



ТРАНСПОРТ НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ



№ 3 (57) 2017



Минтранс России стимулирует развитие рынка ГМТ
Аммиак – перспективное моторное топливо
Мировая статистика газомоторного рынка

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору
в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны
культурного наследия.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-30114

Включен в Перечень ВАК

Учредитель и издатель

АОГМТ «Национальная газомоторная ассоциация» (НГА),
аффилирована с Международным газовым союзом

Периодичность

6 номеров в год

Главный редактор

П.Г. Цыбульский

зам. генерального директора ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.

Члены редакционной коллегии

Б.В. Будзуляк

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

С.П. Горбачев

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

В.И. Ерохов

профессор «МАМИ», д.т.н.

Р.З. Кавтарадзе

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

Т.В. Климова

начальник отдела информационного обеспечения
ИТЦ ООО «Газпром трансгаз Москва»,
заместитель главного редактора

С.И. Козлов

д.т.н.

С.В. Люгай

директор Центра использования газа
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н., исполнительный директор НГА

В.А. Марков

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

А.В. Николаенко

ректор «МАМИ», профессор, д.э.н.

Ю.В. Панов

профессор МАДИ, к.т.н.

Н.Н. Патрахальцев

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

Е.Н. Пронин

член совета НГА

В.Л. Стативко

ветеран газовой отрасли, к.т.н.

В.Н. Фатеев

зам. директора НИЦ «Курчатовский институт», д.х.н.

Редактор

О.А. Ершова

E-mail: transport.1@ngvrus.ru

Тел.: +7 (498) 657 29 76

Отдел подписки и рекламы

E-mail: transport.2@ngvrus.ru

Тел.: +7 (498) 657 29 77

Перевод

А.И. Хлыстова

Компьютерная верстка

И.В. Шерстюк

Адрес редакции:

142717, Московская обл., Ленинский р-н, п. Развилка, а/я 253

www.ngvrus.ru

Отпечатано с представленного электронного оригинал-макета
в типографии «ТалерПринт»

109202, г. Москва, ул. 1-ая Фрезерная, д. 2/1

Номер заказа

Сдано на верстку 15.04.2017 г.

Подписано в печать 15.05.2017 г.

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

Печать офсетная, печ. л. 10,5

При перепечатке материалов ссылка на журнал

«Транспорт на альтернативном топливе» обязательна.

Редакция не несет ответственности за достоверность информации,

опубликованной в рекламных материалах

На обложке: новая АГНКС «Газпром» в Томске, построенная в 2016 году

В НОМЕРЕ

Минтранс России стимулирует развитие рынка газомоторного топлива	3
Бизнес переходит на природный газ.	5
Нефтегазовое сотрудничество в рамках форума «Один пояс, один путь»	6
VI Международный научно-технический семинар «Газомоторное топливо. Комплексные подходы к развитию отрасли»	7
Люгай С.В., Дрыгина Ю.Н., Тимофеев В.В. Некоторые способы повышения эффективности производственных процессов на АГНКС	12
«Газпром» и «Автодор» будут взаимодействовать в сфере развития придорожной инфраструктуры	21
Коротков М.В. Сравнительный анализ использования КПП и СУГ в качестве моторного топлива. Продуктовая конкуренция или взаимное дополнение?	23
Климентьев А.Ю., Климентьева А.А. Аммиак – перспективное моторное топливо для безуглеродной экономики	32
Васильев Я.В., Медрес Е.Е., Голов Е.В. Перспективы применения альтернативных источников энергии и тепла на сети автомобильных дорог	45
Овсянников Е.М., Гайтова Т.М., Корюшкин С.А. Электромеханическая система рекуперации энергии выхлопных газов гибридного автомобиля	50
Коклин И.М., Короленок А.М., Казаков Д.В. Научно-практическое подразделение на производстве – важное звено в расширении использования газомоторного топлива	55
Признанное качество белорусского производителя	60
Число судов на СПГ возрастет	64
Пронин Е.Н. Рынок ГБА вырос в 30 раз	65
Газ может проиграть электричеству	70
Международные новости.	71
Abstracts of articles	78
Авторы статей в журнале № 3 (57) 2017 г.	80



Founder and Publisher

Non-Commercial Partnership National Gas-Vehicle
Association (NGVA), is affiliated with IGU

Published

6 issues a year

Editor-in-Chief

Tsybulsky, P.G.

Deputy General Director of Gazprom VNIIGAZ, PhD

Editorial board members

Budzulyak, B.V.

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

Erokhov, V.I.

MAMI Professor, Doctor of Engineering

Gorbachev, S.P.

Professor, Gazprom VNIIGAZ, Doctor of Engineering

Kavtaradze, R.Z.

Professor of N.E. Bauman's MGTU, Doctor of Engineering

Klimova, T.V.

*Head of Information support department, Engineering
and Technical center, Gazprom Transgaz Moskva LLC,
deputy chief editor*

Kozlov, S.I.

Doctor of Engineering

Lyugai, S.V.

PhD, Director of the Centre «Gas Use»,

JSC «Gazprom VNIIGAZ»,

executive director, NGVRUS

Markov, V.A.

Professor of N.E. Bauman's MGTU,

Doctor of Engineering

Nikolaenko, A.V.

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

Doctor of Science

Panov, Yu.V.

Professor of MADI (GTU), PhD

Patrakhaltsev, N.N.

Professor of People's Friendship University of Russia,

Doctor of Engineering

Pronin, E.N.

member of the Council, NGVRUS

Stativko, V.L.

The vet of gas industry, Candidate of Science

Fateev, V.N.

Deputy Director of RNC Kurchatovsky Institute,

Doctor of Chemistry

Editor

Ershova, O.A.

E-mail: transport.1@ngvrus.ru

Phone.: +7 (498) 657 29 76

Subscription and Distribution Department

E-mail: transport.2@ngvrus.ru

Phone.: +7 (498) 657 29 77

Translation by

Khlystova A.I.

Computer imposition

Sherstyuk, I.V.

Editorial office address:

PO Box 253, p. Razvilka, Leninsky r-n,

Moskovskaya obl, 142717

www.ngvrus.ru

Order number

Passed for press on 15.04.2017

Endorsed to be printed on 15.05.2017

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

Offset printing, 10,5 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.*

CONTENTS

Ministry of Transport of the Russian Federation encourages the natural gas vehicle fuel market growth	3
Business switches to natural gas	5
Oil and Gas partnership within the «One Belt, One Road» forum	6
VI International scientific and technological seminar «Natural gas vehicle fuel. Package approach to the field evolution»	7
Stanislav Lyugay, Yulia Drygina, Vladimir Timofeev Some ways to improve efficiency of production processes at CNG Filling Station.	12
«Gazprom» and «Avtodor» to cooperate on development of roadside infrastructure	21
Maxim Korotkov Comparative analysis of CNG and LPG usage as a motor fuel. Product competition or mutual complementation?	23
Alexander Klymentyev, Alexandra Klymentyeva Ammonia as a promising motor fuel for a carbon-free economy	32
Yaroslav Vasilev, Ekaterina Medres, Egor Golov The prospects of alternative energy sources and heat application on highway network	45
Evgeniy Ovsyannikov, Tamara Gaitova, Sergey Koryushkin Electromechanical energy recovery system of exhaust gas at hybrid car.	50
Ivan Koklin, Anatoli Korolenok, Dmitry Kazakov Scientific and practical unit in production as an important element in expansion of gas engine fuel usage	55
Recognized quality of Belarusian manufacturer	60
Increasing of LNG operated vessels' number	64
Eugene Pronin Natural gas vehicle market grows 30 times over	65
Gas can lose a battle to electricity	70
Global news	71
Abstracts of articles	78
Contributors to journal issue № 3 (57) 2017 г.	80

Минтранс России стимулирует развитие рынка газомоторного топлива



Министерство транспорта Российской Федерации подготовило пятилетнюю программу «Расширение использования природного газа в качестве газомоторного топлива». Проект госпрограммы, рассчитанной на 2018-2022 годы, прошел общественное обсуждение и будет внесен в правительство во втором квартале 2017 года после согласования с профильными ведомствами. Меры государственной

поддержки коснутся автопрома, железнодорожного, морского, воздушного транспорта, а также техники специального назначения.

На реализацию программы развития рынка газомоторного топлива планируется выделить 769,6 млрд рублей, из них 163 млрд рублей поступят из федерального бюджета. Половина бюджетных средств будет направлена на льготы по транспортному налогу для

владельцев автомобилей, работающих на природном газе, также планируется выделить средства и на производство газомоторной техники.

По итогам реализации госпрограммы выбросы вредных веществ должны снизиться на 30 % в расчете на одно транспортное средство, а потребление природного газа – вырасти в 3,9 раза до 2,17 млрд кубометров, из которых 1,5 млрд кубометров придутся на сжиженный природный газ (СПГ), а 670 млн кубометров – на сжатый природный газ (СЖП). Успешно реализованная программа по расширению использования природного газа в качестве моторного топлива поможет снизить топливные затраты на одно транспортное средство на 12 %. Планируется, что к 2030 году удастся заместить до 25-30 % дизельного топлива природным газом.

Государственная программа по расширению использования природного газа сможет стать серьезным подспорьем в развитии газомоторного рынка в России. В свою очередь компания «Газпром газомоторное топливо» ведет последовательную работу по развитию газомоторной отрасли, в частности сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) «Газпром». В 2016 году компания построила 35 новых и реконструировала четыре действующих газозаправочных объекта в 21 регионе России. Это позволило увеличить газозаправочную сеть «Газпром» до 254 объектов, а суммарная проектная производительность

станций выросла до 2 млрд кубометров природного газа в год.

Кроме этого, компания «Газпром газомоторное топливо» реализует собственные маркетинговые программы по расширению применения природного газа в качестве моторного топлива. По итогам 2016 года при поддержке компании переоборудовано 1 613 единиц техники.

Рынок газомоторного топлива в России обладает хорошим потенциалом роста. Совместная эффективная работа компании «Газпром газомоторное топливо» с представителями федеральных и региональных органов власти позволяет развивать сеть АГНКС, наращивать объемы реализации природного газа в качестве моторного топлива, а также увеличивать парк газомоторной техники. По прогнозу Министерства транспорта Российской Федерации, численность автотранспорта на природном газе к 2022 году вырастет в 3,2 раза, до 456 тыс. машин.

«Реализация госпрограммы по расширению применения природного газа в качестве моторного топлива станет значительным стимулом для развития рынка газомоторного топлива. Для этого мы готовы обеспечить строительство новых АГНКС и вести дальнейшую работу по увеличению газомоторного автопарка», – отметил генеральный директор ООО «Газпром газомоторное топливо» Михаил Лихачев.

Отдел внешних коммуникаций
ООО «Газпром газомоторное топливо»

Бизнес переходит на природный газ

Использование природного газа на транспорте становится эффективным инструментом экономии для владельцев коммерческих автопарков. Наиболее активно на природный газ переходят службы такси.

Компания «Газпром газомоторное топливо» в рамках собственных маркетинговых программ обеспечивает финансирование установки газового оборудования. Возврат денежных средств осуществляется в течение 6-12 месяцев. Для обеспечения заправки газомоторного транспорта заключается договор на фиксированный объем природного газа на один или два года. Подобные проекты уже реализованы в Казани, Краснодаре, Москве, Саратове, Самаре, Сочи и Томске.

К примеру, ключевой партнер «Яндекс.Такси» в Томске – компания «Ё-такси» – эксплуатирует более 200 газомоторных автомобилей Nissan Almera, Skoda Rapid, Lada Vesta и Lada Largus. В таксопарке компании «Метро» в Саратове на природном газе работают 182 автомобиля Skoda Rapid. Заправку газом обеспечивают АГНКС «Газпром», в том числе новая станция, построенная в Томске в 2016 году.

Первый проект коммерческого автопарка на газовом топливе был реализован в Тольятти партнером ООО «Газпром газомоторное топливо» компанией «Альтернативные топливные системы» (ГК «АТС») в 2014 году: парк «ЭКО такси» полностью состоит из автомобилей Lada, которые работают на метане. Затраты на переоборудование



На заправке газомоторное такси

автопарка окупилась менее чем за шесть месяцев эксплуатации газомоторной техники.

«Использование природного газа на коммерческом пассажирском транспорте имеет большие перспективы. В наших программах уже участвуют таксомоторные компании в Тольятти, Саратове, Самаре и Москве. Таким образом, мы создаем условия для развития в регионах современных таксопарков на экологичном, экономичном и безопасном топливе и одновременно обеспечиваем загрузку новых газозаправочных станций сети Газпром», – заявил генеральный директор ООО «Газпром газомоторное топливо» Михаил Лихачев.

Отдел внешних коммуникаций
ООО «Газпром газомоторное топливо»

Нефтегазовое сотрудничество в рамках форума «Один пояс, один путь»

16 мая в Пекине в рамках Международного форума «Один пояс, один путь» китайская компания CNPC провела круглый стол по нефтегазовому сотрудничеству. В мероприятии приняла участие делегация ПАО «Газпром» во главе с председателем правления Алексеем Миллером. Выступая перед собравшимися, он отметил, что природный газ – основа для построения эффективной высокотехнологичной экономики. Обширные запасы, конкурентоспособная цена, гибкие каналы поставки и многообразие сфер применения делают его идеальным энергоносителем для обеспечения устойчивого развития энергетики на десятилетия вперед.

Страны азиатского региона, и в первую очередь Китай, имеют схожее видение будущего мировой энергетики. Правительство КНР реализует масштабную программу замещения угля газом. Только за 2016 год закрыто более тысячи угольных шахт, потребление и производство угля снижается уже третий год подряд. Выпадающие мощности восполняются в основном за счет роста газовой генерации.

Китай является одним из крупнейших потребителей природного газа в мире. При этом доля газа в энергобалансе страны в настоящее время составляет всего 6 %. Правительство КНР поставило цель добиться ее увеличения до 8,3-10 % к 2020 году. В масштабах китайской экономики повышение доли газа в энергобалансе даже на 1 % означает десятки миллиардов кубометров поставок на внутренний рынок. Такие объемы не могут быть обеспечены только за счет роста внутренней добычи.

«Газпром» обладает колоссальными возможностями и уникальными компетенциями в газовой отрасли и готов внести свой вклад в реализацию Китаем амбициозных планов по развитию газового рынка страны. В настоящее время в рамках реализации проекта поставок российского газа в Китай по «восточному» маршруту «Газпром» ведет строительство магистрального газопровода «Сила Сибири».

Развитие сотрудничества «Газпрома» с китайскими компаниями не ограничивается проектами в области поставок газа. В частности, 15 мая на полях форума «Один пояс, один путь» были подписаны три контракта на проведение предпроектных исследований для создания подземных хранилищ газа в китайских провинциях Хэйлунцзян и Цзянсу.

Еще одним важным направлением сотрудничества «Газпрома» и китайских компаний является газовая генерация. В рамках форума был подписан Меморандум между «Газпромом», CNPC и China Huaneng Group о сотрудничестве в сфере электроэнергетики на территории КНР.

Алексей Миллер отметил, что большие перспективы имеет российско-китайское взаимодействие в области использования сжиженного природного газа в качестве моторного топлива. Одним из элементов предложенного КНР проекта «Экономический пояс Шелкового пути» является создание международного транспортного коридора «Европа – Западный Китай». Протяженность трассы только на территории России составит около 2,3 тыс. км. 15 мая «Газпром», CNPC, «Российские автомобильные дороги» и China Communications Construction Company Ltd. подписали Меморандум о сотрудничестве по применению СПГ в качестве моторного топлива и развитию автодорожной инфраструктуры на этом маршруте.

Расширению сотрудничества России и Китая могут способствовать и такие проекты, как международное ралли «Шелковый путь», инициатором которого выступает «Газпром». Маршрут гонки, как и транспортный коридор «Европа – Западный Китай», пролегает по территории России, Казахстана и Китая.

«Газопроводы несут не только тепло в дома, но и являются крепкой связующей нитью для экономики, залогом их успешного развития и процветания. Без сомнения, стальные артерии магистральных газопроводов и тысячекилометровые транспортные коридоры станут символом расширения стратегического сотрудничества и взаимосвязанности России и Китая в XXI веке, примером для всего мира», – сказал Алексей Миллер в завершение выступления.

Управление информации ПАО «Газпром»

VI Международный научно-технический семинар «Газомоторное топливо. Комплексные подходы к развитию отрасли»



6 апреля 2017 года в рамках XV Московского международного энергетического форума и выставки «ТЭК России в XXI веке» состоялся VI Международный научно-технический семинар «Газомоторное топливо. Комплексные подходы к развитию отрасли». Организатором семинара стала Национальная газомоторная ассоциация (НГА). Модератором семинара выступил исполнительный директор НГА Станислав Люгай.

В семинаре приняли участие представители нефтегазовых компаний, научного и экспертного сообщества, производители газомоторной техники и оборудования.

Сегодня в регионах России большое внимание уделяется развитию газомоторного рынка. Региональные власти разрабатывают необходимую законодательную базу и закупают транспорт на

метане, автопроизводители расширяют модельный ряд за счет новых образцов газомоторной техники, перевозчики предпринимают шаги по эффективной эксплуатации газомоторного транспорта. При этом остается ряд вопросов, требующих коллегиального обсуждения профессионалов и участников газомоторного бизнеса.

Этой цели и был посвящен семинар. На нем были обсуждены следующие вопросы:

- комплексный подход к развитию газомоторной отрасли, газозаправочной и газоиспользующей инфраструктуры в регионах Российской Федерации;
- нормативное, правовое и техническое обеспечение проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию объектов газомоторной инфраструктуры;

- сервисное обслуживание и безопасная эксплуатация газобаллонных автомобилей;
- требования пожарной безопасности к хранению газобаллонных транспортных средств;
- сертификация транспортных средств, использующих природный газ в качестве моторного топлива;
- подготовка квалифицированных кадров, в том числе водителей газобаллонных транспортных средств.

С вступительным словом выступили на семинаре заместитель начальника департамента ПАО «Газпром» С.В. Скрынников и исполнительный директор НГА С.В. Люгай.

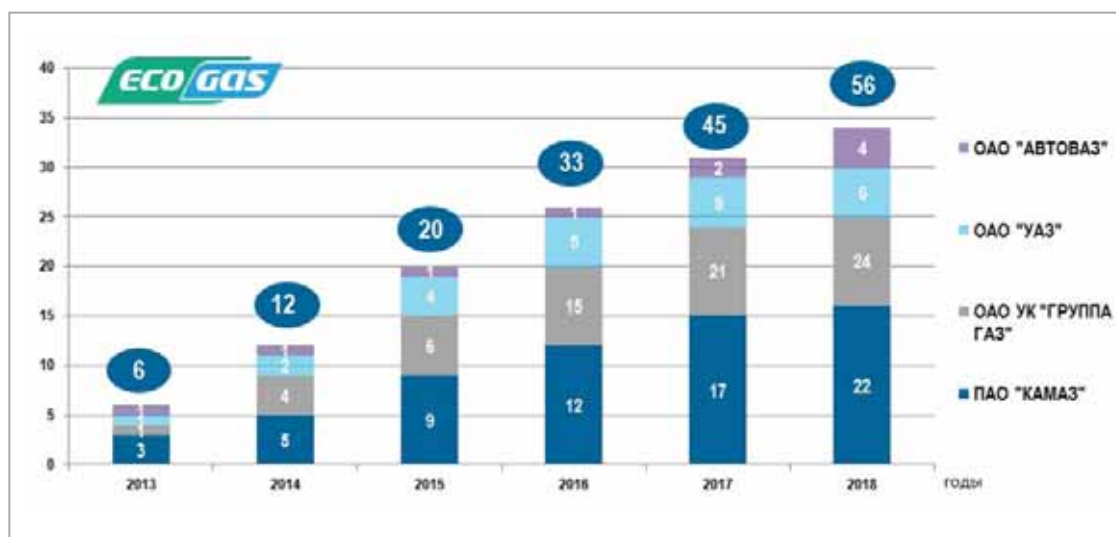
С.В. Скрынников также представил доклад на тему «ПАО «Газпром» в развитии рынка газомоторного топлива Российской Федерации». В своем докладе Сергей Владимирович подробно остановился на различных аспектах деятельности газовой компании в этой области, рассказав о динамике изменения объемов потребления компримированного природного газа, о нише КПП в общей структуре рынка потребления моторного топлива России, о потенциальных потребителях газомоторного топлива (КПП, СПГ), расширении

модельного ряда автомобильной техники, работающей на природном газе. Отдельно следует отметить полномасштабный проект по переводу собственного парка транспортных средств ПАО «Газпром» на компримированный природный газ и амбициозные планы компании на ближайшие три года.

Также в докладе была отражена Программа ПАО «Газпром» по развитию и использованию СПГ в Российской Федерации, в которой определены пилотные проекты, необходимые для развития бизнес-сегмента СПГ, потенциал производства СПГ на объектах ПАО «Газпром», схема взаимодействия между дочерними обществами компании, обозначены сдерживающие факторы и мероприятия по их преодолению, сформирован комплекс мероприятий для реализации Программы.

На семинаре прозвучал ряд содержательных докладов по актуальным темам, связанным с газомоторной отраслью.

Вице-президентом Российского газового общества О.А. Степаненко был представлен доклад «Анализ развития сети АГНКС», в котором он дал обширную информацию по состоянию рынка газомоторного топлива РФ и обозначил проблемы в части низкой загрузки АГНКС



Расширение модельного ряда автомобильной техники, работающей на природном газе, и перспективы его роста (из презентации С.В. Скрынникова)

и недостаточной динамики роста парка техники на КПП.

В.С. Хахалкин, главный инженер – заместитель генерального директора ООО «Газпром газомоторное топливо» рассказал о заинтересованности в создании системы учета баллонов высокого давления для КПП, отметив наличие неутешительной статистики срыва газовых баллонов в процессе их заправки на АГНКС, что говорит об актуальности повышения уровня безопасной эксплуатации газомоторного транспорта, достигаемой контролем за соблюдением требований, которым обязаны соответствовать баллоны для хранения КПП, изготовленные на территории Российской Федерации. Наиболее рациональным Вячеслав Сергеевич считает организацию единой системы на базе некоммерческих организаций и объединений, основной задачей которых будет ведение информационной базы и предоставление сведений коммерческим и государственным структурам.

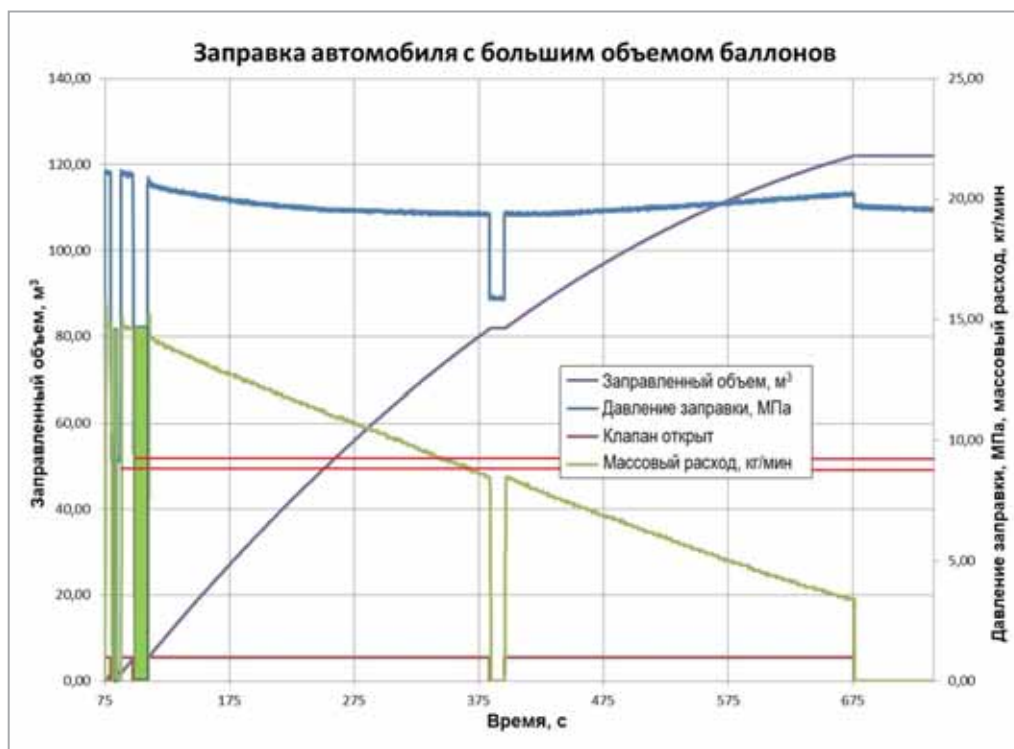
О требованиях пожарной безопасности рассказал главный научный сотрудник ФГБУ ВНИИПО МЧС РФ, д.т.н В.Л. Карпов. В своем докладе В.Л. Карпов представил примеры апробации и результаты испытаний на полигоне современных средств противодействия распространению и неконтролируемому возгоранию СПГ в случае разгерметизации криогенных емкостей. Применение данных технических решений позволяет сократить противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями.

Директор по развитию ООО «РаритЭК Инжиниринг» А.Г. Малюга выступил с докладом «Перспективы и проблемы развития рынка ГМТ в России». Он отметил, что существующая нормативная база стала сдерживающим фактором в развитии рынка газомоторного топлива. В частности, необходимо обеспечить гармонизацию требований российского законодательства (в том числе требова-

ния ДОПОГ) с общемировыми и внести изменения в технический регламент в части исключения транспортных средств класса FL (перевозка жидкого топлива и газа) из приложения 6 п.1.18.1 «Технического регламента безопасности КТС», так как Правила ДОПОГ ограничивают применение ТС с газовыми двигателями только при перевозке взрывчатых веществ (класс транспортных средств EX). Все эти мероприятия позволят обеспечить перевозку КПП и СПГ автотранспортными средствами с газовыми двигателями.

В.И. Строганов, генеральный директор Регионального центра сертификации и мониторинга качества, представил доклад на тему «Современные требования безопасности к газобаллонному оборудованию и состояние нормативно-технической базы по эксплуатации газобаллонной техники». Это выступление было особенно интересно тем, кто собирается переводить свой транспорт на ГМТ. Владимир Иванович подробно рассказал о техническом регулировании в отношении колесных транспортных средств, предметов оборудования и частей, которые могут быть установлены и/или использованы на колесных транспортных средствах, а также в области использования газовых топлив в автотранспортных средствах. Была описана процедура сертификации транспортных средств и специального оборудования для использования газовых топлив и регистрационные действия при внесении изменений в конструкцию транспортного средства. В.И. Строганов предложил упрощение процедуры допуска к эксплуатации АТС при внесении изменения в его конструкцию и корректировку нормативно-технической документации.

Начальник проектного отдела ООО «НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА» Е.П. Лавров посвятил свое выступление



Из презентации Е.П. Лаврова

повышению безопасности транспорта на КПП с помощью режима температурной компенсации при заправке, реализованного в большинстве современных газораздаточных колонок импортного производства. В частности, он рассказал о традиционной схеме заправки и реализации заправки по массе, недостатках первой и преимуществах второй.

И.В. Зырянов, заместитель директора по научной работе Института «Якутнипроалмаз», руководитель проекта «Внедрение программы мероприятий по переводу автомобилей и ДЭС на СПГ» в ПАО «АК «Алроса», д.т.н., рассказал о реализации концепции перехода на альтернативное топливо в ПАО «АК «АЛРОСА». Так, из его доклада следовало, что по результатам выполненных технико-экономических расчетов и финансово-экономической оценки проект по переводу транспорта общего назначения на КПП и карьерных самосвалов на СПГ обеспечит прирост чистой приведенной стоимости

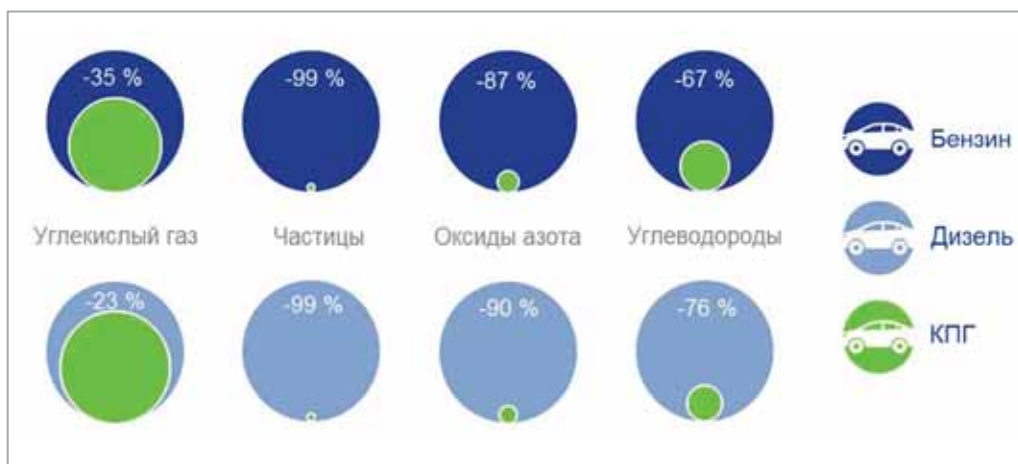
ПАО АК «АЛРОСА» по всем производственным площадкам.

