



ТРАНСПОРТ

НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ



№ 4 (58) 2017



Сжиженный природный газ для локомотивов

Применение передвижных автогазозаправщиков

Инновации в топливно-энергетическом комплексе

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 15.06.2017 г.

Подписано в печать 15.07.2017 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: Криовозы «Газпром газомоторное топливо»

В НОМЕРЕ

Сжиженный природный газ для локомотивов	3
«Газпром» обеспечил топливом EcoGas Кубок Конфедераций 2017	4
Общее годовое собрание членов Ассоциации организаций в области газомоторного топлива «Национальная газомоторная ассоциация»	5
Гнедова Л.А., Гриценко К.А., Лапушкин Н.А., Перетряхина В.Б. Практика применения передвижных автогазозаправщиков	11
Экологический отчет Группы Газпром за 2016 год	16
Климентьев А.Ю., Климентьева А.А. Аммиак – перспективное моторное топливо для безуглеродной экономики	17
Новые интеллектуальные решения в области использования природного газа	29
Семенцев А.М., Терехов А.Л. Повышение безопасности труда путем инноваций в топливно-энергетическом комплексе	36
Дунин А.Ю., Горбачевский Е.В., Душкин П.В., Голубков Л.Н., Иванов И.Е. Влияние состава топлива на основе масел растительного происхождения на режим работы электрогидравлической форсунки	48
В Ульяновске стартует производство тяжелых грузовиков Isuzu	58
Евстифеев А.А., Никорук И.Ф. Критерии оценки результатов деятельности персонала автомобильных газонаполнительных компрессорных станций	59
В Свердловской области начались испытания мобильной КриоАЗС	65
Пронин Е.Н. СПГ на автотранспорте Европы	66
В Тбилиси на улицы вышли 100 автобусов на КПГ	75
Муниципальная техника в США переходит на газ	76
Новая водородная заправка в Германии	77
Abstracts of articles	78
Авторы статей в журнале № 4 (58) 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 15.06.2017

Endorsed to be printed on 15.07.2017

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

Liquefied Natural Gas for Locomotives	3
Gazprom Provided EcoGas Oil for the 2017 FIFA Confederations Cup	4
Annual general meeting of members of Organizations' Association «National Gas Vehicle Association»	5
Gnedova Lyudmila, Gritsenko Kirill, Lapushkin Nikolay, Peretryakhina Vera The practice of using mobile filling stations	11
Environmental Report of Gazprom Group in 2016	16
Alexander Klymentyev, Alexandra Klymentyeva Ammonia as a promising motor fuel for a carbon-free economy	17
Modern Creative Solutions in Natural Gas Usage	29
Alexey Terekhov, Alexander Sementsev Improving Work Safety through Innovation in Fuel and Energy Complex	36
Andrey Dunin, Evgeniy Gorbachevskiy, Pavel Dushkin, Leonid Golubkov, Igor Ivanov The influence of vegetable oil composition to common rail injector operating mode	48
Manufacture of Heavy-duty Tracks Isuzu to Start in Ulyanovsk	58
Andrey Evstifeev, Irina Nikoruk Criteria for performance appraisal of personnel of NGV filling station	59
Tests of Mobile KrioFS in the Sverdlovsk Region Have Begun	65
Eugene Pronin LNG on European road transport	66
100 CNG Buses on the Streets of Tbilisi	75
USA Cities Machinery Switch to Natural Gas	76
New Hydrogen Filling Station in Germany	77
Abstracts of articles	78
Contributors to journal issue № 4 (58) 2017 г.	80

Сжиженный природный газ для локомотивов

Компания «Газпром газомоторное топливо» начала заправку сжиженным природным газом (СПГ) локомотивов компании «Российские железные дороги» на станции Егоршино в Свердловской области.

На станции создан газозаправочный пункт, где размещаются кривоносы (специальные грузовые автомобили для транспортировки СПГ) ООО «Газпром газомоторное топливо». Компания стала победителем открытого аукциона на поставку СПГ для «РЖД». Топливо будет регулярно доставляться с производственных мощностей по сжижению природного газа Группы «Газпром». Всего в рамках контракта планируется поставить 600 тонн СПГ.

В настоящее время на участке Егоршино – Серов-Сортировочный Свердловской железной дороги эксплуатируются три единицы газомоторной техники: газопоршневой маневровый локомотив и два магистральных газотурбовоза.

«Создание газозаправочной инфраструктуры на Свердловской железной дороге ведется в рамках соглашения о сотрудничестве с «РЖД» по расширению применения сжиженного природного газа на железнодорожной технике. В перспективе газозаправочные пункты должны появиться на неэлектрифицированных участках железной дороги», – сказал генеральный директор ООО «Газпром газомоторное топливо» Михаил Лихачев.

Справка

Производство и реализация природного газа в качестве моторного топлива – стратегическое направление деятельности ПАО «Газпром». Для системной работы по развитию рынка газомоторного топлива создана специализированная компания – ООО «Газпром газомоторное топливо».



СПГ – это природный газ, охлажденный до температуры -162°C . При охлаждении газ переходит в жидкое состояние, при этом его объем уменьшается в 600 раз. Ключевыми потребителями СПГ являются автомобильный, железнодорожный и водный виды транспорта.

В 2013 году подписан Меморандум о сотрудничестве между ПАО «Газпром» и ОАО «РЖД». В декабре 2015 года ОАО «РЖД» утверждена Программа внедрения тягового подвижного состава, работающего на сжиженном природном газе, на полигоне Свердловской железной дороги в течение 2015-2025 гг. В 2016 году «Газпром», «РЖД», Группа Синара и «Трансмашхолдинг» подписали Соглашение о сотрудничестве в области использования газомоторного топлива. В соответствии с документом «Газпром» построит современные объекты газозаправочной инфраструктуры в местах, согласованных с «РЖД», а также будет обеспечивать заправку подвижного состава СПГ.

