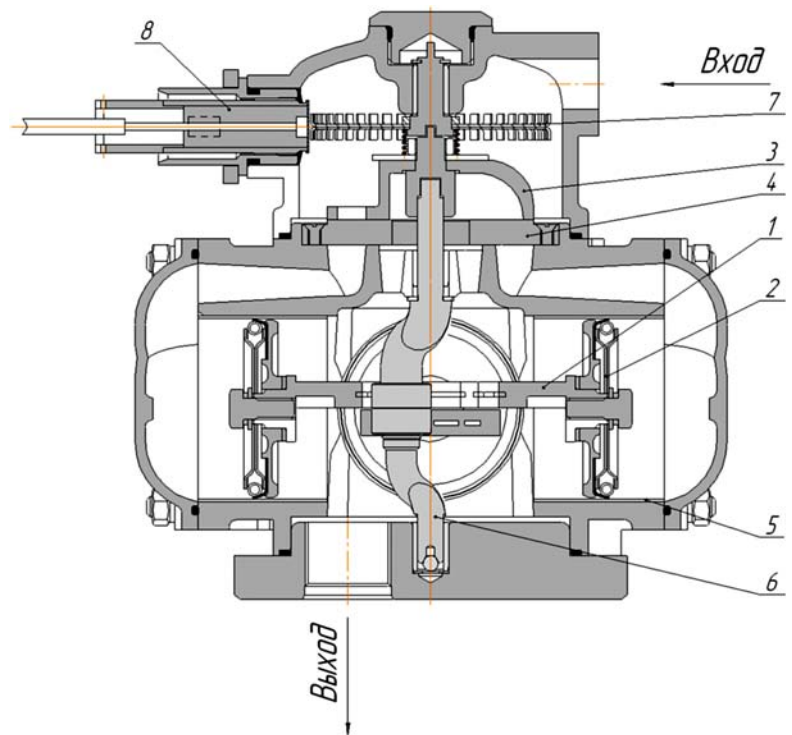


Рис. 2. Четырехпоршневой счетчик жидкости:

1 – кулиса; 2 – поршень; 3 – золотник; 4 – вставка; 5 – цилиндр; 6 – коленчатый вал; 7 – зубчатый диск; 8 – датчик оборотов

Тем не менее, счетчики данного типа надежно работают при измерении стабильных расходов, оптимальных для каждого типоразмера.

Следующий тип счетчиков, широко применяемый при измерениях СУГ, – это поршневые расходомеры.

Данные счетчики относятся к камерному типу расходомеров и бывают одно-, двух-, трех- и четырехпоршневые. В отличие от счетчиков с овальными шестернями, имеющими зазор между корпусом и подвижным элементом, поршень имеет уплотнение

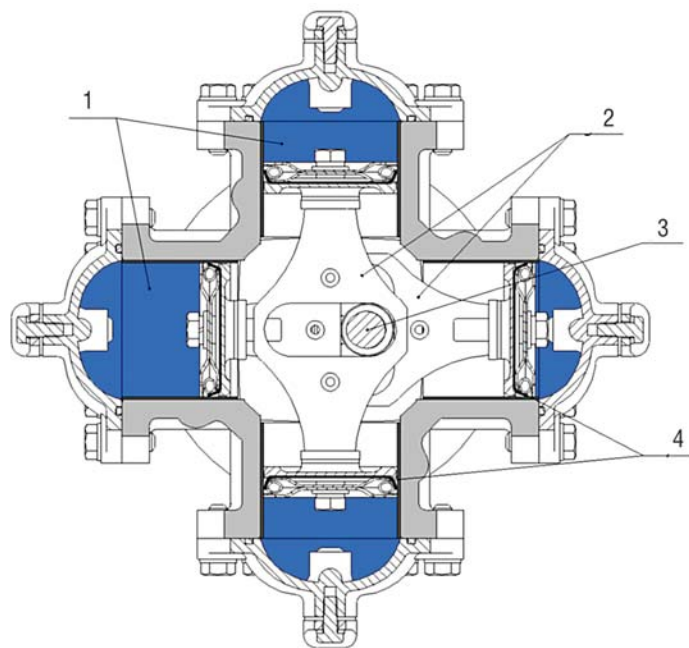


Рис. 3. Поперечный разрез четырехпоршневого счетчика жидкости:

1 – измеряемая жидкость; 2 – кулисы; 3 – вал; 4 – поршни

с рабочим цилиндром. Это называется уплотненным рабочим зазором и сводит к минимуму неучтенные потери продукта.

Конструкция наиболее часто применяемого поршневого расходомера в целом состоит из золотникового узла и кулисно-поршневого механизма. Поршни со специальным уплотнением с кулисами движутся в нержавеющей цилиндрах, образуя калиброванные камеры с постоянным объемом. Золотниковый узел последовательно распределяет поток жидкости поочередно в каждую из этих камер, направляя затем ее в выходной патрубке (рис. 2, 3).

Очевидным преимуществом поршневых расходомеров являются:

- постоянство объема, измеренного за один рабочий цикл, вследствие уплотнения рабочих зазоров между цилиндрами и поршнями;

- точность измерения количества жидкости, которая является постоянной во всем диапазоне расходов.

Следует отметить, что поршневые расходомеры как нельзя лучше подходят для дозированного отпуска СУГ в режиме заправки автомобилей.

К недостаткам данных расходомеров можно отнести достаточно сложную конструкцию, ограничение

условных проходов вследствие больших габаритных размеров, в связи с чем нецелесообразно использовать поршневые расходомеры на расходах свыше 70 л/мин. Кроме этого, золотниковый узел, отвечающий за распределение жидкости между поршнями, представляет собой хорошо притертое торцовое уплотнение, и попадание крупных твердых частиц может привести к увеличению погрешности измерений и нарушению метрологии.

Особое внимание в сфере измерения сжиженных углеводородных газов необходимо уделять турбинным расходомерам. Широко представленные на нашем рынке камерные счетчики отечественных и зарубежных производителей уже зарекомендовали себя в качестве средств измерения СУГ. Турбинные же расходомеры еще мало изучены при работе на сжиженных газах, и к анализу их работы необходимо подходить очень тщательно не только с практической, но и теоретической точек зрения. Рассмотрим устройство и принцип действия турбинных расходомеров аксиального типа, как наиболее широко применяемых.

Принцип работы турбинного расходомера состоит в следующем. В корпусе расходомера расположена турбинка с определенным количеством лопастей, повернутых под углом к оси потока (рис. 4). Проходящая через корпус расходомера жидкость заставляет турбинку вращаться. Зная шаг и диаметр турбинки, можно определить количество жидкости, проходящее за один оборот, а разделив полученный результат на количество лопастей можно высчитать количественный показатель одной лопасти.

В силу своих конструктивных особенностей и принципа действия точность измерений и стабильность работы расходомеров напрямую зависят от величин, характеризующих поток жидкости, – таких как вязкость, плотность, число Рейнольдса.

Важным показателем для турбинных расходомеров является

отношение $\frac{\omega}{Q}$, где ω – угловая

скорость вращения турбинки, Q – объемный расход жидкости. Для обеспечения стабильной работы расходомера необходимо стремиться к

стабилизации отношения $\frac{\omega}{Q}$ во всем

диапазоне рабочих расходов. Кроме этого, работа турбинных расходомеров зависит также от вида потока жидкости – турбулентный или ламинарный.

Рассмотрим работу турбинного расходомера на газораздаточной колонке. Основываясь на исходных данных для СУГ, при которых вязкость $\nu=0,26$ ССт, $D_y=15-20$ мм и расход от 4 до 20 л/мин, несложно высчитать числа Рейнольдса для каждого расхода. Таким образом, на расходах от 4 до 10 л/мин наблюдается ламинарный режим течения жидкости (значения $Re = 700-1500$). Для расходов от 10 до 20 л/мин наблюдается переходный режим течения жидкости (значения $Re = 2500-3500$). Таким образом, в зоне переходных чисел Re будет наблюдаться увеличение или уменьшение

отношения $\frac{\omega}{Q}$, что скажется на

нарушении линейности работы расходомера. Другими словами, в начале заправки (в момент трогания) скорость вращения турбинки выше номинальной при устоявшемся течении жидкости, а в конце заправки (когда расход падает практически до 2-4 л/мин) скорость течения жидкости уменьшается, и происходит переход от турбулентного к ламинарному течению, что вместе с малой плотностью и вязкостью сжиженных газов приводит к снижению частоты вращения турбинки, то есть к увеличению

отношения $\frac{\omega}{Q}$ и возрастанию порога

чувствительности. Вышеизложенные данные подтверждаются графиками испытаний турбинных расходомеров

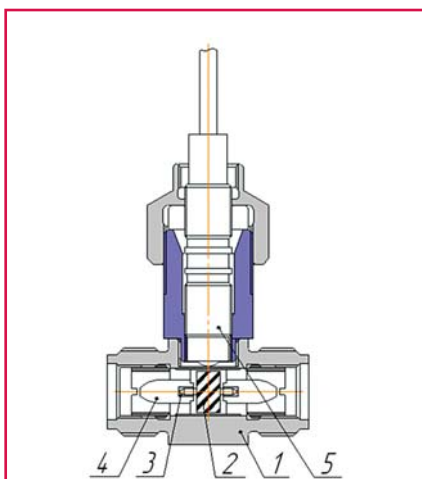


Рис. 4. Устройство турбинного расходомера:

1 – корпус; 2 – турбинка; 3 – подшипник скольжения или качения; 4 – направляющая; 5 – тахометрический преобразователь

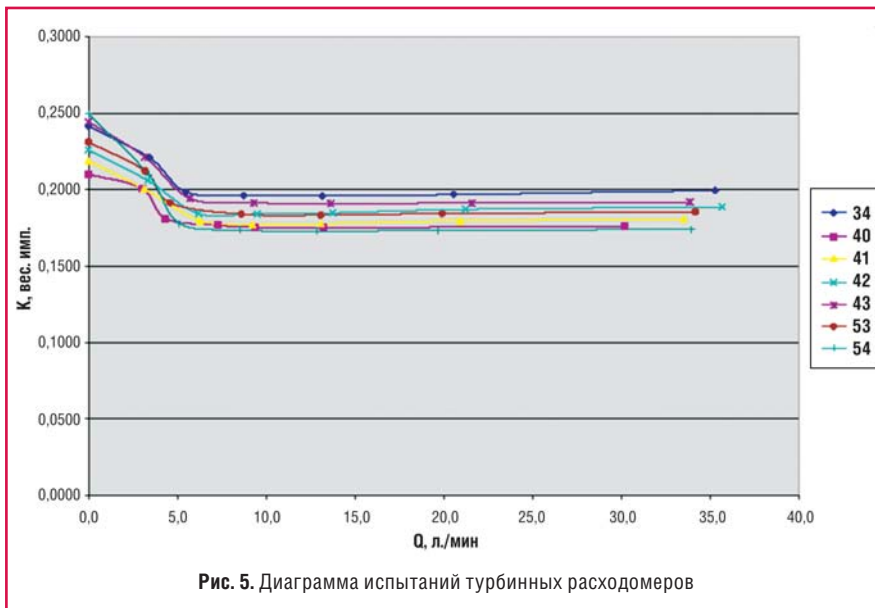


Рис. 5. Диаграмма испытаний турбинных расходомеров

при измерении сжиженных газов на разных расходах (рис. 5).

Данная диаграмма показывает, что в момент начала измерения и при малых расходах жидкости частота вращения турбинки не соответствует объемному расходу в данный момент времени, поэтому на графиках видно образование «горба» при ламинарном режиме течения жидкости. Такая же картина наблюдается и в момент окончания измерений для условий с уменьшением расхода.

Рассмотрим данные расходомеры с практической точки зрения их применения. Простота принципа измерения жидкости турбинными расходомерами делает такой же простой их конструкцию. Однако рабочий орган расходомера (турбинка) и, соответственно, подшипники скольжения или качения, на которых она вращается, находясь в потоке газа, испытывают постоянное влияние давления, сухого трения совместно с мелкими загрязнениями, осевые динамические нагрузки, вследствие чего увеличиваются износ и момент вращения.

Турбинные расходомеры очень чувствительны к изменению плотности и давления, приводящему к изменению вязкости жидкости. Известно немало случаев, когда при среднесуточных скачках температуры в пределах $\pm 10^{\circ}\text{C}$, изменении процентного

соотношения пропана и бутана показания турбинных расходомеров различались на 5%.

Тем не менее, у данного типа расходомеров есть немало преимуществ. Прежде всего, это простота конструкции, позволяющая сократить время на техническое обслуживание, а также определяющая его надежность в сравнении с камерными счетчиками. Турбинные расходомеры способны обеспечивать высокую точность измерений при стабильных и долговременных расходах жидкости, например, при измерениях на трубопроводе или при заполнении больших объемов емкостей.

Рассматривая различные типы счетчиков в отдельности, не стоит забывать, что для обеспечения точности измерений и учета сжиженных газов недостаточно наличия только расходомера. Это должна быть целая измерительная система, способная компенсировать влияние нестабильных свойств СУГ.

На сегодняшний день нет ни одного нормативного документа, определяющего конструкцию оборудования для учета СУГ. Но, тем не менее, считается, что для измерения количества сжиженных газов необходимы фильтр, газоотделитель, расходомер, дифференциальный, электромагнитный и предохранительный клапаны. Такой набор элементов конструкции

продиктован в первую очередь безопасностью, обеспечением надежности работы оборудования, гарантией справедливости сделок между продавцом и покупателем. Это является также международной нормой, закрепленной в рекомендациях международной организации законодательной метрологии OIML R117, R118.

Рассмотрим простой пример. Представим, что на АГЗС работает колонка, не подключенная к паровозвратной линии. Таким образом, колонку можно рассматривать как простой трубопровод от насоса к автомобилю. Нестабильное состояние СУГ будет приводить к «запариванию» гидравлики, особенно в летний период. Попытки сконденсировать паровую фазу ни к чему не приведут или вынудят работать оборудование с удвоенной нагрузкой. Это повлечет за собой необходимость увеличения давления, регулировку байпасного клапана электронасоса и, как следствие, увеличение нагрузки на насос.

В заключение, подведем итог вышесказанному.

Измерение количества сжиженных углеводородных газов имеет существенные отличия от измерения нефтепродуктов. Во многом это обусловлено физико-химическими свойствами СУГ. Нестабильное агрегатное состояние, высокое давление, высокий коэффициент теплового расширения, широкий диапазон изменения плотности, зависящий от температуры и состава, отсутствие смазывающей способности, низкая вязкость – все эти факторы должны постоянно учитываться при выборе оборудования для учета. Описанные в данной статье типы счетчиков и условия их применения для СУГ подкреплены не только теоретическими данными, но и практическим многолетним опытом работы оборудования в условиях эксплуатации, опытно-испытательной базой, имеющейся на нашем предприятии, в том числе и результатами работы испытательной станции для сжиженных углеводородных газов.

Ресурсосберегающие технологии компании «ВИП Газ Тех» при проведении сливно-наливных операций с СУГ

В.Н. Титов,
генеральный директор ООО «ВИП Газ Тех»

Cost saving technologies of «VIP Gas Tech Ltd» for carrying out loading/unloading operations with LPGases

V.N. Titov

На газонаполнительные станции (ГНС), кустовые базы (КБ) и терминалы для приема, хранения и распределения сжиженные углеводородные газы (СУГ) доставляются, как правило, по железной дороге в специальных железнодорожных вагонах-цистернах. Доставленный продукт сливается из вагонов-цистерн на специальных сливно-наливных эстакадах.

На автомобильные газозаправочные станции (АГЗС) сжиженные газы,

как правило, доставляются с использованием автомобильной газозаправочной техники (автоцистерны, полуприцепы-цистерны). Доставленный на АГЗС продукт сливается самотеком или с помощью бортовых или стационарно установленных на станциях насосов.