Генеральный директор ООО «НПО «Легион» А.В. Попов выступил с докладом на тему «Основные драйверы развития газомоторной индустрии в России».

В работе семинара приняли участие коллеги из Узбекистана. Так, генеральный директор KOA ENG CO LTD Ким Ю Чул, руководитель проекта Шухрат Юлдашевич Атаджанов и представитель KOA ENG CO LTD, Korea в Республике Узбекистан Элбек Шерназаров рассказали о модели комплексного подхода к развитию отрасли газомоторного топлива в Республике Узбекистан. Были представлены интересные данные о состоянии газомоторной отрасли по республике:

До приватизации

- АГНКС – 32 ед.;
- АГЗС – 8 ед.;
- ГНС – 15 ед.;
- сервисные центры и переоборудование – 12 ед.



Выбросы в атмосферу веществ автотранспортом на метане в сравнении с бензином и дизелем (Евро-6). Из презентации А.В. Попова

После приватизации

- АГНКС – 600 ед.;
- АГЗС – 800 ед.;
- ГНС – 200 ед.;
- сервисные центры и переоборудование – более 100 ед.

Факторами такого стремительного развития стали:

1. доходность в 300 % привлекла большое количество инвестиций со стороны и увеличило финансирование внутри отрасли;

2. низкая стоимость природного газа в совокупности с перебоями в поставках жидких видов топлива оказались немаловажными факторами развития отрасли;

3. государственные льготы;

4. отсутствие таможенных пошлин на оборудование АГНКС;

5. льготное кредитование (в том числе кредитные линии АБР и ИБР);

6. налоговые льготы (упрощенное налогообложение, низкие ставки).

Кроме этого, в докладе были предложены направления комплексного подхода к развитию деятельности по строительству АГНКС в Российской Федерации.

Выступления докладчиков вызвали живой интерес среди участников семинара, о чем свидетельствует большое количество вопросов и предложений. В ходе обсуждения докладов состоялся обмен мнениями и конструктивными предложениями по дальнейшему развитию газомоторной отрасли в нашей стране. Кроме этого, участники семинара отметили, что подобные мероприятия, ставшие уже в деятельности НГА традиционными, являются важной составляющей в деле развития газомоторного рынка России и способствуют активизации работы в этой области.

Общее годовое собрание НГА

Ассоциация организаций в области газомоторного топлива
«Национальная газомоторная ассоциация» (АОГМТ «НГА») проводит 22 июня 2017 года Общее годовое собрание членов Ассоциации. Собрание состоится в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (блок Е, ауд. 202).

Справки по тел. +7 (498) 657-29-77

Некоторые способы повышения эффективности производственных процессов на АГНКС

С.В. Люгай, директор Центра использования газа ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.,
Ю.Н. Дрыгина, ведущий специалист ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
В.В. Тимофеев, главный специалист ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

В статье дан анализ применяемых при проектировании методов выбора производительности оборудования автомобильных газонаполнительных компрессорных станций и проблем, связанных с размерностью станций и приводящих к изначальному завышению этой производительности, что в свою очередь является причиной омертвления капиталовложений и невозможности достижения целевых показателей по эффективности работы АГНКС. Предложен ряд технических решений и описаны наиболее рациональные варианты проектирования и эксплуатации АГНКС. Дан анализ динамики изменения цен на компримированный природный газ и жидкое моторное топливо до и после отмены регулируемого ценообразования.

Ключевые слова:

компримированный природный газ, автомобильная газонаполнительная компрессорная станция, эффективность производственных процессов, обзор газомоторного рынка, сокращение простоев транспорта, критерии эффективности проектных решений.

Как отмечалось в ряде работ [1-31] действующих в настоящее время научных коллективов, занимающихся вопросами повышения эффективности производственных процессов на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС), средняя часовая производительность в наиболее загруженную смену для АГНКС выбирается с учетом установленного в ВРД 39-2.5-082-2003 режима безопасной эксплуатации АГНКС, расчета обеспечения минимальной длины очереди и времени обслуживания.

При проектировании и модернизации станций и основного производственного оборудования до сих пор используется сложившийся еще в советское время типовой ряд автомобильных заправочных станций с производительностью 250, 500, 750 и 1000 условных заправок в сутки. Многочисленные расчеты и научные работы [5-12] показывают, что концентрация производственных мощностей на 750 и 1000 заправок в сутки для АГНКС экономически неэффективна ввиду необходимости размещения в непосредственной близости от станции четырех-пяти крупных автотранспортных предприятий, обслуживающих крупные производственные объекты (завод, аэропорт, карьер). Подходящих для этих условий мест очень мало, поэтому на территории Российской Федерации получили наибольшее распространение станции производительностью 250 и 500 заправок в сутки. Для последней средняя часовая производительность компрессоров принимается

равной 3440 м³/ч, а установленная мощность компрессоров – 4570 м³/ч, исходя из загрузки стационарного оборудования на уровне 75 % от проектной мощности.

В результате сложившихся требований безопасности в отношении площадок размещения АГНКС, подключения к инженерным сетям и газопроводам проектирование станций низкой производительности оказывается также экономически нецелесообразным в условиях современных цен на газомоторное топливо и численности транспортных средств. После отмены в 2014 году Постановления Правительства РФ от 15.01.93 г. № 31, устанавливавшего максимальную цену на газовое моторное топливо, наблюдается переход к рыночному ценообразованию, что отразилось на цене реализации компримированного природного газа (КПГ) на АГНКС. За период 2013-2016 гг. стоимость КПГ в среднем по стране выросла на 29,4 %. При этом в период действия названного выше постановления рост цены КПГ был соизмерим с ростом цен на жидкое моторное топливо, но сразу после отмены регулирования рост цены на КПГ стал опережать аналогичный показатель у жидких моторных топлив (рис. 1).

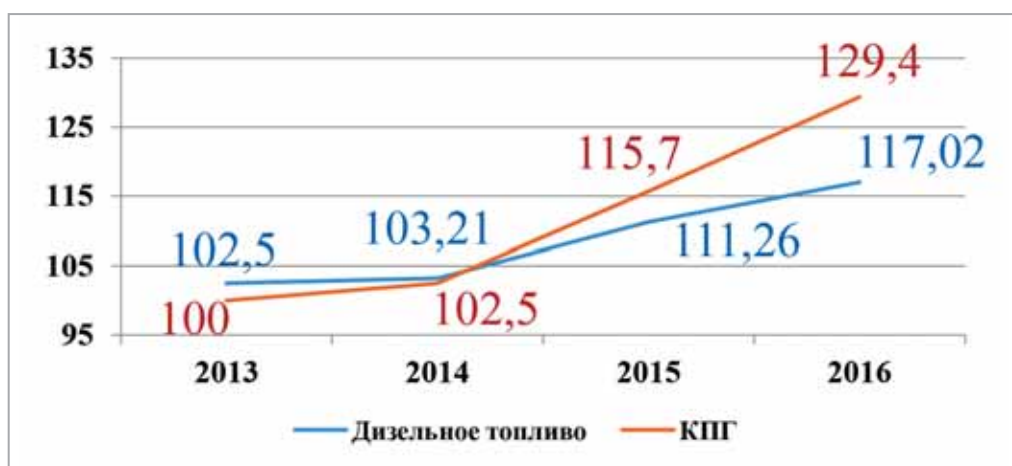


Рис. 1. Динамика роста средней цены на дизельное топливо и КПГ в РФ, %

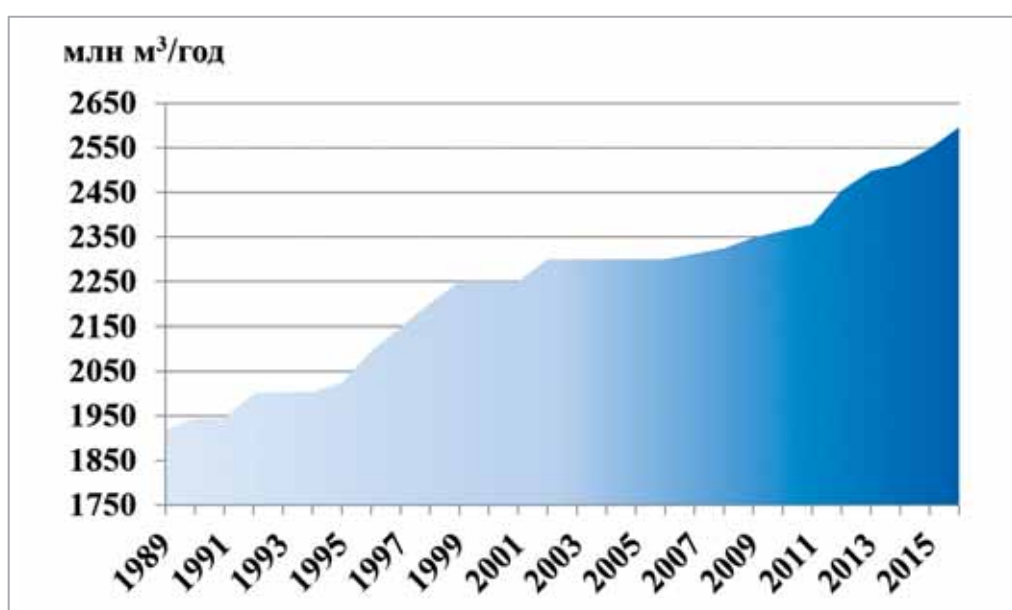


Рис. 2. Динамика изменения производственных мощностей АГНКС в РФ

Вместе с этим продолжается строительство новых станций. По данным Национальной газомоторной ассоциации, в настоящее время в РФ функционируют 303 станции, из которых 252 принадлежат ПАО «Газпром» и 51 – частным компаниям. Совокупная установленная производительность станций продолжает расти и к началу 2017 года составила 2550 млн м³ КПГ в год (рис. 2).

Однако рынок автотранспортных средств (АТС) находится в кризисе (рис. 3), особенно в регионах с активной ограничительной политикой региональных властей, выражающейся в постоянном расширении зон платных парковок и т.п.



Рис. 3. Динамика продаж новых транспортных средств в РФ



Рис. 4. Динамика средней загрузки АГНКС в РФ, %

Кризисные явления на рынке АТС и низкая привлекательность газомоторных автомобилей ввиду их дороговизны сдерживают рост автопарка и объемов потребления газомоторного топлива (ГМТ). В результате снижается загрузка АГНКС, от которой зависит рентабельность производства, и достигает лишь 30 % от проектной производительности станции.

По расчетам различных специалистов [24-31] и материалам общественных и коммерческих организаций [20-28], среднее потребление КПП одним АТС составляет 4450...4600 м³/год. Следовательно, для достижения уровня 30%-ной загрузки станций в эксплуатации должно находиться не менее 175...180 тыс. единиц АТС на КПП. Однако фактически эксплуатируется от 145 до 149 тыс. Текущая численность АТС на КПП обеспечивает среднюю загрузку АГНКС на уровне 18...20 % (рис. 4), что на 10...12 % ниже уровня рентабельности станций. Продолжение планового строительства станций, необеспеченных потребителями, приведет к дальнейшему снижению средней загрузки АГНКС из-за увеличения отставания скорости роста парка АТС на КПП по отношению к росту заправочных мощностей и производства КПП.

Все вышесказанное требует обратить внимание на принципиальные подходы по повышению загрузки существующих производственных мощностей АГНКС в условиях недостатка эксплуатируемых транспортных средств на КПП.

Принципиальные подходы

В работах [4-9,11-13] изложены современные подходы, применяемые при проектировании объектов заправки транспорта КПП с учетом возможности регазификации сжиженного природного газа на криогенных АЗС. В их основе лежит применение типовых решений, являющихся модернизацией исторически сложившихся подходов, в рамках которых рассматривались следующие типы объектов заправки транспорта КПП: стационарные АГНКС, гаражные АГНКС, передвижные автомобильные газозаправщики (ПАГЗ). При этом в работах [9,11-13] производственные мощности и состав станционного оборудования подбираются исходя из ряда критериев, таких как интенсивность и стабильность потока заправляемых транспортных средств, максимальная длина очереди, максимально допустимое время ожидания заправки, вероятность потери клиента в результате превышения времени ожидания и т.п. Все эти критерии направлены на предотвращение появления станций с изначально завышенной или, наоборот, малой производительностью. Второй случай менее опасен, поскольку при наличии необходимых производственных площадей, резерва по объему природного газа и электрической энергии можно установить дополнительное оборудование, блок или компрессор, повысив производительность станции. В первом же случае изначально завышенная производительность ведет к следующим последствиям: омертвлению капиталовложений; повышению себестоимости производимого КПП; необходимости эксплуатировать, страховать и ремонтировать фактически неиспользуемое в производственном процессе оборудование.

Опыт эксплуатации АГНКС показывает, что 3,5 % установленных и сданных в эксплуатацию компрессоров ни разу не использовались в работе, а 10 % из них имеют наработку менее 1000 ч за весь период эксплуатации при годовой расчетной норме в 8000 ч. Из всего сказанного можно сделать вывод, что минимум на 10 % можно было сократить затраты на компрессорное оборудование уже на стадии проектирования и строительства, приняв решение не приобретать и не устанавливать избыточные мощности.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод о наличии и актуальности ряда задач, связанных с выбором производительности АГНКС, числа и единичной мощности компрессоров, схемы заправки, принципов администрирования очереди и т.д. Одним из путей решения данных задач является изменение принципиальных

подходов, применяемых при анализе и выборе производительности станции, а также основанных на более глубокой проработке проектных решений и применении новых запатентованных технологий и технических решений.

Задачей данного исследования является поиск рациональных методов и средств повышения эффективности производственной деятельности АГНКС. Решение данной задачи представляет собой набор организационных и технических мероприятий, направленных на повышение эффективности. В части организационных мероприятий рассмотрим следующие: сокращение штатной численности персонала за счет повышения уровня автоматизации производственных процессов; изменение принципа аварийно-ремонтного и профилактического обслуживания путем создания кустов или кластеров, обслуживаемых единой ремонтно-эксплуатационной службой. В части технических – рассмотрим и проведем сравнительный анализ эффективности существующих и перспективных технических решений, представленных в полезных моделях и изобретениях.

Единичная мощность компрессоров

Энергетические затраты на сжатие природного газа зависят от ряда параметров, например, давления газа на входе компрессора, температуры природного газа, числа ступеней компрессора, степени сжатия ступени и коэффициента полезного действия. Мощность, необходимая на компримирование определенного количества природного газа, рассчитывается по формуле

$$N = Q_r \sum_{i=1}^n c_{pi} T_{vci} \left(\epsilon^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right) \frac{1}{\eta_i},$$

где c_{pi} – удельная массовая теплоемкость природного газа при температуре всасывания, кДж/(кг·К); T_{vci} – температура газа на входе в i -ю ступень, К; η_i – коэффициент полезного действия i -й ступени; n – число ступеней сжатия; Q_r – объем компримируемого природного газа; k – показатель адиабаты, кн/м² (для природного газа $k = 1,378$); ϵ – степень сжатия.

При этом зависимость единичной мощности компрессоров от входного давления имеет вид части параболы (рис. 5).

Мощность приводов для компрессорных установок с учетом их КПД выбирают в зависимости от интервала входных давлений (таблица).

Характеристики компрессорных установок в зависимости от входного давления

Интервал входного давления, МПа	Интервал мощностей приводов, кВт	Расчетное число ступеней сжатия	Степень сжатия ступени	Общее потребление энергии на 1000 ТС, кВт
0,15...0,3	370...355	4,8...4,15	2,78...2,42	1022...869
0,4...0,6	325...320	3,88...3,50	2,81...2,54	827...738
0,8...1,2	270...255	3,23...2,85	2,36...2,75	673...604

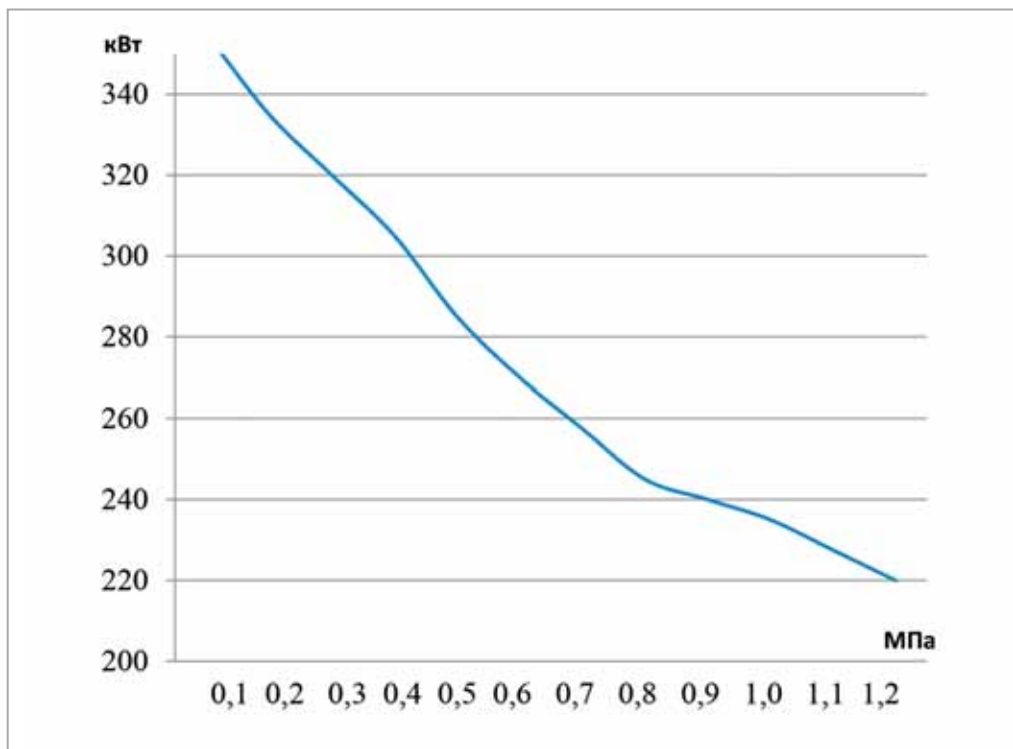


Рис. 5. Единичная мощность компрессоров в зависимости от входного давления

Расчеты, проведенные специалистами МВТУ им. Баумана, НИЯУ «МИФИ» и ООО «Газпром ВНИИГАЗ», показывают, что наибольшую энергетическую эффективность процессов сжатия и сокращение потребления энергии можно получить при подключении АГНКС к магистральным газопроводам высокого давления, повысив тем самым входное давление на компрессоре до 5,5 или 7,5 МПа. При этом число компрессорных станций достаточно ограничено, а их удаленность от основных магистралей приведет к низкой привлекательности таких станций у автомобилистов.

Опыт показывает, что размещение компрессорных блоков на компрессорных станциях связано с проблемами корпоративной безопасности и охраны объектов. Наиболее предпочтительным является размещение заправочных постов АГНКС непосредственно за бором компрессорной станции возле дороги. Однако если при строительстве компрессорной станции мероприятия по заправке транспорта предусмотрены не были, то внесение изменений в проект с дополнением нового вида производственной деятельности, связанной с реализацией топлива транспорту, приводит к отторжению и всяческому сопротивлению со стороны эксплуатационного персонала производственного объекта.

Способы повышения эффективности АГНКС

Современные стационарные АГНКС предусматривают осуществление заправки АТС из секций баллонов, соединенных между собой линией высокого давления (аккумуляторы) с сжатым природным газом. Аккумуляторы применяются для стабилизации работы компрессоров, снижения частоты их включения и упрощения автоматизации производственных процессов станции. Применение промежуточного хранилища КПП имеет два существенных недостатка: дополнительный

расход энергии на сжатие природного газа и неполную заправку газовых баллонов транспортных средств.

Сущность первого недостатка объясняется тем, что весь газ сжимается до рабочего давления (25 МПа), превышающего максимальное давление в баллонах (20 МПа), установленных на автомобиле, в то время как при заполнении непосредственно баллона транспортного средства сжимать до рабочего давления необходимо только последнюю порцию газа, подаваемого в баллон ТС, а весь остальной газ можно было сжимать до более низкого давления.

В случае, если объем газа, накопленный в аккумуляторах АГНКС, меньше суммарного объема заправки газобаллонного автомобиля (ГБА), то она будет проводиться от компрессоров станции. При этом время заправки всех одновременно заправляемых транспортных средств будет равняться времени заправки ГБА с самым большим совокупным объемом хранения КПП на борту и зависеть от производительности компрессоров.

Для заправки ПАГЗ требуется значительный объем (от 1 500 до 10 000 м³) КПП в зависимости от модификации передвижного газозаправщика. Средний объем аккумулируемого на АГНКС-500 КПП составляет 4 200 м³ с давлением 25 МПа, поэтому время параллельной заправки ПАГЗ и ГБА даже высокопроизводительными АГНКС будет составлять от 1,5 до 7,5 ч. В ООО «Газпром ВНИИГАЗ» были разработаны способы обеспечения одновременной заправки крупного АТС, например, автобуса или грузового автомобиля, или ПАГЗ и вновь прибывшего транспортного средства.

Первым способом является модернизация подачи газа на выходе из компрессорного блока линии высокого давления путем разделения на две независимо запитанные нити, по которым потоки КПП могут распределяться между аккумуляторами газа и заправочными колонками независимо друг от друга. При этом перемычка с запорной арматурой в открытом положении позволяет использовать нити в режиме единой линии высокого давления подачи газа, задействовав всю производительность компрессорного оборудования.

В результате станция будет работать в двух режимах:

Режим 1. Станция осуществляет заправку ПАГЗ высокой вместимости. КПП от компрессорного блока по одной нити линии высокого давления подается напрямую через заправочную колонку в ПАГЗ. При этом запорная арматура на перемычке закрывается по команде оператора АГНКС. Другая нить линии высокого давления подачи газа позволяет АГНКС функционировать в штатном режиме, используя в полном объеме блок аккумуляторов газа для заправки вновь прибывающих ГБА.

Режим 2. Посредством перемычки с запорной арматурой, которая находится в открытом положении, обе нити замыкаются в единую линию высокого давления подачи газа, и все компрессоры используются для пополнения запасов КПП в блоке аккумуляторов газа и заправки ГБА.

Вторым способом является дооснащение линии высокого давления датчиком изменения давления, который управляет блоком регулировки, который в свою очередь осуществляет управление запорной арматурой, ограничивающей или частично снижающей подачу КПП к одной или нескольким выбранным заправочным колонкам. В процессе заправки ПАГЗ высокой вместимости на АГНКС одновременно с ним начинает заправку вновь прибывший ГБА, в связи с чем в линии высокого давления подачи газа возникает недостаток давления, необходимого для обеспечения быстрой заправки газобаллонного автомобиля. Поэтому по сигналу от датчика

изменения давления блок регулировки закрывает запорную арматуру, прекращая или ограничивая подачу КПП на заправку ПАГЗ, тем самым обеспечивая нормальную (быструю) заправку ГБА. По завершению заправки ГБА открывается запорная арматура, возобновляя подачу КПП для заправки ПАГЗ.

Заключение

При проектировании и модернизации станций и основного производственного оборудования до сих пор используется подходы, сложившиеся еще в советское время. В современных работах производственные мощности и состав станционного оборудования рекомендуется выбирать исходя из ряда критериев, направленных на предотвращение появления станций с изначально завышенной или недостаточной производительностью.

Текущая численность АТС на КПП обеспечивает среднюю загрузку АГНКС на уровне 18...20 %, что на 10...12 % ниже уровня рентабельности станций. Продолжение планового строительства станций, необеспеченных потребителями, приведет к дальнейшему снижению средней загрузки АГНКС из-за увеличения отставания скорости роста парка АТС на КПП по отношению к росту заправочных мощностей и производства КПП.

Предложенные в работе способы совместно с повышением энергетической эффективности процессов сжатия и сокращением потребления энергии при подключении АГНКС к магистральным газопроводам высокого давления позволят сократить затраты жизненного цикла АГНКС на 10...30 %. Вместе с этим перспективными направлениями развития методов организации заправки остаются модернизация технологических процессов АГНКС, применение технологии заправки посредством съемных модулей, повышение энергетической эффективности производственных процессов.

Литература

1. Евстифеев А.А., Ермолаев А.Е. Влияние холостых пробегов газовых городских автобусов на показатели производственно-хозяйственной деятельности // Транспорт на альтернативном топливе. – 2016. – № 4 (52). – С. 23-30.
2. Люгай С.В., Балашов М.Л., Евстифеев А.А. Оценка времени ожидания заправки транспортного средства на АГНКС // Транспорт на альтернативном топливе. – 2016. – № 6 (54). – С. 50-54.
3. Евстифеев А.А., Заева М.А., Сергеев М.С. Метод обеспечения работоспособности системы управления питанием газового транспортного средства // Транспорт на альтернативном топливе. – 2016. – № 3 (51). – С. 51-60.
4. Евстифеев А.А., Заева М.А., Хетагуров Я.А. Методы и средства оптимизации размещения объектов производственно-сбытовой инфраструктуры. Сб. Научная сессия НИЯУ МИФИ–2015. Аннотации докладов: в 3-х томах, отв. ред. О.Н. Голотюк. – 2015. – С. 74.
5. Попов М.А., Егорова А.Н., Евстифеев А.А. Моделирование и оптимизация мест размещения объектов газовой заправки транспорта. Сб. Научная сессия НИЯУ МИФИ–2015. Аннотации докладов: в 3-х томах, отв. ред. О.Н. Голотюк. – 2015. – С. 97а.
6. Евстифеев А.А., Дрыгина Ю.Н., Ермолаев А.Е. Моделирование и оптимизация процесса развития производственно-сбытовой сети газовых заправочных станций // Газовая промышленность. – 2015. – № S3 (728). – С. 30-33.

7. Евстифеев А.А. Математическая модель определения численности и производительности заправочных колонок на АГНКС // Газовая промышленность. – 2015. – № 8 (726). – С. 95-97.
8. Евстифеев А.А. Размещение объектов инфраструктуры газовой заправки транспорта // Транспорт на альтернативном топливе. – 2015. – № 6 (48). – С. 26-39.
9. Евстифеев А.А. Анализ эффективности производственного процесса на АГНКС // Транспорт на альтернативном топливе. – 2015. – № 5 (47). – С. 27-33.
10. Евстифеев А.А. Метод формирования адекватной стоимости газового моторного топлива // Транспорт на альтернативном топливе. – 2015. – № 2 (44). – С. 41-46.
11. Евстифеев А.А. Современные подходы к выбору производительности основного технологического оборудования объектов заправки природным газом // Транспорт на альтернативном топливе. – 2015. – № 4 (46). – С. 48-54.
12. Евстифеев А.А., Шувалов Б.В., Хачатурова Э.Г. Мониторинг объектов и моделирование технологического процесса в системе поддержки принятия решений по развитию сети криогенных заправочных станций // Вестник Национального исследовательского ядерного университета МИФИ. – 2015. – Т. 4. – № 5. – С. 458-463.
13. Evstifeev A., Zaeva M., Krasnikova S., Shuvalov V. Multi-criteria equipment control in complex engineering systems // Asian Journal of Applied Sciences. – 2015. – Т. 8. – № 1. – Р. 86-91.
14. Евстифеев А.А. Структурный синтез и алгоритмы решения для математической модели системы газовой заправки транспорта и газоснабжения автономных потребителей // Вести газовой науки. – 2015. – № 1 (21). – С. 79-85.
15. Евстифеев А.А. Обеспечение муниципальных автобусных парков мегаполиса газовым моторным топливом // Газовая промышленность. – 2014. – № 2 (702). – С. 86-89.
16. Евстифеев А.А. Математическая модель процесса заправки транспортных средств КПП на АГНКС // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 1 (37). – С. 24-31.
17. Евстифеев А.А. Многокритериальное управление технологическим оборудованием сложных технических систем с использованием методов получения нечетких выводов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 5 (41). – С. 44-48.
18. Евстифеев А.А. Методология рационального построения и непрерывного совершенствования региональной сети АГНКС // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 3 (39). – С. 53-60.
19. Хворов Г.А., Козлов С.И., Аكوпова Г.С., Евстифеев А.А. Сокращение потерь природного газа при транспортировке по магистральным газопроводам ОАО «Газпром» // Газовая промышленность. – 2013. – № 12 (699). – С. 66-69.
20. Евстифеев А.А. Математическая модель анализа потребности в КПП и СПГ на вновь газифицируемых территориях // Газовая промышленность. – 2013. – № 1 (685). – С. 87-88.
21. Люгай С.В., Евстифеев А.А., Тимофеев В.В., Балашов М.Л., Дрыгина Ю.Н. Сравнение экономических показателей при использовании жидкого моторного и газомоторного топлив // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 5 (35). – С. 14-19.
22. Евстифеев А.А. Модель прогнозирования потребления газового моторного топлива в населенном пункте // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 3 (33). – С. 43-47.
23. Евстифеев А.А., Балашов М.Л. Методика определения границы экономической эффективности перехода на природный газ в качестве моторного топлива // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 2 (32). – С. 4-5.
24. Евстифеев А.А. Расчет надежности системы поставок газового моторного топлива потребителям // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 4 (34). – С. 61-65.