Отдел внешних коммуникаций
ООО «Газпром газомоторное топливо»

«Газпром» обеспечил топливом EcoGas Кубок Конфедераций 2017



В Москве и Санкт-Петербурге состоялись финальные игры Кубка Конфедераций FIFA 2017, официальным партнером которого выступил «Газпром».

В соответствии со «Стратегией транспортного обеспечения Кубка Конфедераций FIFA 2017 года и чемпионата мира по футболу FIFA 2018 года в Российской Федерации» при проведении спортивных мероприятий используется экологичный транспорт, работающий на природном газе.

Для реализации Стратегии регионам, принимающим чемпионаты, необходимо приобрести 764 газомоторных автобуса, работающих на природном газе – EcoGas. Часть из них уже закуплена Москвой, Санкт-Петербургом, Казанью и Сочи.



Автобусы были задействованы для перевозки болельщиков в дни матчей Кубка Конфедераций 2017 и будут использоваться при организации перевозок гостей и болельщиков на чемпионате мира по футболу FIFA 2018. В дальнейшем экологичный транспорт продолжит работать на обычных городских маршрутах.

Кубок Конфедераций FIFA 2017 стал своеобразной репетицией к будущему Чемпионату мира и позволил организовать грамотный процесс по созданию маршрутов экологического транспорта и его заправке топливом EcoGas на восьми автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС) «Газпром» в Москве, Санкт-Петербурге, Казани и Сочи.

Специально к Чемпионату мира по футболу FIFA 2018 года ООО «Газпром газомоторное топливо», единый оператор рынка от ПАО «Газпром», построит 13 новых станций. Планируется, что обслуживание транспорта Чемпионата мира по футболу будут обеспечивать 49 газозаправочных объектов компании.

Отдел внешних коммуникаций
ООО «Газпром газомоторное топливо»

Общее годовое собрание членов Ассоциации организаций в области газомоторного топлива «Национальная газомоторная ассоциация»



Президиум собрания Аннюк Д.М., Комбаров В.А., Люгай С.В., Хахалкин В.С., Батыршин Р.Р., Пронин Е.П.

22 июня в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» состоялось Общее годовое собрание членов Ассоциации организаций в области газомоторного топлива «Национальная газомоторная ассоциация» (АОГМТ «НГА»). В работе собрания приняли участие 35 представителей членов НГА (общее количество 65), что составляет 54 % от общего числа членов:

1. АО «Агентство Прямых Инвестиций»;
2. ООО «Бауэр Компрессоры»;
3. ООО «ВИТКОВИЦЕ Рус»;
4. АО «ВНИКТИ»;
5. ООО «Газкомплект»;

6. ООО «Газпарт 95»;
7. ПАО «Газпром автоматизация»;
8. ООО «Газпром газомоторное топливо»;
9. АО «Газпром газэнергосеть»;
10. ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»;
11. ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»;
12. ООО «Газпром трансгаз Самара»;
13. ООО «Газпром трансгаз Сургут»;
14. ООО «Газпром трансгаз Томск»;
15. Газпром ЭП Интернэшнл Б.В.;
16. ОАО НПО «Гелиймаш»;
17. ПАО «КАМАЗ»;
18. ООО «Каменский завод газоиспользующего оборудования»;

19. ООО НПК «Ленпромавтоматика»;
20. ООО «Мониторинг Вентиль и Фитинг»;
21. ОАО «Национальные газовые технологии»;
22. ООО «НПО «НХП»;
23. ОАО «Новогрудский завод газовой аппаратуры»;
24. ООО «НГА-Пром»;
25. ОАО «Оргэнергогаз»;
26. АО «РариТЭК Холдинг»;
27. ООО «Региональная Газовая Компания»;
28. ООО «ТЕГРУСС»;
29. ООО «ТрансЭнергоСтройгрупп»;
30. ООО «ЭкоГеоТэк»;
31. ООО «Эксайтон Групп»;
32. ООО «Якутская газомоторная компания»;
33. Представительство Юнипер Глобал Коммодитиз СЕ (Германия);
34. АО UNIDOM Co., LTD;
35. KOA ENG Co., LTD.



Участники собрания с большим вниманием выслушали доклад исполнительного директора Ассоциации Станислава Люгая, который отчитался о проделанной за год работе. Деятельность Ассоциации осуществлялась в соответствии с основными направлениями, утвержденными Общим собранием 21 июня 2016 г.

Общее число фактических членов Ассоциации на момент отчета составляет 65 (на момент проведения общего собрания 2016 года в членах НГА состояли 59 организаций). Среди членов Ассоциации коммерческие структуры из Белоруссии, Германии, Кореи и России.

В отчетном периоде продолжено издание научно-технического журнала «Транспорт на альтернативном топливе», а также выпуск новостей по вопросам производства и использования газовых видов моторного топлива на сайте АОГМТ «НГА».

С 14 по 16 марта 2017 года в Санкт-Петербурге состоялась XI ежегодная Международная конференция AutoInvest 2017. Официальная программа конференции началась 14 марта с делового завтрака с вице-губернатором Санкт-Петербурга Сергеем Мовчаном. Среди участников были первые лица автомобильных предприятий и представители ключевых компаний отрасли: генеральный директор ООО «Хендэ Мотор Мануфактуринг Рус» Чой Донг Ель; директор филиала ООО «Тойота Мотор» в Санкт-Петербурге Ёсинори Мацунага; генеральный директор ООО «Трак Продакшн Рус» Ино Муберг; директор

по взаимодействию с правительством и государственными органами ООО «Ниссан Мэнюфэкчуринг РУС» Татьяна Горвая; вице-президент ассоциации «Российские автомобильные дилеры» Вячеслав Жигалов; председатель правления – генеральный директор ООО «Газпром газомоторное топливо» Михаил Лихачев; директор Центра использования газа ООО «Газпром ВНИИГАЗ», исполнительный директор АОГМТ «НГА» Станислав Люгай. В рамках конференции С.В. Люгай в качестве модератора провел специальный круглый стол «Перспективы использования газомоторного топлива» и выступил с докладом.