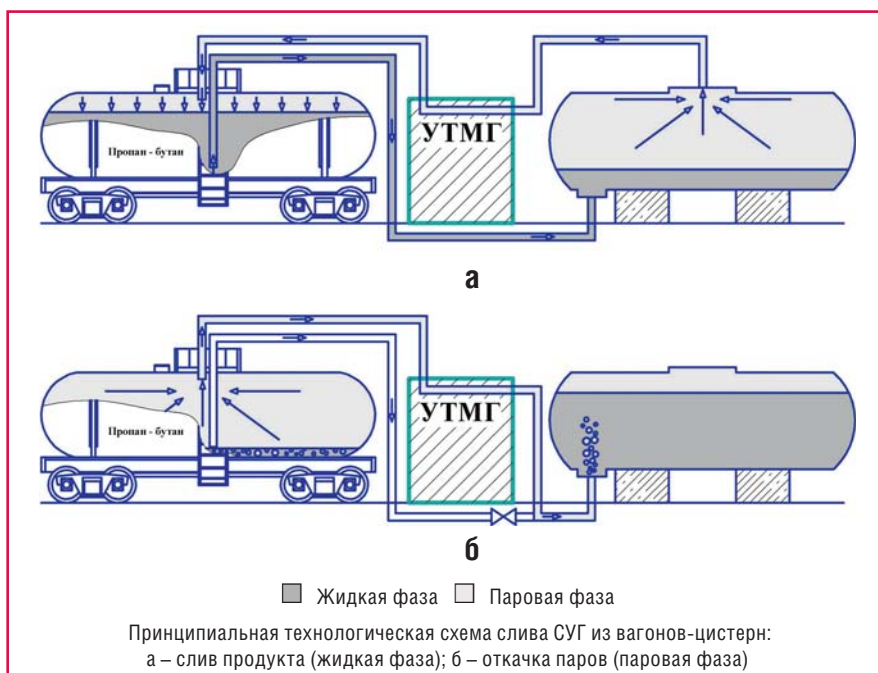
Для проведения операций по сливу СУГ из вагонов-цистерн, автозаправочной техники и стационарных сосудов, предназначенных для

транспорта, хранения и отпуска СУГ, используется, как правило, метод «поддавливания», заключающийся в том, что в сливаемой емкости создается давление, превышающее давление насыщенных паров хранимого/сливаемого продукта на 1,5-2,0 атм и заставляющее жидкую фазу продукта перемещаться. Такой перепад давления создается, как правило, специальными поршневыми газовыми компрессорами, предназначенными для перекачки паров СУГ.

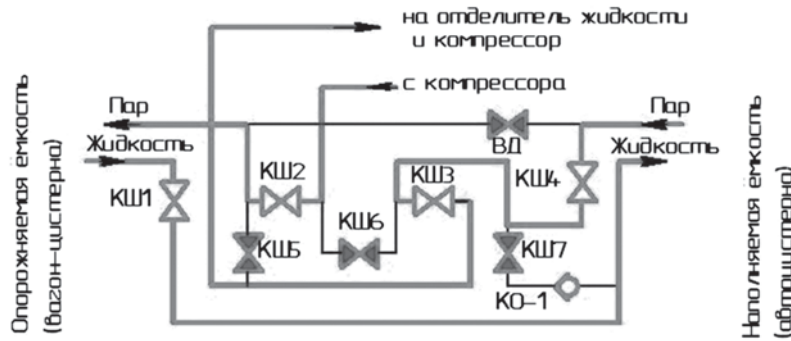
Операции по сливу СУГ из емкости выполняются в два этапа: первый этап – слив жидкой фазы продукта с использованием вышеуказанного метода и второй этап – откачка паров СУГ из сливаемой емкости по окончании слива жидкой фазы. Процесс откачки паровой фазы продукта проводится с использованием того же оборудования за счет переключения потоков газа в обратном направлении. Существующая и принятая на ГНС, БСГ и терминалах по приему и хранению СУГ технология слива СУГ из транспортных и стационарных емкостей, описанная выше, не в полной мере соответствует требованиям нормативных документов и Правил безопасности в части обеспечения полноты слива продукта, наличия систем управления технологическим процессом и контроля рабочих параметров.

Технология выполнения операции по сливу СУГ компании «ВИП Газ Тех» основана на применении универсального технологического модуля газового типа УТМГ. В состав модуля входит новый российский газовый компрессор (двух- или трехступенчатый), имеющий автоматическую систему управления и защиты, осуществляющую непрерывный контроль рабочих параметров и систему блокировки (отключения) в случае превышения допустимых параметров, а также систему продувки внутренних полостей инертной средой. Процесс слива происходит следующим образом (см. схему слива СУГ из вагона-цистерны):

■ Слив продукта (жидкая фаза) – компрессор повышает давление в железнодорожной цистерне путем

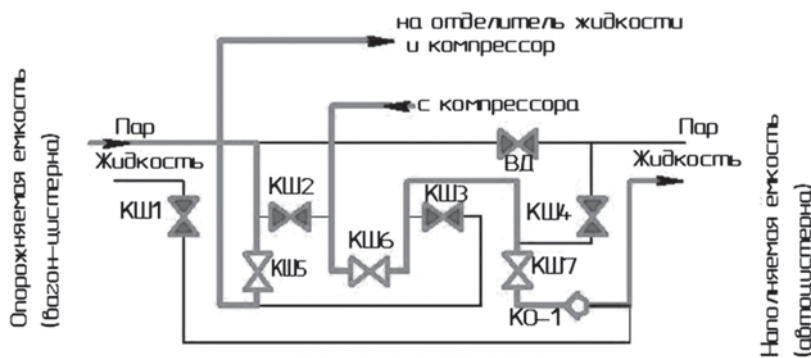


Операция 1. Перекачка жидкой фазы



а

Операция 2. Откачка паровой фазы



б

Принципиальная технологическая схема сливных операций и полного отбора (утилизации) паровой фазы СУГ:
а – операция 1 (перекачка жидкой фазы); б – операция 2 (откачка паровой фазы)

закачки в нее паровой фазы из емкости, в которую производится налив, уменьшая при этом в ней давление. Дифференциал давления на компрессоре может составлять 1,1-1,7 МПа. Продукт (СУГ) поступает в емкость для хранения.

■ Откачка паров продукта (паровая фаза) – перекрывается задвижка по жидкой фазе, а компрессор производит откачку паров. Продукт, перемещаясь в емкость для хранения, барботирует, проходя жидкую фазу, что способствует его охлаждению и конденсации. Переход из одного режима

в другой осуществляется без переключения соединительных рукавов.

Сравнительные показатели эффективности использования модулей УТМГ и существующих технологических мощностей при проведении сливно-наливных операций с вагонами-цистернами на ГНС, БСГ (возможность реконструкции) приведены ниже в таблице.

Унифицированный технологический модуль газовый типа УТМГ-03

Для проведения сливно-наливных операций с вагонами-цистерна-

ми, перевозящими СУГ, в основном применяются унифицированные технологические модули газовые типа УТМГ-03, позволяющие одновременно производить слив и полный отбор остатков продукта из пяти вагонов-цистерн. Проектные технические характеристики модуля типа УТМГ-03 приводятся ниже:

1. Наименование, тип модуля – УТМГ-03.
2. Назначение модуля – проведение сливно-наливных операций и отбор остатков СУГ из стационарных емкостей объемом 50 м³ и более, а также вагонов-цистерн с объемом котла 54, 73, 75 и 95,5 м³ при подготовке к наливу и ремонтам.
3. Конструктивное исполнение – блочно-контейнерное; оборудование модуля размещается в стандартном 20-футовом контейнере, изготовляемом по специальному заказу.
4. Климатическое исполнение модуля – УХЛ по ГОСТ 15150-69.
5. Диапазон рабочих температур окружающего воздуха от -40°С до +45°С.
6. Установленная электрическая мощность – 55 кВт.
7. Не требуется наличия дополнительных зданий и сооружений, систем и установок.
8. Дифференциальное давление в режиме откачки – 1,7 МПа.
9. Значение остаточного давления в котле вагона-цистерны при подготовке к наливу – 0,15-0,17 МПа.
10. Значение остаточного давления продукта в котле вагона-цистерны при подготовке к проведению деповского и капитального ремонтов – атмосферное.
11. Объемная производительность – 180 м³/ч; может быть увеличена до 360, 540 и далее м³/ч (по требованию).

Таблица

Критерий оценки эффективности	Возможности УТМГ	Возможности существующих ГНС
Полный слив СУГ до давления 0,5-0,7 атм	Возможен	Невозможен (не слитые потери – до 3-5% объема)
Потери ГНС/БСГ (Q _{ср} = 30 тыс. т/г.) при сливно-наливе СУГ	В пределах нормативов: (P _{ост} = 0,5-0,7 атм) 75-105 т/г., 1,2-1,7 млн. руб./г.	600-800 т, 10-13,5 млн. руб./г.
Возможность реконструкции ГНС для минимизации расходов по тарифам и подготовки вагонов-цистерн к наливу и ремонтам (РИП)	Имеется; достаточно установки второго блока дегазации (затраты: проект привязки и работы по присоединению)	Отсутствует; необходимы строительство новых мощностей, в том числе котельных, затраты на монтаж, ПНР, лимиты на ТЭР и др.

12. Исполнение электрооборудования – взрывозащищенное, рабочая зона – В-1г.

13. Количество обрабатываемых вагонов-цистерн в рабочую смену – до 10 ед.

14. Требуемая производительность и мощность модуля определяется техническими требованиями заказчика.

Примечание. По отдельному требованию заказчика возможна дополнительная комплектация модуля одно-, двухпостовой эстакадой слива (не входит в объем поставки).

Применение модулей в технологических проектах

Основной идеей разработки и создания унифицированных технологических модулей газовых типа УТМГ является эффективное решение технологических задач при проведении сливно-наливных операций с обеспечением полного отбора (утилизации) остатков товарных продуктов из сливаемых емкостей, преодоление сложившейся ситуации на рынке транспортировки сжиженных углеводородных газов и оказания транспортных услуг, проведение обслуживания и подготовки железнодорожных газовых вагонов-цистерн.

Предлагаемая к внедрению конструкция УТМГ для обработки вагонов-цистерн (модификация 03) является первым и технологически необходимым этапом в общем проекте создания единого логически законченного

технологического комплекса оборудования, способного комплексно решать вопросы проведения сливно-наливных операций, подготовки вагонов-цистерн к наливу и ремонтам (слив продукта, сбор и утилизация остатков продукта на первом этапе, дегазация/нейтрализация котлов вагонов-цистерн перед ремонтами на втором этапе).

Другим преимуществом при внедрении и эксплуатации модулей является возможность значительного снижения затрат филиалов компании на выполнение транспортной работы, а именно – затрат на оплату тарифов на подачу (уборку) вагонов на эстакады заводов-производителей сжиженных газов с целью снижения остаточного давления перед наливом и проведением профилактических ремонтов и обратно; подачу (уборку) вагонов на ремонтно-испытательные пункты (РИПы) для организации пропарки (дегазации) и обратно; на вагоноремонтные заводы и депо для выполнения деповских и капитальных ремонтов. Все эти вопросы комплексно и одновременно могут быть решены на месте.

Одновременно вопросы снижения потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) при проведении пропарки и подготовки вагонов-цистерн к ремонтам требуют поиска новых методов решения; в ряде случаев затраты ТЭР (себестоимость подготовки) достигают

15-18 тыс. руб. за один вагон; в 2009-м и последующих годах стоимость потребляемых ТЭР будет расти на уровне 15-20% ежегодно.

Внедрение модуля позволит свести до минимума технологические потери продукта при сливе газа из вагонов-цистерн, а также исключить необходимость значительных капитальных вложений в строительство факельных систем и решение экологических задач (оплаты штрафов за нарушение экологических норм и требований) при проведении работ по подготовке вагонов-цистерн к ремонтам; собранные из цистерн остатки продукта могут быть использованы на месте, например, в качестве котельного топлива или собственных нужд.

Возможно дополнительное подключение к УТМГ-03 второго модуля, позволяющего проводить дегазацию (нейтрализацию) котлов вагонов-цистерн с минимальными затратами (на уровне 1,5-2,0 тыс. руб. за вагон) с использованием имеющихся мощностей первого модуля.

Наличие указанных технологий проведения сливно-наливных операций и подготовки вагонов-цистерн позволит компаниям-собственникам вагонов-цистерн достичь приоритетного положения на рынке транспортных и сервисных услуг, оказать серьезное воздействие на конкурентов, снизить риски загрязнения окружающей среды.

Владельцы газовых автомобилей получают налоговые льготы

Владельцы автомобилей, использующих в качестве топлива природный газ – как частные лица, так и организации, – смогут получить 50%-ную скидку на транспортный налог. С таким предложением в Минфин обратилось Российское газовое общество (РГО).

Как отметил вице-президент РГО Олег Жилин, введение скидки для газовых автомобилей потребует модернизации Налогового кодекса, поэтому

согласие Минфина необходимо. Кроме того, для реализации налоговых льгот Госдуме необходимо принять закон «Об использовании альтернативных видов моторного топлива», который готовится к рассмотрению в первом чтении. Этот закон предполагает различные меры по стимулированию перехода потребителей и производителей топлива на альтернативное газомоторное топливо. По словам председателя комиссии

Мосгордумы по экологической политике Веры Степаненко, законопроект станет правовым полем для популяризации газового топлива и позволит регионам предоставлять льготы как владельцам АГЗС, так и тем, кто эксплуатирует автомобили с газовыми установками.

Правда, как считают эксперты, 50%-ная скидка на транспортный налог вряд ли окажет существенное влияние на решение автомобилистов по переводу автомобиля на газовое топливо: средний размер налога редко превышает 5000 руб., а стоимость оборудования составляет от 15 до 30 тыс. руб. (в зависимости от модели).

http://www.oilcapital.ru/news/2010/02/021247_149700.shtml

Особенности конструкции газобаллонного автомобиля для серийного заводского производства

П.Г. Теремьякин,
руководитель проектов ООО «НПП ЭЛКАР»,
А.И. Латыпов,
инженер ООО «НПП ЭЛКАР»,
А.Б. Бутнев,
старший инженер ООО «НПП ЭЛКАР»

В статье анализируются современные требования, предъявляемые к системе управления двухтопливным двигателем газобаллонного автомобиля, предназначенного для сборки в условиях заводского конвейера. Отражаются вопросы технологичности и надежности разработанной конструкции, благодаря чему обеспечивается привлекательность автомобиля на рынке, повышается его конкурентоспособность в сравнении с традиционным автомобилем, дооборудованным газовой системой. Приводятся результаты испытаний двигателей и автомобилей при их работе на бензине, сжиженном углеводородном газе (СУГ) и компримированном природном газе (КПГ) с разработанной системой управления Микас 12М.

Ключевые слова: газовое моторное топливо, битопливный автомобиль, серийное производство газобаллонных автомобилей, двухтопливная система управления.

Design of gas-tank vehicle for serial OEM production

P.G. Teremyakin, A.I. Latypov, A.B. Butnev

The article analyses the modern requirements to Engine Management System (EMS) of Bi-fuel vehicle for assembly on OEM line. Special attention is paid on improvement of manufacturability and reliability of the developed design that provides attractiveness of the vehicle at the market and improves competitiveness in comparison with traditional re-equipment of the vehicles with Gas system at aftermarket. Test results of the engines and vehicles when operating on petroleum, CNG and LPG with the developed Mikas-12M EMS are shown.

Keywords: Bi-fuel engine, OEM assembly of gas-tank vehicles, Bi-fuel Engine Management System.

Как известно, основной проблемой, сдерживающей развитие автотранспорта, работающего на КПГ и СУГ в РФ, является отсутствие достаточной государственной поддержки и серийного производства

автомобилей, работающих на газе [1]. На сегодня в большинстве случаев это направление отдано на откуп многочисленным фирмам по установке газобаллонного оборудования (ГБО) на автомобили, находящиеся в

эксплуатации. Однако ситуация может и должна измениться. Принятие Правительством РФ и вступление с 23.09.2010 г. в действие «Технического регламента о безопасности колесных транспортных средств» явилось дальнейшим шагом к приведению в соответствие отечественных нормативных документов и европейских в области автомобилестроения. В регламенте прописана необходимость соответствия конструкции ГБО, его размещения и установки Правилам ЕЭК ООН №№ 66, 67, 107, 110 и 115. Причем форма и схема подтверждения соответствия, описанная в п. 3 регламента Приложения 9, – это схема 4с и 5с, то есть обязательная сертификация с прохождением испытаний типового образца в аккредитованной испытательной лаборатории и анализом производства аккредитованным органом по сертификации продукции, который выдает заявителю сертификат на продукцию и выполняет контроль за сертифицированной продукцией.

В Правилах ЕЭК ООН № 115 («Единые образные предписания, касающиеся официального утверждения специальных модифицированных систем СУГ, КПГ, предназначенных для установки на механических транспортных средствах, в двигателях которых используется СУГ, КПГ») указано, что после установки модифицированной системы на транспортном средстве это модифицированное транспортное средство должно соответствовать всем положениям Правил, на основании которых первоначально было предоставлено официальное утверждение по типу конструкции. Другими словами, если автомобиль «Газель» или «УАЗ» выпущен заводом как автомобиль экологического класса «Евро-3», удовлетворяющий требованиям специального технического регламента (включая требования Правил ЕЭК ООН №83-05), то и после установки ГБО он должен соответствовать этим же требованиям, что и должно быть подтверждено в ходе сертификационных испытаний ГБО в составе автомобиля. Причем это соответствие должно быть подтверждено

не только в отношении выбросов вредных веществ автомобилем, но и в отношении всего спектра требований, включая требования к бортовой диагностической системе. Все сказанное говорит о наступлении некоего нового этапа в разработке, сертификации и производстве ГБО, обусловленного прежде всего высокими требованиями, предъявляемыми к автомобилям.