25. Евстифеев А.А., Заева М.А., Хетагуров Я.А. Применение математического моделирования при испытаниях и обработке сложных технических систем // Вестник Национального исследовательского ядерного университета МИФИ. – 2013. – Т. 2. – № 1. – С. 115.
26. Евстифеев А.А., Заева М.А. Автоматизированная система единого государственного реестра газобаллонного оборудования // Сб. Научная сессия НИЯУ МИФИ–2012. Аннотации докладов: в 3-х томах. – 2012. – С. 285.
27. Люгай С.В., Евстифеев А.А. Анализ систем автоматизации нефтегазового комплекса, применимых для автомобильных газонаполнительных станций // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 6 (30). – С. 22-24.
28. Дедков В.К., Евстифеев А.А. Методика оценивания надежности технической системы по результатам испытаний // Вопросы теории безопасности и устойчивости систем. – 2010. – № 12. – С. 215-221.
29. Евстифеев А.А., Заева М.А., Малинин С.А., Скородумова Т.А. Технология создания документов на основе шаблонов // Газовая промышленность. – 2010. – № 2. – С. 37-38.
30. Евстифеев А.А., Северцев Н.А. Модели минимизации направленного ущерба транспортной системы при отсутствии информации // Вопросы теории безопасности и устойчивости систем. – 2009. – № 11. – С. 137-145.
31. Евстифеев А.А., Дедков В.К. Методика оценивания надежности технической системы по результатам испытаний // Вопросы теории безопасности и устойчивости систем. – 2009. – № 12. – С. 215.

«Газпром» и «Автодор» будут взаимодействовать в сфере развития придорожной инфраструктуры

В рамках Российского инвестиционного форума председатель правления ПАО «Газпром» Алексей Миллер и председатель правления Государственной компании «Российские автомобильные дороги» («Автодор») Сергей Кельбах подписали соглашение о сотрудничестве.

В соответствии с документом, стороны намерены взаимодействовать в сфере развития придорожной инфраструктуры, разрабатывать и применять новые методы и подходы для создания многофункциональных зон дорожного сервиса на существующих и строящихся дорогах компании «Автодор».

Речь идет, в частности, о создании сети многотопливных автозаправочных станций (МАЗС). На их территории будет предусмотрена возможность заправки автомобилей жидким моторным топливом, компримированным и сжиженным природным газом. Такие станции могут быть размещены на строящихся скоростных магистралях М-11 «Москва — Санкт-Петербург» и Центральной кольцевой автомобильной дороге (ЦКАД).

Кроме того, стороны договорились о сотрудничестве в сфере создания на дорогах «Автодора» многофункциональных зон дорожного сервиса. Помимо МАЗС, они включают места стоянки транспорта, отдыха водителей и пассажиров, общественного питания и торговли, другую инфраструктуру. Зоны комплексного обслуживания планируется организовать вдоль перспективного проекта международного транспортного коридора «Европа — Западный Китай» на территории России.

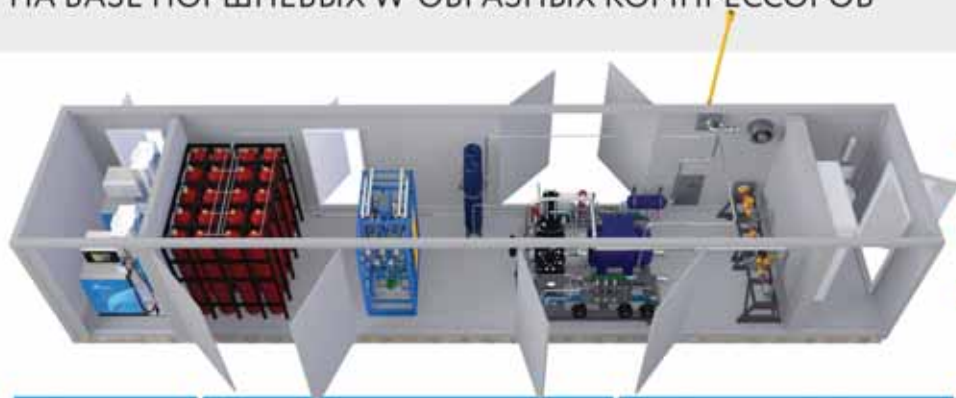
Концепция развития объектов дорожного сервиса «Автодора» предполагает создание многофункциональных зон дорожного сервиса. Это места комплексного обслуживания пользователей автомобильных дорог, предоставляющие полный пакет услуг, необходимый в дороге.

Управление информации ПАО «Газпром»

Преимущества:

- Расширенный температурный диапазон
- Минимальные потери газа
- Безопасность

Характеристика	Значение
Количество постов заправки, шт.	1 или 2
Количество линий давления, шт.	1, 2 или 3
Производительность заправки, кг/мин	1...50 (для автотранспорта) 1...70 (для ПАГЗ)
Рабочее давление, МПа	25
Давление заправки, МПа	19,6 (для автотранспорта) 24.5 (для ПАГЗ)
Рабочая температура воздуха, °С	от - 40 до + 40
Межповерочный интервал, лет	2
Погрешность измерения заправленного количества газа, не более, %	1
Габаритные размеры, мм	1065 x 595 x 2190
Интерфейс связи с системой учета	RS-485


КОМПРЕССОРНЫЕ МОДУЛИ СЕРИИ CLEVER – БЛОКИ АГНКС В ЗАВОДСКОЙ ГОТОВНОСТИ НА БАЗЕ ПОРШНЕВЫХ W-ОБРАЗНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Преимущества:

- Сокращение протяженности энергетических коммуникаций
- Уменьшение затрат на строительство и эксплуатацию
- Удобство технического обслуживания и ремонта

Модель	Краткое описание	Входное давление / Производительность	Применение
Clever-M	Компрессор и блок осушки в одном контейнере	1-6 бар: до 2000 Н.м ³ 6-12 бар: до 2500 Н.м ³	Ключевой блок АГНКС любой производительности
Clever-L	АГНКС в одном блоке	1-6 бар: до 1000 Н.м ³ 6-12 бар: до 1300 Н.м ³	АТП и МАЗС средней загрузки, коммерческие АГНКС
Clever-S	Мини-АГНКС в одном блоке	1-5 бар: до 150 Н.м ³	Малые АТП, МАЗС низкой загрузки
Clever-D	Дочерняя АГНКС	5-220 бар: до 3500 Н.м ³	Разгрузка пассивных ПАГЗ

Сравнительный анализ использования КПП и СУГ в качестве моторного топлива. Продуктовая конкуренция или взаимное дополнение?

М.В. Коротков, начальник отдела розничной реализации КПП и СПГ АО «Газпром газэнергосеть», к.т.н.

Окончание. Начало в № 2 (56) 2017 г.

В настоящее время в Российской Федерации органами власти всех уровней, средствами массовой информации и хозяйствующими субъектами уделяется огромное внимание развитию использования сжатого природного газа (КПП) в качестве моторного топлива, которое является экологически более чистым и недорогим по сравнению с бензинами и дизельным топливом. Масштабы такого внимания с уверенностью позволяют говорить о выраженном приоритете данного направления в государственной политике. Вместе с тем все более неблагоприятная ситуация складывается в сфере использования другого, пока наиболее распространенного альтернативного вида моторного топлива – сжиженного углеводородного газа (СУГ). В чем отличия этих видов моторного топлива? Должно ли развитие использования КПП осуществляться в ущерб использованию СУГ? А главное: соответствует ли такое положение дел интересам конечных потребителей моторного топлива – гражданам нашей страны? В настоящей статье предложены ответы на эти и другие вопросы, которые, вероятно, должны быть приняты во внимание при определении вектора развития использования альтернативных видов топлива.

Ключевые слова:

сжатый природный газ, сжиженный углеводородный газ, структура рынка моторного топлива, автомобильная газонаполнительная компрессорная станция, газобаллонный автомобиль, цены на топливо, экономическая эффективность.

Стоимость переоборудования на КПП и на СУГ

Как уже отмечалось выше, основу парка газобаллонных автомобилей в России в настоящее время формируют бензиновые автомобили, переоборудованные для работы на газомоторном топливе. С целью объективного сравнения стоимости газобаллонного оборудования был выбран автомобиль ГАЗ-3302 «Газель», получивший широкое распространение в различных регионах РФ.

Анализ основных составляющих стоимости переоборудования автомобиля показывает (табл. 7), что при переводе автомобиля для работы на КПП наиболее

значимыми составляющими являются стоимость газовых баллонов (45 %) и стоимость работ по переоборудованию (36 %). При конвертации такого автомобиля на КПП наиболее часто используют четыре баллона высокого давления (20 МПа) вместимостью 52 л (10 м³ КПП) и массой до 60 кг каждый. При этом для установки таких баллонов на раму автомобиля возникает необходимость демонтажа/монтажа кузова или будки, что и является основной причиной большой длительности по времени и высокой стоимости выполнения работ по переоборудованию автомобиля на КПП. Кроме этого, после установки ГБО для КПП требуются проверка его герметичности и опрессовка воздухом с давлением до 25 МПа. Использование дорогостоящего компрессора в пункте по установке ГБО также в конечном счете повышает стоимость выполненных работ.

Таблица 7

Сравнение стоимости установки ГБО для КПП и СУГ на примере автомобиля ГАЗ-3302 «Газель», руб. (с НДС)

Наименование работ	КПП	СУГ
Подкапотная часть	15 000	12 500
Баллоны и арматура	50 000	5 500
Обвязка (шланги, трубки)	5 000	2 000
Работа по установке	40 000	13 000
Итого	110 000	33 000

При переоборудовании автомобиля ГАЗ-3302 «Газель» на СУГ наиболее значимыми составляющими являются стоимость подкапотной части ГБО (38 %) и работа по его установке (39 %). В данном случае часто применяется один газовый баллон вместимостью 130 л и массой около 40 кг. После установки ГБО для СУГ оно также проверяется на герметичность и опрессовывается, но уже гораздо меньшим давлением – до 1,6 МПа. Соответственно стоимость технологического оборудования пункта по установке ГБО для СУГ и, как следствие, стоимость работ существенно ниже.

Из табл. 7 следует, что переоборудование автомобиля ГАЗ-3302 «Газель» для работы на КПП примерно в 3,3 раза дороже, чем его переоборудование для работы на СУГ. При этом следует принять также во внимание еще и некоторые технические характеристики ГБО, влияющие на эксплуатационные свойства самого автомобиля (табл. 8).

Таблица 8

Изменение технико-эксплуатационных характеристик газобаллонного автомобиля ГАЗ-3302 «Газель» при переводе на КПП и СУГ

Параметр	КПП	СУГ
Простой автомобиля (время установки ГБО), дней	2	1
Увеличение массы автомобиля за счет ГБО, кг	до 250	~ 50
Запас хода автомобиля на ГМТ, км	200	450

Таким образом, газобаллонное оборудование для КПП в настоящее время является более дорогостоящим и трудоемким в установке, а также в несколько раз более тяжелым чем ГБО для СУГ, что означает потерю полезной грузоподъемности автомобиля. При этом автомобиль (на примере ГАЗ-3302 «Газель»), переоборудованный

для работы на КПП, имеет вдвое меньший запас хода в сравнении с аналогичным автомобилем, переведенным на СУГ.

Показатели экономической эффективности перевода автомобиля на КПП и СУГ

25

Для объективного сравнения экономической эффективности перевода автомобиля для работы на различных видах газомоторного топлива (КПП и СУГ) были приняты исходные данные, представленные в табл. 9. В качестве исходных данных использовались усредненные величины, отражающие наиболее распространенные условия эксплуатации коммерческих автомобилей марки «Газель» в ЦФО РФ.

Таблица 9

Общие исходные данные для расчета экономической эффективности перевода автомобиля на ГМТ

Марка	Норма расхода бензина (Аи-92), л/100 км	Розничная цена бензина (Аи-92), руб./л	Среднегодовой пробег, км
ГАЗ-3302 «Газель»	16,5	32	50 000

Результаты расчетов простого срока окупаемости затрат на переоборудование автомобиля для работы на КПП и СУГ представлены в табл. 10. С целью упрощения представления информации в настоящих расчетах не принимались во внимание затраты, связанные с регистрацией и оформлением ГБО, что сегодня в РФ является отдельной проблемой. С учетом того, что в обоих случаях (КПП и СУГ) эти затраты являются одинаковыми (в среднем около 5 тыс. руб.), ими решено было пренебречь.

Таблица 10

Исходные данные для расчета экономической эффективности перевода автомобиля на КПП и СУГ

Топливо	Общая стоимость переоборудования, руб. (с НДС)	Розничная цена, руб./м ³ (л)	Годовая экономия, руб.	Срок окупаемости, лет
КПП	110 000	14,6	87 300	1,0
СУГ	33 000	19	50 800	0,5

Анализ данных, представленных в табл. 9 и 10, показывает, что в сложившихся социально-экономических условиях при среднегодовом пробеге автомобиля 50 тыс. км срок окупаемости ГБО для КПП составляет 1 год, а для СУГ вдвое меньший – 0,5 года.

С точки зрения развития розничных продаж принципиальное отличие газомоторных видов топлива (в данном случае речь идет о КПП и СУГ) от любых традиционных жидких (бензины и дизельное топливо) заключается в том, что ГМТ не продается само по себе, а его нужно продвигать. В этом смысле очень важной, возможно, первостепенной задачей является наиболее точное определение потенциального потребителя для каждого вида газомоторного топлива. Решение этой задачи позволит более четко определить стратегию развития розничного бизнеса ГМТ.

Опыт реализации проектов по переводу парков автотранспортных средств на газомоторное топливо позволяет выделить два наиболее значимых фактора, которые, с одной стороны, определяют экономическую целесообразность таких проектов, а с другой – позволяют сегментировать целевого потребителя каждого вида ГМТ. Это – расхода топлива автотранспортными средствами и величина среднегодового пробега (рис. 13).

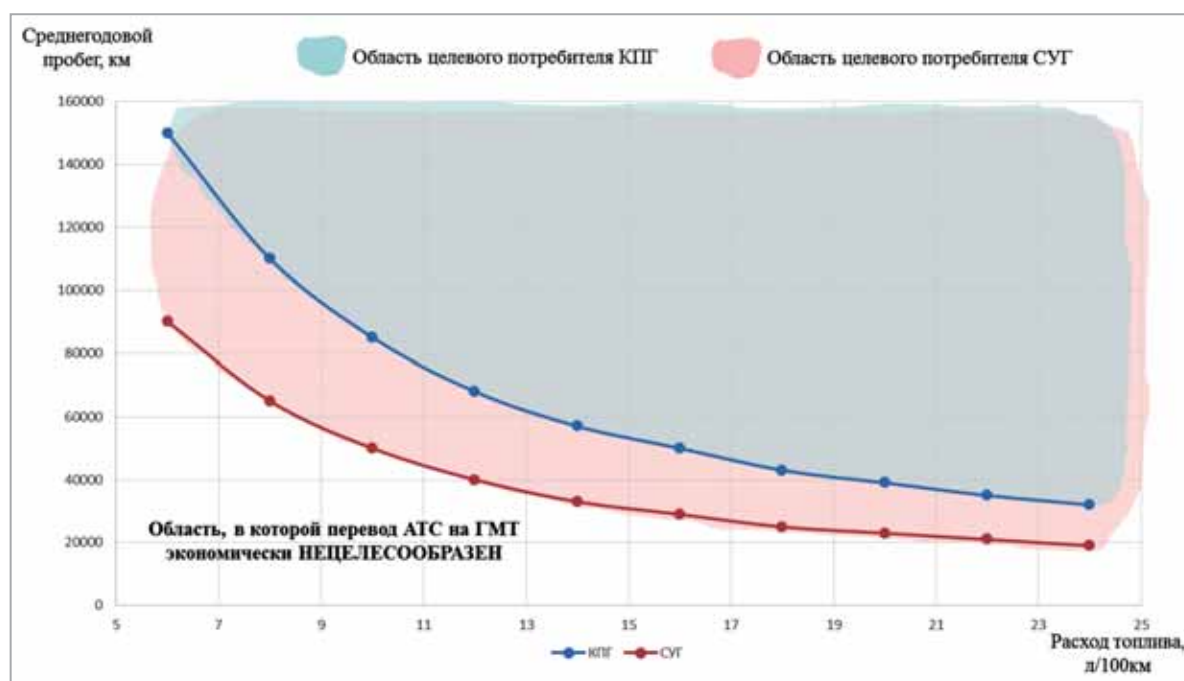


Рис. 13. Ключевые факторы, определяющие целесообразность перевода АТС на ГМТ

Следует отметить, что для оценки ключевых факторов, определяющих целесообразность перевода АТС на ГМТ, в качестве «опорного» ориентира, соответствующего ожиданиям потенциальных клиентов, принимались такие сочетания пробегов и расхода топлива, при которых затраты на переоборудование окупались в течение одного года.

Анализ данных, представленных на рис. 13, позволяет сделать следующие важные выводы:

- область применения СУГ с точки зрения потенциального потребителя значительно шире, чем область применения КПП;
- область применения КПП характеризуется более значительными пробегами и расходом топлива, что соответствует большегрузному автотранспорту, совершающему протяженные среднегодовые пробеги при перевозке пассажиров и грузов;
- та часть области применения СУГ, которая не пересекается с областью применения КПП, представляет собой в основном легковые автомобили и малый коммерческий транспорт, которые в совокупности формируют основу газобаллонного автопарка в РФ в настоящее время;
- область, в которой перевод автотранспорта на ГМТ экономически нецелесообразен, не является постоянной величиной, так как зависит от многих параметров – например, от ценового спреда между розничными ценами на бензины и ГМТ, стоимости ГБО и его последующего оформления, а также других социально-экономических условий.

Техническое регулирование перевода автотранспорта на КПП и СУТ

Как уже отмечалось, основу газобаллонного парка в РФ составляют автомобили, переоборудованные для работы на ГМТ. При этом установка ГБО на автомобиль квалифицируется в настоящее время как внесение изменений в его конструкцию, и поэтому данный вид деятельности регулируется «ТР ТС 018/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств», принятым решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 г. № 877 (ред. от 11.07.2016 г.).

С вступлением данного ТР ТС 018/2011 в силу с января 2015 года на розничном рынке ГМТ в РФ сложилась неблагоприятная ситуация в связи с ужесточением контроля за внесением изменений в конструкцию зарегистрированных в ГИБДД МВД РФ транспортных средств. Согласно требованиям ТР ТС 018/2011, владельцы автотранспортных средств, оборудованных ГБО в процессе эксплуатации, должны пройти сложную длительную и дорогостоящую процедуру получения «Свидетельства о соответствии транспортного средства с внесенными в его конструкцию изменениями требованиям безопасности» (рис. 14).

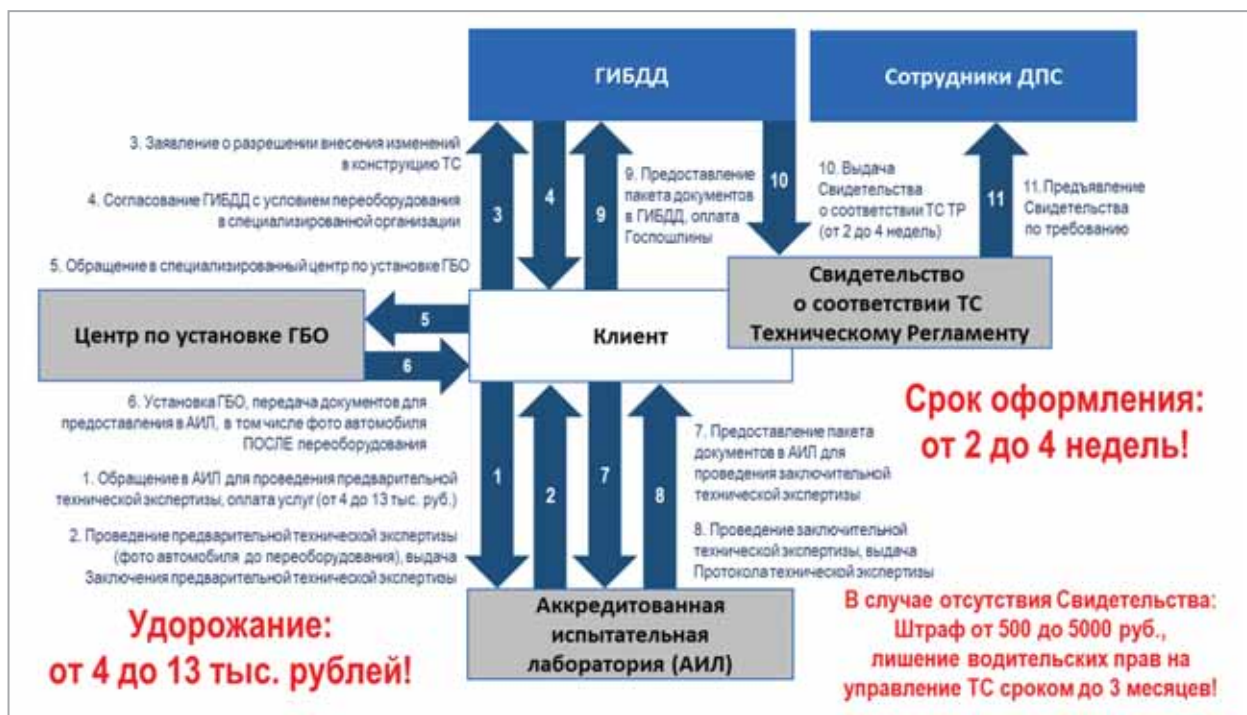


Рис 14. Порядок регистрационных действий в соответствии с требованиями ТР ТС 018/2011

В том случае, если собственник автотранспортного средства продолжает его эксплуатацию без необходимого оформления ГБО, то на основании пп. 1-1.1 Статьи 12.1 «Управление транспортным средством, не зарегистрированным в установленном порядке, транспортным средством, не прошедшим государственного технического осмотра или технического осмотра» Кодекса РФ об административных правонарушениях (редакция, действующая с 1 марта 2015 года) на него налагается административный штраф в размере до 5 тыс. рублей или он лишается права управления транспортными средствами на срок от 1 до 3 месяцев.

Следует отметить, что ужесточение требований к оформлению ГБО с момента вступления ТР ТС 018/2011 в силу вызвало широкий резонанс среди участников газомоторного рынка в РФ – владельцев газобаллонных автотранспортных средств, компаний-поставщиков ГБО и ГМТ, установщиков ГБО.

В соответствии с Положением, утвержденным постановлением Правительства РФ от 05.06.2008 г. № 438, Минпромторг России является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию, в том числе в области технического регулирования.

В соответствии с п. 1 постановления правительства РФ от 16.10.2015 г. № 1108 «Об уполномоченных органах РФ по обеспечению государственного контроля (надзора) за соблюдением требований ТР ТС 018/2011» МВД России является уполномоченным органом РФ по обеспечению государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технического регламента в отношении колесных транспортных средств, находящихся в эксплуатации на территории РФ.

Поэтому в адреса именно этих органов власти участниками газомоторного рынка были подготовлены многочисленные обращения со следующими предложениями о поэтапном упрощении порядка оформления ГБО:

- упростить в ближайшее время процедуру регистрации ГБО в рамках действующего ТР ТС 018/2011;
- в установленном законодательством Таможенного союза порядке внести необходимые изменения в ТР ТС 018/2011, согласно которым установку сертифицированного надлежащим образом ГБО не квалифицировать как изменение конструкции автотранспортного средства.

Несмотря на это в настоящее время процедура оформления ГБО остается без изменений.

Таким образом, с учетом данных, представленных на рис. 7 *, становится очевидно, что наибольшее негативное влияние ТР ТС 018/2011 оказал на автомобили, переоборудованные для работы на СУГ. Сложность прохождения процедуры оформления ГБО в совокупности с ее стоимостью привели в 2016 году к уменьшению числа переоборудования автомобилей более чем на 50 %, что означает потенциальное снижение объемов потребления ГМТ уже в ближайшей перспективе и в первую очередь – СУГ.

Нормативно-правовая база в РФ, стимулирующая развитие использования КПП и СУГ

За период 2013-2016 гг. с целью стимулирования развития использования газомоторных видов топлива правительством РФ были приняты следующие нормативно-правовые акты.

1. Распоряжение председателя правительства РФ Д.А. Медведева от 13 мая 2013 г. № 767-р.

Документом предусматривалась разработка комплекса мер, направленных на создание условий для доведения к 2020 году в субъектах РФ уровня использования природного газа в качестве моторного топлива на общественном автомобильном транспорте и транспорте дорожно-коммунальных служб в городах и населенных пунктах:

* Транспорт на альтернативном топливе, № 2 (56) 2017 г., стр. 13.

а) с численностью населения более 1000 тыс. человек – до 50 % общего количества единиц техники;

б) с численностью населения более 300 тыс. человек – до 30 % общего количества единиц техники;

в) с численностью населения более 100 тыс. человек – до 10 % общего количества единиц техники.

Данный документ направлен только на развитие использования КПП в качестве моторного топлива.

2. Перечень поручений Президента Российской Федерации от 11.06.2013 г. № Пр-1298 по итогам совещания по вопросу расширения использования газа в качестве моторного топлива 14 мая 2013 г.

Данным документом было поручено правительству РФ разработать всеобъемлющий комплекс мер, направленных на масштабное и долгосрочное развитие использования газомоторного топлива на различных видах транспорта. Согласно используемым в этом документе формулировкам он направлен на развитие использования всех видов газомоторного топлива.

3. Комплексный план мероприятий по расширению использования природного газа в качестве моторного топлива, утвержден заместителем председателя правительства РФ А.В. Дворковичем 14.11.2013 г. № 6819п-П9.

Документом предусматривалась разработка мероприятий по следующим направлениям:

- внедрение и эксплуатация техники, работающей на газомоторном топливе;
- реализация в субъектах РФ пилотных проектов по переводу транспортных средств на ГМТ;
- создание условий для производства в РФ техники, предназначенной для производства, хранения и использования ГМТ;
- реализация долгосрочной государственной политики в сфере ценообразования на газомоторное топливо.

Несмотря на то, что данный документ был подготовлен Минэнерго России во исполнение пункта 1 перечня поручений Президента РФ от 11.06.2013 г. № Пр-1298, в нем содержится четкая конкретизация вида газомоторного топлива, подлежащего развитию, и это КПП.

4. Поручение Президента РФ от 29.10.2015 г. № Пр-2227.

Документом предусматривается поручение председателю правительства РФ Д.А. Медведеву обеспечить выполнение мер, предусмотренных комплексным планом мероприятий по расширению использования газа в качестве моторного топлива, включив соответствующие мероприятия в государственные программы РФ.

Следовательно, данный документ также направлен на развитие использования КПП в качестве моторного топлива.

5. Постановление правительства РФ от 10.04.2015 г. № 338 об отмене государственного регулирования цены на природный газ, используемый в качестве моторного топлива.

Ранее постановлением правительства РФ «О неотложных мерах по расширению замещения моторных топлив природным газом» (от 15.01.1993 г. № 31) устанавливалась предельная отпускная цена на КПП, производимый АГНКС, в размере не более 50 % от цены реализуемого в данном регионе бензина А-76, включая НДС.

Несмотря на отмену государственного регулирования цены на КПП в настоящее время для участников газомоторного рынка целевым ориентиром установления

розничной цены КПП является 50 % от розничной цены дизельного топлива, реализуемого на том же локальном рынке.

6. Постановление правительства РФ от 07.12.2015 г. № 1339 о внесении изменений в подпрограмму «Развитие газовой отрасли» государственной программы Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики».

В документе в раздел «Целевые индикаторы и показатели подпрограммы» включены «расход сжатого газа на работу автотранспорта» и «количество автогазонаполнительных станций». Следовательно, данный документ направлен на развитие использования КПП в качестве моторного топлива.

Таким образом, из представленного обзора следует, что направление государственной политики РФ за прошедшие три года имеет выраженный приоритет в сторону развития использования в качестве моторного топлива именно природного газа.

В заключение сделаем некоторые выводы.

1. Каждый из данных видов газомоторного топлива (КПП и СУГ) имеет свои технико-эксплуатационные характеристики, определяющие достоинства и недостатки газобаллонных автомобилей на КПП и СУГ, в том числе и их экологические характеристики.

2. С точки зрения негативного воздействия на окружающую среду отработавших газов автомобилей КПП является экологически наиболее чистым топливом из всех видов углеводородных моторных топлив, получивших коммерческое развитие.

3. Доля использования СУГ в качестве моторного топлива в общем объеме потребления топлив на российском рынке существенно выше, чем аналогичный показатель у КПП, что отражает значимость такого сбытового канала в деятельности компаний-поставщиков СУГ.

4. Совокупная доля использования газомоторного топлива (СУГ и КПП) – относительно невелика и составляет всего 4 %. При этом СУГ в настоящее время в РФ используется примерно в 7 раз больше чем КПП (в пересчете на массовые характеристики).

5. Наибольшую долю (94 %) от общего числа существующих газозаправочных объектов в РФ в настоящее время составляют АГЗС (для СУГ). На долю АГНКС (для КПП) приходится только 6 %.

6. Примерно 97 % от общего числа газобаллонных автомобилей в РФ сегодня в качестве моторного топлива используют СУГ. На долю автомобилей, работающих на КПП, приходится только 3 %.

7. Газобаллонные автомобили заводского исполнения для работы на КПП примерно на 30 % дороже своих аналогов, предназначенных для работы на традиционном жидком моторном топливе. При этом удорожание газобаллонных автомобилей заводского производства, работающих на СУГ, составляет всего 4 %.