17 марта 2017 года в Москве состоялась конференция «СПГ Конгресс Россия 2017», где исполнительный директор С.В. Люгай выступил с докладом и в качестве модератора сессии «Использование СПГ в качестве газомоторного топлива». В работе сессии приняли участие и выступили с докладами члены НГА: В.С. Хахалкин, главный инженер – заместитель генерального директора ООО «Газпром газомоторное топливо», член Совета Ассоциации; Е.П. Пронин, директор по газомоторной технике и диверсификации ПАО «КАМАЗ», член Совета Ассоциации; И.В. Сазонов, главный конструктор АО «ВНИКТИ» ОАО «РЖД».

26 апреля 2017 года в рамках III Форума и выставки «Энергоэффективное Подмосковье» в Доме Правительства Московской области состоялась Панельная дискуссия «Энергоэффективные и экологически чистые транспортные системы. Развитие и факторы сдерживания». В качестве модератора на мероприятии выступил исполнительный директор С.В. Люгай.

4-7 октября 2016 года в Санкт-Петербурге в конгрессно-выставочном центре «Экспофорум» состоялся VI Петербургский Международный

Газовый Форум – 2016, в работе которого приняли участие около 10 тыс. специалистов топливно-энергетического комплекса из 36 стран. НГА оказала поддержку мероприятию, а журнал «Транспорт на альтернативном топливе» выступил информационным партнером. В рамках Форума состоялась 3-я международная специализированная выставка «Газомоторное топливо».

В 2016 году при участии членов Совета АОГМТ «НГА» был проведен 10-й автопробег газовых автомобилей «Голубой коридор-2016: Янтарный путь». По маршруту были проведены круглые столы с участием производителей автомобилей, органов местного управления и журналистов.

С 18 по 20 октября 2016 года в Москве состоялась 14-я Международная выставка газобаллонного, газозаправочного оборудования и техники на газомоторном топливе GasSuf. В выставке GasSuf со стендом приняли участие 46 компаний из 11 стран. Экспоненты продемонстрировали современное газобаллонное, газозаправочное оборудование и серийную технику на газомоторном топливе ведущих российских и зарубежных производителей. За три дня работы выставку посетило более 1500 специалистов из 66 регионов России и 22 зарубежных стран. Доля посетителей – потенциальных байеров – в этом году составила 72 %, при этом 45 % посетителей, пришедших на выставку с целью поиска продукции или услуг для бизнеса, составили первые лица компаний, принимающие решения о закупке. Общая площадь выставки превысила 2700 м².

Также принято участие в 23-й Московской международной выставке «Автокомплекс 2016».

Члены НГА принимали участие в подготовке конкретных предложений по внесению изменений в законодательство

Российской Федерации в сфере газомоторного топлива в составе Рабочей группы по вопросам использования природного газа в качестве моторного топлива при Правительственной комиссии по вопросам ТЭК.

Организованы и проведены следующие мероприятия:

- 21 апреля 2016 года IV международный научно-практический семинар «Газомоторное топливо: технологические аспекты и перспективные пути развития», который прошел в конференц-зале № 1 ПАО «Газпром». По итогам семинара направлено официальное письмо от НГА в Главное управление по обеспечению безопасности дорожного движения МВД России с предложением по упрощению процедуры изменения в конструкции АТС при переходе на газомоторное топливо.

- V международный научно-практический семинар «Сжиженный природный газ (СПГ): производство, транспортировка, хранение и использование» (декабрь 2016, ООО «Газпром ВНИИГАЗ»), на котором обсуждались вопросы обеспечения пожарной безопасности объектов, технические решения, зарубежные и отечественные требования пожарной безопасности, организация строительства и эксплуатация объектов производства и использования СПГ в качестве моторного топлива.

- VI международный научно-практический семинар «Газомоторное топливо. Комплексные подходы к развитию отрасли» (апрель 2017, в рамках XV Московского Международного Энергетического Форума «ТЭК России в XXI веке»). В ходе семинара обсуждались проблемы развития газомоторного рынка, и по итогам семинара направлено официальное письмо организаторам Форума «ТЭК России в XXI веке» для последующего рассмотрения в Совете Федерации РФ с предложениями по внесению

соответствующих изменений в Земельный кодекс Российской Федерации и Федеральный закон от 13.07.2015 г. № 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» с приложением необходимых сопроводительных документов.

Также члены НГА приняли участие в работе Рабочей группы по газу Европейской Энергетической Комиссии ООН.

Далее участники собрания утвердили годовой бухгалтерский баланс за 2016 г., с сообщением о котором выступила главный бухгалтер НГА И.Ф. Никорук.



Никорук И.Ф.

Затем исполнительный директор Ассоциации Станислав Люгай огласил список кандидатов в Совет Ассоциации и представил краткую информацию о них. Путем открытого голосования в Совет Ассоциации сроком на 1 год были избраны следующие кандидаты:

1. Алимов Сергей Викторович
2. Аннюк Дмитрий Михайлович



Участники собрания

3. Батыршин Рафаэль Римович
4. Гайдт Давид Давидович
5. Коробейников Владимир Николаевич
6. Коцур Михаил Иванович
7. Пронин Евгений Павлович
8. Хахалкин Вячеслав Сергеевич
9. Шуманн Андрэ.

После этого состоялось избрание Ревизионной комиссии Ассоциации. Путем проведения открытого голосования в члены Ревизионной комиссии сроком на 1 год были избраны следующие кандидаты:

1. Петров Сергей Владимирович
2. Ибрагимов Максим Бельгусович
3. Шерназаров Элбек Элмурадович.