В соответствии с принятым регламентом установка ГБО (внесение изменений в конструкцию транспортного средства и последующая оценка его соответствия) производится по разрешению и под контролем подразделения МВД РФ по месту регистрационного учета транспортного средства (п. 81 Регламента). Номер свидетельства о соответствии транспортного средства с произведенными в его конструкции изменениями требованиям безопасности вносится подразделениями МВД РФ в паспорт транспортного средства и является

необходимым условием для разрешения его эксплуатации. Напомним, что сегодня, согласно письму МВД № 13/5-129 от 30.06.2007 г., внесение в регистрационные документы на транспортное средство отметок об установке ГБО не производится.

Стремление серийных заводов увеличить сбыт своих автомобилей выразилось в их попытке организовать сборку газобаллонных модификаций, пользующихся в России традиционным спросом. Однако фактически ими предлагаются те же технические решения, которые традиционно используют установщики ГБО: навешивается на родную бензиновую систему управления еще и дополнительная газовая со своим блоком управления, датчиками, проводами и, естественно, проблемами. Такая система имеет название «подчиненная система» («Slave-System») по терминологии, принятой в Правилах ЕЭК ООН № 115. Основными доводами автозаводов в пользу такого

выбора на фоне стремления сэкономить на разработке и подготовке опытных образцов автомобилей являются: максимальное сохранение базовой, бензиновой комплектации автомобиля (минимизация заводских затрат на разработку), завершенность конструкции внедряемого комплекта ГБО с подтвержденным качеством производства компонентов и возможность «опереться» в самом широком смысле слова на поставщика комплекта в случае гарантийного обслуживания и ремонта оборудования.

Проанализируем типичную конструкцию комплекта ГБО в отношении соответствия требованиям по двум критериям:

- соответствие системы управления двигателем двухтопливного автомобиля требованиям нормативных документов;
- привлекательность на рынке двухтопливных автомобилей заводской сборки с «подчиненной системой».

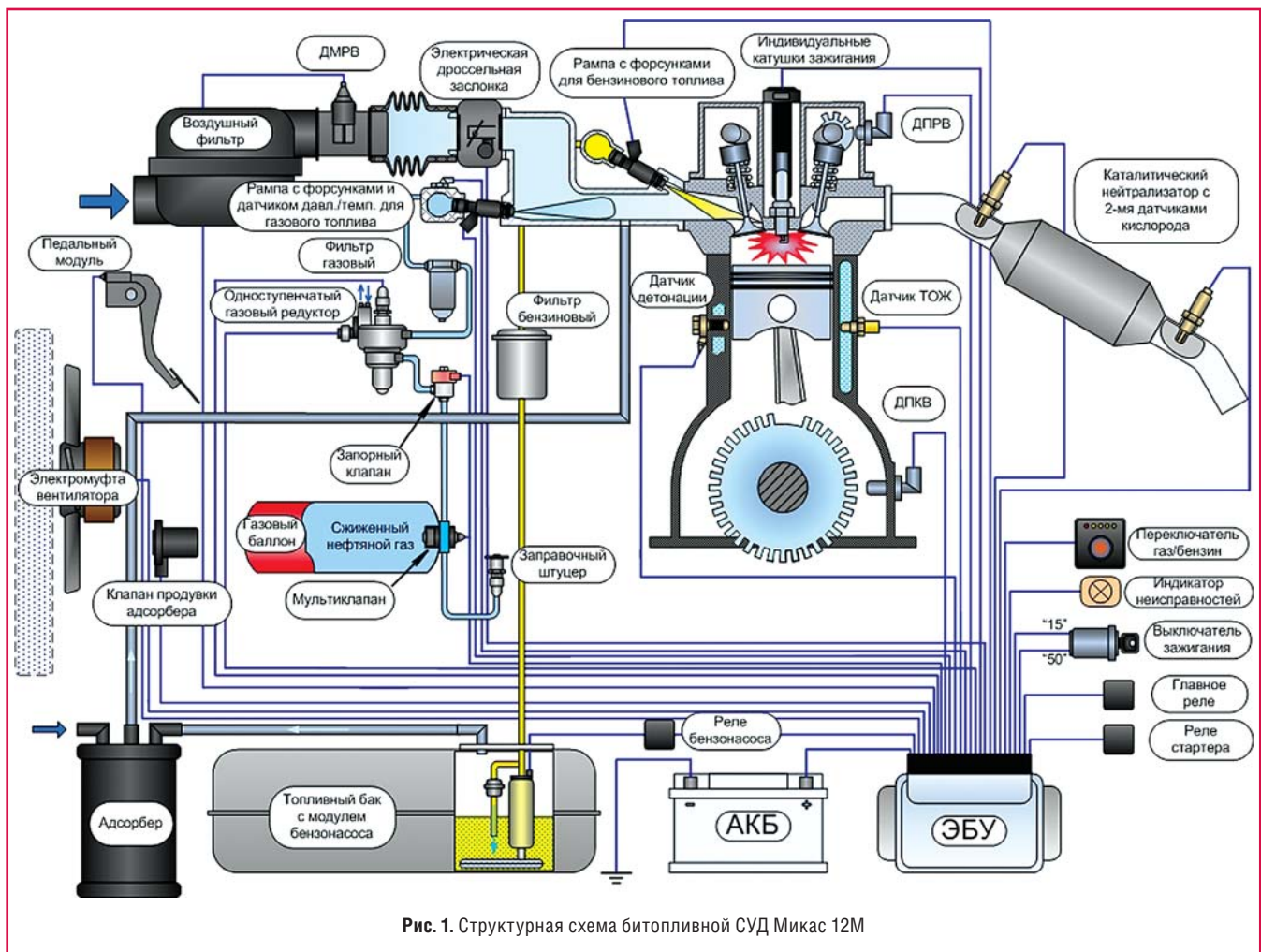


Рис. 1. Структурная схема битопливной СУД Микас 12М

Анализ конструкции большинства предлагаемых на нашем рынке систем управления двигателем показывает их несоответствие требованиям действующего законодательства (Правила 83-05 ЕЭК ООН, Приложение 11) в отношении реализации бортовой диагностики (далее – БД), а именно:

п. 3.1.1 – в отношении доступа к БД-системе управления газом;

пп. 3.5, 3.6, 3.7 – в отношении действия индикатора неисправности ЕОБД и кода состояния (используемого топлива);

п. 3.9 – в отношении общих требований о БД для транспортных средств, работающих на двух видах топлива;

п. 3.9.2 – в отношении независимой процедуры диагностики при работе на бензине или газе;

п. 3.9.3 – в отношении передачи диагностических сигналов с транспортных средств, работающих на двух видах топлива;

п. 3.9.4 – в отношении информации о коде состояния при используемом топливе;

п. 6.5.1.1 – в отношении зарегистрированных неисправностей и занесения в «стоп-кадр»;

п. 6.5.1.2 – в отношении требуемой информации в «стоп-кадре» о давлении топлива в топливной магистрали;



Рис. 3. Битопливный автомобиль «Соболь» с двигателем ЗМЗ-40524 и системой Микас 12М на испытательном стенде с беговыми барабанами

пп. 6.5.3, 6.5.3.1-6.5.3.5 – в отношении стандартного и неограниченного доступа к БД-системе управления газом и соответствия стандартам ISO и/или спецификациям SAE.

Подобные газовые системы не могут быть сертифицированы как установочные газовые комплекты для автомобилей экологического класса 3 и выше: упомянутый выше технический

регламент о безопасности (Приложение 7, п. 6, 6.7) отсылает к Правилам 115 ЕЭК ООН в отношении технических требований к газовой системе (Добавление 114: Правила 115, Поправка 2, Дополнение 2, дата вступления в силу – 18.01.2006 г.). Регламент о безопасности (Приложение 2, п. 10 и Приложение 5, раздел 4, п. 4.1.) предусматривает необходимость соответствия автомобилей, находящихся в эксплуатации, специальному техническому регламенту «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ» (утвержден постановлением Правительства Российской Федерации 12.10.2005 г. № 609), который содержит требования соответствия Правилам 83-05 ЕЭК ООН.

Кроме того, следует отметить, что требования проведения сертификационных испытаний на двух эталонных газовых топливах, сильно различающихся по плотности (до 18%), диктуют необходимость учитывать и использовать в расчетах подачи газа параметры долговременной коррекции топливоподачи бензинового блока, но при работе двигателя только на газе. Эта функция может быть



Рис. 2. Битопливный автомобиль «УАЗ» с двигателем ЗМЗ-4091 и системой Микас 12М на испытательном стенде с беговыми барабанами в холодильной камере



Рис. 4. Расположение топливных рамп двигателя 3МЗ-4091

реализована лишь в системах, имеющих информационный обмен между блоками.

Таким образом, для сертификации современного двухтопливного автомобиля или установочного комплекта в составе автомобиля, соответствующего требованиям «Евро-3» и выше, требуется проведение дополнительных мероприятий по изменению конструкции и программного обеспечения, по меньшей мере, электронного «газового» блока.

Благодаря чему газобаллонный автомобиль с дополнительной газовой системой, собранный на автозаводе, может составить конкуренцию автомобилю, переоборудованному в эксплуатации? Очевидно, что конкурентоспособность обеспечивается гарантийной поддержкой и, возможно, более низкой ценой автомобиля. Рассмотрим подробнее этот аспект.

Цена удорожания автомобиля зависит от стоимости комплектующих элементов ГБО и сборки газобаллонного автомобиля. Цена комплектующих элементов может быть снижена в случае больших объемов потребления, то есть гарантированного сбыта автомобилей. Себестоимость комплекта и сборки автомобиля на заводе при использовании традиционной

конструкции, ориентированной не на конвейер, с заводскими накладными расходами не может составить конкуренцию себестоимости тех установщиков, которые имеют стабильные и большие объемы потребления газовых компонентов.

Про надежность таких автомобилей говорить не приходится, так как в условиях увеличения количества компонентов, соединений и коммуникаций без проведения специальных мероприятий она не может быть выше базовой. Отсюда можно прогнозировать низкий объем сбыта серийных заводских газобаллонных автомобилей и, следовательно, не следует ожидать и больших объемов производства ГБА. Существует

и другая проблема: дилеры предпочитают брать с заводов автомобили на реализацию в максимально дешевой комплектации и устанавливать дополнительное оборудование самостоятельно. Если у них есть возможность установить комплект газобаллонного оборудования и на этом заработать, зачем брать готовый газобаллонный автомобиль, собранный на заводе?

В этой ситуации у автозавода два выхода. Первый – затруднить легализацию установки «чужого» ГБО на собранные автомобили, используя имеющиеся рычаги воздействия: с одной стороны полученный заводом сертификат на газобаллонный автомобиль, позволяющий считать его безопасным на законных основаниях и дающий «зеленую улицу» при регистрации в ГИБДД, с другой – угроза снятия автомобиля с гарантии, если на нем не заводская установка газового оборудования. Однако эффективность таких рычагов в условиях рынка достаточно сомнительна. Второй выход – выпускать серийно двухтопливный автомобиль с лучшими техническими характеристиками и с меньшей ценой, гарантированно более привлекательный для потребителя, чем переоборудуемый в эксплуатации.

По пути собственной разработки конкурентоспособной конструкции идет Заволжский моторный завод в контакте с инженеринговой фирмой ООО «НПП ЭЛКАР». К настоящему времени практически завершены исследовательские и доводочные работы по битопливным модификациям двигателей с микропроцессорной



Рис. 5. Рампа газовых форсунок с датчиком давления и температуры газа



Рис. 6. Газовый редуктор-испаритель

системой управления Микас 12М (рис. 1) именно для **серийного производства** автомобилей (рис. 2, 3), использующих в качестве топлива бензин или/и газ. При этом ставилась цель обеспечения их безопасности, высокой надежности, снижения себестоимости сборки на конвейере, удобства диагностики и ремонта в эксплуатации, то есть обеспечение высокой конкурентоспособности автомобиля в сравнении с переоборудованным в эксплуатации.

Необходимо особо отметить именно **битопливность** двигателя и системы, то есть возможность сжигания в цилиндрах двигателя топливно-воздушного заряда заданного состава, в котором топливо присутствует в виде смеси бензина и газа (метана). Весь проект отличается комплексным

подходом к решению задачи создания серийного двухтопливного автомобиля: от конструкции двигателя и системы управления до подготовки производства деталей и узлов для сборки на конвейере. Проект нацелен на снижение себестоимости и повышение надежности автомобиля. Решение именно этих задач обеспечивает привлекательность такого автомобиля для потребителей и успех автопроизводителя на рынке. Кроме того, применяемые технические решения позволяют решить проблему питания двигателя в **долгосрочной перспективе** – при использовании в качестве моторного топлива смеси водорода и метана и чистого водорода.

При внесении изменений в конструкцию двигателя и в ходе создания системы управления учитывались,

прежде всего, требования законодательства в отношении выбросов вредных веществ с отработавшими газами (включая выбросы CO_2), требования к ресурсу и стабильности характеристик дозирующих устройств, а также результаты собственных исследований особенностей работы двигателя на газовом топливе. Результатом проведения комплексных работ явилось типовое модифицирование всего ряда двигателей ЗМЗ-40524, ЗМЗ-4091, ЗМЗ-40904 для обеспечения их эффективной работы на бензине, газе и смеси газа с бензином. Последний вариант наиболее актуален и перспективен при использовании метана или водорода.

На впускной трубе модифицированного двигателя (рис. 4) в дополнение к бензиновой топливной системе размещены газовая рампа с форсунками и датчиком давления/температуры газа, причем все это в габаритах бензинового двигателя, что важно в условиях ограниченного объема



Рис. 8. Блок управления Микас 12М



Рис. 7. Шланг и газовый фильтр со штуцерами под быстросъемные газовые соединители

подкапотного пространства автомобиля. Такая конструкция исключает применение многочисленных резиновых шлангов, традиционно используемых для подвода газа к впускному трубопроводу: количество шлангов и хомутов только в магистрали низкого давления газа достигает обычно 7 и 14 ед. соответственно. Применение специально разработанных изделий, снижение количества шлангов до двух единиц и отсутствие необходимости установки множества хомутов в условиях конвейерной сборки автомобиля повышают ее качество и, в конечном счете, надежность и безопасность газовой системы питания двигателя.

Сама рампа газовых форсунок (рис. 5) изготовлена из нержавеющей стали и подключается к газовой магистрали с помощью быстросъемного

соединителя, обеспечивающего с одной стороны гарантированную герметичность, с другой – простоту, удобство и скорость операции при сборке или демонтаже. При этом минимизируется влияние человеческого фактора: повреждение при затяжке или недостаточная затяжка хомутов газовых шлангов низкого давления. Аналогичные соединения применяются и для подключения фильтра газовой фазы и газового редуктора (рис. 6, 7).

Конструкция газового редуктора-испарителя отличается надежностью, компактностью и обеспечивает необходимый расход газа и давление на выходе во всем рабочем диапазоне двигателя, что подтверждено испытаниями. Развитая поверхность испарителя позволяет редуктору надежно



Рис. 9. Диагностический сканер АСКАН для битопливной системы

функционировать при низких температурах окружающей среды, что важно в условиях российского климата. Особое внимание уделено размещению элементов системы подачи газа, фильтрации и соединениям участков высокого давления газовой магистрали. Основным критерий – безопасность, технологичность и надежность в эксплуатации.