8. Строительство АГНКС (для КПП) в существующих социально-экономических условиях более чем в 5,5 раза (!) дороже строительства АГЗС (для СУГ), имеющей аналогичную пропускную способность по числу обслуживаемых автомобилей.

9. Малая маржа и большие инвестиции характеризуют проекты строительства АГНКС как менее привлекательные в сравнении с проектами строительства АГЗС, где маржа вдвое выше, а размер необходимых инвестиций в 5,5 раза ниже.

10. В сложившихся социально-экономических условиях в РФ на формирующемся розничном рынке КПП существует значительный разрыв между нижней (18,6 руб./м³) и верхней (14,6 руб./м³) границами розничной цены КПП.

Это не позволяет сформировать взаимовыгодные условия одновременно для компаний-поставщиков КПП и потенциальных потребителей КПП, что является основным сдерживающим фактором, препятствующим масштабному развитию использования КПП в качестве моторного топлива.

11. Газобаллонное оборудование для КПП в настоящее время является более дорогостоящим, трудоемким в установке и в несколько раз более тяжелым, чем ГБО для СУГ, что означает потерю полезной грузоподъемности автомобиля. При этом автомобиль, переоборудованный для работы на КПП, имеет вдвое меньший запас хода в сравнении с аналогичным автомобилем, переоборудованным для работы на СУГ.

12. Ключевыми факторами газомоторного рынка (которые, с одной стороны, определяют экономическую целесообразность установки ГБО, а с другой – позволяют сегментировать целевого потребителя каждого вида газомоторного топлива) являются расход топлива автотранспортными средствами и величина среднегодового пробега.

13. Сложность процедуры оформления ГБО (в связи с вступлением в силу ТР ТС 018/2011) в совокупности с ее высокой стоимостью в 2016 году привели к уменьшению количества переоборудований автомобилей более чем на 50 %, что означает уже в ближайшей перспективе потенциальное снижение объемов потребления ГМТ, и в первую очередь СУГ.

14. Анализ нормативно-правовых актов, принятых правительством РФ за период 2013-2016 гг. с целью стимулирования развития использования газомоторных видов топлива, показывает выраженный приоритет природному газу.

Предложения по развитию рынка ГМТ в РФ

С учетом совокупности факторов, определяющих потенциал применения различных видов ГМТ, предлагается сформулировать стратегию развития газомоторного рынка РФ следующим образом:

- принять, что КПП и СУГ являются не конкурирующими, а дополняющими друг друга видами газомоторного топлива, каждый из которых имеет своего целевого потребителя и сегмент рынка;
- развитие КПП в качестве моторного топлива должно осуществляться преимущественно в сегменте грузопассажирских перевозок, который в настоящее время в РФ представлен автотранспортными средствами, работающими на дизельном топливе (магистральные грузовые тягачи, пассажирские автобусы и сельхозтехника);
- дальнейшее развитие СУГ в качестве моторного топлива целесообразно осуществлять в сегменте легкового и малого коммерческого автотранспорта, где в настоящее время в качестве моторного топлива в основном используются бензины;
- для автотранспорта, имеющего одинаковый потенциал перевода как на КПП, так и на СУГ, решение вопроса о выборе вида газомоторного топлива должно приниматься с учетом индивидуальных особенностей каждого локального рынка – развитости (или возможности развития) газозаправочной инфраструктуры, логистики, условий грузопассажирских перевозок и других.

Совместное расширение использования КПП и СУГ в качестве моторного топлива будет способствовать устойчивому развитию экономики России за счет возможности более эффективного экономического роста хозяйствующих субъектов при снижении негативного воздействия на окружающую среду с целью ее сохранения для будущих поколений.

Аммиак – перспективное моторное топливо для безуглеродной экономики

32

А.Ю. Климентьев, разработчик и руководитель нефтегазовых проектов, Экономическая лаборатория Александра Климентьева,
А.А. Климентьева, химик-технолог, Экономическая лаборатория Александра Климентьева

В статье рассматриваются мировой опыт применения аммиака на транспорте и исследования по использованию аммиака в концепции развития безуглеродной экономики. Определена возможность производства аммиака безуглеродным способом и использования его на транспортных средствах в России.

Во всем мире проводятся работы по поиску альтернативных топлив, которые позволили бы снизить уровень воздействия на окружающую среду. Замена углеродного цикла на азотный позволяет снизить потребление нефтепродуктов на транспорте и выбросы парниковых газов. Работы по производству аммиака без использования углеводородного сырья ведутся научными и инженерными группами в разных странах.

Ключевые слова:

аммиак, альтернативное топливо для транспортных средств, аккумулятор энергии, изолированные энергетические районы, парниковые газы, Парижское соглашение.

При поиске альтернативных топлив, которые могут заменить нефтяные топлива, следует принимать во внимание качества топлива, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Требования к альтернативным топливам и конкурентные позиции аммиака

Критерий	Описание	Показатели	
		Аммиак	Дизельное топливо
Энергоемкость	Содержание энергии, МДж/л	11,62	36,10
Полнота использования	Соотношение между полезным объемом и неснижаемым остатком топлива в емкости (например, для КПП – полнота использования топлива 80 %, неснижаемый остаток 20 %)	До 100 %	До 100 %
Делимость	Возможность распределения на части с сохранением энергетических свойств	Удовлетворительно	Хорошо

Доступность	Массовое производство и возможность распределения по большим территориям или локализация производства	Хорошо	Отлично
Универсальность	Возможность эффективной эксплуатации в различных климатических зонах и сезонах	Отлично	Отлично
Сохранность в течение продолжительного времени	Резервы топлива	Отлично	Отлично
Взаимозаменяемость	Незначительная модернизация существующего оборудования	Хорошо	Хорошо
Экологичность	Минимизация воздействия на окружающую среду	Отлично	Удовлетворительно

Экономическая лаборатория Александра Климентьева

Аммиак может выступать в качестве топлива для транспортных средств и стационарных систем энергообеспечения. Дополнительным преимуществом аммиака является возможность его использования в качестве удобрения.

Энергоносители на основе азота позволяют осуществить перевод энергетического цикла с углеродного, связанного с добычей и переработкой углеводородного сырья, выбросами парниковых газов, на азотный цикл, основанный на возобновляемом сырье – воде и воздухе (рис. 1).

Использование аммиака в качестве моторного топлива соответствует современным инициативам по развитию энергоэффективных и экологически дружелюбных технологий, в том числе и в малой химии. Безуглеродное топливо может быть включено в исполнение обязательств Российской Федерации по Парижскому соглашению по климату.

Получение аммиака и его физико-химические свойства

По итогам 2015 года более 1,8 % всех мировых энергетических ресурсов были использованы для синтеза аммиака. Российская Федерация входит в перечень крупнейших производителей этого вещества.

Аммиак является продуктом крупнотоннажного производства и традиционно вырабатывается с использованием газа и угля. В последнее время активно проводятся работы по поиску альтернативного способа синтеза аммиака с использованием полностью возобновляемого сырья – воздуха, воды и электрической энергии от возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Локализация производства этого продукта без использования газа в отдельных районах обеспечивает создание резервов топлива в виде аммиака, что дополнительно удовлетворяет потребности сельскохозяйственных предприятий в удобрениях, а промышленности – в сырье. Использование избыточных энергетических мощностей и ВИЭ позволит получать приемлемый по себестоимости аммиак и обеспечивать условия для долгосрочного развития транспорта, энергетики, промышленности и сельского хозяйства.

Промышленный способ получения аммиака основан на прямом взаимодействии водорода и азота:



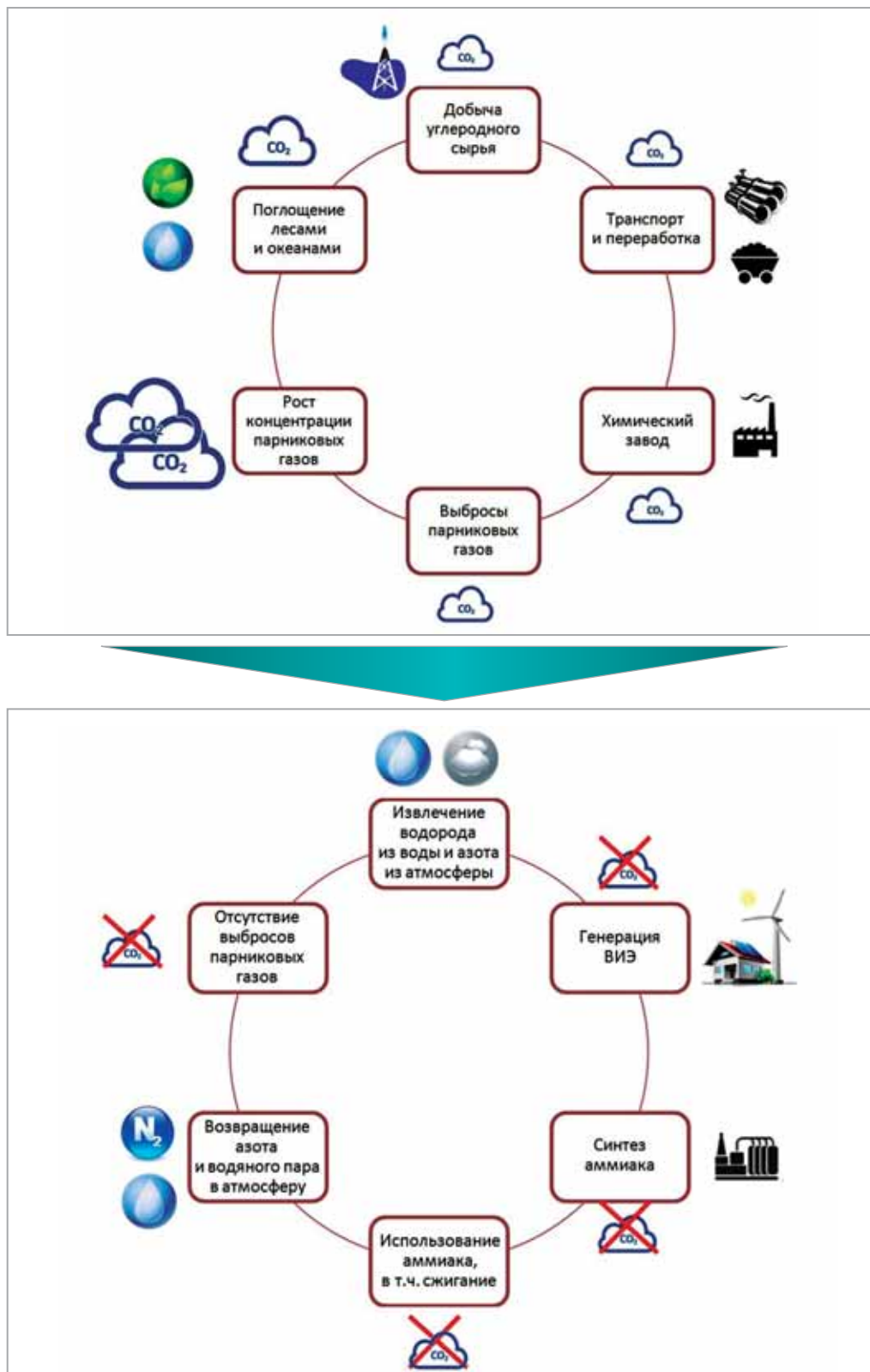


Рис. 1. От углеродного к безуглеродному энергетическому циклу (ВИЭ – возобновляемые источники энергии)

Экономическая лаборатория Александра Климентьева

Эта реакция называется по имени авторов – процесс Габера–Боша.

Современный процесс получения аммиака основан на его синтезе из азота и водорода при температурах 380...450 °С и давлении 20...30 МПа с использованием железного катализатора. Азот получают из воздуха, водород – через риформинг метана и воды либо в процессе газификации угля. В безуглеродном способе водород получается путем электролиза воды.

Аммиак производится в виде жидкости под давлением. Сжиженный безводный аммиак выпускают трех марок:

А – для производства азотной кислоты и азотирования, в качестве хладагента, для создания защитных атмосфер;

Ак – для поставок на экспорт и транспортировки по магистральному аммиакопроводу; для переработки на удобрения и использования в сельском хозяйстве в качестве азотного удобрения;

Б – для переработки на удобрения и использования в сельском хозяйстве в качестве азотного удобрения.

Аммиак имеет широкий спектр использования в промышленности, медицине и сельском хозяйстве. В последнее время он рассматривается в качестве химического аккумулятора энергии для энергообеспечения и моторного топлива. Для энергетических целей подходит аммиак любой марки по ГОСТ 6221–90 (табл. 2), и не требуется изменений в нормативную документацию, определяющую требования к аммиаку.

Таблица 2

Основные показатели аммиака жидкого безводного ГОСТ 6221–90

Наименование показателя	Норма для марки		
	А ОКП 21 1461 0100	Ак ОКП 21 1461 0200	Б ОКП 21 8192 0100
Массовая доля аммиака, %, не менее	99,9	99,6	99,6
Массовая доля азота, %, не менее	–	82	82
Массовая доля воды (остаток после испарения), %	–	0,2...0,4	0,2...0,4
Массовая доля воды (метод Фишера), %, не более	0,1	–	–
Массовая концентрация масла, мг/дм ³ , не более	2	2	8
Массовая концентрация железа, мг/дм ³ , не более	1	1	2
Массовая доля общего хлора, млн ⁻¹ (мг/кг), не более	–	0,5	–
Массовая доля оксида углерода (IV), млн ⁻¹ (мг/кг), не более	–	40	–

История использования аммиака на транспорте

Аммиак имеет значительные шансы стать элементом безуглеродной энергетики будущего, так как при его сгорании в воздухе образуется только азот и вода. Горение аммиака может быть описано следующей формулой [1]:



При этом имелись примеры использования аммиака в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания в прошлом (табл. 3).

Таблица 3

История использования аммиака на транспортных средствах

Год	Разработчик	Страна	Описание
1933	Norsk Hydro	Норвегия	Нет данных
1943	Gazamo	Бельгия	Топливная смесь аммиака и угольного газа
1965	US Army	США	Аммиак для обеспечения техники в зоне боевых действий
2007	NH3car	США	Аммиак
2013	Marangoni Toyota GT86	Италия	Аммиак и СУГ
2013	AmVeh x250	Корея	30 % дизельное топливо 70 % аммиак
2015	Solarhydrosystem	США	Аммиак и водород

Экономическая лаборатория АлександрА Климентьева

Первый концепт был разработан в США еще в XIX веке (рис. 2).

Практические примеры использования аммиака в качестве моторного топлива пришли на XX-й и начало XXI веков.

1943 год, Бельгия. Автобусные маршруты

Во время второй мировой войны общее число переведенных на аммиак транспортных средств превысило 100 единиц, в том числе несколько автобусов в Бельгии использовали аммиак в качестве моторного топлива [1]. Первый автобус с использованием аммиака начал работу в апреле 1943 года. Всего восемь автобусов на трех линиях проехали несколько десятков тысяч миль (рис. 3).

Для перевода транспортных средств на использование аммиака применялось оборудование Gazamo (рис. 4), которое тестировалось на дорогах во время суровой зимы 1941-1942 гг. Бельгийский проект стал первым примером масштабного использования аммиака в качестве моторного топлива, когда около 100 единиц машин были оснащены оборудованием для его использования.

В качестве топлива использовалась смесь угольного газа и аммиака. На газе осуществлялся запуск транспортного средства, и после прогрева двигателя в топливную систему подавался аммиак.

Топливная система представлена системой подачи угольного газа (рис. 5, правая часть на схеме) и газобразного аммиака (рис. 5, левая часть).



Рис. 2. Рисунок трамвая с двигателем на аммиаке на маршруте в Новом Орлеане (США), 1871 год (художник A.R. Waud)



Рис. 3. Фотография бельгийского автобуса на аммиаке во время Второй мировой войны, оснащенного оборудованием для использования аммиака, емкость для хранения аммиака размещена на передней части автомобиля, а цилиндры с газом на крыше автобуса [1]

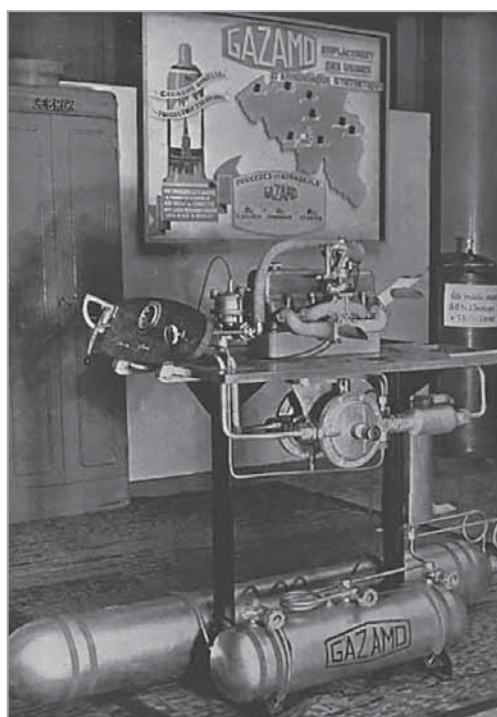


Рис. 4. Фото стенда Gazamo на выставке альтернативных топлив в Брюсселе 1942 года. Спереди размещен цилиндр с жидким аммиаком, а на заднем плане один баллон с сжатым углекислым газом. В правом углу находится еще один баллон с аммиаком. Карта на стене показывает расположение восьми заводов по производству аммиака в Бельгии с общей мощностью 230 тыс. т аммиака в год [1]

Водитель путем использования клапанов K1 (расход газа) и K2 (расход аммиака) регулировал состав топливной смеси.

После года эксплуатации с одного из автобусов с пробегом более 10 тыс. миль был снят двигатель и подвергнут тщательному исследованию, показавшему полную сохранность основных деталей и отсутствие следов коррозии на частях двигателя, которые контактировали с выхлопными газами. По факту меньший износ, чем обычно, был у цилиндров, клапанов и выводного коллектора. Не было зафиксировано потери мощности, повышенного расхода масла и смазочных материалов.

За два года эксплуатации описан лишь один инцидент с транспортными средствами на аммиаке. Он связан с частным автомобилем, во время заправки которого часть аммиака вылилась из баллона, что привело к повреждению деталей автомобиля.

После завершения Второй мировой войны, когда дефицит нефтяных топлив закончился, использование аммиака прекратилось.

1965 год, США. Аммиак – топливо для боевых машин

В 1965 году армия США проводила исследования возможностей применения

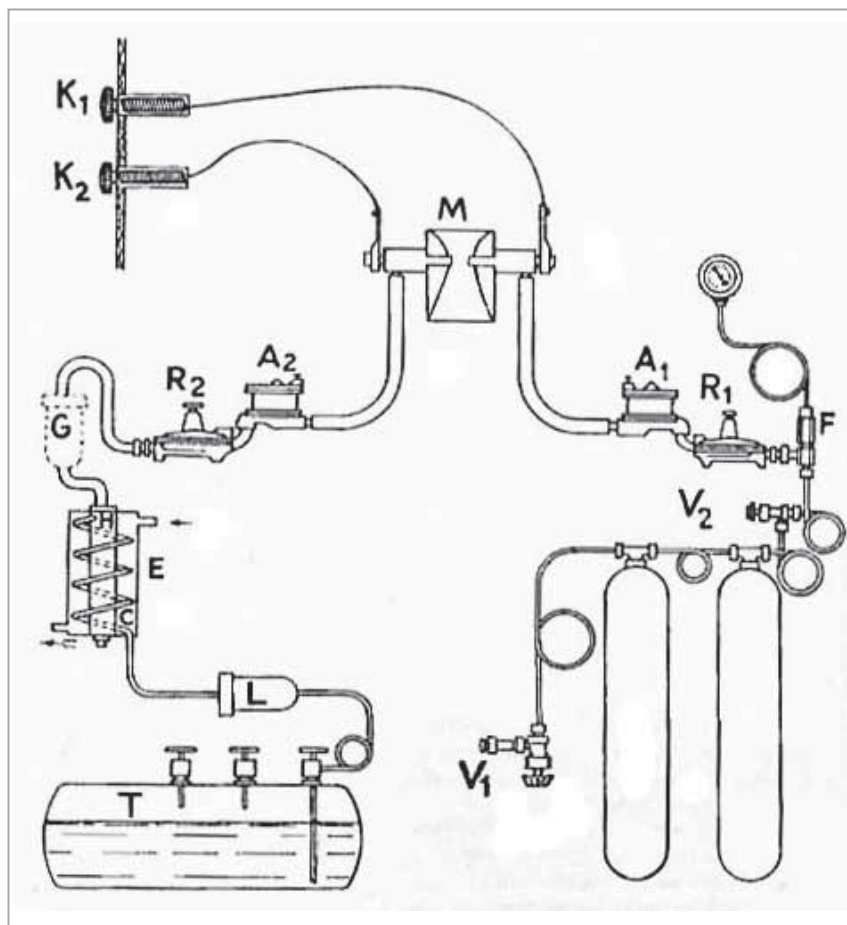


Рис. 5. Схема топливной системы, применявшейся в Бельгии в 1943 году [1]

химически синтезированных веществ для использования в двигателях внутреннего сгорания боевой техники [2]. В качестве вариантов химически синтезированных топлив рассматривались водород, аммиак, гидразин и перекись водорода. Концепция производства топлив непосредственно на месте с использованием воды, воздуха, электрической энергии получила название Мобильного энергетического хранилища (Mobile Energy Depot – MED).

Наиболее подходящим веществом для использования в двигателях боевой техники оказался аммиак. Предполагалось использовать энергию мобильной атомной электростанции, разворачиваемой в районе проведения боевой операции, для получения этого топлива.

Теоретическая оценка показала возможность достижения 77 % мощности при использовании в качестве топлива исключительно аммиака. При этом из-за меньшей плотности требовалось аммиака в два раза больше по объему по сравнению с углеводородными топливами.

В условиях 1965 года была подтверждена возможность заправлять аммиаком машины с топливной системой, использующей углеводородные топлива (рис. 6).

По причине высокого порога воспламенения аммиака для обеспечения стабильной работы двигателя с искровым зажиганием часть аммиака разлагается на водород и азот, которые затем образуют топливную смесь с газообразным аммиаком. Стабильная работа двигателя достигалась при доле водорода 2...3 % по массе.

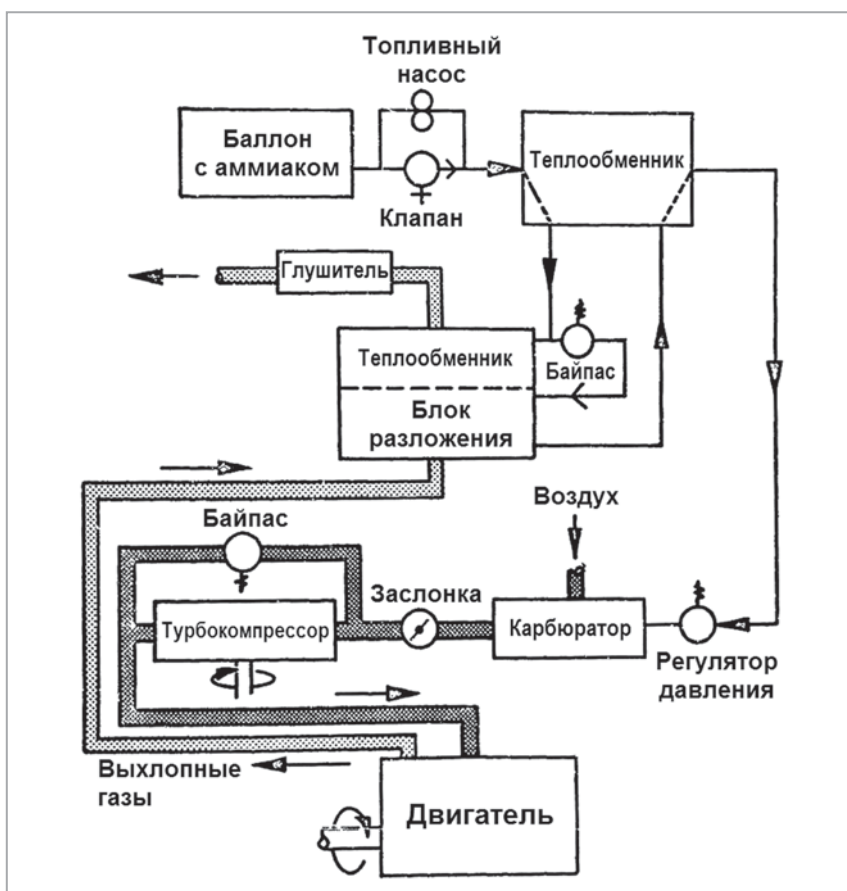


Рис. 6. Схема размещения в автомобиле топливных баков и топливной системы, разработанной для армии США [2]

Для двигателей, работающих в дизельном цикле, прямое использование аммиака затруднительно. Но при смешении паров дизельного топлива (ДТ) и аммиака данная проблема снимается. Испытания на двигателе Vee Twin 1790 проходили при соотношении 4 % дизельного топлива и 96 % аммиака. На такой смеси мощность двигателя была больше, чем при работе на дизельном топливе. Это объяснялось более эффективным использованием воздуха при сжигании топливной смеси аммиака и дизеля.

В результате работы получены следующие результаты:

1. Перевод на использование аммиака возможен для бензиновых и дизельных двигателей. Необходима глубокая модификация двигателей. Для двигателей с зажиганием при сжатии перевод на использование аммиака предпочтителен при битопливном режиме.
2. При использовании аммиака требуются топливные емкости большей массы и давления, что приводит к увеличению массы и размеров транспортного средства и, следовательно, к снижению полезной нагрузки.
3. При использовании транспортных средств, работающих на аммиаке, возможна существенная экономия.

1985 год, СССР

Нам не известны подробности практических испытаний и работ по использованию аммиака как моторного топлива в СССР. Тем не менее проводились стендовые

испытания и технико-экономические оценки такой возможности.

В проведенном исследовании, результаты которого опубликованы в журнале «Катера и яхты» в 1985 году [3], были зафиксированы невысокие энергетические показатели аммиака по сравнению с бензином и водородом, но при этом более высокая энергоплотность по сравнению с тем же водородом. Вследствие низкой скорости горения и высокой температуры воспламенения требуется повышенная энергия зажигания. В связи с этим предлагалось для воспламенения применять высокотемпературные свечи с большим искровым промежутком и мощные индукционные катушки зажигания, а также плазменное зажигание.

Для ускорения сгорания аммиачно-воздушной смеси предложено использовать сферическую камеру сгорания в поршне и свечу зажигания с удлиненными электродами (рис. 7). При использовании системы зажигания от магнето, степени сжатия 12...16 и искровом промежутке между электродами свечи 0,2...0,3 мм было получено устойчивое зажигание. Однако из-за медленного сгорания аммиачной смеси двигатель мог работать на ограниченной частоте вращения коленчатого вала – не более 3000 мин⁻¹. Впрыск небольшого количества водорода (около 1,5 %) позволил увеличить частоту вращения до 4500 мин⁻¹.

Расчет технико-экономических показателей автомобиля ЗИЛ-130 при работе на бензине, аммиаке и водороде выявил некоторое преимущество аммиака (с учетом сложности эксплуатации криогенной системы хранения водорода).

Ускорению процесса воспламенения и горения аммиака способствуют впрыск запального топлива или добавка активизирующих присадок (в том числе газов). Улучшению сгорания аммиака способствует добавка таких высокооктановых газов, как водород и ацетилен. Установлено, что добавка 6...10 % водорода обеспечивает устойчивое сгорание аммиака, начиная со степени сжатия 21 и температуры на впуске 65 °С. Еще более эффективна добавка ацетилена в количестве 15...20 %, позволяющая снизить степень сжатия

до 16 и уменьшить жесткость работы двигателя.

В продуктах сгорания аммиака может содержаться только один токсичный компонент – оксиды азота. В статье [3] приводится ссылка на данные исследования, которое проведено в университете штата Теннесси (США) на стандартном двигателе при частоте вращения 2000 мин⁻¹ при полностью открытой дроссельной заслонке и составе смеси, характеризующем отношением топлива к воздуху 7,6 ($\alpha = 1,24$). Это исследование показало незначительное содержание оксидов азота в отработавших газах.

2007 год, США. Автопробег от океана к океану [4]

В 2007 году был осуществлен успешный пробег из Детройта в Сан-Франциско на переоборудованном для

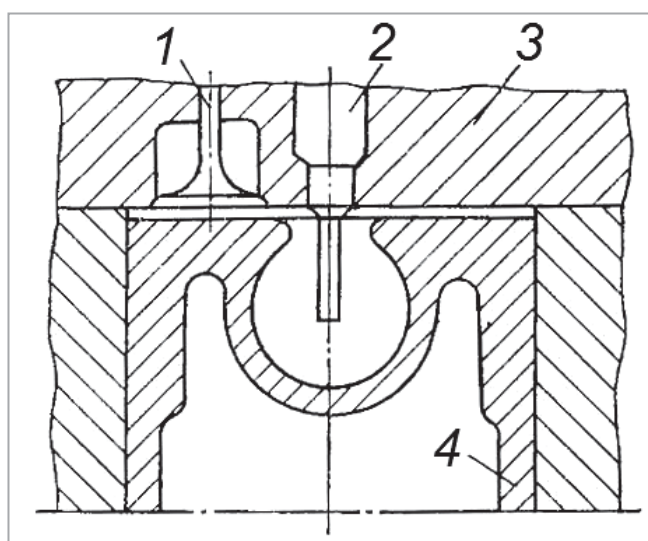


Рис. 7. Модифицированная камера сгорания для аммиачного топлива [3]:

1 – клапан; 2 – свеча зажигания с удлиненными электродами; 3 – головки цилиндров; 4 – поршень со сферической камерой



Рис. 8. Автомобиль, участвовавший в пробеге из Детройта в Сан-Франциско

использования аммиака автомобиле (рис. 8). В качестве топлива использовался аммиак и бензин.