Далее слово вновь было представлено исполнительному директору Ассоциации Любою Станиславу Владимировичу, который после тщательного обсуждения предложил утвердить приоритетные направления деятельности Ассоциации в 2017-2018 гг с учетом пожеланий членов НГА.

Члены Ассоциации приняли решение продолжить работу следующих тематических секций:

- Компримированный природный газ – инфраструктура и оборудование (ООО «Газпром газомоторное топливо»);
- Сжиженный природный газ – инфраструктура и оборудование (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»);
- Сжиженный углеводородный газ – инфраструктура и оборудование (АО «Газпром газэнергосеть»);
- Газовая автомобильная техника (ПАО «КАМАЗ»);
- Маркетинговые исследования и локализация объектов газомоторной инфраструктуры (СУГ, СПГ, КПГ) (АО «Агентство прямых инвестиций»);
- Международное сотрудничество (Газпром ЭП Интернэшнл Б.В.);
- Взаимодействие с органами власти, регионами и общественностью (ООО «Газпром газомоторное топливо», АОГМТ «НГА»).

Также будет продолжено взаимодействие с федеральными, региональными

и муниципальными органами власти, Союзом организаций нефтегазовой отрасли «Российское газовое общество», Международным газовым союзом, Международным деловым конгрессом, региональными газомоторными ассоциациями, другими российскими и зарубежными организациями в области газовых видов моторного топлива.

По-прежнему Ассоциация будет принимать участие в деятельности координационных и совещательных органов при федеральных органах исполнительной власти, министерств и ведомств:

- Рабочая группа по использованию природного газа в качестве моторного топлива при Правительственной комиссии по вопросам топливно-энергетического комплекса, воспроизводства минерально-сырьевой базы и повышения энергетической эффективности экономики (Министерство энергетики РФ);
- Межведомственная рабочая группа по подготовке предложений по развитию рынка газомоторного топлива (Министерство транспорта РФ);
- Экспертный совет Российского газового общества по вопросам взаимодействия с федеральными органами власти.

Одним из перспективных направлений деятельности Ассоциации является участие в разработке предложений и рекомендаций по совершенствованию оборудования газомоторной инфраструктуры и бортового газового оборудования транспортных средств. В 2017-2018 годах будет продолжено участие организаций-членов АОГМТ «НГА» в подготовке и реализации региональных, муниципальных и отраслевых программ расширения использования газовых видов моторного

топлива на транспорте. Большое внимание будет уделено совершенствованию и развитию правовой и нормативно-технической базы в области газовых видов моторного топлива, а также участию в разработке государственной программы для развития рынка газомоторного топлива РФ.

Важную роль в популяризации использования газомоторного топлива играют средства массовой информации. В Ассоциации это хорошо понимают, поэтому издание международного научно-технического журнала «Транспорт на альтернативном топливе» и ведение сайта АОГМТ «НГА» будут продолжены.

Также продолжится сотрудничество с зарубежными национальными и международными организациями, участие в организации и проведении форумов, конференций, семинаров и выставок. Особое внимание будет уделено сотрудничеству в подготовке и проведении 15-й Международной выставки «Газ на транспорте» GasSuf-2017, Петербургского Международного Газового Форума 2017, IV специализированной выставки «Газомоторное топливо».

На собрании состоялось вручение Свидетельств о членстве в АОГМТ «НГА» и представлены новые члены.

После завершения собрания члены Совета Ассоциации провели выборы председателя Совета Ассоциации и заместителя председателя Совета Ассоциации. Председателем Совета Ассоциации стал Гайдт Давид Давидович, генеральный директор ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», заместителем председателя Совета – Хахалкин Вячеслав Сергеевич, главный инженер – заместитель генерального директора ООО «Газпром газомоторное топливо».

Практика применения передвижных автогазозаправщиков

Л.А. Гнедова, старший научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
К.А. Гриценко, старший научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
Н.А. Лапушкин, начальник лаборатории АГНКС ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.,
В.Б. Перетряхина, старший научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Показана целесообразность использования ПАГЗ для заправки автотранспорта и газоснабжения других потребителей. Приведены критерии для оценки эффективности применения ПАГЗ. Предложены меры, реализация которых будет способствовать созданию эффективной мобильной газозаправочной инфраструктуры.

Ключевые слова:

автомобильная газонаполнительная компрессорная станция (АГНКС), передвижной автогазозаправщик (ПАГЗ), газобаллонная установка, коэффициент опорожнения, способ заправки.

Созданная в России сеть автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) уже стала важнейшей составной частью Единой системы газоснабжения (ЕСГ). Однако следует отметить, что широкомасштабное использование компримированного природного газа (КПГ) на транспорте сдерживается рядом объективных трудностей:

- созданная сеть АГНКС слишком редка для больших территорий России, а ее расширение – достаточно длительный процесс;
- построенные АГНКС из-за сложностей при выборе земельных участков под их строительство в большинстве случаев размещены на периферии городов вдали от автотранспортных предприятий.

Ко всему этому надо добавить проблемы, возникающие из-за недостаточного пробега газобаллонных автомобилей на одной заправке (180...200 км) в сравнении с бензиновыми (350...450 км).

В сложившихся условиях преодолению вышеописанных трудностей способствует более активное использование передвижных автогазозаправщиков (ПАГЗ) наряду со стационарными АГНКС (рис. 1, 2).

К основным характеристикам ПАГЗ относятся:

- грузоподъемность;
- максимальное давление газа в газобаллонной установке;
- геометрический объем газобаллонной установки и ее секций;
- объем газа в газобаллонной установке и ее секциях;
- коэффициент опорожнения газобаллонной установки;
- способ заправки автомобилей;
- количество заправляемых автомобилей.