Главная отличительная особенность разработанной системы управления – это один многофункциональный микропроцессорный блок управления (рис. 8), обеспечивающий работу обеих систем топливоподачи при оптимальном управлении рабочим процессом двигателя как при его

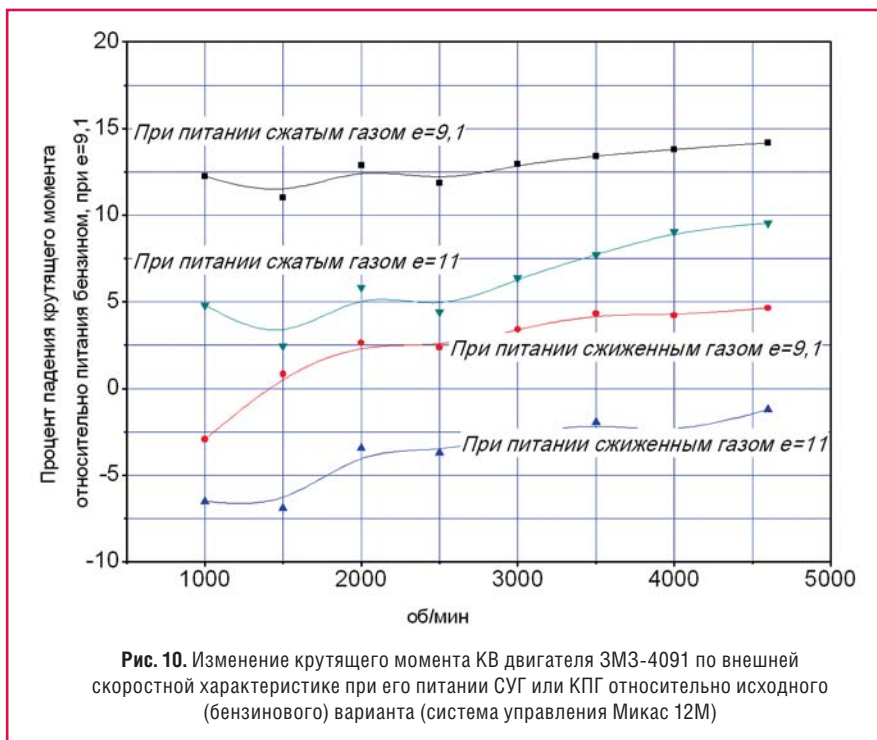


Рис. 10. Изменение крутящего момента КВ двигателя ЗМЗ-4091 по внешней скоростной характеристике при его питании СУГ или КПГ относительно исходного (бензинового) варианта (система управления Микас 12М)

питании бензином или газом, так и при подаче смеси бензина и газа. Последний вариант позволяет управлять соотношением долей газа (метана) и бензина в цикловой подаче, благодаря чему достигается снижение эксплуатационных затрат, а в случае необходимости – использовать бензин с низким октановым числом без опасности повреждения двигателя. Эксплуатировать же такой двигатель на низкооктановом бензине без высокооктановой газовой добавки блок

управления не позволит. Таким образом, водитель имеет возможность выбора режима эксплуатации автомобиля: на бензине, на газе и на смеси газа с бензином, причем последний вариант наиболее удобен и экономичен с точки зрения конечных финансовых затрат на эксплуатацию автомобиля.

Кроме того, блок управления с программным обеспечением в полном объеме удовлетворяет требованиям Правил ЕЭК ООН № 83 в отношении бортовой диагностической системы,

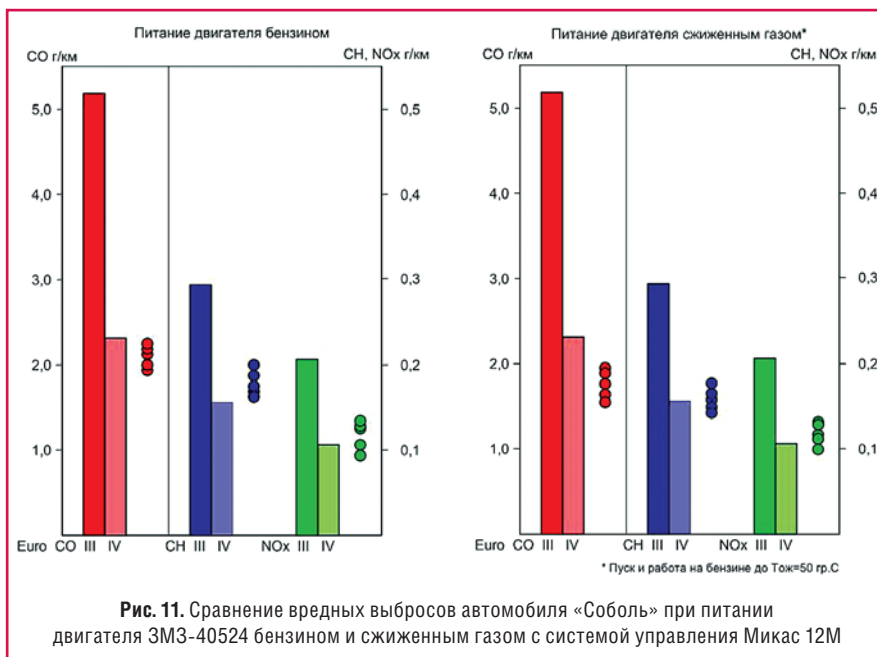


Рис. 11. Сравнение вредных выбросов автомобиля «Соболь» при питании двигателя ЗМЗ-40524 бензином и сжиженным газом с системой управления Микас 12М

что особо отличает его от газовых блоков, применяемых при традиционном переоборудовании. Внешняя диагностика системы выполняется с помощью диагностического сканера АСКАН (рис. 9), который уже получил широкое распространение на станциях технического обслуживания.

Блок управления подключается к системе с помощью двухсекционного электрического соединителя. При этом каждая секция имеет свое функциональное назначение: одна необходима для подключения компонентов систем, размещенных непосредственно на двигателе, а другая – для размещенных на кузове автомобиля. Это дает возможность удобной и быстрой укладки моторного жгута проводов еще на моторном сборочном конвейере с последующей проверкой работоспособности компонентов системы управления и обкаткой двигателя. В таком виде двигатель поступает на автомобильный сборочный конвейер, где остается проложить лишь автомобильную часть жгута и завершить его подключение.

В отличие от традиционных конструкций, где в качестве переключателя вида топлива и указателя уровня газа в баллоне применяется специальное электронное устройство со светодиодным индикатором, в разработанной системе для информирования водителя об уровне газа применяется штатный указатель уровня бензина, а для переключения – один из резервных переключателей на панели приборов автомобиля. Управление указателем уровня обоих топлив осуществляет блок системы управления в зависимости от текущего положения переключателя вида топлива на панели приборов.

Испытания битопливных двигателей с исходной и повышенной степенью сжатия на моторном стенде и подготовленных автомобилей с двигателем ЗМЗ-40524 и УАЗ-33036 с двигателем ЗМЗ-4091 подтвердили их работоспособность и высокие технические характеристики. На рис. 10 показано изменение (в %) крутящего момента КВ двигателя при его

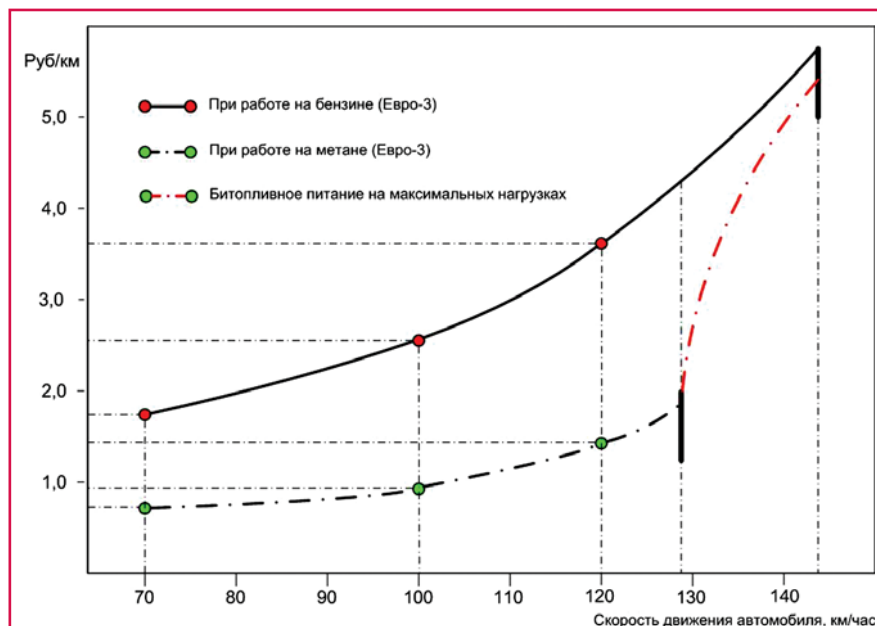


Рис. 12. Зависимость финансовых затрат на топливо при движении автомобиля с заданной скоростью при работе на бензине или/и КПГ

питании СУГ и КПГ относительно условий работы на бензине.

Как показывают графики, максимальное снижение крутящего момента КВ двигателя при работе на КПГ с исходной степенью сжатия (9,1) достигает 14%, а при работе на СУГ не превышает 5% и присутствует лишь на средних и больших частотах вращения КВ двигателя. На малых частотах вращения КВ двигателя мощностные показатели лучше, чем при работе на бензине. Повышение степени сжатия до 11 позволяет снизить крутящий момент при работе на КПГ до 8%, а при работе на СУГ добиться увеличения крутящего момента с 1,5 до 6% в сравнении с исходным моментом при питании двигателя бензином.

Результаты испытаний на токсичность газобаллонного автомобиля «Соболь» комплектации «Евро-3» с системой управления Микас 12М показаны на рис. 11. Как следует из их анализа, экологические показатели битопливного автомобиля отвечают требованиям регламента для автомобилей этого экологического класса со значительным запасом.

На рис. 12 представлена зависимость финансовых затрат на топливо при движении автомобиля «Газель» с двигателем ЗМЗ-40524, работающего на бензине и КПГ, от скорости

движения. В отличие от однопаливного режима эксплуатации на КПГ, битопливный режим позволяет обеспечить более широкий диапазон мощности двигателя и значительно снизить эксплуатационные затраты. Результаты испытаний модифицированных двигателей, ориентированных на максимальную эффективность использования газового топлива, позволяют с уверенностью сделать вывод о реальной экономии топлива и повышении эксплуатационных технических характеристик автомобиля.

Выводы

Таким образом, созданы образцы газобаллонных автомобилей для заводской сборки, удовлетворяющие современным и перспективным требованиям, себестоимость производства которых будет ниже, а надежность выше в сравнении с применяемым традиционным установочным комплектом газобаллонного оборудования. Осталось сделать последний шаг – начать производство таких автомобилей.

Литература

1. Рубан А.Г. Экономические стимулы применения КПГ на автотранспорте. М. Транспорт на альтернативном топливе, № 5 (11) 2009.

Снижение стоимости системы очистки природного газа при производстве СПГ на ГРС

С.В. Люгай,

заместитель начальника Центра «Использование газа» ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,

С.П. Горбачев,

главный научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н.

В настоящей статье представлена оценка снижения стоимости технологического оборудования адсорбционной системы очистки при использовании двухпоточной схемы в циклах Клода и Линде в сравнении с классической (однопоточной) схемой. Приведены результаты термодинамического расчета цикла с детандером при различных значениях температуры прямого потока перед детандером, а также результаты расчетов стоимости системы очистки и анализ результатов расчетов экономической эффективности для различного содержания CO_2 в исходном (сетевом) газе.

Ключевые слова: сжиженный природный газ, двухпоточная схема, адсорбционная система очистки, диоксид углерода.

Reduction of cost of cleaning system for GTL production at GDS

S.V. Lyugai, S.P. Gorbachev

The present paper is devoted to the cost reduction estimation of technological equipment of adsorption cleaning system when using double-flow schemes in Claude and Linde cycles compared with traditional single-flow scheme. The paper gives results of thermodynamic calculation of reducing valve, as well as calculation results of cost of the cleaning system and analysis of cost-efficiency calculations for different CO_2 content in initial gas.

Keywords: liquid natural gas, double-flow schemes, adsorption cleaning system, carbon dioxide.

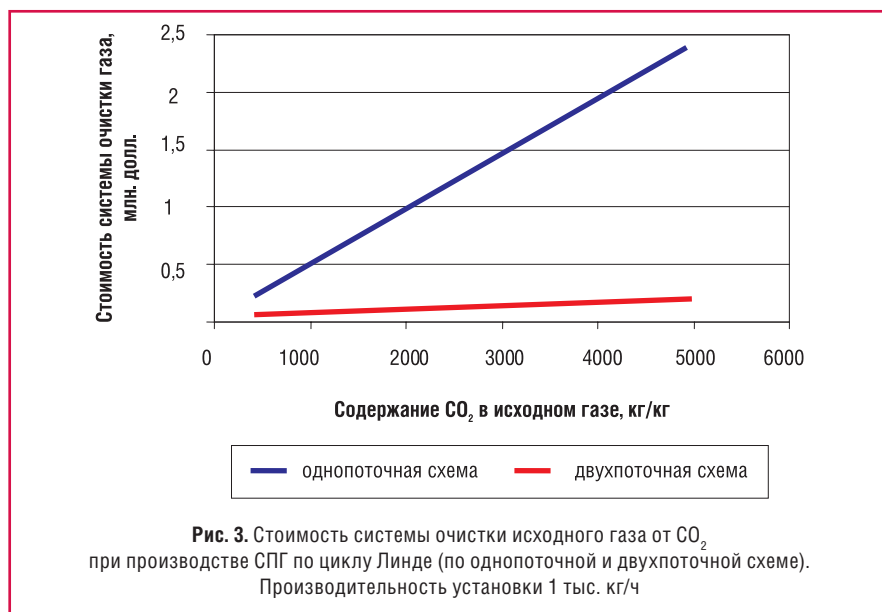
В качестве технологий для производства сжиженного природного газа (СПГ) на газораспределительных станциях (ГРС) рассматриваются технологии как с внешним, так и с внутренним охлаждением. Технологии с внешним охлаждением практически не отличаются от технологий для крупнотоннажного производства. Это схемы с расширением хладагента внешнего цикла в детандере и дроссельно-компрессорные схемы с многокомпонентным рабочим телом [1, 2].

Однако наиболее перспективными схемами для сжижения природного газа на ГРС в настоящее время представляются технологии с внутренним охлаждением и с использованием в качестве источника холода турбодетандерно-компрессорного агрегата или вихревой трубы [3-7]. Особенность этих технологий заключается в том, что частичное сжижение природного газа производится только за счет расширения газа из магистрального трубопровода, то

есть в схеме отсутствует компрессор, и не тратится энергия на сжатие газа. Специфическая особенность производства СПГ на ГРС с внутренним охлаждением газа – это необходимость осушки и очистки всего исходного газа, проходящего через установку, от диоксида углерода (CO_2) с целью исключения его кристаллизации при снижении температуры как в процессе сжижения, так и при хранении и регазификации СПГ у потребителя.

Как правило, в последнее время для комплексной очистки природного газа от влаги, диоксида углерода и тяжелых углеводородов используется адсорбционный способ глубокой очистки. Особенность комплексной очистки газа на периодически работающих адсорберах состоит в том, что пока один адсорбер работает в режиме очистки, другие адсорберы (или адсорбер) находятся в режиме регенерации для удаления продуктов очистки и восстановления поглотительной способности адсорбентов. Для регенерации используется очищенный нагретый природный газ, что связано с дополнительными затратами энергии и использованием части очищенного газа на нагрев и охлаждение адсорбента. При этом производительность блока адсорбционной очистки снижается на количество газа, направляемого на регенерацию. Это количество иногда может составлять более 20% от расхода газа, подаваемого на блок очистки. Кроме того, допустимая скорость газа в адсорберах небольшая, в пределах $0,2 \text{ л/мин}\cdot\text{см}^2$, что приводит к увеличению проходного сечения адсорберов и, как следствие, к увеличению металлоемкости.

Применяемые в настоящее время адсорбенты имеют избирательную способность, и если их адсорбционная способность по влаге довольно высокая, то по другим компонентам может быть очень низкой. Например, цеолит имеет адсорбционную способность по воде 7-10% по массе, а по диоксиду углерода всего 1-3%, поэтому для очистки от CO_2 требуется большее количество адсорбента. Кроме того, при адсорбции CO_2 для регенерации цеолита требуется природный газ с температурой 300°C . В результате стоимость блока



(0,5%) стоимость системы очистки возрастает до 2,4 млн. долл. США. В то же время стоимость системы очистки двухпоточной схемы при тех же условиях изменяется с 23 тыс. до 146 тыс. долл. США, то есть экономический эффект составил свыше 2 млн. долл. США. Кроме того, как указывалось выше, применение двухпоточной схемы в цикле Линде наряду со снижением стоимости системы очистки

обеспечивает высокое качество СПГ в сборнике установки.

Следует обратить внимание на то, что при переходе к двухпоточным схемам и повышению температуры газа перед детандером в цикле Клода параметры установки сжижения газа отклоняются от оптимальных значений, что ведет к уменьшению коэффициента сжижения. Это значит, что для обеспечения той же

производительности необходимо повышать расход газа через установку и увеличивать поверхность теплообменных аппаратов. Оценим, насколько увеличится стоимость теплообменников установки при переходе на упрощенную систему очистки природного газа перед сжижением при максимальном снижении производительности установки на 35%.