2013 год, Италия. Спорткар Toyota [5]

В 2013 году бюро Marangoni представило автомобиль Toyota GT86-R (рис. 9), использующий в качестве топлива аммиак. Модель была оснащена топливной системой с возможностью использования двух топлив – СУГ и аммиака.

Топливная система на аммиаке разрабатывалась компанией Bigas International, которая более 40 лет специализируется на альтернативных источниках энергии.



Рис. 9. Спорткар Marangoni Toyota GT86-R

2013 год, Корея. Битопливный автомобиль

В 2013 году Корейский институт энергетических исследований представил автомобиль AmVeh x 250, работающий на аммиаке (рис. 10).

В качестве топлива используется смесь, состоящая из 30 % бензина и 70 % аммиака. По результатам испытания установлено снижение выбросов углекислого газа на 70 %.

По оценкам Корейского института энергетических исследований, если 20 % всех автомобилей Южной Кореи будут использовать подобную топливную смесь, то выбросы парниковых газов можно уменьшить на 15 % в год.

Для использования аммиачно-бензиновой топливной смеси требуются незначительные изменения в топливной системе автомобиля (рис. 11).

2014 год, Швеция. Университет Чалмерс

В 2014 году технологическим университетом Чалмерс (Chalmers University



Рис. 10. Автомобиль AmVeh x25

of technology) по заказу компании Volvo была выполнена работа по оценке возможностей использования топлив на основе азота в двигателях внутреннего сгорания [6]. Эта работа одна из первых в исследовании Volvo Car Corporation в этом направлении. Задача замещения заключается в поиске топлива, которое могло бы заместить нефтепродукты без необходимости масштабного изменения конструкции двигателя внутреннего сгорания (с воспламенением от сжатия).

Топлива на основе азота использовались и ранее, но в основном в специализированных областях, например, при космических полетах и в газовых турбинах, которые должны постоянно работать на максимальной мощности (табл. 4).

По мнению авторов, наиболее подходящими топливами для транспортных средств являются аммиак, топливные смеси на основе аммиака, гидразин и жидкий азот.

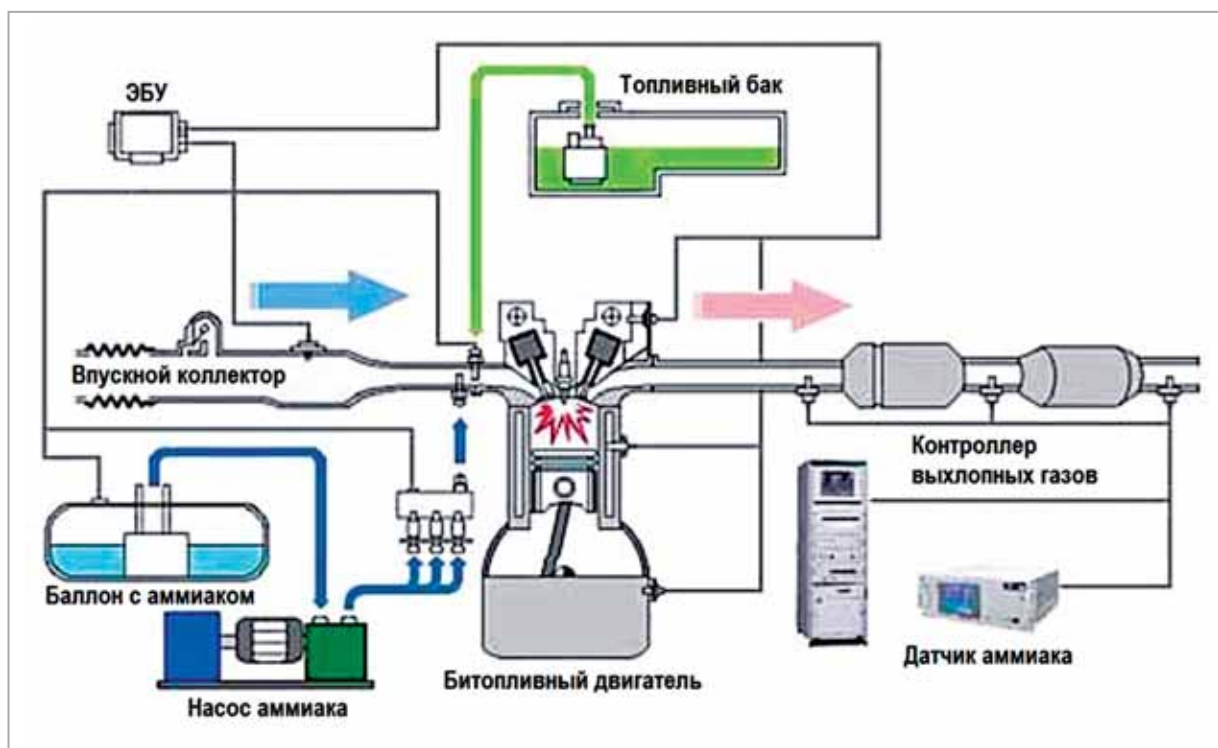


Рис. 11. Топливная система автомобиля AmVeh x250

Аммиак может использоваться в качестве топлива на двигателях как с искровым зажиганием, так и с зажиганием от сжатия. Для бензиновых двигателей возможно получение топливной смеси аммиака с водородом и бензином, при этом доля водорода может быть 3...5 % относительно аммиака.

В Италии работает прототип двигателя мощностью 15 кВт на смеси водорода и аммиака для подзарядки батарей. Оптимальная доля водорода при полной

Специализированные азотосодержащие топлива

Топливная смесь	Химическая формула	Применение
Перхлорат аммиака + триметил аммония перхлорат	$\text{NH}_4\text{ClO}_4 + \text{C}_{17}\text{H}_{26}\text{ClN}_3\text{O}_6\text{S}$	Лабораторные испытания возможности использования в двигателях внутреннего сгорания
Аммиачная селитра + аммиак	$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_3$	Лабораторные испытания воз- можности использования в двигателях внутреннего сгорания и на газовых турбинах
Гидразин + ММН / UDVH + гидрат гидразина + карбамид / аммиачная смесь + металлические гидриды	$2\text{N}_2\text{H}_4 + \text{CH}_3(\text{NH})\text{NH}_2/\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2$ + $\text{H}_6\text{N}_2\text{OCO}(\text{NH}_2)_2 / \text{NH}_3$ + металлические гидриды	Лабораторные испытания возможности использования в качестве топлива
Гидразин / UDMH / ММН + NO	$\text{N}_2\text{H}_4 / \text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2 / \text{CH}_3(\text{NH})\text{NH}_2$ + NO	Ракетное топливо

и 50%-ной нагрузках составляет 7 и 11 % соответственно. При 10%-ной доле водорода повышается уровень NO_x и требуется дополнительная очистка выхлопных газов.

Рекомендованная доля бензина в топливных смесях составляет 30 %.

Для дизельных двигателей возможны топливные смеси с ДТ, диметилловым эфиром и биодизелем. Рекомендуемые пропорции смешения 40...60 % аммиака с 60...40 % дизельного топлива, при этом стабильная работа двигателя возможна при добавке всего 5 % ДТ.

Также проведена оценка использования аммиака в топливных элементах (ТЭ). Аммиак повреждает топливные элементы РЕМ, но может расщепляться на алкалиновых ТЭ при соответствующем развитии технологий. И, следовательно, может использоваться только на ТЭ типа SOFC (Solid Oxide Fuel Cell). Это ограничивает возможности использования на транспорте по причине хрупкости керамических частей SOFC.



Рис. 12. Проект Solar Hydrogen System: слева солнечные панели и оборудование для производства аммиака; в центре – трактор, работающий на водородно-аммиачной топливной смеси

2015 год, США. Solar Hydrogen System

В США реализован проект изолированной фермы, которая за счет солнечной энергии полностью обеспечена удобрениями и топливом (рис. 12) [7].

Аммиак получается путем синтеза из водорода и азота. Энергообеспечение осуществляется от собственной солнечной электростанции мощностью 8,1 кВт.

Водород получается электролизом с общей производительностью 1,12 м³/ч при давлении 1,35 МПа, потом сжимается до давления в 24 МПа. Для водорода и азота имеются промежуточные накопительные емкости. Перед реактором син-



Рис. 13. Трактор, использующий водород и аммиак [7]

теза аммиака азотоводородная смесь сжимается до 23,8 МПа и хранится в шести цилиндрах. Реактор действует при температуре 450...500 °С и давлении 23,8 МПа. Общая производительность установки синтеза составляет 4...4,5 т аммиака в год.

Установка обеспечивает потребности фермы общей площадью 320 акров (129,5 га) в топливе и удобрениях. При этом обеспечивается норма внесения аммиака в количестве 196 кг/га (175 фунтов/акр).

Для работ на ферме используется трактор, работающий на смеси водорода и аммиака (рис. 13).

Литература

1. Ammonia – a fuel for motor buses, Emeric Kroch D.Sc. // Journal of the Institute of Petroleum. – 1945.
2. The theory of operation of an ammonia burning internal combustion engine. Charles G. Garabedian and John H. Johnson HQ US Army tank-automotive center Warren, 1965.
3. Морозов Г. Аммиак — дешевое малотоксичное горючее // Катера и Яхты. – 1985. – № 115.
4. www.nh3car.com
5. <http://tyre.marangoni.com/en/Tuning/Progetti/GT86EcoExplorer/Descrizioneauto.aspx#WKLMH6DvUxC>
6. Ammonia as fuel for internal combustion engines? An evaluation of the feasibility of using nitrogen-based fuels in ICE, Chalmers, Emtiaz Ali Brohi, 2014.
7. www.solarhydrogensystem.com
8. <https://nh3fuelassociation.org>
9. В России разработали ракетный двигатель на аммиаке // Известия. – 2012. – 4 мая.
10. Combustion and emissions characteristics of a compression-ignition engine using dual ammonia-diesel fuel. Aaron Reiter Iowa State University, 2009.
11. Takashi Saika, Mitsuho Nakamura, Tetsuo Nohara, Shinji Ishimatsu. Study of Hydrogen Supply System with Ammonia Fuel // JSME International Journal. – 2006. – Series B, Vol 49, No 1.
12. Potential Roles of Ammonia in a Hydrogen Economy. A study of Issues Related to the Use Ammonia for On-Board Vehicular Hydrogen Storage, US Department of Energy, 2006.
13. Jeffrey Ralph Bartels. A feasibility study of implementing an Ammonia Economy, Iowa State University, 2008.

Окончание в следующем номере.

Перспективы применения альтернативных источников энергии и тепла на сети автомобильных дорог

Я.В. Васильев, доцент кафедры наземных транспортно-технологических машин Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, к.т.н.,

Е.Е. Медрес, доцент кафедры транспортных систем Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, к.э.н.,

Е.В. Голов, студент магистратуры кафедры наземных транспортно-технологических машин Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета

В статье рассматривается возможность применения альтернативных источников энергии и тепла при проектировании, строительстве, реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог России. Изучены географические, экологические, технико-экономические и климатические факторы, влияющие на эффективность мер по обеспечению автомобильных дорог альтернативными источниками электрической энергии и тепла.

Ключевые слова:

альтернативные источники энергии и тепла, традиционные энергоисточники, энергоустановки, технико-экономическое обоснование.

Проблема энергетической безопасности для многих стран мира, и в том числе для России, является одной из важнейших. Ее решение требует рассмотрения всех возможных альтернативных источников энергии с учетом тенденций развития мировой энергетики. Альтернативными источниками энергии являются все источники, кроме нефти, газа, угля, энергии речных вод и атомной энергии. Альтернативными источниками энергии также принято считать и возобновляемые источники энергии (ВИЭ).

По прогнозам, к 2040 г. общее потребление энергии в мире достигнет 13,5 млрд т нефтяного эквивалента

(н.э.), а вклад всех ВИЭ составит 6,44 млрд т н.э. Нельзя не отметить высокие темпы развития использования различных ВИЭ. За период с 1995 по 2000 г. среднегодовые темпы роста ветроэнергетики составили 29,8 % по отношению к предыдущему году, за этот же период среднегодовой рост производства фотоэлементов достиг 24,85 %, геотермальной энергетики – 6,8 %, гидроэнергетики – 1,7 %. Для атомной энергетики и ископаемых видов топлива средние темпы роста на порядок ниже фотоэлектричества и ветроэнергетики. Так, среднегодовой прирост составил: для атомной энергетики 1,3 %, природного газа – 2,6 %, нефти – 1,1 %, угля – 0,9 %.

Экономический потенциал ВИЭ на территории России, выраженный в тоннах условного топлива, по видам источников составляет: энергия Солнца – 12,5 млн, энергия ветра – 10 млн, тепло Земли – 115 млн, энергия биомассы – 35 млн. Всего – 172,5 млн. Эти источники по объему перекрывают примерно 30 % объема потребления топливно-энергетических ресурсов в России [1, 2].

В настоящее время в Российской Федерации ведутся масштабные работы по развитию сети автомобильных дорог. Особое внимание при их проектировании, строительстве, реконструкции и капитальном ремонте уделяется вопросам обеспечения безопасности движения, одним из важных элементов которого является, в частности, освещенность трассы, особенно на опасных участках дорог. По данным Росавтодора, ежегодно до 30 % аварий происходит из-за плохой освещенности дорог. Проблема освещения опасных участков вдали от постоянных источников электроэнергии решается специалистами отрасли путем установки альтернативных источников ее получения непосредственно в полосе отвода (земельные участки независимо от их категории, предназначенные для размещения конструктивных элементов, дорожных сооружений и объектов дорожного сервиса) автомобильной дороги как на элементах обустройства, так и на искусственных сооружениях.

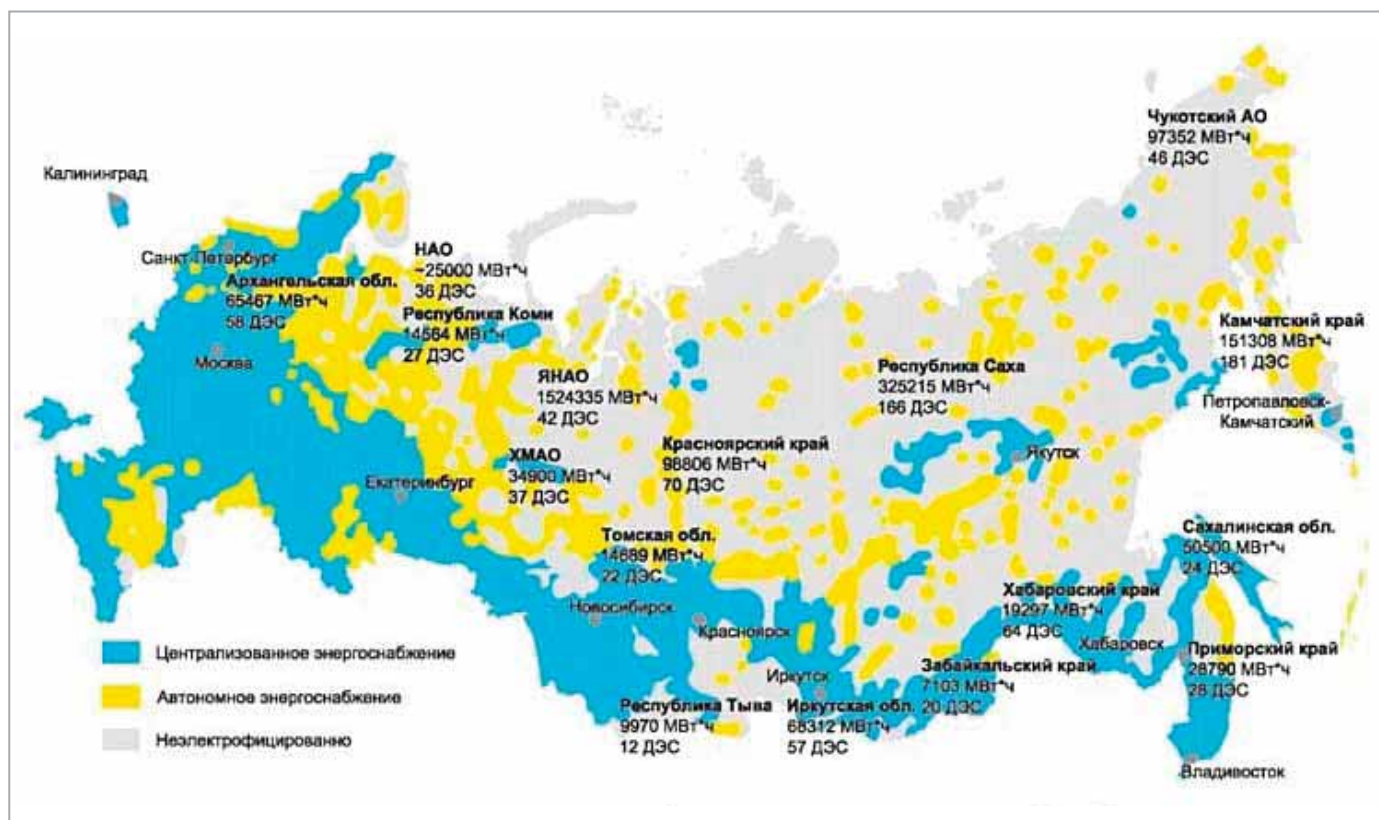
Целесообразность и масштабы использования возобновляемых источников энергии определяются в первую очередь их экономической эффективностью и конкурентоспособностью по отношению к традиционным энергетическим технологиям. Основными преимуществами ВИЭ по сравнению с энергоисточниками на органическом топливе являются практическая неисчерпаемость ресурсов, повсеместное распространение многих из них, отсутствие топливных затрат и выбросов

вредных веществ в окружающую среду. Однако они, как правило, более капиталоемкие, и их доля в общем энергопроизводстве пока невелика (за исключением гидроэлектростанций). Согласно большинству прогнозов, эта доля останется умеренной и в ближайшие годы. Вместе с тем во многих странах мира возрастает интерес к разработке и внедрению нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Это объясняется несколькими причинами.

Во-первых, ВИЭ, уступая традиционным энергоисточникам при крупномасштабном производстве энергии, уже в настоящее время при определенных условиях эффективны в малых автономных энергосистемах, являясь более экономичными и экологически чистыми.

Во-вторых, применение даже более дорогих, по сравнению с традиционными энергоисточниками, ВИЭ может оказаться целесообразным по другим неэкономическим (экологические или социальные) критериям. В частности, применение ВИЭ в малых автономных энергосистемах или у отдельных потребителей может существенно повысить качество жизни населения.

В-третьих, в более отдаленной перспективе роль ВИЭ может существенно возрасти и в глобальном масштабе. В ряде стран и международных организаций проводятся исследования долгосрочных перспектив развития энергетики мира и его регионов, предполагающего поиск стратегии, обеспечивающей, с одной стороны, экономический рост и повышение уровня жизни людей, особенно в развивающихся странах, с другой – снижение негативного влияния деятельности человека на окружающую среду до безопасного предела, позволяющего избежать в долгосрочной перспективе катастрофических последствий. В переходе к устойчивому развитию важная роль будет принадлежать новым энергетическим технологиям и источникам энергии, в том числе ВИЭ.



Структура и мощности энергопотребления по регионам РФ

К основным недостаткам, ограничивающим применение ВИЭ, следует отнести относительно низкую энергетическую плотность и крайнюю изменчивость. Низкая удельная мощность потока энергоносителя приводит к увеличению массогабаритных показателей энергоустановок, а изменчивость первичного энергоресурса, вплоть до периодов его полного отсутствия, вызывает необходимость в устройствах аккумулирования энергии или резервных энергоисточниках. В результате стоимость производимой энергии оказывается высока даже при отсутствии топливной составляющей в ее совокупной цене [3].

Очевидно, что наибольшим потенциалом для внедрения ВИЭ обладают зоны децентрализованного энергоснабжения. На рисунке показана структура и мощности энергопотребления по регионам РФ.

Из рисунка следует, что в РФ, где централизованное энергоснабжение покрывает только 1/3 территории РФ, а на 70 %

территории с населением около 20 млн человек энергоснабжение потребителей осуществляется преимущественно с помощью автономных энергоустановок на привозном топливе, возобновляемая энергетика может быть представлена автономными объектами и гибридными станциями на основе ВИЭ, дублирующими дизель- или бензогенераторы.

Важно также отметить, что успешное использование возобновляемых источников энергии во многом зависит от правильного выбора места установки электростанции. Например, энергия ветрового потока существенно зависит от рельефа местности и имеющихся наземных зданий и сооружений, а все реки имеют естественные места концентрации энергии водного потока. Поэтому выбор места установки каждой конкретной электростанции, использующей энергию природных возобновляемых источников, должен проводиться на основании проекта привязки к местности, который



должен быть выполнен соответствующими специалистами.

Российская Федерация обладает огромными запасами каждого из подобных источников энергии. Для северных и удаленных регионов наиболее потенциально эффективными могут быть солнечные и ветровые энергетические установки. Что касается южных регионов нашей страны, то наиболее перспективными источниками альтернативной энергии являются солнечная, ветровая и геотермальная энергия, а также энергия биомассы. Кроме того, потенциально универсальными, не ограниченными региональными особенностями применения, могут стать ветровые энергетические установки на основе вертикального ротора.

Факторы, влияющие на эффективность мер по обеспечению автомобильных дорог альтернативными источниками электрической энергии и тепла, можно сгруппировать с учетом их однородности:

- климатические (скорость ветра, инсоляция, наличие естественных и искусственных водотоков, геотермальных источников и т.д.);
- технико-экономические (цена оборудования, стоимость транспортировки и монтажа оборудования, срок его эксплуатации, налог за загрязнение окружающей среды, состояние энергогенерирующего оборудования, КПД, тарифы на электроэнергию из традиционных источников и т.д.);
- экологические (воздействие на животных и птиц от вращающихся лопастей ветроустановки, а также на морских животных от электромагнитных полей, размер вредных выбросов и парниковых газов и т.д.);
- географические (удаленность от централизованной системы энергоснабжения, поставщиков органического топлива, минимальное расстояние от установки до населенных пунктов и т.д.).

Нетрадиционные энергоустановки чрезвычайно науко-, материало- и капиталоемки. Большие затраты на сооружение и длительный инвестиционный цикл делают их непривлекательными для вложения капитала. Однако, ввиду модульного характера энергетических систем и возможности их поэтапного внедрения, уменьшаются инвестиционные затраты и риски.

С учетом результатов аналитических исследований целесообразно выделить следующие четыре перспективные сферы применения энергоустановок различных типов, использующих ВИЭ для применения в децентрализованных регионах, в зависимости от объема потребления:

1. До 100 Вт – автономные системы освещения (пешеходные переходы, железнодорожные переезды, опасные участки и т.п.).

2. До 100 кВт – автономное питание систем управления движением, связи, телематики, малых и средних инженерных сооружений, элементов интеллектуальных транспортных систем (ИТС) и других объектов (мосты, туннели, скотпрогоны, объекты дорожного и придорожного сервиса и т.п.).

3. До 300 кВт – интеллектуальные системы электро- и теплоснабжения малых потребителей, ИТС (объекты дорожного и придорожного сервиса, рабочие поселки, временные производственные объекты при строительстве).

4. До 1 МВт – интеллектуальные системы электро- и теплоснабжения крупных потребителей (объекты дорожного и придорожного сервиса, пункты управления ИТС, временные заводы, рабочие поселки с производственными объектами и т.п.).

Следует также отметить, что имеются следующие препятствия на пути возобновляемой энергетики в России:

- психологический;
- экономический;
- законодательный;

- информационный;
- технический.

Исследовав мировой опыт по применению возобновляемых и альтернативных источников энергии и тепла, для более успешной реализации масштабного потенциала по использованию альтернативной энергетики в Российской Федерации целесообразно осуществить следующий комплекс мер:

1. Разработать конкретные законодательно-нормативные акты, способствующие развитию альтернативной энергетики как на федеральном, так и региональном уровнях.

2. Содействовать активному международному сотрудничеству и обмену опытом со странами, которые преуспели в области альтернативной энергетики.

3. Осуществлять финансирование научно-исследовательских разработок, связанных с разработкой оборудования для электростанций, использующих альтернативные источники энергии, а также повышающих коэффициент полезного действия подобного оборудования.

4. Субсидировать предприятия, производящие оборудование для электростанций, использующих альтернативные источники энергии.

5. Разработать и ввести систему льготного кредитования населения для приобретения энергоустановок, которые используют альтернативные источники энергии (АИЭ).

6. Осуществить льготную систему налогообложения для производителей и потребителей энергетического

оборудования на основе АИЭ и установить налог на использование ископаемых видов топлива с учетом эмиссии CO₂.

7. Принять целенаправленную программу по подготовке необходимых для отрасли специалистов в высших и специальных учебных заведениях Российской Федерации.

8. Создать сеть энергетических центров и сервисных служб в области АИЭ для различных климатических зон Российской Федерации.

9. Осуществить приоритетные проекты по энергоснабжению децентрализованных регионов Российской Федерации.

При этом широкомасштабному использованию солнечных и ветряных электростанций в электроэнергетических системах препятствуют проблемы обеспечения приемлемого качества генерируемой электроэнергии, несовпадение режима выработки таких электростанций с графиком электропотребления и необходимость резервирования их мощности.

В силу низкой энергетической плотности возобновляемых энергоресурсов и их крайней изменчивости стоимость производимой электроэнергии с использованием ВИЭ в настоящее время обычно превышает тариф на электроэнергию, полученную традиционными способами. Поэтому конкурентоспособной областью нетрадиционной энергетики является малая энергетика, особенно в децентрализованных системах электроснабжения потребителей, находящихся в отдаленных труднодоступных местах.

Литература

1. ГОСТ Р 54100–2010 Нетрадиционные технологии. Возобновляемые источники энергии. Основные положения.
2. ГОСТ Р 54531–2011 Нетрадиционные технологии. Возобновляемые и альтернативные источники энергии. Термины и определения.
3. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении: монография / Б.В. Лукутин, О.А. Суржикова, Е.Б. Шандарова. – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 231 с.

Электромеханическая система рекуперации энергии выхлопных газов гибридного автомобиля

Е.М. Овсянников, профессор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения (ФГБОУ) высшего образования «Московский политехнический университет», д.т.н.,
Т.М. Гайтова, профессор ФГБОУ высшего образования «Московский политехнический университет», д.т.н.,
С.А. Корюшкин, аспирант ФГБОУ высшего образования «Московский политехнический университет»

В статье описывается состав системы рекуперации энергии выхлопных газов и приводится структурная схема гибридной силовой установки.

Ключевые слова:

турбоэлектрокомпрессор, обратимая электрическая машина, тяговый электропривод, гибрид.

Известно, что современный автомобиль имеет хорошие показатели экономии топлива и экологичности при равномерном движении в довольно широком диапазоне рабочих скоростей. Однако статистика показывает, что при движении в режиме городского цикла, представляющего собой постоянное чередование фаз разгона, равномерного движения, замедления и стоянки с работающим на холостом ходу двигателем, только около 1/5 всего времени приходится на равномерное движение. Вследствие чего эти же показатели экономии топлива и экологичности резко ухудшаются [1]. Причин этому несколько:

- недостаточное использование потенциальной мощности двигателя при движении с ограниченной скоростью в условиях города;
- постоянные затраты энергии на накопление автомобилем кинетической энергии, которая потом через короткий промежуток времени переводится в тепло и безвозвратно теряется в фазе замедления автомобиля;
- бесполезная трата энергии при работе двигателя в режиме холостого хода на остановке при движении в режиме городского цикла [2].

Одним из способов пополнения энергии на борту автотранспортного средства (АТС) является использование энергии выхлопных газов АТС посредством применения турбоэлектрокомпрессора (ТЭК). За основу можно взять ТЭК 120. Этот агрегат разработан на предприятии НПО «Турботехника» (рис. 1) [3].