Грузоподъемность ПАГЗ складывается из масс газобаллонной установки, блока заправки и перевозимого газа. При компрессорном способе заправки добавляется масса компрессорной установки. Грузоподъемность ПАГЗ



Рис. 1. ПАГЗ 3000-25



Рис. 2. ПАГЗ 1200К (с дожимным компрессором)

фактически определяется грузоподъемностью полуприцепа, который выбирается на основе расчета массы указанных блоков и перевозимого газа.

При обосновании основных параметров ПАГЗ прежде всего необходимо выбрать способ заправки (компрессорный или бескомпрессорный) и определить максимальное рабочее давление газа в газобаллонной установке при избранном способе заправки.

ПАГЗ с компрессором «на борту» несомненно выглядит привлекательно. Вместо 60...70 % можно обеспечить отпуск газа на 90...95 %, да и давление

отпускаемого газа как в начале, так и в конце цикла опорожнения будет равно 20 МПа. Однако при заданной грузоподъемности транспортного средства установка компрессора требует соответствующего уменьшения массы баллонов и, как следствие, уменьшения количества перевозимого газа.

Если в качестве критерия принять постоянство времени заправки (для грузового автомобиля 6...9 мин) в течение всего цикла опорожнения, то появляется необходимость использования компрессора с производительностью не менее 400 м³/ч и минимальной

(в конце цикла) потребляемой мощностью на уровне 60 кВт. Масса и габариты такого компрессора таковы, что выигрыша по количеству отпускаемого газа при заданной грузоподъемности полуприцепа получено не будет, а затраты на обслуживание и себестоимость отпускаемого газа возрастут значительно.

Если допустить увеличение времени заправки в конце цикла опорожнения, то компрессор может быть по габаритам небольшим.

Именно по такому пути и пошел ряд разработчиков ПАГЗ. На передвижном автогазозаправщике может использоваться небольшой (до 90 м³/ч) двухступенчатый компрессор разработки ООО «Компрессор» (г. Пенза).

С точки зрения организации производства и эксплуатации наиболее целесообразным является использование ПАГЗ с бескомпрессорным способом заправки автомобилей КПП. Такой автогазозаправщик существенно дешевле компрессорного, надежнее в обслуживании и обладает максимальной автономностью.

Для бескомпрессорного ПАГЗ наиболее эффективна многоступенчатая система заправки автомобилей (4-6 ступеней), обеспечивающая достижение его опорожнения на 68...79 %.

Параметры ПАГЗ при бескомпрессорной и компрессорной заправках представлены в табл. 1.

Основным элементом ПАГЗ являются баллоны высокого давления, классифицируемые по 4 типам. Большинство ПАГЗ изготовлены на базе баллонов 1 и 2 типов. Баллоны 1 типа изготавливаются из углеродистой или легированной стали, 2 типа – из стали с кольцевой намоткой композиционным материалом. Коэффициент весового совершенства (отношение веса к вместимости) таких баллонов при давлении 24,5 МПа составляет 1,0...1,2.

Основными недостатками ПАГЗ с баллонами 1 и 2 типов являются:

- Большая масса, увеличивающая эксплуатационные расходы и создающая определенные проблемы при проезде ПАГЗ по дорогам, особенно в зимнее время.

- Необходимость проведения каждые 3-5 лет технического освидетельствования баллонов. С учетом их демонтажа с ПАГЗ, транспортировки на освидетельствование и обратно, а также последующего монтажа на ПАГЗ общие затраты становятся весьма значительными. При гарантированном сроке службы баллонов в 15 лет эту операцию необходимо выполнить 3-5 раз.

В то же время баллоны 1 и 2 типов более дешевые по сравнению с баллонами 3 и 4 типов.

Лучшими массогабаритными и эксплуатационными показателями характеризуются ПАГЗ с использованием баллонов 3 типа (металлический лейнер,

Таблица 1

Параметры ПАГЗ при бескомпрессорной и компрессорной заправках

Конструкция емкости	Число емкостей на ПАГЗ	Способ выдачи газа	Рабочее давление, МПа	Коэффициент опорожнения	Количество газа, м ³		Число заправок автомобилей (50 м ³)
					Перевозимого	Активного	
Шар	10	Бескомпрессорный	32	0,6	3000	1810	36
Шар	9	Компрессорный	32	0,925	2720	2520	50
Цилиндр	24	Бескомпрессорный	25	0,6	3700	2210	44
Цилиндр	22	Компрессорный	25	0,925	3370	3120	62

например, из алюминиевого сплава с намоткой композиционным материалом типа «кокон»). Коэффициент весового совершенства таких баллонов 0,60...0,65 при давлении 24,5 МПа. Срок службы баллонов 20 лет, техническое освидетельствование один раз в 3 года.

Наиболее высокие показатели имеют ПАГЗ на основе баллонов 4 типа, лейнер которых выполнен из полимерного материала с намоткой композиционным материалом по всей поверхности. Баллоны имеют минимальный вес, коэффициент весового совершенства 0,42 при давлении 24,5 МПа. Срок службы баллонов 20 лет, за время эксплуатации проводится техническое освидетельствование один раз в 2 года. Баллоны взрывобезопасны, не подвержены коррозии.

Применение в конструкции ПАГЗ разнообъемных газобаллонных секций вместо равнообъемных хотя и несколько усложняет обвязку, но позволяет почти на 5 % повысить коэффициент опорожнения ПАГЗ и, соответственно, число заправляемых автомобилей.

С учетом простоты обслуживания и затрат времени на заправку автомобилей оптимальным вариантом является ПАГЗ грузоподъемностью 20 т с четырехступенчатой системой заправки.

При многоступенчатой заправке пробег автомобиля, как правило, увеличивается, так как нагрев газа в баллонах автомобиля меньше, а количество заправленного газа соответственно больше. Прирост пробега может достигать 50 км.

Увеличение числа секций газобаллонной установки ПАГЗ от одной до двух приводит к росту коэффициента опорожнения с 30 до 50 %, до трех – до 60 %, до четырех – 70 %. При числе секций больше шести коэффициент опорожнения увеличивается незначительно.