Как видно из таблицы ниже, при повышении температуры газа перед детандером с 225 до 240 К суммарная тепловая нагрузка на теплообменники установки производительностью 1 000 кг/ч меняется незначительно и составляет примерно 620 кВт. В этом случае для повышения производительности установки на 35% необходимо увеличить нагрузку на теплообменные аппараты на $620 \times 0,35 = 217$ кВт.

Если коэффициент теплопередачи в теплообменнике принять равным $k = 0,2$ кВт/м²К, а среднюю разность температур 5 К, то дополнительная поверхность теплообменника составит:

$$\Delta F = \frac{Q}{k\Delta T} = \frac{217}{0,2 \cdot 5} = 217 \text{ м}^2.$$

Удельная стоимость теплообменной поверхности по данным заводов

Таблица

Результаты термодинамического расчета цикла с детандером при различных значениях температуры прямого потока перед детандером

Давление прямого потока, МПа	Pm	3,50	3,50	3,50	3,50
Давление обратного потока, МПа	Pn	0,60	0,60	0,60	0,60
Температура прямого потока в сечении 1, К	tm1	293,00	293,00	293,00	293,00
Температура прямого потока в сечении 2, К	tm2	215,00	225,00	230,00	240,00
Температура прямого потока в сечении 3, К	tm3	148,06	156,37	160,39	168,37
Температура прямого потока в сечении 4, К	tm4	146,59	150,56	152,54	156,77
Температура обратного потока в сечении 1, К	tn1	283,00	283,00	275,26	257,62
Температура обратного потока в сечении 2, К	tn2	178,17	192,20	192,81	191,29
Температура обратного потока в сечении 3, К	tn3	143,06	151,37	155,39	163,37
Растворимость CO ₂ в газе в сечении 3	C3	528	1705	2921	7849
Минимальная разность температур в детандерном теплообменнике, К	min dt	5,00	1,74	1,22	1,24
Доля детандерного потока	M1	0,86	0,84	0,86	0,89
Коэффициент сжижения	X	0,124	0,130	0,117	0,084
Тепловая нагрузка на теплообменник 1, кВт	Q1	454	369	379	437
Тепловая нагрузка на теплообменник 2, кВт	Q2	162	173	178	189
Тепловая нагрузка на теплообменник 3, кВт	Q3	1	4	5	6

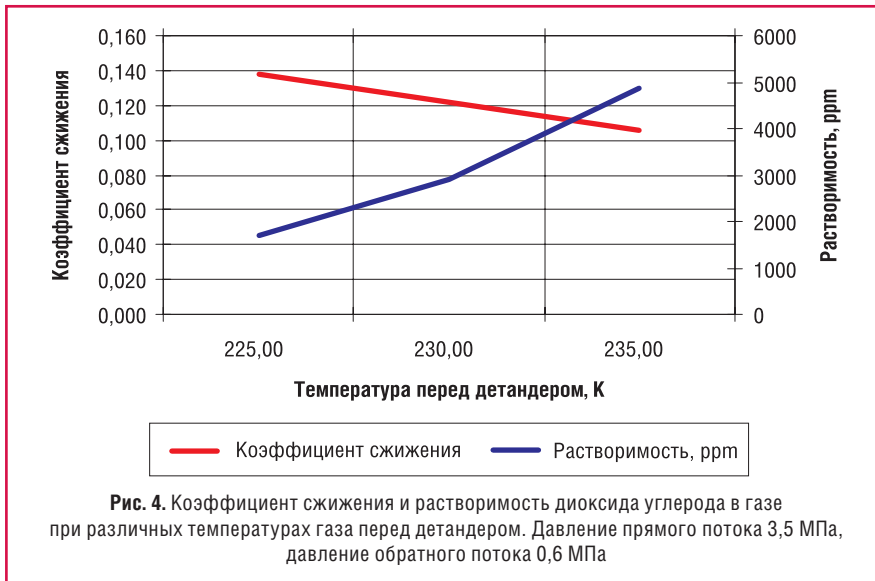


Рис. 4. Коэффициент сжижения и растворимость диоксида углерода в газе при различных температурах газа перед детандером. Давление прямого потока 3,5 МПа, давление обратного потока 0,6 МПа

производителей составляет $s = 200$ долл. США/м².

Тогда стоимость дополнительной поверхности равна:

$$C_{\text{то}} = s \times \Delta F = 200 \times 217 = 43\,400 \text{ долл. США.}$$

При температуре перед детандером 234 К допустимое содержание CO₂ в газе составит 4 000 ppm (рис. 4). При этом стоимость системы очистки для однопоточной схемы составляет около 580 тыс. долл. США, а для двухпоточной – около 100 тыс. долл. США (рис. 1). Экономический эффект от двухпоточной схемы составит 480 тыс. долл. США, что намного превышает увеличение стоимости теплообменной поверхности.

Относительную эффективность от перехода к упрощенной технологии очистки природного газа в установках, работающих по циклу Клода, можно оценить по снижению полной стоимости установки.

Стоимость установки сжижения природного газа на ГРС по циклу Клода (однопоточная схема) производительностью 1000 кг/ч (при давлении в магистральном трубопроводе 3,5 МПа) и при содержании CO₂ в исходном газе 0,05% составляет около 650 тыс. долл. США. При тех же параметрах стоимость двухпоточной установки с детандером будет ниже из-за меньшей стоимости системы очистки и составит $C_2 = 590$ тыс. долл. США, то есть экономический эффект в схеме с детандером от перехода к двухпоточной схеме составит всего 10% от стоимости установки.

Если содержание CO₂ в исходном газе повысится до 0,15%, то с учетом увеличения стоимости системы очистки до 200 тыс. долл. США (рис. 1) стоимость установки составит 800 тыс. долл. Стоимость системы очистки для двухпоточной схемы составит 50 тыс. долл. США (рис. 1). Относительная экономическая эффективность равна

$$\frac{200 - 50}{800} = 0,187.$$

Литература

1. Кузьменко И.Ф. Тенденции развития установок сжиженного природного газа средней производительности для распределительного газоснабжения. – АГЗК+АТ, 2008, № 4 (40). – С. 49-55.
2. Краковский Б.Д. и др. Современные технологии сжижения природного газа в установках малой и средней производительности. – Использование сжиженного природного газа на железнодорожном транспорте. Материалы заседания секции Научно-технического совета ОАО «Газпром», ООО «ИРЦ «Газпром», 2007. – С. 70-79.
3. Мошканцев М.А. Детандерно-компрессорные схемы производства сжиженного природного газа на газораспределительных станциях с низким давлением входящего газа. – Материалы научно-технического совета ОАО «Газпром» по теме «Перспективы и опыт применения сжиженного природного газа на объектах ОАО «Газпром», ИРЦ «Газпром», 2002 г.
4. Krakovskiy B.D. et al. «Natural gas liquefier», The Eighth Cryogenics 2004 IIR International Conference, Praha Czech Republic, 2004. – P. 203-209.
5. Скородумов Б. и др. Решение проблем энергоснабжения промышленных, социальных объектов и населенных пунктов с использованием СПГ. – АГЗК+АТ, 2002, № 6. – С. 42-47.
6. Сердюков С.Г., Ходарков М.Л. Сжиженный природный газ в Санкт-Петербурге и России. – АГЗК+АТ, 2003, № 2. – С. 59-63.
7. Сердюков С.Г., Ходарков И.Л. Типовой мини-завод по производству сжиженного природного газа на газоредуцирующих станциях (ГРС) магистральных трубопроводов. – Перспективы и опыт применения сжиженного природного газа на объектах ОАО «Газпром». Материалы научно-технического совета ОАО «Газпром», ИРЦ «Газпром», 2002. – С. 28-33.
8. Горбачев С.П., Колосов А.И., Люгай С.В. Оценка эффективности малотоннажного производства СПГ на газораспределительных станциях. – Газовая промышленность, № 11/626, 2008. – С. 21-25.
9. Горбачев С.П., Люгай С.В. Совершенствование технологии производства СПГ на газораспределительных станциях при повышенном содержании диоксида углерода в сетевом газе. – Нефтегазхиммаш, № 12, 2009. – С. 25-29.

Перспективы использования СПГ в качестве моторного топлива

Ю.В. Ротанов,

младший научный сотрудник сектора производства СПГ отдела специальных технологий центра «Переработки газа и жидких углеводородов» ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,

В.Н. Никифоров,

старший научный сотрудник сектора производства СПГ отдела специальных технологий центра «Переработки газа и жидких углеводородов» ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

В данной статье рассматривается использование сжиженного природного газа (СПГ) в качестве моторного топлива и как способа для газификации населенных пунктов. Представлены преимущества и проблемы применения СПГ на территории Российской Федерации.

Ключевые слова: сжиженный природный газ, моторное топливо, энергоноситель.

Application potential of liquefied natural gas

Y.V. Rotanov, V.N. Nikiforov

The article covers liquefied natural gas (LNG) application as motor fuel and as a means of settlements gas supply. The article also focuses on the advantages and problems of LNG application in the Russian Federation.

Keywords: liquefied natural gas, motor fuel, energy carrier.

Рост стоимости производства традиционных видов жидких нефтяных моторных топлив и снижение темпов роста добычи нефти придают особую значимость организации производства альтернативных видов моторных топлив. Среди них СПГ занимает одно из первых мест ввиду наличия больших объемов сырья для его производства и сравнительно низкой его стоимости, а также благодаря прекрасным теплофизическим свойствам и полноте сгорания. Теплотворная способность СПГ изменяется в зависимости от компонентного состава в диапазоне 11500-12500 ккал/кг при значении октанового числа 105-107. Содержание вредных примесей в продуктах горения СПГ существенно ниже, чем при использовании бензина и дизельного топлива: по окиси углерода – в 5-20 раз, окислам азота –

в 3-4 раза, несгоревшим углеводородам – в 2-3 раза.

Основными потребителями СПГ могут быть: бытовые потребители при газификации населенных пунктов; автомобильный, речной, морской, железнодорожный транспорт; объекты малой энергетики; малоподвижная и стационарная тяжелая техника.

Важным ограничением при коммерческом использовании СПГ для газификации населенных пунктов является сезонность потребления СПГ. Естественным решением является создание дополнительных сегментов использования СПГ, например, в качестве моторного топлива для различных видов транспорта. В летний период времени СПГ активно используется транспортной отраслью, а в зимний период, когда существенно снижается объем перевозок, резко

растет использование СПГ на нужды производства тепла и электрической энергии, что отражено на рис. 1.

Экономическая эффективность от использования СПГ в качестве моторного топлива заключается в сокращении финансовых затрат на топливо. Расчеты показывают, что у потребителя СПГ экономия средств на моторное топливо составляет 44-47% в сравнении с традиционным топливом (рис. 2).

Работа двигателей с использованием природного газа не исключает частичного потребления дизельного топлива: это так называемый газодизельный режим, при котором для стабильной работы двигателя требуется использование минимум 10% дизельного топлива. Газодизельный режим позволяет использовать технику в районах, удаленных от центра производства СПГ. В таких условиях потребитель при временном удалении использует дизельное топливо, а при возвращении техники для заправки СПГ опять переходит на использование этого вида топлива. Использование СПГ в качестве моторного топлива с точки зрения технико-экономической эффективности значительно выгоднее, чем компримированного природного газа (КПГ). Сжижение дает возможность уменьшить объем газа почти в 600 раз, что позволяет в сравнении со сжатием газа уменьшить массу системы хранения природного газа в 3-4 раза, а объем перевозимого топлива увеличить в 1,5-3 раза.

При внедрении СПГ на автозаправочных станциях (АЗС), обеспечивающих транспорт традиционным нефтяным топливом, можно перепрофилировать их в автогазозаправочные станции (АГЗС), позволяющие производить заправку автомобильного транспорта не только бензином, дизельным топливом, сжиженным углеводородным газом (СУГ), но и компримированным природным газом, то есть передать им часть функций АГНКС по реализации КПГ. Такое техническое решение значительно улучшит снабжение газобаллонного автотранспорта и снизит его холостые пробеги до заправки.

Для создания комбинированной АГЗС необходимо на действующей АЗС установить газификатор СПГ высокого

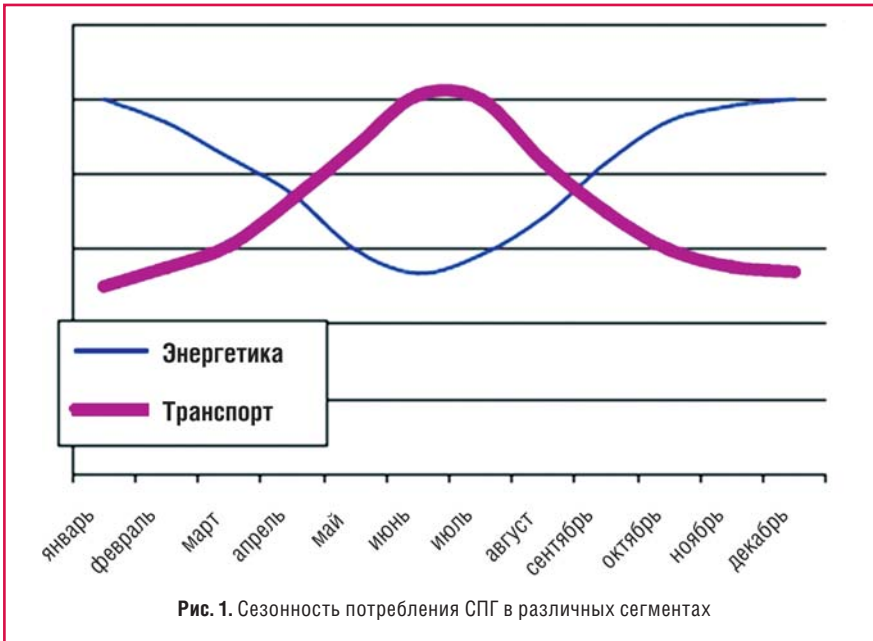


Рис. 1. Сезонность потребления СПГ в различных сегментах

давления, включающий криогенный резервуар, криогенный плунжерный насос высокого давления, теплообменник с источником тепла и колонку для отпуска КПГ.

В железнодорожном транспорте магистральные и маневровые тепловозы работают на дизельном топливе, поэтому повышение цен на жидкое нефтяное моторное топливо существенно влияет на итоги хозяйственной деятельности пользователей услуг РЖД как по товарным, так и по пассажирским перевозкам. Решение проблемы может быть найдено в переводе дизельных двигателей тепловозов на газодизельный режим с использованием природного газа. При переводе двигателей на газодизельный режим используется только 25-35% дизельного топлива в качестве запального средства, а остальные 65-75%

номинального расхода топлива замещаются природным газом.

Экономическая эффективность поставок СПГ для газификации населенных пунктов сложнее поддается расчетам, так как стоимость регазифицированного природного газа будет значительно выше стоимости газа, поставляемого по трубопроводам. Необходимо сравнение финансовых расходов на капитальные затраты по газификации населенных пунктов с помощью трубопроводного транспорта и на СПГ для каждого конкретного случая.

Использование СПГ в качестве энергоносителя и моторного топлива в сельском хозяйстве рассматривается как одно из перспективных направлений развития газовой промышленности. Комплексная газификация сельского хозяйства включает перевод на газовые

виды топлива бытового топливопотребления, теплоснабжения ферм, транспорта, технологических процессов.

Однако, чтобы убедить автотранспортные предприятия в эффективности использования СПГ, необходимо сделать технологию его применения максимально понятной с технической точки зрения и экономически рентабельной. В настоящее время большинство автохозяйств России занимают выжидательную позицию по отношению к вопросу применения СПГ, что связано с отсутствием инфраструктуры заправочных станций, гарантированно обеспечивающих применение однотопливных газовых двигателей, и высокой стоимостью топливной системы автомобиля, работающего на СПГ. Поэтому только решение проблем организации снабжения сжиженным природным газом потенциальных потребителей и снижения стоимости топливных систем автомобилей, работающих на СПГ, позволит говорить, что СПГ действительно является для автомобильного транспорта Российской Федерации «моторным топливом XXI века». Другими словами, в ближайшее время в стране необходимо создать криогенную инфраструктуру и поэтапно переводить автотранспорт на СПГ.