Турбоэлектрокомпрессор включает в себя:

- турбину и компрессор, являющиеся лопастными машинами и состоящие из рабочих колес, жестко связанных общим валом (ротор), и корпусов;

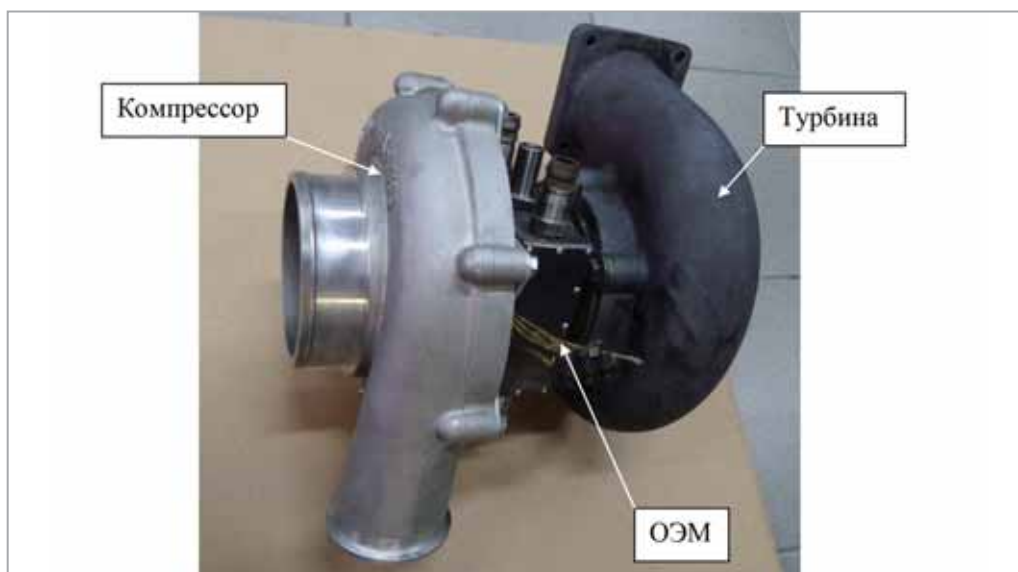


Рис. 1. Турбоэлектродвигатель

- обратимую электрическую машину (ОЭМ), ротор которой жестко посажен на вал ротора турбокомпрессора, а в корпусе подшипников установлен статор ОЭМ;
- корпус подшипников турбокомпрессора, имеющий водяное охлаждение и служащий для крепления корпусов компрессора и турбины, а также размещения в нем подшипников турбокомпрессора и статора ОЭМ.

ОЭМ работает в двух режимах:

- режим генератора, когда турбина раскручивает ротор ОЭМ, и та в свою очередь направляет полученную электрическую энергию в тяговую аккумуляторную батарею (ТАБ);
- двигательный режим, подкручивающий колесо компрессора, когда кинетической энергии отработавших газов недостаточно, чтобы раскрутить колесо турбины до необходимой скорости [4, 5].

Характеристики ОЭМ [1]

Номинальная мощность в режиме генератора (двигателя).....	10 кВт
Номинальные обороты ротора.....	70 000 мин ⁻¹
Максимальные обороты ротора.....	100 000 мин ⁻¹
Число фаз.....	Три
Число полюсов.....	Два
Номинальное напряжение.....	110 В
Момент трогания.....	0,1 Нм
Коэффициент полезного действия, не менее [6].....	0,9

Номинальная полная мощность в двигательном режиме

$$S_{\text{ном дв}} = \frac{P_{\text{ном}}}{(\eta_{\text{ном}} \cos\varphi_{\text{ном дв}})} = \frac{10}{0,9 \cdot 0,9} = 12,346 \text{ кВт},$$

где $\cos\varphi_{\text{ном дв}} = 0,9$ – коэффициент мощности для синхронного двигателя, работающего с опережающим током; $P_{\text{ном}}$ – номинальная мощность двигателя; $\eta_{\text{ном}} = 0,9$ – коэффициент полезного действия.

Номинальная полная мощность в генераторном режиме

$$S_{\text{ном г}} \frac{P_{\text{ном}}}{(\eta_{\text{ном}} \cos \varphi_{\text{ном г}})} = \frac{10}{0,9 \cdot 0,8} = 13,889 \text{ кВт},$$

где $\cos \varphi_{\text{ном г}} = 0,8$ – коэффициент мощности генератора, работающего с отстающим током.

Номинальный фазный ток в двигательном режиме

$$I_{\text{ном ф дв}} = \frac{S_{\text{ном дв}}}{\sqrt{3} U_{\text{ном}}} = \frac{12346}{1,73 \cdot 110} = 64,87 \text{ А};$$

где $U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение.

Номинальный фазный ток в генераторном режиме

$$I_{\text{ном ф г}} = \frac{S_{\text{ном г}}}{\sqrt{3} U_{\text{ном}}} = \frac{13889}{1,73 \cdot 110} = 72,98 \text{ А}.$$

Расчетная мощность в двигательном режиме

$$S_{\text{рас дв}} = k_{\text{дв}} S_{\text{ном дв}} = 1,05 \cdot 12346 = 12,963 \text{ кВт},$$

где $k_{\text{дв}} = 1,05$ – коэффициент, представляющий собой отношение ЭДС в якоре при номинальной нагрузке к номинальному напряжению, для синхронного двигателя, работающего с опережающим током.

Расчетная мощность в генераторном режиме

$$S_{\text{рас г}} = k_{\text{г}} S_{\text{ном г}} = 1,08 \cdot 13889 = 15 \text{ кВт},$$

где $k_{\text{г}} = 1,08$ – коэффициент, представляющий собой отношение ЭДС в якоре при номинальной нагрузке к номинальному напряжению, для генератора, работающего с отстающим током [7].

На рис. 2 изображена последовательная структурная схема гибридной силовой установки с включением в нее ТЭК.

ДВС работает только на генератор, при этом выбирается режим минимального расхода топлива. Энергия, вырабатываемая генератором, подается либо на ТЭД (см. рис.2), либо в накопитель энергии, либо в накопитель энергии и на ТЭД. ТЭД обеспечивает весь необходимый силовой и скоростной диапазоны транспортного средства и при замедлении АТС работает в режиме генератора, обеспечивая рекуперацию энергии торможения.

При разгоне и на больших скоростях ТАБ, включенная параллельно с ТЭГ, осуществляет питание ТЭД. Далее происходит передача крутящего момента ТЭД через ДР и ГП на колеса. Заряд тягового аккумулятора производится в те периоды движения, когда тяговый электродвигатель потребляет меньше всего энергии или вообще ее не потребляет [8].

Во время работы ДВС горячие выхлопные газы из выпускного коллектора подаются на крыльчатку турбины, раскручивая ее. Так как ротор ОЭМ и колесо

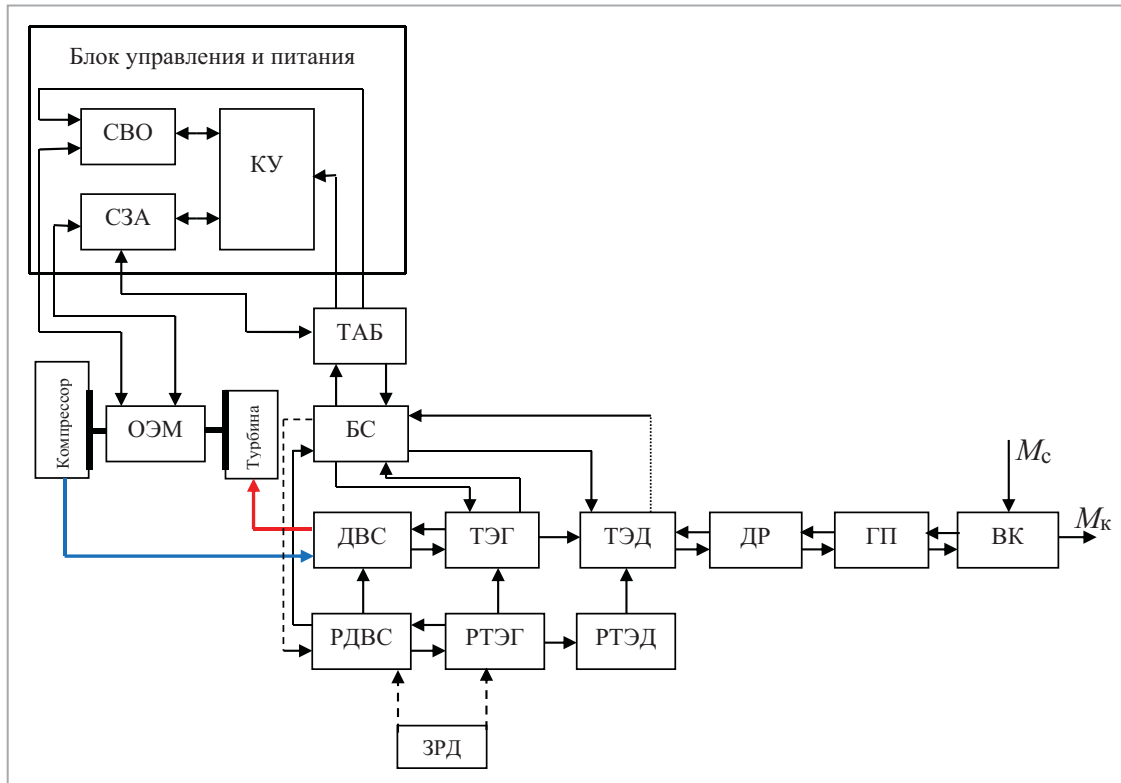


Рис. 2. Последовательная структурная схема ТЭП с ДВС и ТЭЖ:

ТЭП – тяговый электропривод; ТЭД – тяговый электродвигатель;
 ТАБ – тяговая аккумуляторная батарея; ДР – дополнительный регулятор;
 ГП – главная передача ведущего моста; БС – блок суммирования напряжений и мощностей;
 РДВС – регулятор ДВС; ТЭГ – тяговый электрический генератор; РТЭГ – регулятор ТЭГ;
 РТЭД – регулятор ТЭД; ЗРД – задатчик режимов движения; M_c – момент сопротивления на валу; M_k – крутящий момент на валу; БС – блок суммирования напряжений и мощностей; ВК – ведущее колесо; КУ – компьютер управления ТЭЖ;
 СВО – субблок вращения ОЭМ; СЗА – субблок заряда ТАБ;
 сплошная жирная линия – потоки механической энергии; сплошная тонкая линия – потоки электрической энергии; пунктирная линия – управляющие цепи

компрессора находятся на одном валу с турбиной, раскручиваются и они. Тем самым ОЭМ, работающая в генераторном режиме, начинает вырабатывать электрический ток, а компрессор вкачивает через воздушный фильтр воздух, который проходя через интеркулер охлаждается и подается в камеру сгорания вместе с топливно-воздушной смесью, увеличивая КПД работы двигателя.

Ток, полученный от ОЭМ, подается на СЗА, необходимый для преобразования трехфазного напряжения, получаемого от ОЭМ, в напряжение заряда ТАБ. В свою очередь СВО контролирует частоту вращения ротора электрической машины, чтобы удерживать ее в установленных границах.

Работу этих субблоков регулирует КУ. Именно он определяет режим работы ОЭМ – режим генератора, направляющего электрическую энергию в ТАБ, или же режим электрической машины, подкручивающей колесо компрессора, когда кинетической энергии выхлопного газа недостаточно, чтобы раскрутить колесо турбины до нужной скорости. Также КУ решает задачу коммутации избыточной электрической энергии на бортовую сеть автомобиля.

В представленной схеме происходит последовательное преобразование всей механической энергии, получаемой от ДВС, в электрическую, а затем в системе тягового электропривода снова в механическую.

Литература

1. Овсянников Е.М., Клюкин П.Н., Акимов А.В. Производство водорода с помощью систем рекуперации энергии на борту транспортного средства // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2015. – № 4. – С. 24-28.
2. Овсянников Е.М., Клюкин П.Н., Гайтова Т.Б. Использование водорода в автомобильном транспорте // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2016. – № 3. – С. 16-18.
3. Овсянников Е.М., Гайтова Т.Б., Клюкин П.Н., Полякова В.Н. Устройство для производства и добавления водорода в топливовоздушную смесь двигателей внутреннего сгорания // Транспорт на альтернативном топливе. – 2016. – № 6 (54). – С. 28-32.
4. Овсянников Е.М., Гайтова Т.Б., Полякова В.Н. Оптимальные законы управления тяговыми асинхронными электродвигателями // Электро. – 2014. – № 6. – С. 28-31.
5. Патент РФ №96182 «Турбоэлектромотор».
6. Каминский В.Н., Лазарев А.В., Каминский Р.В., Сибиряков С.В. Турбоэлектромотор: возможности, конструкция и перспективы // Известия МГТУ «МАМИ». – 2012. – № 2 (14). – Т. 1.
7. Копылов И.П., Клоков Б.К., Морозкин В.П., Токарев Б.Ф. Проектирование электрических машин: Учебник. – М.: Высшая школа, 2005. – 767 с.
8. Конструктивные схемы автомобилей с гибридными силовыми установками / С.В. Бахмутов, А.Л. Карунин, А.В. Круташов, В.В. Ломакин, В.В. Селифонов, К.Е. Карпухин, Е.Е. Баулина, Ю.В. Урюков. – М.: МГТУ «МАМИ», 2007. – 72 с.

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 обновленный 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).**

Редакция журнала также доводит до сведения авторов требования, которые необходимо соблюдать при подготовке статей для публикации.

Материалы статей должны быть представлены по электронной почте в программе WinWord. Объем статьи – не более 15 000 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 и таблицы должны быть выполнены в программе Word в формате doc, rtf. Фотографии и графические рисунки (не менее 300 dpi, CMYK) – в формате jpg, jpeg, tiff, pdf. Не следует форматировать текст самостоятельно.

При пересылке материалов по e-mail следует сопроводить 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).

Научно-практическое подразделение на производстве – важное звено в расширении использования газомоторного топлива

И.М. Коклин, профессор, заведующий Невинномысским филиалом кафедр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, д.т.н.,

А.М. Короленок, профессор, заведующий кафедрой РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, д.т.н.,

Д.В. Казаков, доцент, заведующий кафедрой химической технологии, машин и аппаратов химических производств Невинномысского технологического института (филиал) ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», к.т.н.

В статье приведен 20-летний опыт функционирования пункта перевода техники на природный газ на Невинномысской КС ООО «Газпром трансгаз Ставрополь», который характеризуется в совокупности с научно-учебными заведениями как ключевой элемент расширения использования газомоторного топлива на автотранспорте и в сельскохозяйственном производстве.

Ключевые слова:

газомоторное топливо, научно-производственное подразделение, производственно-интеллектуальный капитал, природный газ, внедренческий полигон.

Использование газомоторного топлива (ГМТ) решает важные экономические, экологические и социальные проблемы, что обеспечивает энергосбережение, увеличивает срок службы моторной техники, снижает загрязнение окружающей среды за счет уменьшения потребления жидких топлив (бензин, керосин, дизельное топливо).

В статье приведен многолетний опыт работы Невинномысского пункта перевода автотракторной техники (ППА) на использование компримированного природного газа (КПГ) в качестве моторного топлива (рис. 1).

Наряду с пунктом перевода на основе Невинномысского ЛПУМГ функционируют научно-учебные подразделения ООО «Газпром трансгаз Ставрополь»:

- Невинномысский филиал кафедр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина;
- отделение центра подготовки кадров (ранее Учебно-курсовой комбинат);
- внедренческий полигон по использованию газомоторного топлива для сельхозмашин на базе СПК колхоз «Казьминский».

На рис. 2 представлена схема взаимодействия научных, учебных и производственных элементов полигона по





Рис. 1. Общий вид размещения техники на переоборудовании

решению проблем использования природного газа в качестве моторного топлива, где координационно-связующим звеном является филиал кафедр. Весьма важным элементом схемы является также пункт перевода [1], который расположен на площадке демонтированного агрегата ДР-12, с пристройкой покрасочного и испытательного отделений.

Исторически пункт функционирует как объект, созданный в соответствии с постановлением правления РАО «Газпром» № 52 от 08.08.1995 г. Целью создания таких пунктов является расширение использования природного газа в качестве моторного топлива на автомобильном транспорте и в сельском хозяйстве. Первыми автомобилями, переведенными на КПГ, были машины Невинномысского ЛПУМГ и других филиалов объединения «Кавказтрансгаз» (ООО «Газпром трансгаз Ставрополь»).

Одновременно с переводом на природный газ ведомственных автомобилей проводилось изучение потенциальных потребителей в зоне действия заправок станций, масштабная разъяснительная работа на встречах с руководителями хозяйств по привлечению внимания к газовой моторизации различных потребителей, включая частных лиц [2, 3].

В первые годы газобаллонное оборудование (ГБО), устанавливаемое на автомобилях, было отечественного производства – заводов «Аскольд», РЗАА, Новогрудского завода газовой аппаратуры и др. Совместно с НАМИ были раз-

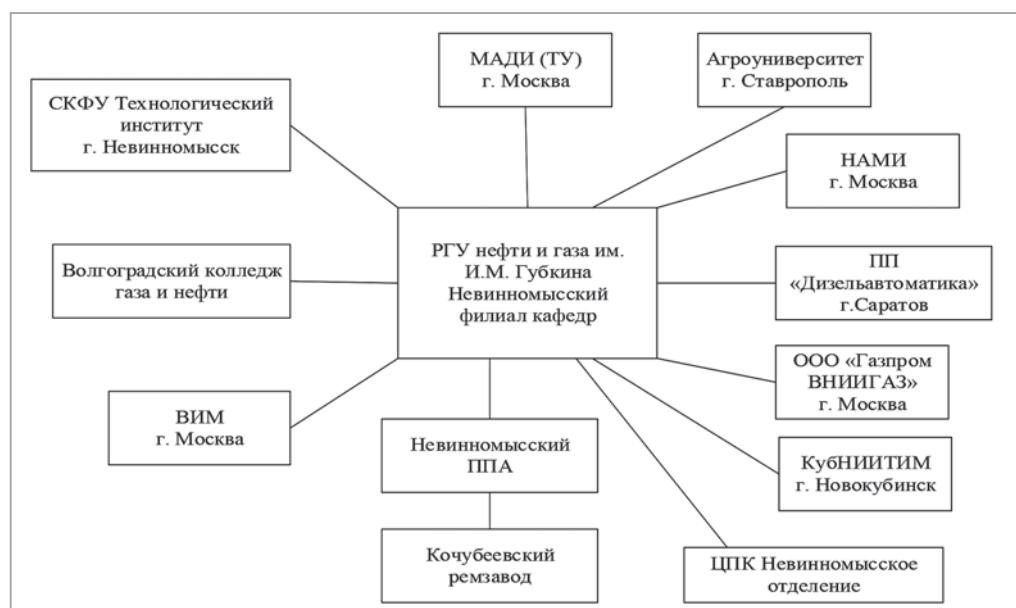


Рис. 2. Схема взаимосвязанных научно-учебных и производственных элементов по использованию природного газа в качестве моторного топлива (КПГ) на базе Невинномысского ЛПУМГ

работаны схемы размещения баллонов и выполнены в натуре более 50 образцов автомобилей разных фирм, таких как Mercedes, Hyundai, Daewoo, Mitsubishi, Peugeot, Volkswagen, Toyota и др.

Благодаря производственно-интеллектуальному потенциалу пункта выполнены практические работы по внедрению разработок научно-исследовательских институтов. Например, специалисты Невинномысского ЛПУМГ и ВНИИГАЗа совместно конвертировали дизельный двигатель RABA-MAN автобуса «Икарус-238» в газовый, после чего проведены его эксплуатационные испытания. В сотрудничестве с предприятием «Дизельавтоматика» (г. Саратов) проведен монтаж и наладка микропроцессорной системы регулирования газодизелей на тракторах МТЗ-80/82.

Совместно с кафедрой двигателей внутреннего сгорания Московского автомобильного института (МАДИ-ТУ) конвертирован на газовое топливо, испытан и эксплуатируется дизель КАМАЗ-748 с искровым зажиганием на автобусе А-4612 (ЛИАЗ).

Полтора десятка лет плодотворно сотрудничаем с ЗАО «Автосистема» (Москва). Результат – освоение специалистами ППА нового поколения газового оборудования. В частности, освоен перевод на природный газ дизелей КАМАЗ, ЯМЗ, ЗИЛ-5301 («Бычок»). Совместно с конструкторами проводилась разработка схем размещения газовых автомобильных баллонов на специализированных автомобилях. Получены утвержденные схемы-заключения на автомобили «Кормовоз» на базе ЗИЛ, АЗ-машины, поливомоечные машины, мусоровозы, автогидроподъемник, автокран, пескоразбрасыватель, автобус А-4612 и др. В настоящее время ведутся работы по внедрению электронной системы регулирования двигателя с газодизельным циклом с целью снижения запальной дозы газа на тракторе МТЗ-80.

Пункт имеет важное значение как база монтажа пилотных образцов газобаллонных систем на сельхозмашинах, подготовки их к проведению государственных испытаний. На основе технической документации, разработанной во ВНИИГАЗе, смонтировано ГБО для использования КПП на тракторе К-700А, К-701, МТЗ-82. Впервые в России специалистами пункта был оснащен газобаллонной установкой гусеничный трактор ДТ-75М. Переоборудование осуществлялось в соответствии с документацией, разработанной ВНИИГАЗом.

Пункт имеет научно-практическое значение как элемент испытательного полигона для сельскохозяйственной техники, работающей на природном газе. Полигон может быть составной частью Ставропольского регионального центра по переоборудованию на газомоторное топливо сельскохозяйственной техники вторичного рынка. На основании решения ОАО «Газпром» полигон создается на базе колхоза-племзавода «Казьминский» – это крупное сельхозпредприятие с высоким уровнем энерговооруженности и организации труда [4]. Наряду с работами по переоборудованию автотракторной техники выполняется сервисное обслуживание (ремонт, наладка, регулировка и т.п.) газобаллонного оборудования, в том числе освидетельствование газовых баллонов (рис. 3). Пункт оснащен стендом для завинчивания и вывинчивания вентилей, насосной гидропневматической станцией, пневматическим манипулятором для перемещения баллонов по цеху, тележкой для транспортировки баллонов, приспособлением для внутреннего осмотра баллонов и наружной чистки.

Следует подчеркнуть, что на пункте проводится технологическое освидетельствование длинномерных баллонов больших объемов (рис. 3), что обеспечивает возможность выполнять заказы потребителей Северного Кавказа. Так, в сжатые сроки проведено испытание



Рис. 3. На переосвидетельствовании длинномерного газового баллона

280 баллонов для троллейбусного управления № 1 Краснодара. Это обеспечило стабильность перевозки пассажиров краевого центра, снизило вредные выбросы и повысило авторитет газотранспортной системы ООО «Газпром трансгаз Ставрополь».

Необходимо отметить тот факт, что здесь получают консультацию потребители из городов Северного Кавказа и Закавказья по принятию сложных технических решений газовой моторизации. Работники охотно делятся опытом также с представителями Воронежской, Саратовской, Свердловской, Рязанской областей.

Главная ценность этого подразделения – это персонал бригады специалистов высокой квалификации (рис. 4). Руководителем длительное время является Сергей Иванович Потапенко (третий слева), человек высокой инженерной эрудиции, вдумчивый, инициативный, опытный организатор производства.

Весьма ценен вклад в газомоторное дело бригадира Юрия Александровича Горковенко и ветерана производства Сергея Николаевича Инякина (рис. 5), высококвалифицированных энтузиастов газомоторного дела. Благодаря их стараниям и упорству разработки научно-исследовательских организаций (НАМИ, ВНИИГАЗ, МАДИ, ВИМ) успешно внедрились в производство [5].

Результатом более чем 20-летнего функционирования этого подразделения является лидирующее положение ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» среди предприятий ПАО «Газпром» в области использования природного



Рис. 4. Бригада пункта

газа в качестве моторного топлива. А Ставропольский край стал инициатором перевода на газомоторное топливо сельскохозяйственных машин [6, 7].

В связи с решениями правительства РФ [8] перед научно-учебными подразделениями, базирующимися на крупном газотранспортном потребляющем узле на Северном Кавказе, каким является Невинномысский ЛПУМГ, стоят следующие перспективные задачи:

- разработка научно-технических и организационных основ получения и использования биогаза на предприятиях АПК;
- исследование износа шатунно-поршневой группы ДВС на автомобилях и тракторах, использующих ГМТ;
- определение влияния газомоторных топлив на качество и сроки службы смазочных масел автомобильных двигателей;
- технико-экономическое обоснование использования природного газа в качестве моторного топлива на тепловозах ОАО «Невинномысский АЗОТ».



Рис. 5. Профессионалы производства
Юрий Горковенко и Сергей Инякин

Самая важная и ближайшая цель – задействовать в полном объеме схему полигона по внедрению оборудования для использования КПП в качестве моторного топлива на сельхозмашинах на базе колхоза «Казьминский» Кочубеевского района Ставропольского края, что будет способствовать решению государственной задачи по энергоэффективности, экологической безопасности и подъему экономики страны.

Литература

1. Коклин И.М., Короленок А.М. и др. Пункты перевода – научно практический элемент инфраструктуры использования газомоторного топлива // АГЗК+АТ. – 2015. – № 11. – С. 3-7.
2. Коклин И.М. Потенциальные возможности газовой моторизации на селе – фактор продовольственной независимости России // АГЗК+АТ. – 2006. – №. – С. 47-51.
3. Потапенко С.И., Коклин И.М. История создания, становления и перспективы деятельности Невинномысского участка по переводу автотранспортных средств на КПП. Мат. науч.-практ. конф. – М.: ООО «Газпром экспо», 2010. – С. 114-120.
4. Малёнкина И.Ф., Тимофеев В.В., Коклин И.М. Техничко-экономическое обоснование создания испытательного полигона для сельскохозяйственной техники, работающей на природном газе // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 1. – С. 30-33.
5. Коклин И.М., Казаков Д.В., Потапенко Д.Г. Газомоторное топливо – фактор, повышающий эффективность производства в агропромышленном комплексе // АГЗК+АТ. – 2016. – № 4. – С. 3-7.
6. Коклин И.М., Ляхов А.С., Прохоров А.Д. Результативность газовой моторизации в сельском хозяйстве // Газовая промышленность. – 2000. – № 1. – С. 13-26.
7. Савельев Г.С., Кочетков М.Н. и др. Комплексный подход к обеспечению сельхозпроизводства газомоторным топливом // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2014. – № 3. – С. 47-50.
8. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 мая 2013 г. № 767-р «О регулировании отношений в сфере использования газового моторного топлива» // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 5. – С. 5-6.

Признанное качество белорусского производителя

60

13 апреля 2017 г. в Круглом зале Национальной библиотеки Белоруссии состоялась торжественная церемония награждения лауреатов конкурса на соискание Премии Правительства республики за достижения в области качества 2016 года. Среди победителей – ОАО «Новогрудский завод газовой аппаратуры», член Национальной газомоторной ассоциации России.

Премьер-министр Белоруссии Андрей Кобяков, чествуя победителей, напомнил, что 2016 год был годом подведения итогов пятилетней программы социально-экономического развития страны и годом старта новой пятилетки. В связи с этим организациям важно было не только объективно оценить свои достижения и проанализировать ошибки, точно определить и разработать стратегию дальнейшего развития, но создать задел для выполнения целей нового пятилетнего плана. Нынешние лауреаты конкурса, по словам премьер-министра, успешно справились с этой задачей. Он подчеркнул, что, несмотря на трудности в 2015 году, предприятия сумели найти возможности для роста основных целевых показателей за счет рационального использования ресурсов и совершенствования системы организации производства.

«Чтобы активнее завоевывать рынки, необходимо создание качественной высокотехнологичной конкурентной продукции. С этой целью нынешние победители конкурса обновляют оборудование и внедряют современные технологии. В результате – высокий уровень продукции и ее востребованность на мировых рынках», – заявил Андрей Кобяков.

Повышение качества белорусских товаров также дает возможность замещать на внутреннем рынке импортируемую продукцию равноценной. Создание собственных мощностей позволяет уменьшить и даже полностью исключить зависимость от импорта.

Конкурс на соискание премии правительства Белоруссии за достижения в области качества проводится с 1999 года. Главными критериями участия в нем являются значительные результаты в области обеспечения качества и конкурентоспособности продукции, работ или услуг, расширение рынков сбыта, использование прогрессивных методов менеджмента и современных технологий, удовлетворение запросов потребителей.

Комиссия по присуждению премии приняла решение о присвоении звания лауреата 2016 года десяти организациям республики. Всего за 18 лет лауреатами премии правительства стали 213 организаций республики.

Качество продукции ОАО «Новогрудский завод газовой аппаратуры» признано на самом высоком уровне. О том, что значит высокая награда для коллектива предприятия и как она может развивать бизнес в будущем, рассказал журналистам генеральный директор завода Виктор Иосифович ТУРЛЮК.

Мы решили, что достойны побороться за премию правительства за достижения в области качества. Для того чтобы получить эту награду, мы ставили конкретные цели и добивались их. Но хочу отметить, что перед нами еще очень много задач, и столь высокая оценка придает уверенности и желания развиваться, достигать новых вершин.



Линия полимерной покраски баллонов

Любая победа – это прежде всего признание заслуг. В данном случае это подтверждение высокой репутации ОАО «НЗГА», признание его лидерства не только внутри страны, но и на международном рынке.

Предприятие регулярно принимает участие в различных конкурсах и побеждает. Так мы сверяем свои часы с рынком и получаем новые стимулы для дальнейшего совершенствования.

К этой победе мы целенаправленно и упорно шли изо дня в день на протяжении восьми лет. За эти годы коллектив стал лауреатом конкурсов «Лучшие товары Республики Беларусь», «Лучшие товары Республики Беларусь на рынке Российской Федерации». Получили восемь дипломов на выпускаемую продукцию. В 2011 году завод получил премию Гродненского облисполкома за достижения в области качества. В 2015-м на конкурсе «Лучшие товары Республики Беларусь» счетчик

газа двухкамерный СГД-1,6 был награжден как «Новинка года – 2015».

Мы стремимся идти в ногу со временем, проверяем на себе все самые современные и перспективные технологии, но не забываем и о своих корнях: бережно храним наработанные годами опыт, связи, кадры и технологии.