При оптимальных объемах секций газобаллонной установки ПАГЗ падение давления в секциях происходит

медленнее, что способствует быстрой заправке автомобилей. Наиболее приемлемым рабочим давлением ПАГЗ является диапазон 25...32 МПа.

В качестве отдельного технического решения можно рассматривать комплекс фирмы «Гидрогаз», состоящий из двух-трех гидрогазоаккумуляторов и заправочной станции с гидронасосной установкой.

Для эксплуатации ПАГЗ немалое значение имеет время заправки самого ПАГЗ на АГНКС. Средний расход газа в линиях заправки ПАГЗ может быть принят равным 0,4...0,45 м³/с. Заправка 1000 м³ газа при этом потребует около 40 мин, если будет обеспечена производительность компрессоров не менее 1400 м³/ч. Заправка 2000 м³ газа соответственно потребует 80 мин. Поскольку, как правило, для заправки ПАГЗ на АГНКС выделяется один компрессор, минимальное время для этого процесса составляет 2-3 часа при объеме заправки на уровне 3000 м³.

По типу используемых транспортных средств ПАГЗ изготавливаются на базе прицепов, полуприцепов, грузовых автомобилей. Выбор типа транспортного средства обычно проводится в соответствии с возможностью размещения на нем дожимного компрессора, требуемым объемом перевозимого газа, удобством обслуживания.

По способу установки баллонов в рамной конструкции различают ПАГЗ с горизонтальной и вертикальной установкой баллонов. Наибольшее распространение получили ПАГЗ с горизонтальным размещением баллонов. По типу защиты баллонов от атмосферных воздействий различают ПАГЗ с защитными устройствами в виде тентов (мягкая конструкция) или с размещением баллонов в контейнерах (жесткая конструкция).

В качестве критерия для оценки эффективности применения ПАГЗ может быть принята себестоимость

транспортных работ, выполненных автомобилями, заправляющимися на АГНКС (холостые пробеги на заправку) или от ПАГЗ в автопредприятии (холостых пробегов нет). Во втором случае себестоимость транспортных работ должна быть рассчитана как сумма себестоимости при нулевом пробеге автомобиля на заправку и эксплуатационных расходов на ПАГЗ (в расчете на одну заправку) в зависимости от удаленности автохозяйства от АГНКС.

Расчеты показали, что для ПАГЗ, совершающего от одного до трех рейсов в сутки, начиная с удаления 10...20 км от АГНКС, себестоимость транспортных работ ниже, чем при аналогичных холостых пробегах автомобиля на заправку, причем это положение сохраняется для ПАГЗ и при удалении на 40...45 км от АГНКС. В этом диапазоне эксплуатация ПАГЗ абсолютно эффективна. Использование ПАГЗ эффективно даже при удалении автотранспортного предприятия от АГНКС на расстояние более 70 км, при этом зона обслуживания увеличивается в 50 раз. Но рабочее давление ПАГЗ целесообразно увеличить до 32 МПа.

Себестоимость транспортных работ при применении ПАГЗ с увеличением

дальности транспортировки растет незначительно, поэтому удаление на 70 км не является пределом.

Применение ПАГЗ увеличивает себестоимость КПП, но одновременно снижает себестоимость транспортных работ по сравнению с заправкой транспорта непосредственно на АГНКС за счет ликвидации холостых пробегов на станцию. Значительный экономический эффект определяется повышением загрузки АГНКС.

В последние годы в мире сохраняется благоприятная конъюнктура цен на моторное топливо, продолжается ужесточение требований к токсичности отработавших газов. Эти факторы стали основой для устойчивого роста интереса к газомоторному топливу.

В России есть все условия для создания комплексов по производству и доставке потребителям КПП с помощью ПАГЗ, включая обеспечение железнодорожного, речного и сельскохозяйственного транспорта. Существует возможность использования ПАГЗ не только для заправки транспортных средств, но и для обеспечения газом стационарных потребителей, в том числе коммунальных. Это уже выполняется на практике в Подмосковье,

Таблица 2

Характеристики отечественных ПАГЗ

Показатель	ПАГЗК 5700-25-4	ПАГЗ 5000-25-5	ПАГЗ 3500-25-4	ГЗК «Гидрогаз»	ПАГЗК 1900-25-4
Объем перевозимого газа, м ³	5700	5000	4000	2640	1900
Коэффициент опорожнения	0,94	0,62	0,65	0,95	0,92
Объем заправляемого в автомобили газа, м ³	5358	3100	2600	2508	1748
Число одновременно заправляемых автомобилей, ед.	2	3	2	4	2
Число заправляемых автобусов, ед.	67	39	33	31	22
Марка тягача	МАЗ-64221	КамАЗ-5425	КамАЗ-5410	КамАЗ-5410	КамАЗ-53215
Масса полуприцепа, т	32,7	23,0	–	14,8	14,0

Краснодарском крае с вполне приемлемыми результатами.

Основные характеристики ПАГЗ отечественной разработки приведены в табл. 2.

В Российской Федерации отсутствуют единые установленные требования к конструкции ПАГЗ, поэтому разработчики руководствуются, в основном, задачей достижения минимальных затрат, что не всегда согласуется с требованиями минимизации эксплуатационных расходов и требованиями безопасности. Практически каждый ПАГЗ – это оригинальная

конструкция, разработанная и изготовленная по индивидуальному проекту.

С целью создания эффективной мобильной газозаправочной инфраструктуры необходимо следующее:

- разработать единые требования к ПАГЗ;
- разработать типовые конструкции ПАГЗ как с бескомпрессорным, так и с компрессорным способом заправки транспортных средств;
- организовать в более широких масштабах производство баллонов 3 и 4 типов.

Экологический отчет Группы Газпром за 2016 год

На днях общественности был представлен Экологический отчет Группы Газпром за 2016 год.