Расширить использование СПГ можно при освоении Штокмановского газоконденсатного месторождения и газовых месторождений Ямальского полуострова. Освоение месторождений будет иметь значительный социально-экономический эффект, стимулируя развитие инфраструктуры в районе размещения портового комплекса, баз бурения и строительства. Выбор направлений транспортировки и переработки жидкого углеводородного сырья полуострова Ямал требует решения проблемы обеспечения нефтепродуктами строительных и эксплуатирующих организаций на территории полуострова, а также снабжения Ямало-Ненецкого автономного округа.

Завод по производству СПГ в поселке Териберка Мурманской области позволит эффективно решить задачу регулирования поставок ассортимента нефтепродуктов на внутренний (Мурманская и Архангельская области, Карелия, потребители бассейна Северного Ледовитого океана) и внешний рынки.

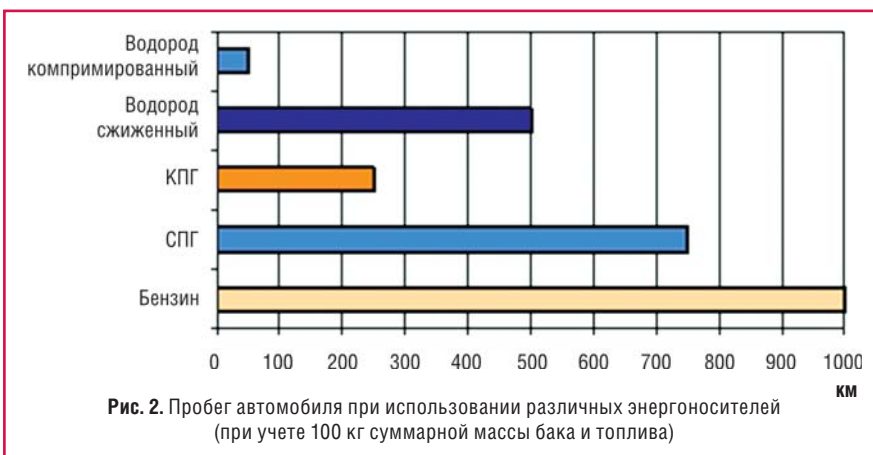


Рис. 2. Пробег автомобиля при использовании различных энергоносителей (при учете 100 кг суммарной массы бака и топлива)

Новые возможности использования топливных элементов на транспортных средствах

Г.С. Дугин,

зам. заведующего отделом научной информации по проблемам транспорта Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН),

С.А. Григорьев,

начальник лаборатории ФГУ РНЦ «Курчатовский институт», доцент, к.т.н.

В статье рассмотрена возможность использования топливных водородных элементов на транспорте. Перечислены способы хранения водородного топлива на транспортных средствах. Представлен новый способ использования водородного топлива в виде специальных небольших таблеток.

Ключевые слова: водородное топливо, топливные элементы, специальные энергетические таблетки.

New possibilities for fuel cells application on the transport means

G.S. Dugin, S.A. Grigoriev

Possibilities for fuel cells application on the transport means are considered. Variants of hydrogen fuel storage in the transport means are enumerated. New method of hydrogen fuel use in the forms of special small pellets.

Keywords: hydrogen fuel, fuel cell, special energy pellets.

В последнее время во многих странах мира происходит поиск решений по использованию водородных технологий на транспорте.

В качестве основных вариантов рассматривается перевод двигателей внутреннего сгорания (ДВС) на водород (или добавка водорода к

основному моторному топливу), а также применение на транспортных средствах энергоустановок (электрохимических генераторов) на основе топливных элементов. В первом случае имеет место резкое снижение токсичности выбросов, а также повышение экономичности ДВС. При использовании топливных элементов вредные выбросы исключаются полностью, так как продуктом электрохимической реакции является водяной пар, а КПД преобразования энергии повышается до 50% и более. Интересно отметить, что водородно-кислородные элементы были применены на американских и российских аппаратах «Шатл» и «Буран» [1, 2].

Топливный элемент представляет собой химический источник тока, в котором расходуемые реагенты (как правило, водород и кислород) подаются извне (рис. 1).

Для достижения требуемого напряжения отдельные топливные элементы, генерирующие напряжение от 0,5 до 1,0 В, последовательно соединяются в так называемую фильтр-прессную конструкцию – батарею топливных элементов (рис. 2).



Рис. 2. Топливный элемент на основе твердого полимерного электролита мощностью 5 кВт, разработанный в РНЦ «Курчатовский институт»

Для обеспечения работы электрохимического генератора на основе топливных элементов на транспортном средстве необходимо предусмотреть соответствующую систему хранения водорода в газообразном, криогенном или химически связанном виде. В первом случае используются газовые баллоны с водородом, что представляет определенные трудности (требуются много места и соблюдение требований по взрыво- и пожаробезопасности). При

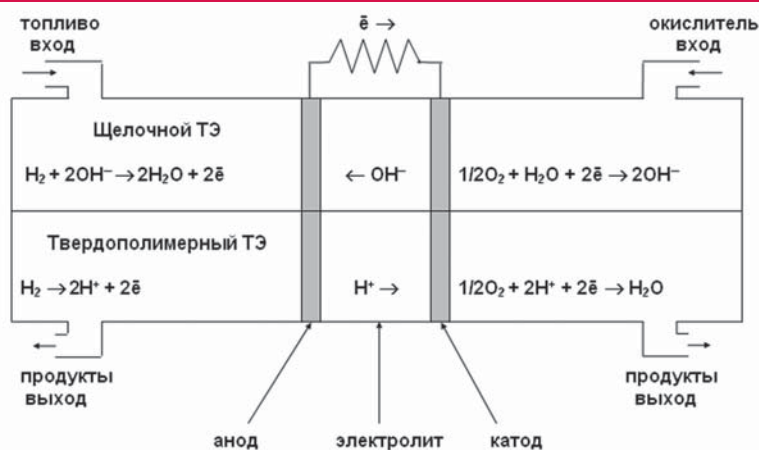


Рис. 1. Принципиальная схема низкотемпературных топливных элементов

хранении водорода в сжиженном виде имеют место потери этого топлива на испарение. Предлагаемые способы хранения водорода в пене из полимерных материалов также оказались не очень эффективными.

В качестве альтернативы возможно использование в качестве топлива водородсодержащих соединений. В частности, массовый показатель среды аккумулирования водорода в виде жидкого метанола характеризуется значением 8 кг на 1 кг водорода, а массовое содержание водорода в единице объема жидкого метанола почти в 1,5 раза превышает плотность жидкого водорода. Но, к сожалению, большая токсичность этого вещества не дает возможности его использования.

Использование соединений водорода с углеродом на выходе обычно приводит к выбросам малоэкологичного углекислого газа. Также была доказана возможность сжигания в двигателе аммиака. В Японии были разработаны сравнительно недорогие топливные элементы на гидразине (очень токсичное вещество) и метод безопасного хранения его на автотранспортном средстве в виде твердого полимера. В разных странах предлагались топливные элементы на основе борида ванадия.

Представляет определенный интерес использование гидридов (в жидком или твердом виде), в которых водород хранится при гораздо большей плотности, чем у самого сжиженного или сжатого до 500-700 атм водорода. Преимущество такого способа хранения водорода состоит в том, что водород выходит из гидрида даже при малом нагреве (порядка до 70-150°C). Весьма эффективным, а поэтому и перспективным типом гидрида можно назвать боран аммиака (H_3NBH_3), носящий название боразан. Это соединение при комнатной температуре и атмосферном давлении представляет собой твердое воскоподобное вещество с удельным весом порядка 0,8. По массе в нем может содержаться 20% водорода. Такое высокое значение концентрации в этом веществе водорода дает возможность (пока еще в теории) разработать топливные элементы,



Рис. 3. «Водородные таблетки» фирмы «Амминекс» [3]

которые будут занимать сравнительно небольшой объем, не превышающий объем традиционного бензобака на автомобиле, что обеспечит достаточно большой пробег автомобиля без дозаправки.

Следует отметить, что определенной проблемой для этого типа энергоносителя (впрочем, это относится ко всем гидридам) можно назвать восстановление уже отработанного (дегидрированного) топлива, которое должно отличаться простотой и быть экономически эффективным. Над этой проблемой активно работали специалисты из национальной лаборатории в Лос-Аламосе, которая входит в университет штата Алабама (США), и Центра по созданию химических средств по хранению водорода (работает по программе «Водородные топливные элементы» Министерства энергетики США). Было выявлено, что такая составляющая отработанного боразина, как полиборазин, может быть преобразована обратно в боран аммиака с использованием ряда весьма недорогих химических реагентов и при небольших энергозатратах. При этом необходимые химические реакции могут полностью протекать в одном

объеме. Также было установлено, что экстракция водорода из борана аммиака может происходить во много раз быстрее, если боран будет нанесен на нанокристаллические решетки из кварца. С учетом того, что боразан уже давно применяется в химической промышленности, то рециклинг отработанного боразана не представляет больших проблем.

Еще дальше в решении проблемы эффективного хранения водорода на борту автотранспортного средства пошли специалисты датской фирмы «Амминекс» (Amminex), которые разработали и уже применяют так называемые водородные таблетки AdAmmine (рис. 3). Данные таблетки изготавливаются путем выдерживания аммиака в среде солей типа $MgCl_2$ или $CaCl_2$. При такой операции аммиак реагирует с этими солями с образованием сложного химического вещества, например, $Mg(NH_3)Cl_2$. Данный продукт является твердым и нетоксичным, содержание водорода в 1 л его объема составляет около 110 г. Приблизительно 10% его массы приходится на водород. Экстракция этого водорода из такого вещества происходит при нагреве.

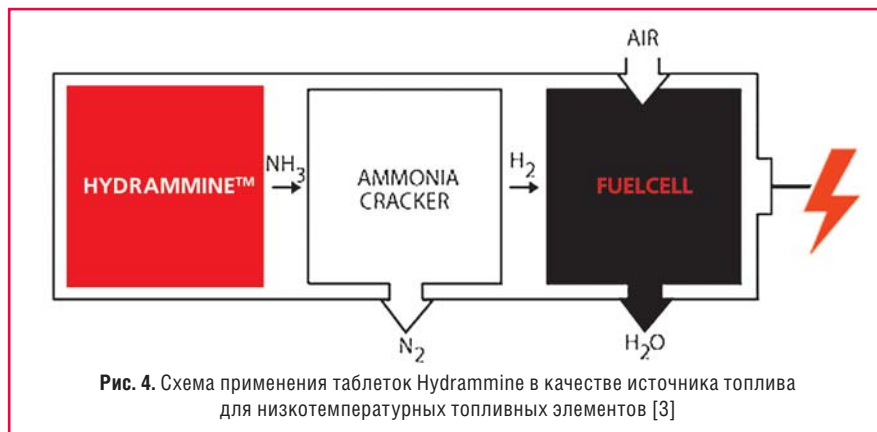


Рис. 4. Схема применения таблеток Hydrammine в качестве источника топлива для низкотемпературных топливных элементов [3]

Фирма «Амминекс» в настоящее время уже производит выпуск различных по составу и размеру таблеток, имеющих название Hydrammine. Изучены вопросы применения этих таблеток в качестве источника топлива для топливных элементов разнообразных видов – низкотемпературных (рис. 4), высокотемпературных твердооксидных или топливных элементов, в которых аммиак потребляется напрямую. В качестве примера такой таблетки можно назвать таблетку-блок «твердого аммиака» массой всего 100 г, в которой при нормальных условиях хранится 54 г (или 74 л) чистого аммиака. Если бы аммиак был в газообразном состоянии, то для аналогичной упаковки в данный блок его необходимо было сжать до огромного давления порядка 900 атм.

Интересно отметить, что эта же фирма представила разработанный ею метод очистки отработавших газов двигателей от окислов азота с

помощью добавления в них минимального количества аммиака из картриджа, содержащего AdAmmine. В данном случае аммиак вступает в реакцию с окисью азота и преобразует ее в абсолютно безвредные азот и воду. Данная система очистки отработавших газов содержит блок управления, емкость со сменными картриджами, небольшой электроподогреватель (стартовое устройство) и несколько трубок, через которые чистый аммиак инжeksiруется в сверхмалых дозах в выпускной тракт двигателя, где и осуществляется его реакция с окисью азота.

Следует отметить, что боразан и солевые таблетки с хранимым в нем водородом можно использовать для энергопитания транспортных средств. Не случайно Европейская технологическая ассоциация в 2009 г. включила фирму «Амминекс» в список «Топ-24» компаний Европы, ведущих разработки самых экологических чистых технологических решений. Также

нельзя не сказать о том, что в разных странах мира ведутся научно-исследовательские работы по включению водорода в различные химические соединения и комплексы на основе магния, лития и бора. Все это может обеспечить конкурентоспособность такого топлива нового формата по отношению к другим источникам энергии для транспорта.

Литература

1. **Grubb Jr WT.** Batteries with solid ion-exchange electrolytes. – J Electrochem Soc 1959; 106:275–81.
2. **Худяков С.А.** Разработка энергоустановок на основе щелочных топливных элементов для лунного орбитального корабля и многоразового космического корабля «Буран». – International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology, № 6, 2002. – С. 37-62.
3. <http://www.amminex.net>

Компания «Honda» представила домашнюю станцию для заправки водородных автомобилей

Исторически так сложилось, что солнечная Калифорния стала местом, где испытываются альтернативные виды топлива. Все нужные для исследований и разработок моменты благоприятно складываются именно там: лояльное правительство, теплый климат, потенциально большой контингент богатых покупателей. Наконец, многие автомобильные компании располагают свои исследовательские и дизайнерские центры как раз в Калифорнии.

Компания «Honda» уже давно серьезно занимается автомобилями, в которых нет аккумуляторных батарей, зато есть собственная электростанция, вырабатывающая электричество посредством химической реакции между кислородом и сжатым водородом, находящимся в баке. Результатом исследований стала модель «Honda FCX Clarity». По версии британского автомобильного журнала «Top Gear», это самая значимая модель с того дня,

как был изобретен автомобиль. Однако развитие этого перспективного экологичного автомобиля сдерживает наличие водородных заправочных станций только в Калифорнии.

Поэтому специалисты из компании «Honda» постоянно думают о том, чтобы покрыть всю Землю паутиной заправочных станций, предлагая промежуточный вариант для тех, кому уже сейчас хочется испытать все прелести вождения автомобиля, выхлоп которого полностью состоит из обычной воды. И этот вариант – домашняя установка для заправки автомобиля сжатым водородом. 8-часовой цикл ночной работы позволяет выработать 0,5 кг водорода, что достаточно для ежедневных разездов (в годовом масштабе – 16 тыс. км пробега водородного авто). Новая установка названа Solar Hydrogen Station. Предыдущие версии системы предполагали наличие дорогого и громоздкого компрессора для сжатия водоро-

да, теперь инженеры «Honda» смогли обойтись без него, усовершенствовали механизм, осуществляющий электролиз. Это позволило снизить общие габариты установки, попутно увеличив эффективность процесса выработки водорода на 25%.

Solar Hydrogen Station совместим с масштабным проектом «Умная сеть». Днем колонка с помощью солнечных батарей собирает энергию, необходимую для ночного получения водорода, при этом система точно знает, сколько нужно электроэнергии, отправляя излишки питать домашнюю электросеть. В пасмурные дни станция, наоборот, использует электросеть для получения достаточного количества энергии.

Таким образом днем Solar Hydrogen Station собирает электричество, ночью – занимается производством сжатого водорода. Пять минут заправки автомобиля – и можно проехать 380 км пути на автомобиле «Honda FCX Clarity». Это ли не автомобиль будущего? Осталось лишь дожидаться распространения Solar Hydrogen Station за пределы Калифорнии, ведь, если все пойдет хорошо – для этого есть все предпосылки.

http://www.3dnews.ru/news/honda_predstavila_domashnuu_stantsiu_dlya_zapravki_vodorodnih_avto/

Двигатель внутреннего сгорания на светильном газе

В.Л. Стативко,
исполнительный директор НП «Национальная газомоторная ассоциация», к.т.н.

В статье приведены исторические материалы об использовании светильного и других искусственных углеводородных газов в двигателях внутреннего сгорания на различных видах транспорта за весь период использования этих газов.

Ключевые слова: светильный газ, стальной баллон, газозовы, двигатель Ленуара, двигатель Отто.