Премия правительства в области качества еще раз подтверждает, что мы идем правильной дорогой, модернизируем предприятие, постоянно работаем над улучшением качества продукции, внедряем современные технологии управления.

Еще в 2003 году мы получили и неоднократно подтверждали соответствие своего производства и продукции требованиям СТБ ISO 9001. Вся выпускаемая продукция сертифицирована в Национальных системах подтверждения соответствия Белоруссии и РФ. Большая часть продукции сертифицирована на соответствие европейским стандартам.

Особое внимание руководство уделяет техническому перевооружению. В последние годы у нас появились роботизированные комплексы по сборке бытовых и автомобильных тороидальных газовых баллонов. Мы запустили линию полимерного покрытия наружных поверхностей газовых бытовых и автомобильных тороидальных баллонов. Внедрение современных технологий, в том числе автоматизация технологических процессов, позволили заметно снизить себестоимость продукции, уменьшить численность обслуживающего персонала. При этом объем производства значительно увеличился, расширился ассортимент, а качество улучшилось.

Чтобы быть конкурентоспособным, завод целенаправленно держит курс на максимальное снижение энерго- и материальных затрат. Теперь это уже не инновация, а вопрос

конкурентоспособности на современном рынке.

Мы получили право маркировать нашу продукцию знаком качества. Для кого-то это станет аргументом при выборе именно нашей продукции. Однако главную выгоду мы получили, повысив качество продукции, внедрив современные технологии. Идти в ногу со временем, оставаясь высокотехнологичным и современным предприятием, нелегко. Модернизация, автоматизация, роботизация производственных процессов – дорогостоящее удовольствие, но в результате снижается себестоимость, повышается конкурентоспособность, а в конечном счете и эффективности всего производства.

Получив достойную оценку, мы также обрели возможность взглянуть на себя со стороны, провести анализ. Эта награда станет еще одной ступенью на пути развития ОАО «НЗГА».



Плазменная вырезка

Белоруссия – государство с открытой экономикой. Работу любого предприятия в нашей стране принято измерять и объемами экспорта. Как обстоят дела у нас?

ОАО «НЗГА» – экспортно ориентированное предприятие. За рубеж поступает около 75 % нашей продукции. Бренд Novogas хорошо известен за пределами республики. В разных странах мира нас представляют 34 дилера. География поставок широка: более половины объемов приходится на долю России, также мы представлены в Казахстане, Узбекистане, Таджикистане, Украине, Молдавии, Азербайджане, Туркменистане, Латвии, Литве, Польше, Сербии, Киргизии, Афганистане, Венесуэле, Болгарии и других странах.

В последние годы доля экспорта в структуре продаж стабильно увеличивается. Темп роста экспорта основных товарных групп достигает 160 %.

Завод выпускает широкий ассортимент газового оборудования. Если говорить о том, какое из направлений бизнеса наиболее перспективно, то ответу – баллонное производство является основополагающим на заводе. Мы расширили линейку бытовых баллонов: освоен выпуск баллонов объемом 46 л, готовится производство газовых баллонов объемом 79 л, что открывает новые возможности на рынке ЕС. Объем баллонного производства значительно увеличился с внедрением в эксплуатацию роботизированной линии сборки и сварки баллонов MOTOMAN. Данное производство сертифицировано по европейским стандартам.

Освоение производства тороидальных автомобильных баллонов на роботизированной линии SIAD также позволило увеличить объемы экспорта автомобильных баллонов.

В настоящее время перевод автотранспорта на газ стал очень эффективным способом сэкономить на

топливе. Использование природного газа в качестве моторного топлива остается экологически оправданным и экономически выгодным. Достаточно просто посмотреть на цену газа и бензина на заправке. Ничего не изменилось: газ остается одним из самых выгодных ископаемых энергоресурсов.

Выпуская газовое оборудование для автомобилей, ОАО «НЗГА» работает не только в потребительском сегменте. Также в нашем портфеле есть высокотехнологичное оборудование для заправки транспортных средств сжиженным природным газом (КПП). Мы реализовали пилотный проект по выпуску передвижного автомобильного газового заправщика (ПАГЗ), а также контейнерной АГНКС. С помощью этих машин и оборудования можно заправлять транспортные средства КПП где угодно.

Мы демонстрируем их на выставках и отмечаем большой интерес со стороны потребителя. Произведенные ОАО «НЗГА» образцы ПАГЗ и АГНКС отвечают требованиям как внутриреспубликанских, так и международных стандартов, успешно прошли испытания и сертифицированы в соответствии с техническими регламентами Таможенного союза.

Что касается ближайших планов по развитию предприятия, то следует отметить, что мы в состоянии реагировать на изменяющиеся потребности рынка. Есть много задумок относительно новых изделий. Руководство предприятия не сидит на месте и постоянно ищет новых партнеров, налаживает контакты, ежедневно создает задел на будущее. Инновации – это непрерывный процесс, ритм жизни ОАО «НЗГА».

По материалам:

<http://www.novogas.com>,
Медиаресурс «Белорусы и Рынок»
(BELORY)

Число судов на СПГ возрастет

64

Уже к 2020 году численность флота, работающего на сжиженном природном газе, может достичь 200 судов. Когда крупнейшая российская судоходная компания «Совкомфлот» спустит на воду в 2018 году четыре новых танкера типа Aframax, они будут не только перевозить по 600 тыс. т нефти в голландский Роттердам, но и станут надеждой для всего сектора производства сжиженного газа. Дело в том, что эти суда станут первыми танкерами, работающими на СПГ.

Больше всех новостям о переходе кораблей на СПГ обрадовались крупные его поставщики, которые за последние десять лет вложили в проекты, связанные с этим видом топлива, более 700 млрд долл. США. Конечно, появление новых кораблей не произведет революционных изменений на рынке, потому что, по оценкам компании Energy Aspects Ltd., доля СПГ в качестве судового топлива к 2025 году не достигнет и 2 % общего потребления. Тем не менее российские танкеры и круизные лайнеры, которые скоро начнут ходить по Балтийскому, Северному и Средиземному морям, помогут снизить избыток газа на рынках.

«Необходимо искать новых потребителей для СПГ, – утверждает Майкл Ньюман, специалист по морским грузовым перевозкам лондонской компании Fearnleys A/S. – Мегапроекты сейчас все чаще уступают место мелким. К последним относится и использование сжиженного газа в качестве транспортного топлива».

После 2014 года из-за резкого роста предложения СПГ и снижения закупок его такими крупными потребителями, как Япония и Южная Корея, спотовая цена СПГ упала на две трети до 5,4 долл. за 1 млн британских термальных единиц. В результате мощного кризиса сектор вынужден искать новых потребителей.

К этому следует добавить и ужесточение в последние годы требований к судовладельцам с точки зрения защиты окружающей среды. От транспортных компаний, занимающихся морскими перевозками, требуют перехода на экологически чистые виды топлива. К ним относится и сжиженный газ, который почти не содержит серы. Международная морская организация (ИМО) с 2020 года снижает содержание серы в топливе с нынешних 3,5 до 0,5 %, то есть в семь раз! Все это заставляет судовладельцев переводить корабли на СПГ. Число морских судов, работающих на сжиженном метане, в ближайшие годы более чем удвоится и к 2020 году достигнет 200. Для справки – в прошлом году таких кораблей было, по данным Energy Aspects, 77 ед., а в 2005 – лишь 5.

Развитие газового флота подстегнет спрос на сжиженный газ в течение трех ближайших лет до 1 млн т, и к 2025 году прогнозируется его увеличение до 5-7 млн т. Что касается суммарного спроса на СПГ, то он к 2025 году вырастет, по данным Bloomberg New Energy Finance, с 260 млн т в прошлом году до 364 млн.

СПГ для «Совкомфлота» и первых в мире круизных лайнеров, работающих на новом виде топлива, будет поставлять Shell. Корабли компании Carnival Corp. на СПГ начнут курсировать в северо-западной Европе и Средиземноморье уже в 2019 году. Первым же крупным пассажирским судном, работающим на СПГ, стал в январе 2013 года Viking Grace, курсировавший между Хельсинки и Стокгольмом.

Расширяется и инфраструктура, необходимая для применения СПГ в виде корабельного топлива. По данным International Gas Union, такая инфраструктура появится к 2025 году во всех крупных европейских портах. Например, терминал Gate в Роттердаме уже оборудовал специальный причал для заправки судов топливом. Первым клиентом нового терминала станет Shell.

Интерес к поставкам СПГ в качестве топлива для судов проявил и французский нефтегазовый гигант Total SA. Он уже заключил контракт с Ravillion Energy Pte на покупку сжиженного газа для кораблей в Сингапуре, одном из самых больших портов планеты.

По материалам «Expert Online» 2017

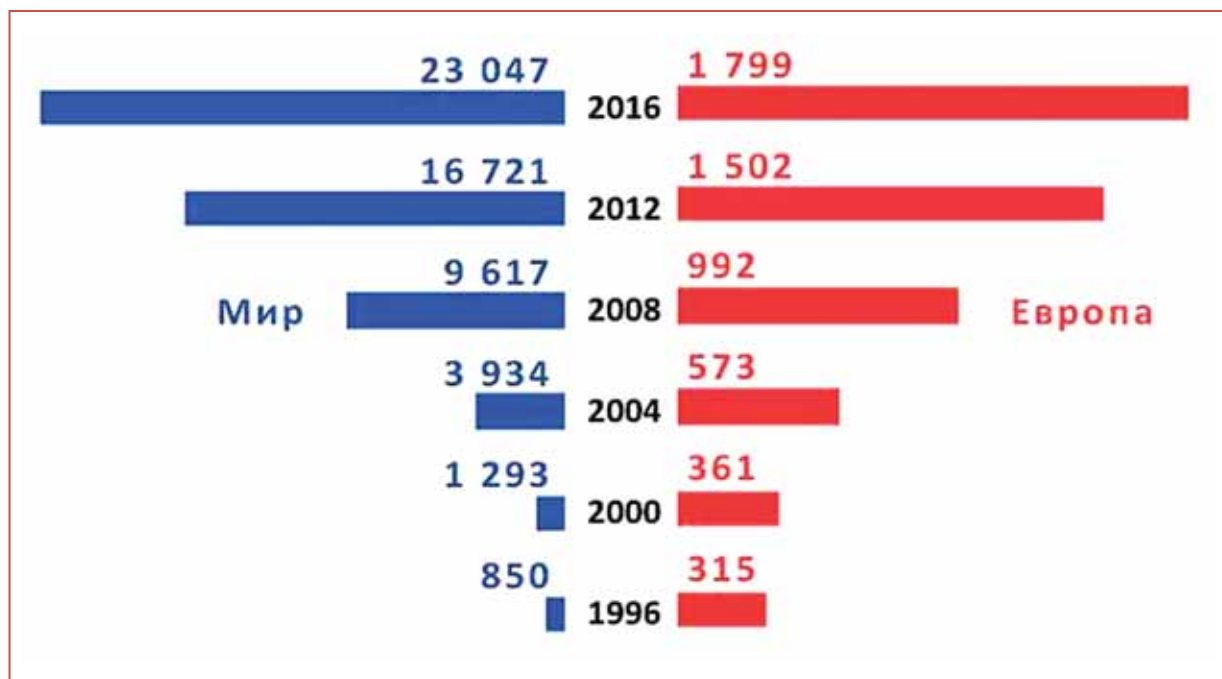
Рынок ГБА вырос в 30 раз

Е.Н. Пронин, координатор проекта «Голубой коридор»

За последние 20 лет мировой парк автомобилей, использующих в качестве моторного топлива природный газ, вырос почти в 30 раз. Согласно предоставленным Мировой газомоторной ассоциацией данным, на конец 2016 года в мире насчитывалось более 23 млн автомобилей на метане. Мировая сеть АГНКС насчитывает почти 29 тыс. станций. Россия же по численности газовых машин продолжает оставаться в конце второго десятка стран (табл. 1). Общий объем спроса на автомобильный метан в России в 2016 году составил 550 млн м³. А в первую тройку входят Китай (5 млн ГБА), Иран (4 млн) и Пакистан (3 млн).

В настоящее время Китай является мировым лидером в области использования на автотранспорте сжиженного природного газа (СПГ). По данным из китайских источников, парк грузовиков на сжиженном метане оценивается примерно в 160 тыс. единиц, что составляет 3,2 % от общего парка метановых машин. Суммарное годовое потребление СПГ составляет 23 млрд м³.

Динамика развития мирового рынка ГМТ за последние 20 лет представлена на графике.



Рост парка автомобилей, использующих природный газ, тыс. ед.
(по данным NGV Global, март 2017 г.)

MetanoGraph

Таблица 1

№	Страна	Парк ГБА, ед.	АГНКС, ед.
1	Китай	5 000 000	7 950
2	Иран	4 000 000	2 360
3	Пакистан	3 000 000	3 416
4	Аргентина	2 295 000	2 014
5	Индия	1 800 000	1 053
6	Бразилия	1 781 102	1 805
7	Италия	883 190	1 104
8	Колумбия	543 000	749
9	Таиланд	474 486	502
10	Узбекистан	450 000	213
11	Украина	390 000	324
12	Боливия	360 000	156
13	Армения	244 000	345
14	Венесуэла	226 100	207
15	Перу	224 035	277
16	Бангладеш	220 000	585
17	Египет	185 000	162
18	США	160 000	1 750
19	Россия	149 000	335
20	Германия	98 172	914
21	Грузия	80 600	100
22	Малайзия	74 112	178
23	Болгария	61 256	105
24	Швеция	53 122	169
25	Япония	42 590	314
26	Южная Корея	39 244	196
27	Мьянма (Бирма)	28 297	46
28	Чили	15 000	45
29	Франция	13 300	50
30	Чехия	12 800	109
31	Канада	12 500	47
32	Индонезия	12 200	112
33	Швейцария	11 287	137
34	Доминиканская Республика	10 909	15
35	Таджикистан	10 600	53
36	Мексика	8 000	19
37	Австрия	7 065	173
38	Кыргызстан	6 000	6
39	Нигерия	6 000	6

40	Бельгия	5 374	68
41	ОАЭ	5 250	19
42	Нидерланды	5 201	164
43	Венгрия	5 118	14
44	Испания	5 056	62
45	Белоруссия	5 000	42
46	Турция	3 850	6
47	Польша	3 590	88
48	Тринидад и Тобаго	3 535	10
49	Австралия	3 110	52
50	Сингапур	2 858	4
51	Молдавия	2 200	24
52	Казахстан	1 800	2
53	Афганистан	1 701	2
54	Финляндия	1 700	24
55	Словакия	1 170	3
56	Исландия	918	19
57	Норвегия	877	24
58	Сербия	838	9
59	Португалия	597	5
60	Мозамбик	569	2
61	Великобритания	559	17
62	Греция	526	3
63	Вьетнам	390	5
64	ЮАР	300	1
65	Люксембург	253	8
66	Литва	200	4
67	Эстония	191	2
68	Хорватия	143	2
69	Лихтенштейн	132	3
70	Алжир	125	3
71	Новая Зеландия	65	3
72	Македония	54	1
73	Танзания	50	1
74	Словения	41	6
75	Тунис	34	1
76	Босния и Герцеговина	21	2
77	Румыния	20	1
78	Латвия	18	1
79	Дания	14	1
80	Израиль	3	1
81	Ирландия	1	1
Всего		23 051 419	28 811

MetanoGraph

Мировой газомоторный рынок

По различным оценкам, европейский парк автомобилей на КПП и СПГ составляет от 1,3 до 1,8 млн единиц (табл. 2).

Таблица 2

Страна	Спрос на КПП/СПГ, м ³	Всего ГБА	Всего АГНКС + КриоАЗС	Доля а/м на ПГ в общем парке, %
Италия	1 020 000 000	967 000	1 104	2,35
Россия	550 000 000	149 000	335	0,18
Германия	220 000 000	97 931	913	0,21
Болгария	200 000 000	67 790	105	2,04
Швеция	158 574 694	53 451	169	1,05
Турция	115 303 500	1 750	12	0,01
Нидерланды	55 000 000	11 450	162	0,13
Чехия	43 600 000	12 000	108	0,22
Португалия	15 600 000	500	8	0,01
Австрия	11 466 666	9 037	173	0,18
Венгрия	8 050 000	5 813	8	0,17
Великобритания	6 500 000	760	17	0,00
Словакия	6 040 000	1 839	10	0,08
Сербия	4 010 000	1 328	11	0,07
Хорватия	3 900 000	317	2	0,02
Бельгия	3 860 256	2 625	47	0,04
Эстония	3 500 000	485	5	0,07
Финляндия	3 231 763	2 223	24	0,06
Словения	2 727 546	179	3	0,02
Польша	2 000 000	3 600	27	0,02
Исландия	1 900 000	1 236	5	0,50
Румыния	28 000	420	1	0,01
Франция	–	13 740	45	0,04
Швейцария	–	11 914	137	0,25
Испания	–	5 056	49	0,02
Греция	–	1 707	10	0,03
Норвегия	–	745	7	0,02
Литва	–	323	3	0,02
Люксембург	–	306	7	0,08
Дания	–	268	13	0,01
Латвия	–	29	2	0,00
Ирландия	–	2	1	0,00
Всего	2 431 912 938	1 424 824	3 523	0,38

– Нет данных.

Затянувшийся кризис нефтяных цен прибавил скепсиса многим потенциальным сторонникам автомобильного метана. Тем не менее метан сохранял ценовую привлекательность, и спрос на него продолжал расти. На конец 2016 года в Европе сложились цены на КПП, представленные в табл. 3.

Таблица 3

Страна	Розничная цена КПП, евро/кг	Цена ПГ относительно бензина, %	Цена ПГ относительно ДТ, %	Цена ПГ относительно СУГ, %
Россия	0,18	80,00	69,20	52,05
Болгария	0,60	56,50	47,60	78,49
Люксембург	0,64	61,20	47,60	–
Чехия	0,66	62,10	55,10	60,44
Турция	0,72	63,10	48,70	16,55
Эстония	0,72	54,30	47,30	–
Румыния	0,73	55,70	47,90	78,60
Польша	0,75	49,50	37,30	111,38
Бельгия	0,79	64,80	50,30	95,78
Греция	0,85	62,20	45,50	62,27
Великобритания	0,85	57,40	38,30	–
Сербия	0,89	42,90	36,00	94,04
Португалия	0,90	59,70	42,80	78,49
Испания	0,93	46,10	30,50	–
Словения	0,94	46,80	29,00	105,07
Литва	0,95	39,70	20,60	116,00
Италия	0,99	55,50	41,30	101,92
Австрия	1,00	44,50	31,40	–
Латвия	1,00	35,30	18,20	–
Нидерланды	1,02	57,00	34,10	76,77
Исландия	1,03	51,00	39,10	–
Словакия	1,05	45,70	29,00	92,73
Германия	1,09	48,10	28,30	92,14
Венгрия	1,10	30,80	22,40	90,21
Финляндия	1,25	42,90	25,50	–
Франция	1,26	35,40	13,50	–
Дания	1,30	33,30	9,10	–
Хорватия	1,31	22,40	12,80	139,11
Швейцария	1,70	14,80	1,70	–
Швеция	1,80	16,10	–0,30	–
Норвегия	1,97	17,40	–6,00	–

Источники: NGV Global, NGVA Europe, NGV Journal

Газ может проиграть электричеству

70



Автомобиль Audi на природном газе

Германская газета Horizont опубликовала статью, посвященную конкуренции автомобилей на природном газе и электромобилей. В частности, издание отмечает, что газ испытывает определенные проблемы, связанные с имиджем. Газета приводит слова сотрудника компании Audi Тобиаса Блока, по словам которого «газ, к сожалению, так и не стал соблазнительным топливом». По его мнению, природный газ не удалось перевести на тот же уровень, на котором сегодня находится электроэнергия, как вид топлива для транспорта.

В то же время в статье отмечается, что Audi является единственной компанией, которая производит автомобили на газе в сегменте «премиум», и при этом проводит деятельность, направленную на преодоление предрассудков, связанных с использованием этого вида топлива. «До сих пор автопроизводители в первую очередь ощущали свою ответственность исключительно за производимый продукт – автомобиль. Мы же разрушаем этот подход, вовлекая в этот процесс и топливо», – отмечает Блок.

Как пишет издание, Audi работает в сфере, которую конкуренты сегодня стараются обойти стороной. Снижение цен на нефть, неясность будущего налогового стимулирования, а также имидж старомодного топлива – все это ведет к тому, что потребители и поневоле производители концентрируются на других темах. К примеру, Mercedes-Benz отказался от газовой версии модели E-класса в связи с низким спросом. Как заявили в штаб-квартире компании в Штутгарте, такая техника будет использоваться и в дальнейшем, однако тема природного газа сегодня отходит на второй план, сейчас на первое место выходят электромобили.

В статье приводится мнение эксперта исследовательского центра Puls Marktforschung Никласа Хаупта, который не верит в устойчивое развитие использования природного газа в качестве моторного топлива: «Газ останется нишевым продуктом, поскольку ощущается недостаток внимания общественности». По его оценке, среди альтернативных видов силовых установок рано или поздно успеха добьется электропривод. «В эту сферу автопроизводители инвестируют существенно больше, к тому же среди потребителей тема электромобильности распространена шире, чем природный газ или водород», – считает Хаупт. Как отмечает издание, такое мнение разделяют многие другие эксперты.

Источник: Horizont

Международные новости

Европейский союз

Центральноевропейские СМИ продолжают комментировать сообщение о том, что Volkswagen делает ставку на развитие транспорта на КПГ, заключив соглашение о намерениях с рядом компаний, в том числе с Gazprom NGV Europe, и представив новый газовый двигатель для небольших легковых автомобилей.

Германские СМИ, в частности газета Welt, сообщают, что до 2025 года парк газовых автомобилей должен достичь 1 млн единиц, а число заправок в Германии – 2000. Соответствующее соглашение о намерениях компания Volkswagen подписала с поставщиками топлива и операторами заправочной инфраструктуры – компаниями «Е.ОН Газ Мобиль», «Газпром ЭндЖиВи Юроп», «Гацу», «Онтраc Газтранспорт», «Оупен Грид Юроп», «Питпойнт» и «Тоталь Дойчланд».



Газовый автомобиль Volkswagen

«Газ – действительно самое экологичное топливо для двигателей внутреннего сгорания и предполагается, что новый газовый мотор будет внедрен на всей линейке небольших автомобилей, производимых компаниями группы Volkswagen», – пишет чешский портал Euro. Издание отмечает, что «дни дизеля в Европе уже сочтены».

Словацкий портал Topspeed.sk рассматривает эти действия в контексте стремления автопроизводителя на фоне «дизельгейта» переосмыслить стратегию развития и использовать природный газ как способ продлить жизнь двигателей внутреннего сгорания на фоне развития электромобильности.

Агентство Рейтер цитирует заявления главы компании Volkswagen Маттиаса Мюллера о том, что автомобильный концерн ведет переговоры с Газпромом и германской компанией Э.ОН о расширении использования природного газа в качестве моторного топлива. Мюллер заявил: «Мы сейчас действительно пытаемся мыслить нестандартно и придумать решения, которые оказались бы полезными по меньшей мере на переходный период в течение 10-20 лет».

Грядет эпоха электромобилей, – пишет портал Euractiv.com, указывая на то, что автопроизводители под давлением экологических норм ЕС уделяют все большее внимание этому виду транспорта. Так, компания Scoda предполагает, что к 2025 году каждый четвертый выпускаемый ею автомобиль будет работать на электричестве, и ожидает экспоненциального роста парка электромобилей. Сообщается, что в Евросоюзе на легковой и коммерческий транспорт приходится примерно 13 % выбросов углекислого газа. В соответствии с действующими нормами для автопроизводителей, верхняя граница среднего уровня выбросов производимых автомобилей не должна превысить 95 г CO₂ на километр пробега. При этом экологические движения настаивают на ужесточении этих норм.

Еврокомиссия представит свои ожидания по целевому уровню выбросов после 2021 года к лету этого года. По оценкам, он может составить от 68 до 80 г CO₂/км, что сегодня достижимо лишь электромобилями и частью автомобилей, работающих на природном газе.

Источники: Euro, Norske Scog, Topspeed.sk, Reuters, Euractiv.com

Австрия

На Венском моторном конгрессе отмечалось, что хотя двигателям внутреннего сгорания предрекали скорый закат, представители автопроизводителей не сдаются и ищут новые решения. Использование природного газа пока не привело к большому распространению этого вида топлива, но причиной может быть и отсутствие в Австрии четкой позиции властей, например, в виде установленного льготного налогового режима, как в Германии.

Courir

Германия

Согласно опросам, в ФРГ существенная часть владельцев автомобилей с дизельными двигателями подумывают о переходе на транспортные средства на других видах топлива. Среди причин – повышенные выбросы мелкодисперсной пыли и возможный запрет для дизельных машин на въезд в определенные зоны. В ходе опроса почти каждый третий владелец заявил, что в следующий раз он выбрал бы автомобиль с бензиновым двигателем.

Председатель правления концерна Audi AG Руперт Штадлер выступил в защиту дизельного топлива на автотранспорте. Он, в частности, заявил, что в ближайшие 10-15 лет 70-80 % топливного рынка будут оставаться за дизельным топливом.



Водородный автомобиль на топливных элементах BMW i8

Тем не менее руководитель Audi подчеркнул, что необходимо уделять больше внимания автомобилям, работающим на природном газе. Природный газ, по его словам, очень чистое топливо, его можно хранить в любом месте. «Оно дает дальний пробег и позволяет заправиться за две-три минуты», – подчеркнул Руперт Штадлер.

«Проблема природного газа для транспорта заключается в его имидже. Вызывает удивление, почему на фоне широкого внедрения метановых автобусов природный газ для транспорта не так популярен в Европе», – говорит председатель правления концерна Audi AG.

Газета Handelsblatt считает, что развитие сектора электромобилей в Германии сдерживает отсутствие необходимой инфраструктуры зарядных станций, которые не строят производители электроэнергии из-за малого числа электромобилей на дорогах. Дочерняя компания концерна RWE – InnoG, занимающаяся развитием новой энергетики, – пытается разрешить эту проблему. Так с 8 мая бизнес компании по развитию инфраструктуры для электромобилей возглавляет Штефан фон Добшюц, который ранее возглавлял направление по развитию электромобилей баварского концерна BMW.

Газета Frankfurter Allgemeine Zeitung пишет о перспективах применения газа в качестве моторного топлива. В частности, газета отмечает, что «пока электромобили ждут часа своего прорыва, автомобили на водороде все еще относятся к области научной фантастики, а дизельные автомобили скомпрометированы недавним скандалом, улицы, по-видимому, принадлежат автомобилям на бензине».

Однако существует экологичная альтернатива – природный газ. Сегодня в Германии 98 тыс. автомобилей используют в качестве моторного топлива природный газ. Автогаз (пропан-бутан) используют 475 тыс. машин. Общий автомобильный парк Германии составляет 62,6 млн единиц. При этом, напоминает издание, газовый мотор был изобретен раньше бензинового – в далеком 1860 году.

Райнхард Кольке, глава технического центра Всеобщего немецкого автомобильного клуба (ADAC) в г. Ландсберг-ам-Лех, рассказал, что в среде автомобилистов

существует проблема с принятием газа в качестве моторного топлива, но точные причины этого неясны. Кольке заявил, что ADAC может с помощью тестов доказать, что газовый автомобиль не опаснее бензинового.

Нехватка заправочной инфраструктуры – одна из причин. Сегодня в Германии порядка 1000 АГНКС и их число сокращается. Количество серийно выпускаемых моделей газовых автомобилей тоже ничтожно – всего около 25. При этом природный газ обладает превосходными экологическими характеристиками.

В марте 2017 г. ADAC проводил тест различных двигателей (ADAC-Eco-Test). Двигатель на природном газе получил пять звезд из пяти возможных в рамках этого теста. Газета также напоминает о том, что меры господдержки автотранспорта на природном газе в Германии продлены до 2026 года. По мнению Кольке, у природного газа на транспорте есть большое будущее. Сейчас на пути дальнейшего развития природного газа стоят политические факторы.

Источники: Welt, Rheinische Post, Autocar, Handelsblatt, Frankfurter Allgemeine Zeitung

Канада

В столице канадской провинции Альберта будет построена испытательная установка по получению сжатого метана для двигателей внутреннего сгорания из лигноцеллюлозы (древесные отходы). Проект стоимостью 1,6 млн долларов США реализуется по схеме государственно-частного партнерства.

Кроме Альберты, экологическими программами на автотранспорте интересуются в провинциях Британская Колумбия, Квебек, Онтарио. Там ставится задача сокращения к 2050 году выбросов парниковых газов до нуля. Это подразумевает, например, полный отказ от использования ископаемых видов топлива в строительном комплексе.

По оценкам Канадской газовой ассоциации, почти половину нынешних потребностей Канады в газовом топливе – 1,2 из 2,7 трлн кубических футов в год – можно удовлетворить только за счет биометана, полученного от переработки древесины, твердых отходов и т.д.

Intelligence Press Inc.

Нидерланды

Компания New Holland, отметившая столетний юбилей с начала производства, завершила европейский цикл эксплуатационных испытаний прототипа газового трактора второго поколения T.180. Интенсивные испытания трактора на КПП проходили в Италии, Испании, Великобритании, Германии, Дании, Нидерландах, Испании, Португалии и Болгарии. Трактор T.180 оборудован газовым двигателем NEF6. Баллон вмещает 52 кг природного газа. Этого запаса хватает на половину рабочего дня.