Как отметил в своем общении к читателям заместитель председателя правления ПАО «Газпром», руководитель координационного комитета по вопросам охраны окружающей среды и энергоэффективности В.А. Маркелов, экологическая политика ПАО «Газпром» и эффективно функционирующая система управления охраной окружающей среды являются основой безопасности производства, высокого уровня экологической компетенции и ответственности работников компании. На цели охраны окружающей среды и рационального природопользования Группа Газпром направляет значительные финансовые средства, объем которых из года в год увеличивается.

Газпром участвует в решении глобальных проблем загрязнения атмосферного воздуха путем продвижения природного газа как экологически чистого моторного топлива. Благодаря использованию природного газа энергобаланс России является одним из самых «зеленых» в мире. В 2016 году ПАО «Газпром» в пятый раз стало лучшей российской энергетической компанией среди основных публично торгуемых компаний мира в рейтинге CDP – международной некоммерческой организации, действующей в области снижения выбросов парниковых газов и корпоративной климатической стратегии. В рейтинге экологической ответственности крупнейших нефтегазовых компаний России ПАО «Газпром» удерживает лидирующие позиции. С учетом Указа Президента России «О проведении в Российской Федерации Года экологии» и в продолжение традиции проведения масштабных добровольных мероприятий в регионах присутствия 2017 год в ПАО «Газпром» также объявлен Годом экологии и пройдет под девизом «Сохраняя природу».

В Отчете представлена информация о деятельности компаний Группы Газпром в области охраны окружающей среды (ООС) в 2016 г., в том числе о фактических показателях воздействия на атмосферный воздух, водные и земельные ресурсы, обращения с отходами и принятых мерах по снижению такого воздействия.

В Отчете освещаются вопросы организации управления и финансирования ООС, научных исследований и технической модернизации производственного комплекса, направленных на повышение экологической безопасности объектов Группы Газпром. Данные приведены в целом по Группе Газпром, по ПАО «Газпром» (в том числе ретроспективно за пять лет) и по отдельным компаниям Группы, которые вносят существенный вклад в рассматриваемые аспекты деятельности.

По материалам управления информации ПАО «Газпром»

Аммиак – перспективное моторное топливо для безуглеродной экономики

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

Окончание. Начало в № 3 (57) 2017 г.

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.

Аммиак в качестве ракетного топлива

Высокая энергетическая плотность аммиака по сравнению с водородом позволяла успешно использовать его в ракетной технике.

В США эксплуатировался экспериментальный реактивный самолет X-15 на аммиаке (рис. 14). Было осуществлено более 199 запусков, из которых два запуска – в космос. Скорость X-15 достигла 6,7 Мах, а максимальный потолок высоты полета составил 108 км.

В России НПО «Энергомаш» [9] разработало ракетный двигатель, использующий смесь аммиака и ацетилена – ацетам. Эта смесь была выбрана в ходе подбора веществ, способных стабилизировать взрывоопасный ацетилен.

Использование нового вида топлива позволит удешевить ракетные пуски и отказаться от дорогостоящей инфраструктуры по производству водорода, которую приходится поддерживать прямо на космодромах. Это связано с тем, что в литре аммиака содержится водорода больше, чем в жидком водороде, на 38 %.

Хранение аммиака также обходится намного дешевле, так как его можно хранить под давлением без использования криогенного оборудования. Новый двигатель



Рис. 14. Экспериментальный реактивный самолет X-15 ВВС США [8]

на ацетаме будут делать на базе кислородно-керосинового двигателя РД-161, который получит индекс «АЦ». По сравнению с предшественником ацетамовый будет на 30 % энергоэффективнее. Точные параметры будут определены в ходе испытаний смеси, которые начнутся в этом году и будут длиться около трех лет. Разработчики планируют запустить ракеты с новым двигателем в космос уже в 2017-2018 гг.

Производство безуглеродного аммиака

Аммиак является массовым химическим продуктом. Производится при переработке газа и угля на химических производствах большой мощности. В последнее время в условиях развития электрогенерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) возродились исследования производства аммиака безуглеродным способом малой мощности (табл. 5).

Таблица 5

Рабочие группы по разработке технологий безуглеродного аммиака

Разработчик	Страна	Предмет исследования	Объем производства аммиака, тыс. т/год
Массачусетский университет		ВЭС, аммиак (энергоаккумулятор)	До 96
Университет Миннесоты		ВЭС, аммиак (удобрение)	0,008
Оксфорд		ВИЭ, аммиак (энергоаккумулятор, удобрения)	До 40
Siemens		ВЭС, аммиак (энергоаккумулятор)	Н/д
Proton Venture		ВЭС, аммиак (энергоаккумулятор)	До 20
ООО «Промышленные инновации»		Изолированные зоны энергоснабжения на востоке России, аммиак, азотная кислота, аммиачная селитра	До 10

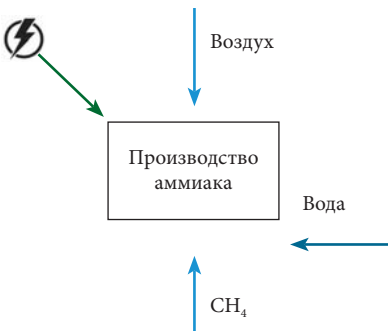
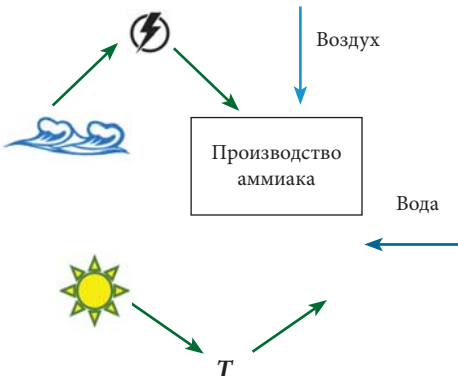
Примечание. ВЭС – ветряная электростанция; н/д – нет данных.