Lighting Gas Internal Combustion Engine

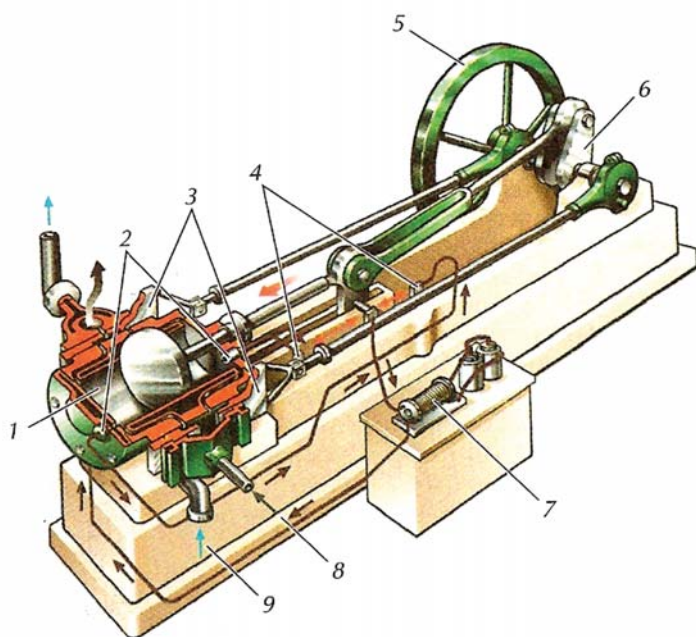
V.L. Stativko

The article features historical overview of the use of lighting and other types of artificial hydrocarbon gases in internal combustion engines used for various transportation means, throughout the whole period of utilization of these types of gases.

Keywords: lighting gas, Lenoir engine, Otto engine.

Процесс сухой перегонки древесины для получения углеводородного газа, основу которого составлял метан, был разработан в 1799 г. фран-

цузским инженером Филиппом Лебонном, и уже в начале XIX в. во Франции и Англии было начато его промышленное производство.



1 – цилиндр; 2 – свечи зажигания; 3 – золотники; 4 – контакты скользящие; 5 – маховик; 6 – коленчатый вал; 7 – индуктивная катушка; 8 – подача газа; 9 – подача воды

Газ получил название «светильный», так как использовался в то время преимущественно для освещения улиц больших городов и фабрично-заводских зданий.

В 1801 г. Филипп Лебон предложил использовать светильный газ в качестве топлива для только что изобретенного двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Однако в связи со смертью в 1804 г. он не смог реализовать свое предложение.

И только в 1858 г. французский изобретатель Этьен Ленуар предложил конструкцию двигателя внутреннего сгорания, работавшего на светильном газе. Газ подавался по обе стороны поршня, двигавшегося в цилиндре, и поджигался от свечи зажигания. Моторы Ленуара мощностью 4 л.с. начали производить французские и немецкие фирмы.

В 1861 г. на светильном газе уже работали две стационарные установки с ДВС. А в 1862 г. машина Этьена Ленуара – трехколесный восьмиместный экипаж – с успехом демонстрировалась на Всемирной Парижской выставке.

Техническая мысль не стояла на месте, и в 1872 г. австриец Пауль Хенлейн установил четырехцилиндровый двигатель Ленуара мощностью 5 л.с. на дирижабль. Оболочка дирижабля объемом 2400 м³ была заполнена светильным газом. Двигатель работал на газе, забираемом из оболочки, расход топлива составлял 7 м³/ч. Дирижабль развил скорость 19 км/ч.

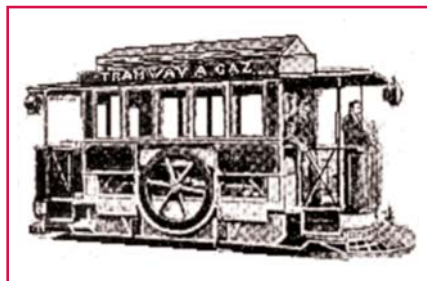


В 1864 г. немецкие инженеры Николаус Отто и Эйген Ланген усовершенствовали конструкцию двухтактного ДВС, работавшего на газе, а в 1876 г. Н.Отто создал четырехтактный газовый двигатель, получивший впоследствии широкое распространение.

Двигатель Отто, с КПД 16%, быстро вытеснил из практического применения двигатель Ленуара с 5% КПД, который остался в истории как первый двигатель, применивший газ в качестве моторного топлива.

Всего было построено порядка 500 двигателей Ленуара, нашедших свое применение в различных отраслях.

Не отставали от авиаторов в применении светильного газа в ДВС и железнодорожники. В 1894 г. в немецком городе Дасау, а через год во французском Сен-Дени под Парижем были проведены испытания газомоторных трамваев. Во французском эксперименте светильный газ, производимый



фирмой «Ланди», закачивался под давлением 10 атм в стальной баллон, находящийся на трамвае. Заправка баллона производилась на конечной станции у завода Ланди.

И все же вся эта техника не могла получить широкого применения, так как из-за ограниченности объема перевозимого газа она территориально была привязана к производителю газового топлива. И только с разработкой в конце 80-х гг. XIX в. малогабаритных газогенераторов это препятствие было устранено. Установка этих агрегатов на транспортное средство придала им автономность и расширила расстояния их использования.

Однако, создание в 1885 г. молодым американским механиком Генри Фордом бензинового двигателя внутреннего сгорания и организация массового производства бензина отодвинули на многие годы работы по применению газа в качестве моторного топлива.

Прошли годы, и только во время Первой мировой войны воюющие страны были вынуждены вернуться к

газу. Это в первую очередь было обусловлено нехваткой нефтяных топлив.

Положительный опыт использования газомоторных автомобилей в военные годы дал толчок к переводу автотранспорта на газовое топливо в послевоенный период. Массовые работы по переводу автомобилей на газ развернулись во многих странах мира, а также и в России уже в 20-е гг. прошлого столетия. Началось серийное производство газомоторных автомобилей, стальных баллонов, строительство газонаполнительных станций.

К промышленно производимому светильному газу добавились колшниковый (доменный) газ металлургических заводов, коксовый газ, выделяющийся в процессе коксования угля, и биогаз городских стоков.

Как правило, газ на станциях сжимался до 200 атм. Для хранения газа на автомобиле устанавливались специальные баллоны.

Пионером в те годы выступала Франция. После 1926 г. были построены газонаполнительные станции в Париже, Лионе, Камбре и ряде других городов (15 станций). Парижская станция мощностью 300 м³/ч с пятью заправочными колонками была самой крупной в Европе. Для удаленной заправки начали использоваться газовозы. На грузовике размещалось пять баллонов по 0,7 м³, в которые закачивалось 850 м³ газа под давлением 250 атм. В 1936 г. газоведами было перевезено 700 тыс. м³ сжатого светильного газа.



В Германии производство сжатого газа в качестве топлива для автомобилей получило развитие после организации производства синтетического аммиака, которому нужен был водород. Этот химический элемент выделялся из коксового газа, в котором оставалось до 40% метана. Первая установка на этом газе была построена в 1934 г. в г. Оберхаузен, в 1935 г. установка для сжатия светильного газа была введена в эксплуатацию в г. Ганновер. Она обслуживала 67 автомобилей. Затем такие станции появились в Берлине и других городах. В 1940 г. в Германии на газе уже работало более 40 тыс. грузовиков и автобусов. Газовозы для заправки автомобилей перевозили газ под давлением 350 атм.

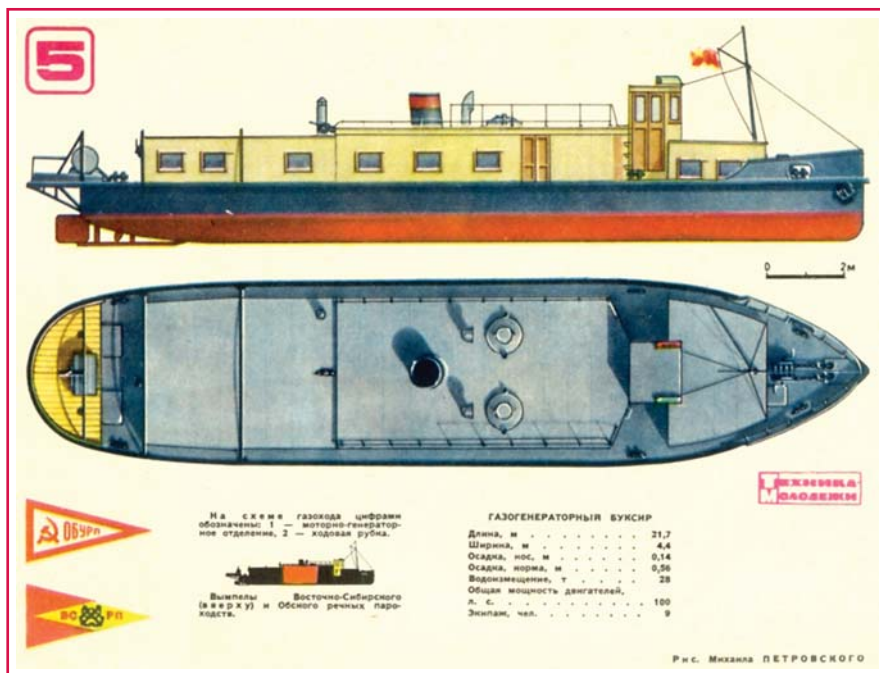
Некоторые заправочные станции (Штутгарт и др.) работали на биогазе, выделяемом из городских стоков. Этот газ дополнительно очищался от нежелательных примесей, компримировался и был готов для заполнения баллонов автомобилей.

Газовые автомобили тогда появились также в Дании, Румынии, Югославии, Норвегии, Швеции, Финляндии, Италии.

Не отставала от европейских стран и Россия. Удачная конструкция газогенератора для автомобилей была разработана в 1923 г. инженером Наумовым в Ленинградской лаборатории тепловых двигателей. Этот газогенератор послужил основой для разработки автомобилей и речных судов, работавших на вырабатываемом генератором светильном газе.

В 1938 г. институтом НАТИ были созданы автомобили «ЗиС-5» и «ГАЗ-АА», работавшие на сжатом светильном газе, а в 1939 г. институтом НАМИ газогенераторные автомобили «ЗиС-21» и «ГАЗ-42».

Инженеры Московской судостроительной верфи в Лужниках совместно с учеными Центрального научно-исследовательского института водного транспорта в 1934 г. перевели на газ тракторный двигатель ЧТЗ-С-60 для речных катеров. Серийные образцы деревянных катеров с гребными ко-



лесами выпускались с одним или двумя двигателями. Примечательно, что катер МСВ-33 по мощности газовой силовой установки (88 кВт) не уступал аналогичным речным буксирам, работавшим на угле или жидких нефтяных топливах.

В 1936 г. буксиры-газоходы с металлическим корпусом начали выпускать в Новосибирске. В качестве двигателя использовался стандартный мотор для трактора «Сталинец-60». Топливным баком на этом буксире служил бункер для хранения сосновых чурок, объемом 27 м³, что обеспечивало трехсуточный запас хода. В сравнении с другими аналогичными судами силовая установка этих газо-

ходов оказалась значительно легче и в два раза экономичней.

В 1938 г. горьковские инженеры разработали конструкцию более крупного буксира с силовой установкой 176 кВт, широко применявшегося в последующие годы на реках страны. На начало 1941 г. в речном флоте находилось 469 газоходов различной мощности, которые во время войны спасли для фронта десятки тысяч тонн нефтяных моторных топлив и обеспечили на «дровах» перевозку различных грузов.

В послевоенный период в стране к газовому топливу оставалось повышенное внимание. В 1946 г. по предложению руководителя автомобиль-

ной лаборатории АН СССР академика Е.А. Чудакова был проведен автопробег 18 газомоторных автомобилей по маршруту Берлин – Киев – Москва. В пробеге приняли участие автомобили различных типов и марок, начиная от малолитражки с двигателем объемом 0,5 л и кончая большим автобусом с двигателем более 7 л, а также пять автомобилей ЗиС и ГАЗ-АА. На автомобилях были установлены дополнительные баллоны для хранения газа. Маршрут протяженностью 2603 км был пройден за 11 ходовых дней.

Техника на светильном газе в нашей стране использовалась практически до начала 50-х гг. прошлого столетия в различных отраслях народного хозяйства. К сожалению, открытие крупных нефтяных месторождений и массовое производство бензина и дизельного топлива, которые более удобны как моторное топливо ДВС, привели к прекращению использования газовых автомобилей и речных судов, работавших на светильном газе.

Так закончилась эпоха светильного газа на транспорте, продолжавшаяся почти 100 лет. Ему на смену пришел природный газ, но это уже совсем другая история.

Литература

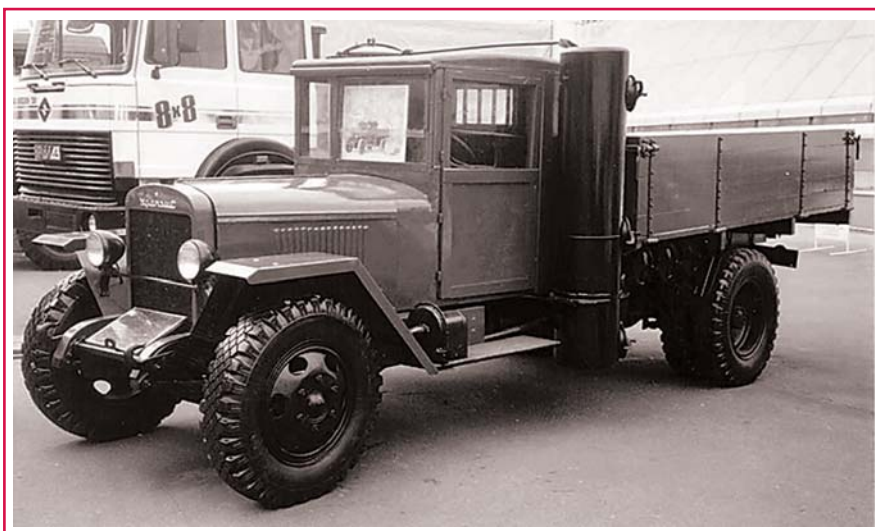
1. **Васильев Ю.Н., Гриценко А.И., Чириков К.Ю.** Газозаправка транспорта. М., изд-во «Недра», 1995. – С. 11-16.

2. **Пронин Е.Н.** Природный газ – моторное топливо XXI века. Природный газ в моторе? Вопросы и ответы. М., ООО «ИРЦ Газпром», 2006. – С. 28-31.

3. **Суханов В.В.** От омнибуса Ледуара к «Голубым коридорам», Газовая промышленность, спецвыпуск Газ в моторах, 2008. – С. 36.

4. Большая советская энциклопедия. М., изд-во «Советская энциклопедия», 1974.

5. Интернет-портал журнала «Техника молодежи» – www.technicamolopdezhi.ru



О ценах на КПГ

В связи с повышением цены на компримированный природный газ (КПГ) на АГНКС МГПЗ в поселке Развилка (пересечение Каширского шоссе и МКАД) до 11,70 руб. за 1 м³ в Национальную газомоторную ассоциацию (НГА) стали поступать вопросы о правомерности такого повышения.

НГА разъясняет:

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 15.01.1993 г. № 31 «О неотложных мерах по расширению замещения моторных топлив природным газом» гласит: «Установить

на период действия регулируемых цен на природный газ, поставляемый населению, предельную отпускную цену на сжатый природный газ, производимый автомобильными газонаполнительными компрессорными станциями, в размере не более 50 процентов от цены реализуемого в данном регионе бензина А-76, включая налог на добавленную стоимость».

2. Об ограничениях на применение автомобильного бензина марок А-76 и Аи-80 в Москве, Московской области или

других субъектах Российской Федерации Национальной газомоторной ассоциации не известно.

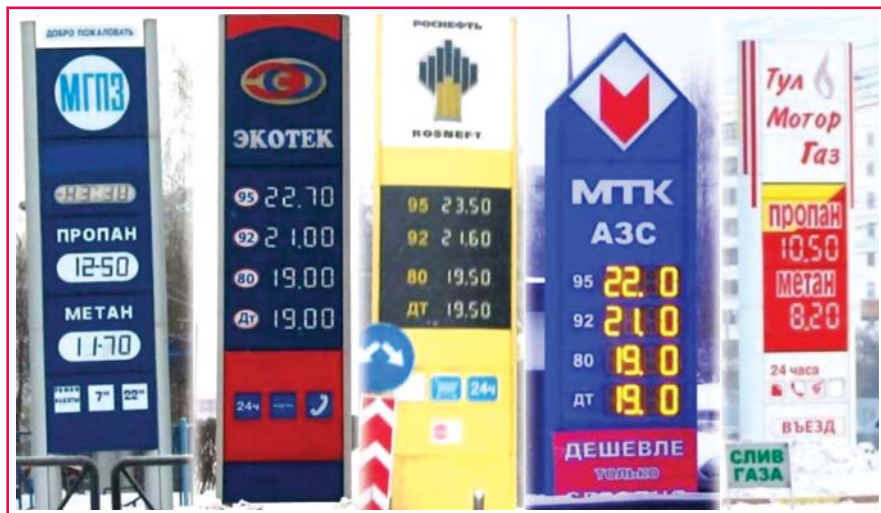
3. По данным Федеральной службы государственной статистики (www.gks.ru), на 18.01.2009 г. средние потребительские цены на бензин марки А-76 (Аи-80 и т.п.) в Московской области составляют 18,93 руб. за литр. Средняя цена на данный вид топлива по Российской Федерации составляет 18,87 руб./л.
4. Проведенный с 18 по 22 января текущего года анализ цен на бензин Аи-80 на АЗС на Каширском шоссе и МКАД показал, что они колеблются в пределах от 18,20 до 19,50 руб./л.
5. Средняя цена КПГ на АГНКС Российской Федерации в 2009 г. не превысила 8,50 руб./м³.