По сравнению с дизельной моделью газовый трактор позволяет экономить до 25 % затрат на топливо и снизить общий объем вредных выбросов на 80 %. Компания New Holland намерена вывести свои газовые тракторы на латиноамериканский рынок. Для этого она совместно со своим партнером «Итайпу бинасиональ» начала в бразильской провинции Западная Парана испытания трактора на КПП первого поколения T.160.

Голландскую компанию Pit Point, владеющую сетью АГНКС (около 100 станций) во Франции, Бельгии и Германии, приобрела французская компания Total.



Трактор New Holland с метановым двигателем

К 2020 году французский концерн предполагает создать в Европе сеть собственных АГНКС численностью 350 единиц.

Источники: журнал GNV Magazine, Platts

Норвегия

На целлюлозно-бумажном комбинате в городе Халден норвежская компания Norske Scog – крупный производитель газетной и журнальной бумаги – введет в эксплуатацию систему переработки жидких промышленных отходов для производства биометана. Эту систему поставит компания Pentair Hoffman. Производительность установки по биогазу составляет 600 м³ в час, а по биометану – 490 м³ в час. Компримированный биометан будет использоваться для 70 муниципальных автобусов.

С 2010 года оборудование фирмы Pentair Hoffman успешно эксплуатируется уже на 40 объектах в Нидерландах, Германии, Франции, Великобритании, Южной Африке, США и на Филиппинах.

Norske Scog

Пакистан

Всепакистанская ассоциация КПП APCNG сообщает, что несмотря на запрет нефтегазового регулятора Пакистана Ogra сжиженный углеводородный газ (автомобильный пропан) продолжают использовать на такси и моторикшах. На фоне роста числа взрывов и пожаров пропановых сосудов, ставших практически рутинным инцидентом, Ogra, по соображениям безопасности, запретила использовать СУГ в качестве моторного топлива. Однако местные власти закрывают глаза на нарушения этого запрета. Наибольшие нарекания вызывает штат Пенджаб, в городах которого повсюду можно найти нелегальные АГЗС.

Asia

Польша

Национальный рынок КПП и СПГ здесь считается «отсталым» и должен развиваться более активно. Сейчас в Польше всего 26 АГНКС. Однако, по утверждению

газеты Rzeczpospolita, правительство якобы намерено стимулировать участников рынка, и тогда к 2025 году парк газовых автомобилей на КПП в Польше должен возрасти до 54 тыс. единиц (сейчас их всего около 4 тыс.). Ожидается, что машин на СПГ будет 3 тыс. По утверждению экспертов, одним из главных препятствий на пути развития рынка альтернативных видов моторного топлива является чрезмерная бюрократия.

Rzeczpospolita

Румыния

В Румынии начался проект по созданию к 2020 году национальной сети АГНКС. Для реализации первого этапа проекта выделены 5,2 млн евро. Частично финансирование осуществляется Европейским союзом. Развитие рынка КПП в Румынии сдерживает отсутствие газозаправочной инфраструктуры.

Danisson Energy SRL

Словакия

Компании SPP и Danube LNG (Словакия) подготовили совместный проект FuelCNG для развития в стране системы заправок СПГ и КПП и намерены добиваться его поддержки в рамках гранта ЕС. Проект предполагает строительство 14 заправок КПП и трех СПГ вдоль основных магистралей. При этом, хотя Словакия является второй в Европе страной по уровню газификации, вдоль магистралей газопроводы не проходят, поэтому топливо будет поставляться на заправки в сжиженном виде.

Считается, что этот проект может привести к перелому тенденции в сегменте КПП, продажи которого в последние годы не росли.

Energia 3

США

Президент США Дональд Трамп, вероятно, будет поддерживать увеличение экспорта СПГ из США. Исполнительный директор консультационной компании Global Energy and Natural Resources Дивиа Редди считает, что экспорт американского СПГ может стать разменной монетой на переговорах по торговым соглашениям с другими странами. По ее словам, администрация Трампа может сократить корпоративный налог, увеличить площади, где разрешена добыча сланцевого газа, отказаться от «Плана чистой энергии», разработанного при президенте Обаме. В целом же Дивиа Рэдди считает, что президент Трамп больше поддерживает уголь, чем газ. Также, по ее мнению, отсутствие консенсуса между республиканцами и демократами ведет к долгосрочной неопределенности в вопросах энергетической политики.

Компания Kenworth продолжает работы над созданием перспективных образцов грузовой техники с нулевыми выбросами. Для достижения этой цели компания работает над шестью прототипами портовых грузовиков T680 класса 8. В августе 2016 года компания Kenworth получила правительственный грант в размере 9 млн долл. Нулевые выбросы компания рассчитывает получить на машине с водородными топливными элементами Ballard Power Systems. Грузовик будет оснащен литиево-ионной аккумуляторной батареей, электромотором со спаренным ротором для привода задней колесной тележки через четырехступенчатую КПП. Этот седельный тягач будет готов к эксплуатационным испытаниям в четвертом квартале 2017 года.



Добыча сланцевого газа в штате Вайоминг, США

Вторая гибридная модель будет оснащена газовым (КПГ) двигателем Cummins Westport ISLG. Заряда аккумулятора будет хватать на 30 миль. Остальную работу машины будут выполнять с использованием водородного или метанового двигателя внутреннего сгорания.

Эти грузовики будут готовы к испытаниям на полигоне и в реальных условиях в четвертом квартале 2017 года. На эти разработки компания Kenworth получила по 2,1 млн долларов на каждый прототип. Еще 4,6 млн она получила от правительства на строительство четырех электрогибридов T680 с двигателем Cummins Westport ISLG. Первый метановый гибрид должен быть готов к испытаниям в 2018 году.

По информации компании «Нью флайер индастриз», американско-канадского производителя автобусов большой вместимости, пассажирская транспортная компания Нью-Йорка МТА (Эм-Ти-Эй) заказала 110 60-футовых сочлененных машин Xcelsior-XN60, работающих на КПГ. Стоимость контракта составляет 95 млн долларов. Нью-Йорк впервые со времени начала сотрудничества в 1998 году покупает у компании «Нью флайер индастриз» автобусы на КПГ в данной конфигурации. На автобусах устанавливаются газовые баллоны со сроком эксплуатации 20 лет.

Источники: Platts, New Gen Transportation, New Flyer Industries

Турция

Регулятор турецкого энергетического рынка EPDK принял директиву, упрощающую правила размещения газораздаточных колонок для КПГ на традиционных заправках. Эта мера нацелена на поддержку использования газа на транспорте и снижение выбросов, поскольку КПГ обладает свойствами экологичного топлива и, по сравнению с СУГ, менее взрывоопасен.

Газета «Ени шафак»

Чехия

Президент Чехии Милош Земан подписал изменения в закон о топливах, в соответствии с которыми создается реестр зарядных станций для электротранспорта, а операторы АГНКС будут иметь возможность покупать газ только у лицензированных поставщиков. Нововведение в законодательстве введено в соответствии с требованиями ЕС в части инфраструктуры для альтернативных топлив.

Oenergetice.cz, info.cz

Abstracts of articles

P. 12

Some ways to improve efficiency of production processes at CNG Filling Station
Stanislav Lyugay, Yulia Drygina, Vladimir Timofeev

The analysis of the methods used to design the productivity of the equipment of automobile gas filling compressor stations and the problems associated with the dimension of the stations and leading to an overestimate of this productivity is given in the article, which in turn is the reason for the necrosis of capital investments and the impossibility of achieving the targets for the efficiency of a CNG Filling Station. A number of technical solutions are offered and the most rational variants of design and operation of CNG Filling Station are described. The dynamics of changes in prices for compressed natural gas and liquid motor fuel is analyzed before and after the abolition of regulated pricing.

Keywords: compressed natural gas, automobile gas filling compressor station, efficiency of production processes, review of the gas-engine market, reduction of transport idle time, criteria for the effectiveness of design solutions.

References

1. Evstifeev A.A., Ermolaev A.E. Influence of idle runs of gas city buses on indicators of production and economic activity // *Transport on alternative fuel.* – 2016. – No. 4 (52). – P. 23-30.
2. Lyugay S.V., Balashov M.L., Evstifeev A.A. Estimating the waiting time for filling the vehicle with CNG stations // *Transport on alternative fuel.* – 2016. – No. 6 (54). – P. 50-54.
3. Evstifeev A.A., Zaeva M.A., Sergeev M.S. Method to ensure the robustness of the power supply control system of a gas vehicle // *Transport on alternative fuel.* – 2016. – No. 3 (51). – P. 51-60.
4. Evstifeev A.A., Zaeva M.A., Khetagurov Y.A. Methods and tools for optimizing the location of production and supply infrastructure. Scientific session of NRNU MEPhI–2015. Annotations of reports: in 3 volumes, Ed. Golotyuk O.N. – 2015. – P. 74.
5. Popov M.A., Egorova A.N., Evstifeev A.A. Modeling and optimization of locations for gas transportation facilities. Scientific session of NRNU MEPhI–2015. Annotations of reports: in 3 volumes, Ed. Golotyuk O.N. – 2015. – P. 97a.
6. Evstifeev A.A., Drygina Y.N., Ermolaev A.E. Modeling and optimization of the development of the production and distribution network of gas filling stations // *Gas industry.* – 2015. – No. S3 (728). – P. 30-33.
7. Evstifeev A.A. Mathematical model for determining the number and productivity of refueling columns at CNG stations // *Gas industry.* – 2015. – No. 8 (726). – P. 95-97.
8. Evstifeev A.A. Placement of the infrastructure of gas refueling transport // *Transport on alternative fuel.* – 2015. – No. 6 (48). – P. 26-39.
9. Evstifeev A.A. Analysis of the efficiency of the production process at the CNG station // *Transport on alternative fuel.* – 2015. – No. 5 (47). – P. 27-33.
10. Evstifeev A.A. The method of formation of an adequate cost of gas motor fuel // *Transport on alternative fuel.* – 2015. – No. 2 (44). – P. 41-46.
11. Evstifeev A.A. Modern Approaches to the Selection of the Performance of the Main Process Equipment for Natural Gas Refueling Facilities // *Transport on Alternative Fuel.* – 2015. – No. 4 (46). – P. 48-54.
12. Evstifeev A.A., Shuvalov B.V., Khachaturova E.G. Monitoring of objects and modeling of the technological process in the system of decision support for the development of a network of cryogenic filling stations // *Bulletin of the National Research Nuclear University MEPhI.* – 2015. – T. 4. – No. 5. – P. 458-463.
13. Evstifeev A., Zaeva M., Krasnikova S., Shuvalov V. Multi-criteria equipment control in complex engineering systems // *Asian Journal of Applied Sciences.* – 2015. – T. 8. – No. 1. – P. 86-91.
14. Evstifeev A.A. Structural synthesis and solution algorithms for a mathematical model of a gas refueling system for transport and gas supply of autonomous consumers // *News gas science.* – 2015. – No. 1 (21). – P. 79-85.
15. Evstifeev A.A. Provision of municipal bus fleets of the megalopolis with gas motor fuel // *Gas industry.* – 2014. – No. 2 (702). – P. 86-89.
16. Evstifeev A.A. Mathematical model of the process of fueling vehicles KPG on AGNKS // *Transport on alternative fuel.* – 2014. – No. 1 (37). – P. 24-31.
17. Evstifeev A.A. Multi-criteria control of technological equipment of complex technical systems using methods for obtaining fuzzy inferences // *Transport on alternative fuels.* – 2014. – No. 5 (41). – P. 44-48.
18. Evstifeev A.A. Methodology of rational construction and continuous improvement of the regional network of CNG stations // *Transport on alternative fuel.* – 2014. – No. 3 (39). – P. 53-60.
19. Khvorov G.A., Kozlov S.L., Akopova G.S., Evstifeev A.A. Reduction of losses of natural gas during transportation by main gas pipelines of OAO Gazprom // *Gas industry.* – 2013. – No. 12 (699). – P. 66-69.
20. Evstifeev A.A. A mathematical model for analyzing the demand for CNG and LNG in newly gasified territories // *Gas industry.* – 2013. – No. 1 (685). – P. 87-88.
21. Lyugay S.V., Evstifeev A.A., Timofeev V.V., Balashov M.L., Drygina Y.N. Comparison of economic indicators when using liquid motor and gas engine fuels // *Transport on alternative fuel.* – 2013. – No. 5 (35). – P. 14-19.
22. Evstifeev A.A. Model of forecasting the consumption of gas motor fuel in the village // *Transport on alternative fuel.* – 2013. – No. 3 (33). – P. 43-47.
23. Evstifeev A.A., Balashov M.L. A technique for determining the border of economic efficiency of the transition to natural gas as a motor fuel // *Transport on alternative fuel.* – 2013. – No. 2 (32). – P. 4-5.
24. Evstifeev A.A. Calculation of reliability of the system of gas motor fuel supplies to consumers // *Transport on alternative fuel.* – 2013. – No. 4 (34). – P. 61-65.
25. Evstifeev A.A., Zaeva M.A., Khetagurov Y.A. Application of mathematical modeling for testing and testing complex technical systems // *Bulletin of the National Research Nuclear University MEPhI.* – 2013. – V. 2. – № 1. – P. 115.
26. Evstifeev A.A., Zaeva M.A. Automated system of the unified state register of gas-cylinder equipment // *Scientific session of NRNU MEPhI-2012. Annotations of reports: in 3 volumes.* – 2012. – P. 285.
27. Lyugay S.V., Evstifeev A.A. Analysis of automation systems of the oil and gas complex, applicable for automotive gas filling stations // *Transport on alternative fuel.* – 2012. – No. 6 (30). – P. 22-24.
28. Dedkov V.K., Evstifeev A.A. Methodology for assessing the reliability of a technical system based on test results // *Problems of safety theory and system stability.* – 2010. – No. 12. – P. 215-221.
29. Evstifeev A.A., Zaeva M.A., Malinin S.A., Skorodumova T.A. The technology of creating documents based on templates // *Gas industry.* – 2010. – No. 2. – P. 37-38.
30. Evstifeev A.A., Severtsev N.A. Models for minimizing the directional damage to the transport system in the absence of information // *Problems in the theory of safety and stability of systems.* – 2009. – No. 11. – P. 137-145.
31. Evstifeev A.A., Dedkov V.K. Methodology for assessing the reliability of a technical system based on test results. // *Problems of safety theory and system stability.* – 2009. – No. 12. – C. 215.

P. 23

Comparative analysis of CNG and LPG usage as a motor fuel. Product competition or mutual complementation?

Maxim Korotkov

At the moment, great attention is being paid by authorities of all levels, the media and business entities of the Russian Federation to development of compressed natural gas (CNG) usage as a motor fuel, which is cleaner and cheaper than gasoline and diesel fuel. The scale of such attention allows us to speak with confidence about the expressed priority of this direction in state policy. At the same time, increasingly unfavorable situation is developing in the sphere of using another, so far the most common alternative type of motor fuel - liquefied petroleum gas (LPG). What are the differences between these types of motor fuels? Should the development of CNG usage be carried out to the detriment LPG? And most importantly: does this state of affairs correspond to the interests of the final consumers of motor fuel - citizens of our country? Answers to these and other questions that should probably be taken into account when determining the vector of development of alternative fuels usage are proposed in this article.

Keywords: compressed natural gas, liquefied petroleum gas, structure of the motor fuel market, automobile gas-filling compressor station, gas-cylinder vehicle, fuel prices, economic efficiency.

P. 32

Ammonia as a promising motor fuel for a carbon-free economy**Alexander Klymentyev, Alexandra Klymentyeva**

World experience in the use of ammonia in transport and studies on the use of ammonia in the concept of the development of a carbon-free economy are examined in the article. The possibility of ammonia production by a carbon-free method and its use on vehicles in Russia has been determined.

All over the world, search operations for alternative fuels that would reduce the level of environmental impact are underway. Replacement of the carbon cycle with nitrogen one reduces the consumption of petroleum products in transport and greenhouse gas emissions. Process on the production of ammonia without the use of hydrocarbon raw materials is carried out by scientific and engineering groups in different countries.

Keywords: ammonia, alternative fuel for vehicles, energy storage, isolated energy areas, greenhouse gases, the Paris Agreement.

References

1. Ammonia – a fuel for motor buses, Emeric Kroch D.Sc. // Journal of the Institute of Petroleum. – 1945.
2. The theory of operation of an ammonia burning internal combustion engine. Charles G. Garabedian and John H. Johnson HQ US Army tank-automotive center Warren, 1965.
3. Morozov G. Ammonia – cheap low-toxic fuel // Boats and Yachts. – 1985. – № 115.
4. www.nh3car.com
5. <http://tyre.marangoni.com/en/Tuning/Progetti/GT86EcoExplorer/Descrizioneauto.aspx#.WKLmH6DvUxC>
6. Ammonia as fuel for internal combustion engines? An evaluation of the feasibility of using nitrogen-based fuels in ICE, Chalmers, Emtiaz Ali Brohi, 2014.
7. www.solarhydrogensystem.com
8. <https://nh3fuelassociation.org>
9. Rocket engine on ammonia has been developed in Russia // Izvestia. – 2012. – 4 May.
10. Combustion and emissions characteristics of a compression-ignition engine using dual ammonia-diesel fuel. Aaron Reiter Iowa State University, 2009.
11. Takashi Saika, Mitsuhoro Nakamura, Tetsuo Nohara, Shinji Ishimatsu. Study of Hydrogen Supply System with Ammonia Fuel // JSME International Journal. – 2006. – Series B, Vol 49, No 1.
12. Potential Roles of Ammonia in a Hydrogen Economy. A study of Issues Related to the Use Ammonia for On-Board Vehicular Hydrogen Storage, US Department of Energy, 2006.
13. Jeffrey Ralph Bartels. A feasibility study of implementing an Ammonia Economy, Iowa State University, 2008.

P. 45

The prospects of alternative energy sources and heat application on highway network**Yaroslav Vasilev, Ekaterina Medres, Egor Golov**

The possibility of application of alternative energy sources and heat while carrying out design, construction, reconstruction and capital repairs of highways of Russia is considered in the article. The geographical, ecological, technical and economic and climatic factors influencing efficiency of measures for providing highways with alternative sources of electric energy and heat are studied.

Keywords: alternative power sources and heat, traditional power sources, power stations, feasibility study.

References

1. All-Union State Standard 54100–2010 Non-traditional technologies. Renewable energy sources. Basic provisions.
2. All-Union State Standard 54531–2011 Non-traditional technologies. Renewable and alternative energy sources. Terms and Definitions.
3. Renewable energy in decentralized electricity supply: monograph / B.V. Lukutin, OA Surzhikova, E.B. Shandarova. – M.: Energoatomizdat, 2008. – 231 p.

P. 50

Electromechanical energy recovery system of exhaust gas at hybrid car**Evgeniy Ovsyannikov, Tamara Gaitova, Sergey Koryushkin**

The paper describes the composition of exhaust gas energy recovery system and provides a structural diagram of the hybrid power plant.

Keywords: turboelectrocompressor, reversible electric machine, traction electric drive, hybrid.

References

1. Ovsyannikov E.M., Klyukin P.N., Akimov A.V. Production of hydrogen using energy recovery systems on board a vehicle // Electronics and electrical equipment of transport. – 2015. – No. 4. – P. 24-28.
2. Ovsyannikov E.M., Klyukin P.N., Gaitova T.B. The use of hydrogen in road transport // Electronics and electrical equipment of transport. – 2016. – No. 3. – P. 16-18.
3. Ovsyannikov E.M., Gaytova T.B., Klyukin P.N., Polyakova V.N. Device for the production and addition of hydrogen to the fuel-air mixture of internal combustion engines // Transport on alternative fuel. – 2016. – No. 6 (54). – P. 28-32.
4. Ovsyannikov E.M., Gaitova T.B., Polyakova V.N. Optimal laws governing the control of traction asynchronous electric motors // Elektro. – 2014. – No. 6. – P. 28-31.
5. The patent of the Russian Federation № 96182 «Turboelektrokompessor».
6. Kaminsky V.N., Lazarev A.V., Kaminsky R.V., Sibiryakov S.V. Turboelektrokompessor: possibilities, design and prospects // Izvestiya MSTU «MAMI». – 2012. – No. 2 (14). – V. 1.
7. Kopylov I.P., Klokov B.K., Morozkin V.P., Tokarev B.F. Designing of electrical machines: Textbook. – Moscow: Higher School, 2005. – 767 p.
8. Design diagrams of cars with hybrid power units / S.V. Bakhmutov, A.L. Karunin, A.V. Krutashov, V.V. Lomakin, V.V. Selifonov, K.E. Karpukhin, E.E. Baulina, Yu.V. Uryukov. – Moscow: MSTU «MAMI», 2007. – 72 p.

P. 55

Scientific and practical unit in production as an important element in expansion of gas engine fuel usage**Ivan Koklin, Anatoli Korolenok, Dmitry Kazakov**

The article presents 20 years of experience in the operation of equipment transfer to natural gas at the Nevinnomysky CS «Gazprom transgaz Stavropol» LLC, which is characterized in conjunction with scientific and educational institutions as a key element in expanding the use of gasoline fuel in motor transport and in agricultural production.

Keywords: gas motor fuel, research and production unit, industrial-intellectual capital, natural gas, development ground.

References

1. Koklin I.M., Korolenok A.M. and others. Transfer points are a scientifically practical element of the infrastructure of using gas-powered fuel // AGZK + AT. – 2015. – No. 11. – P. 3-7.
2. Koklin I.M. Potential possibilities of gas motorization in the countryside is a factor of Russia's food independence // AGZK + AT. – 2006. – No. – P. 47-51.
3. Potapenko S.I., Koklin I.M. The history of the creation, formation and prospects for the activities of the Nevinnomysky site for the transfer of vehicles to CNG. Mathematical, Scientific-practical Conference. – Moscow: OOO Gazprom Expo, 2010. – P. 114-120.
4. Malenkina I.F., Timofeev V.V., Koklin I.M. Feasibility study for the creation of a test site for agricultural machinery operating on natural gas // Transport on alternative fuel. – 2011. – No. 1. – P. 30-33.
5. Koklin I.M., Kazakov D.V., Potapenko D.G. Gas engine fuel – a factor that increases the efficiency of production in the agro-industrial complex // AGZK + AT. – 2016. – No. 4. – P. 3-7.
6. Koklin I.M., Lyakhov A.S., Prokhorov A.D. Effectiveness of gas motorization in agriculture // Gas industry. – 2000. – No. 1. – P. 13-26.
7. Savelyev G.S., Kochetkov M.N. and others. An Integrated Approach to Ensuring Agricultural Production with Gas-Powered Fuel // Tractors and Agricultural Machines. – 2014. – No. 3. – P. 47-50.
8. Ordinance of the Government of the Russian Federation of May 13, 2013, No. 767-r «On the regulation of relations in the use of gas motor fuel» // Transport on alternative fuel. – 2013. – No. 5. – P. 5-6.

Авторы статей в журнале №3 (57) 2017 г.

Васильев Ярослав Владимирович,
к.т.н., доцент кафедры Наземных транспортно-технологических машин Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, e-mail: xen2k@rambler.ru

Гайтова Тамара Борисовна,
д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Электротехника» ФГБОУ высшего образования «Московский политехнический университет», тел.: (495) 276-32-20, e-mail: ekems@yandex.ru

Голов Егор Викторович,
студент магистратуры кафедры наземных транспортно-технологических машин Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, e-mail: egorgoloff@yandex.ru

Дрыгина Юлия Николаевна,
ведущий специалист ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 115583, Москва, а/я 130, тел.: (498) 657-43-92, e-mail: Y_Drygina@vniigaz.gazprom.ru

Казakov Дмитрий Викторович,
доцент, заведующий кафедрой химической технологии, машин и аппаратов химических производств Нефтеинновационного технологического института (филиал) ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», к.т.н., e-mail: kazakov_nti@inbox.ru

Климентьев Александр Юрьевич,
разработчик и руководитель нефтегазовых проектов, Экономическая лаборатория АлександрА КлиментьевА, тел. +7 (985) 998-04-49, e-mail: t_diamonds@mail.ru

Климентьева Александра Александровна,
химик-технолог, Экономическая лаборатория АлександрА КлиментьевА, тел.: +7 (962) 998-04-49

Коклин Иван Максимович,
д.т.н., профессор института экономики управления, заведующий Нефтеинновационным филиалом кафедры РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, м.т.: +7 (928) 633-84-52, e-mail: koklin@admin.ktg.gazprom.ru

Короленок Анатолий Михайлович,
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, м.т.: 916 698-96-38

Коротков Максим Владиславович,
к.т.н., доцент, начальник отдела по работе с мелкооптовыми потребителями ООО «РН Газотопливная компания» (дочернее общество НК «Роснефть»), м.т.: 8 (915) 248-46-87, 8 (915) 230-20-16; e-mail: korotkov2004@gmail.com

Корюшкин Сергей Анатольевич,
аспирант ФГБОУ высшего образования «Московский политехнический университет», м.т. 909 657 42 09, e-mail: koryushk1@mail.ru

Люгай Станислав Владимирович,
к.т.н., директор Центра использования газа ООО «Газпром ВНИИГАЗ», e-mail: S_Lyugai@vniigaz.gazprom.ru

Медрес Екатерина Евгеньевна,
к.э.н., доцент кафедры транспортных систем Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, e-mail: fire_21@mail.ru

Овсянников Евгений Михайлович,
д.т.н., чл.-корр. Академии электротехнических наук РФ, профессор кафедры «Электротехника» ФГБОУ высшего образования «Московский политехнический университет», тел.: (495) 962-12-95, e-mail: ovsiannikov48@mail.ru

Пронин Евгений Николаевич,
координатор проекта «Голубой коридор», руководитель РК5 Международного газового союза, e-mail: e.pronin@mail.ru

Тимофеев Владимир Валентинович,
главный специалист лаборатории «Прогнозирования использования и экономики газомоторного топлива Центра использования газа» ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н., тел.: +7 (498) 657-42-05, e-mail: V_Timofeev@vniigaz.gazprom.ru

Contributors to journal issue № 3 (57) 2017

Drygina Yulia,
leading specialist, LLC Gazprom VNIIGAZ,
office phone: +7 (498) 657-41-35,
e-mail: Y_Drygina@vniigaz.gazprom.ru

Gaitova Tamara,
Doctor of Engineering, professor of the department «Electrical engineering» of Moscow Polytechnic University,
phone: + 7 (495) 276-32-20, e-mail: ekems@yandex.ru

Golov Egor,
master's degree student the chair of over-ground transport technological machines (Saint Petersburg University of Architecture and Civil Engineering),
e-mail: egorgoloff@yandex.ru

Kazakov Dmitry,
Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of Chemical Technology, Machines and Apparatus for Chemical Production, Nevinnomysk Technological Institute (branch) of «North-Caucasian Federal University»,
e-mail: kazakov_nti@inbox.ru

Klymentyev Alexander,
developer and manager of oil and gas projects, Economic laboratory of Alexander Klymentyev,
e-mail: t_diamonds@mail.ru

Klymentyeva Alexandra,
chemical engineer,
Economic laboratory of Alexander Klymentyev,
phone: +7 (962) 998-04-49

Koklin Ivan,
Governor of branches of Gubkin Russian state university of oil and Gas, associate professor, Doctor of Engineering,
phone: +7 (743) 32-310,
e-mail: koklin@admin.ktg.gazprom.ru

Korolenok Anatoliy,
professor, chair holder of Gubkin Russian State Oil & Gas University, Doctor of Science, phone: + 916 698-96-38

Korotkov Maxim, Ph.D., Associate professor, Head of Department for work with individual wholesale consumers «RN Gazotoplivnaya Company» LLC (a subsidiary of Rosneft Petroleum Company),
phone: +7 (495) 777-77-97 (ext. 1220),
e-mail: korotkov2004@gmail.com

Koryushkin Sergey,
postgraduate student of Moscow Polytechnic University,
phone: + 7 (909) 657-42-09, e-mail: koryushk1@mail.ru

Lyugay Stanislav,
PhD, Director of the Centre «Gas Use»,
JSC «Gazprom VNIIGAZ»,
e-mail: S_Lyugai@vniigaz.gazprom.ru

Medres Ekaterina,
PhD of Econ. Sci, Associate Professor the chair of transport systems (Saint Petersburg University of Architecture and Civil Engineering),
e-mail: fire_21@mail.ru

Ovsyannikov Evgeniy,
Doctor of Engineering, professor, Federal State Budget Educational Institution (FGBU) of higher education «Moscow Polytechnic University»,
phone: + 7 (495) 962-12-95, e-mail: ovsiannikov48@mail.ru

Pronin Eugene,
IGU WOC5 Chairman,
e-mail: e.pronin@mail.ru

Timofeev Vladimir,
leading engineer of Laboratory of forecasting gas motor fuel use and economics of the Centre «GAS USE» of LLC «Gazprom VNIIGAZ», Ph.D., phone: + 7 (498) 657-42-05,
e-mail: V_Timofeev@vniigaz.gazprom.ru

Vasilev Yaroslav,
PhD of Tech. Sci, Associate Professor the chair of over-ground transport technological machines (Saint Petersburg University of Architecture and Civil Engineering),
e-mail: xen2k@rambler.ru