Вывод

Повышение цены на КПГ на АГНКС МГПЗ до 11,70 руб./м³ является грубым нарушением Постановления Правительства РФ № 31.

Предельная цена на природный газ, используемый в качестве моторного топлива, в Московской области не может превышать 9,47 руб./м³.

МЕТАИнфо



ЕАБР профинансирует строительство 15 автомобильных газонаполнительных станций

Евразийский банк развития (ЕАБР) приступает к финансированию проекта в рамках целевой программы ОАО «Газпром». Как говорится в сообщении ЕАБР, 25 декабря 2009 г. с ООО «Газтехлизинг» и ООО «СОЮЗ-Регион» банк подписал пакет соглашений о финансировании строительства в российских

регионах 15 автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), которые в дальнейшем будут переданы в лизинг дочерним компаниям ОАО «Газпром».

Суммарный объем подписанных кредитных линий составляет 2,2 млрд. руб. Общий срок кредитования составит до 10 лет.

Строительство 15 АГНКС является первым этапом реализации «Целевой комплексной программы развития газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе, на 2007-2015 гг.», которая была утверждена ОАО «Газпром» в 2007 г. Согласно этой программе до 2015 г. в 43 регионах России планируется построить не менее 200 автомобильных газонаполнительных компрессорных станций и перевести на компримированный природный газ не менее 50 тыс. автомобилей.

<http://www.finmarket.ru/z/news/news.asp?id=1380758>

Авторы статей в журнале № 2 (14) 2010 г.

Гусаков Сергей Валентинович,
зав. кафедрой Российского университета дружбы народов (РУДН), профессор, д.т.н., м.т. 8 903 562-62-22

Махмуд Мохамед Эльгобашы Эльхагар,
профессор Университета Бени-Суэйф (г. Бени-Суэйф, Египет), к.т.н., m_elhagar@yahoo.com,

Епифанов Иван Вячеславович,
ассистент кафедры РУДН, к.т.н., тел. 952-67-87

Шишков Владимир Александрович,
начальник технического отдела ООО «Рекар», к.т.н., доцент Самарского Государственного Аэрокосмического Университета им. С.П. Королева, Российская Федерация, Самарская область, г. Тольятти, проспект Степана Разина, д.58, кв.43, тел. +7(8484) 35-29-07, +79277847157, E-mail: Vladimir-Shishkov@yandex.ru

Лукшо Владислав Анатольевич,
заведующий отделом ФГУП НАМИ, и.о. директора ЗАО «Автосистема», к.т.н., р.т. 454-45-51,

Миронов Михаил Витальевич,
зав. лабораторией ФГУП НАМИ, технический директор ЗАО «Автосистема», м.т. 8 916 600-17-92

Иванов Сергей Иванович,
генеральный директор ООО «Газпром добыча Оренбург», профессор, к.т.н., (3532) 33-20-02

Савин Владимир Иванович,
начальник транспортного отдела ООО «Газпром добыча Оренбург», (3532) 731-266

Коротков Максим Владиславович,
ведущий инженер ИТЦ ООО «Газпром добыча Оренбург», доцент, к.т.н., (3532) 731-271

Марков Владимир Анатольевич,
профессор Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана), д.т.н., Россия, 121357, Москва, ул. Артамонова, 12, кор. 1, кв. 67. Тел. моб. 8 917 584-49-54

Ефанов Алексей Александрович,
к.т.н., доцент кафедры «Теплофизика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, м.т. 8 926 860-52-64

Девянин Сергей Николаевич,
заведующий кафедрой «Тракторы и автомобили» Московского государственного агроинженерного университета им. В.П. Горячкина (МГАУ им. В.П. Горячкина), д.т.н., м.т. 8 917 51-96-394

Савин Александр Евгеньевич,
заместитель директора филиала ООО «Газпром трансгаз Томск» – «Томскавтогаз». Барнаулская, 7, строение 1, г. Томск, Российская Федерация, 634059, тел.: (3822) 27-37-07, факс: (3822) 27-37-18, 27-38-97. Моб.: (+7) 923-401-6346, e-mail: A.Savin@gtt.gazprom.ru

Владимир Иванович Хорьков,
генеральный директор ООО «ДВС эко», E-mail: dvs.53@mail.ru

Виталий Францевич Водейко,
доцент кафедры ДМ и ТММ, Московский автомобильно-дорожный институт (ГТУ), к.т.н., тел. 8-499-155-03-74

Чибисова Наталья Николаевна,
специалист «НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА», (812) 336-20-01

Захаров Игорь Евгеньевич,
начальник проектного отдела «НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА», (812) 350-19-67

Яковлев Александр Владимирович,
генеральный директор «НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА», (812) 350-19-67

Банковский Алексей Юрьевич,
технический директор ООО «Италгаз», т/ф 741-32-23, 141411, МО, Химки, а/я 18

Седов Роман Николаевич,
президент Союза потребителей газового топлива (СПГТ), к.э.н., e-mail: press@spgt.ru

Ким Анатолий Афанасьевич,
начальник управления отраслевых программ ОАО «Газэнергосеть», тел: (495) 777-77-97 (*1208), email: a.kim@gazpromlog.ru

Кочетков Владимир Александрович,
зам. генерального директора по реализации ООО «Газэнергосеть Астрахань»: тел: (8512) 445025, email: kochetkov@gesastrakhan.ru,

Барabanov Андрей Александрович,
директор производства оборудования для СУГ ОАО «Промприбор», т. +79103006109, e-mail: a.barabanov@prompribor.ru

Титов Валерий Николаевич,
генеральный директор ООО «ВИП Газ Тех», м.т. 8 916 163-01-76, р.т. (499) 265-78-92

Теремьякин Павел Геннадиевич,
руководитель проектов ООО «НПП ЭЛКАР»: (tel./fax: +7 (495) 734-93-41 E-mail: paul.teremyakin@elcar.ru

Латыпов Артур Ильдарович,
инженер ООО «НПП ЭЛКАР», 8-916-105-71-74

Бутнев Андрей Борисович,
старший инженер ООО «НПП ЭЛКАР», 8-909-669-36-69

Люгай Станислав Владимирович,
заместитель начальника Центра «Использование газа» ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 355-92-05, 8 916 107-98-09

Горбачев Станислав Прокофьевич,
гл. научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н. Р.т. 355 92 05. E-mail: S_Gorbachev@vniigaz.gazprom.ru

Ротанов Юрий Владимирович,
младший научный сотрудник сектора производства сжиженного природного газа отдела специальных технологий центра «Переработки газа и жидких углеводородов», тел. 355-97-42, доб. 2098

Никифоров Владимир Николаевич,
старший научный сотрудник сектора производства сжиженного природного газа отдела специальных технологий центра «Переработки газа и жидких углеводородов», e-mail: V_Nikiforov@gwise.vniigaz.gazprom.ru, тел. 355-97-42, доб. 2098

Дугин Георгий Сергеевич,
ст.н.с., зам. зав. отделом научной информации по проблемам транспорта ВИНТИИ РАН, 125 190, ул. Усиевича, 20, комн. 1019, тел. 8 (499) 155-43-22; e-mail: tran@viniti.ru

Григорьев Сергей Александрович,
начальник лаборатории ФГУ РНЦ «Курчатовский институт», доцент, к.т.н., sergei_grigoriev@yahoo.com

Стативко Виктор Ленинович,
исполнительный директор НП «Национальная газомоторная ассоциация», к.т.н., v.stativko@mail.ru

Contributors to journal issue No. 2 (14) 2010

Gusakov Sergey V.,
Head of Department of Peoples' Friendship University of Russia (PFUR), professor, Ph.D., m.t. 8 903 562-62-22

Mahmoud Mohamed El-Ghobashy El-Hagar,
Assistant Professor Mechanical Power Engineering Department Industrial Education College Beni-Suef University, Egypt, m_elhagar@yahoo.com

Epfanov Ivan V.,
assistant lecturer of PFUR, Ph.D., 952-67-87

Shishkov Vladimir A.,
of department of Limited Liability Company «Recar», candidate of technical science, the senior lecturer of Korolev S.P. Samara State Space University. The Russian Federation, Samara region, Tolyatti, Stepana Razina street, 58-43, tel. +7(8484) 35-29-07, +79277847157, E-mail: Vladimir-Shishkov@yandex.ru

Luksho Vladislav A.,
Head of the Division, NAMI, Acting Director, Avtosistema Ltd., Phd, technical sciences, 454-45-51

Mironov Michail V.,
Head of the Laboratory, NAMI, Technical Director, Avtosistema Ltd., m.t. 8 916 600-17-92

Ivanov Sergey,
general director of the Gazprom Dobycha Orenburg, limited liability company, Ph.D., professor, (3532) 33-20-02

Savin Vladimir,
head of the automotive department of the Gazprom Dobycha Orenburg, LLC, + (3532) 731-266

Korotkov Maxim,
principle engineer of the technical-engineering center of the Gazprom Dobycha Orenburg, LLC, Ph.D., senior lecturer, (3532) 731-271

Markov Vladimir A.,
D. Sc. (Eng.), professor of «Heat Physics» department of the Bauman Moscow State Technical University, 8 917 584-49-54

Yefanov Alexey A.,
Ph. D. (Eng.), assoc. professor of «Heat Physics» department of the Bauman Moscow State Technical University, m.t. 8 926 860-52-64

Devyanin Sergey N.,
D. Sc. (Eng.), head of «Tractors and Automobiles» department of the Moscow State University for Agriculture and Engineering n.a. V.P. Goryachkin, m.t. 8 917 51-96-394

Savin Alexander,
Deputy Director branch LLC «Gazprom transgaz Tomsk» – «Tomskavto gaz», Barnaulskaya, 7, building 1, Tomsk, Russian Federation, 634059, Tel.: (3822) 27-37-07, Fax: (3822) 27-37-18, 27-38-97, Mob.: (+7) 923-401-6346, e-mail: A.Savin@gtt.gazprom.ru

Khorkov Vladimir I.,
Director-General of «DVS эко» company, E-mail: dvs.53@mail.ru

Vodeyko Vitaly F.,
As.professor, Moscow Auto-Roadways Institute (State Technical University), m.t. 8-499-155-03-74

Chibisova Natalia N.,
expert of ООО «НПК ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА», (812) 336-20-01

Zacharov Igor E.,
head of the project department of ООО «НПК ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА», (812) 350-19-67

Yakovlev Alexander V.,
general director of ООО «НПК ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА», (812) 350-19-67

Bankovskiy Alex.,
Technical director, Italgas-Group ООО, Russia, т/ф 741-32-23

Sedov Roman N.,
President of GFUC, candidate of economic sciences, e-mail: press@spgt.ru

Kim Anatoly,
The head of department of branch programs JSC «Gasenergoset», tel: (495) 777-77-97 (*1208), email: a.kim@gazpromlog.ru

Kochetkov Vladimir A.,
The deputy general director on realisation «Gasenergoset – Astrahan Ltd.» tel: (8512) 445025, email: kochetkov@gesastrakhan.ru

Barabanov Andrey,
Director of LPG equipment production JSC «Prompribor», t. +79103006109, e-mail: a.barabanov@prompribor.ru Orlovskaya region, Mira street, 40 Prompribor

Titov Valeriy,
General Director of VIP Gas Tech Ltd., 8 916 163-01-76

Teremyakin Pavel G.,
project manager ELCAR Co. Ltd, mob. tel. 8-916-014-07-35, tel./fax: +7 (495) 734-93-41 E-mail: paul.teremyakin@elcar.ru

Latypov Artur L.,
engineer, ELCAR Co. Ltd, 8-916-105-71-74

Butnev Andrey B.,
senior engineer ELCAR Co. Ltd., 8-909-669-36-69

Lyugai Stanislav Vladimirovich,
Deputy Director of the Centre «Gas Use», office phone 355 92 05. E-mail: S_Lyugai@vniigaz.gazprom.ru,

Gorbachev Stanislav Prokofyevich,
Chief Research Associate, Doctor of technical sciences, professor, office phone 355 92 05. E-mail: S_Gorbachev@vniigaz.gazprom.ru

Rotanov Yuri,
junior research scientist, Ing production sector of the special technology department, centre of gas and liquid hydrocarbons processing, e-mail: Y_Rotanov@gwise.vniigaz.gazprom.ru, tel.: + (495) 355-97-42 ext. 2098

Nikiforov Vladimir,
senior research scientist, Ing production sector of the special technology department, centre of gas and liquid hydrocarbons processing, e-mail: V_Nikiforov@gwise.vniigaz.gazprom.ru, tel.: + (495) 355-97-42 ext. 2098

Dugin Georgiy,
Senior Scientist, Departamet of transport problem, VINITI RAS, phone. 8 (499) 155-43-22; e-mail: tran@viniti.ru

Grigoriev Sergei,
Head of the Laboratory, Russian Scientific Center «Kurchatovsky Institute», associate professor, Phd, technical scienc, sergei_grigoriev@yahoo.com

Stativko Viktor L.,
Executive Director of NP «National Gas Motor Association», candidate of technical science, e-mail: v.stativko@mail.ru

Подписка – 2010

Международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе»

Россия, 115304, Москва, ул. Луганская, д. 11.
Тел.: 321-50-44, 363-94-17, e-mail: transport.io@oeg.gazprom.ru, transport.er@oeg.gazprom.ru • www.ngvrus.ru

Уважаемые читатели!
Продолжается подписка на 2010 г.

Расценки на подписку на 2010 г. (с учетом почтовых расходов)	Годовая, 6 номеров	Полугодовая, 3 номера
Россия	2970 руб. (2700 руб. + 10% НДС)	1485 руб. (1350 + 10% НДС)
Страны СНГ: Азербайджан, Армения, Белоруссия, Казахстан, Киргизия, Молдавия, Таджикистан, Туркмения, Узбекистан, Украина	2970 руб. (120 долл. США или 80 евро)	1485 руб. (60 долл. США или 40 евро)
Страны Европы	170 евро	100 евро
Австралия и Океания, Азия, Африка, Северная и Южная Америка	230 долл. США	155 долл. США

Отдельные экземпляры журнала – **(450 руб. + 10% НДС = 495 руб.)** можно приобрести в редакции.
Электронная версия журнала за 2010 г. (формат PDF, 6 номеров):
– для РФ и стран СНГ – **1500 руб., включая НДС 18%**.
– для стран Европы, Азии, Америки, Австралии, Океании – **100 долл. США**.

Годовую подписку на 2010 г. (шесть номеров) можно оформить по факсу, электронной почте или непосредственно в редакции; также через агентства «Роспечать» (подписной индекс **72149**), «Межрегиональное агентство подписки» (Каталог Российская пресса–Почта России, подписной индекс **12718**).

Стоимость размещения рекламных полноцветных материалов в журнале:

В текстовом блоке	В рублях	В долларах США	В евро
1 страница (210×290 мм)	18 тыс. + 18% НДС	820	575
1+1 (разворот, 420×290 мм)	30 тыс. + 18% НДС	1450	1000
½ страницы (210×145 мм)	10 тыс. + 18% НДС	480	330
¼ страницы (105×145 мм)	6 тыс. + 18% НДС	290	200
На обложке			
1-я страница (210×150 мм)	18 тыс. + 18% НДС	820	575
2-я или 3-я страницы (210×290 мм)	30 тыс. + 18% НДС	1450	1000
4-я страница (210×290 мм)	30 тыс. + 18% НДС	1450	1000

Технические требования к рекламным модулям:

Макет должен быть представлен в электронном виде: форматы qxd, ai, eps, tiff, cdr.
Носители: CD, DVD, Zip 250.
Требуемые разрешения: полноцветные и монохромные материалы не менее 300 dpi.
Макет должен быть представлен также в распечатанном виде.