Экономическая лаборатория Александра Климентьева

Принципиальным отличием безуглеродного способа производства аммиака является стадия получения водорода и выделение азота на воздуходелительной установке (табл. 6).

Таблица 6

**Сравнение производства аммиака безуглеродным способом
и на газохимическом производстве**

Показатель	Традиционная схема	Безуглеродная схема
Способ поставки потребителю	Железная дорога / морские порты	Автоцистерны
Источник поставки сырья	ЛЭП, магистральный газопровод	ВИЭ / локальная электрическая сеть
Источник водоснабжения	Реки и водохранилища	Скважина / водопровод
Экологическая нагрузка	Значительный экологический след	Нет
Трудовые ресурсы	Сотни сотрудников, необходимость развитой социальной инфраструктуры	От единиц до нескольких десятков сотрудников
Схема необходимых поставок сырья		
Мощность	Единичная мощность min 480 тыс. т в год	Единичная мощность max 10 тыс. т в год*

T – температура, °С

Экономическая лаборатория Александра Климентьева

Ограничения для производства безуглеродного аммиака связаны с ограничениями по единичной мощности установки выделения водорода. Небольшой масштаб производства, компактные размеры оборудования, малый вес позволяют разворачивать производство практически на любой площадке без значительных капитальных вложений в фундаменты и подготовительные работы. Отсутствие потребности в подключении к газу и другим инфраструктурным объектам, за исключением электрической энергии, также позволяет размещать производство в необходимом месте. За счет использования типового оборудования достигаются короткие сроки комплектации и строительства объектов по производству аммиака безуглеродным способом (табл. 7). В целом производство получается достаточно компактным, непрерывного цикла с нормативом работы производственных мощностей 8000 ч.

*Определяется единичной мощностью серийно изготавливаемых электролизеров производительностью до 2500 м³ водорода в час.

Таблица 7

Основное оборудование для производства безуглеродного аммиака, потенциальные отечественные поставщики и разработчики

Водоподготовка	Электролизер	ВРУ	Компрессоры	Синтез аммиака	Получение азотной кислоты	Получение аммиачной селитры
+	+	+	+	Микроканальный тип / стандартная конструкция	Стандартная конструкция	Стандартная конструкция
НПО «Акватех» НПО «Фильтера»	«Уралхиммаш» Электролизные технологии	Челябинский компрессорный завод	ПромПневмоКомпрессор Ковинт Челябинский компрессорный завод	ООО «Химмаш-Аппарат» Безопасные технологии	НИИК	НИИК

+ – стандартное оборудование.

Аммиак вырабатывается на установке с использованием дешевого источника энергии и накапливается в специальной емкости (рис. 15). При необходимости получения дополнительной энергии аммиак из хранилища подается в каталитическую установку, в которой происходит его разложение на водород и азот. Азот сбрасывается в атмосферу, а водород подается для генерации энергии в топливную ячейку. Возможно прямое использование аммиака в смеси с дизельным топливом на дизельных электростанциях (ДЭС). Разработан генератор НЕС60-F94A-S00 мощностью 75 кВт, который напрямую использует аммиак в качестве топлива. При этом, являясь природным продуктом, аммиак совершенно безвреден для окружающей среды. Он не разрушает озон и не создает парниковый эффект.

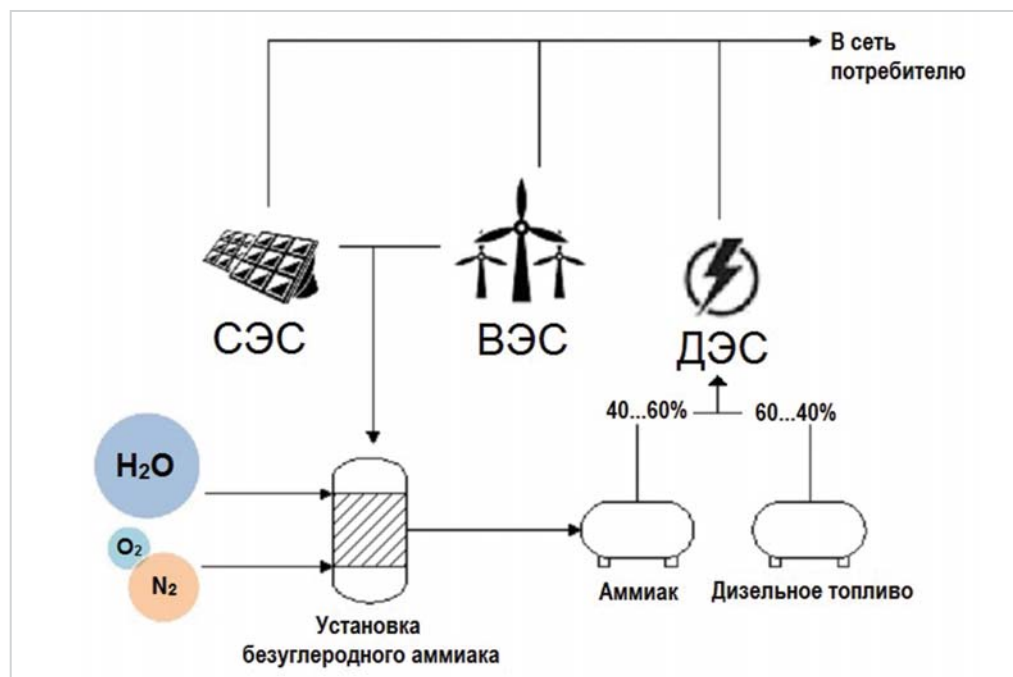


Рис. 15. Энергоснабжение изолированного района в системе ВИЭ – аммиак – дизельное топливо (СЭС – солнечная электростанция)

Экономическая лаборатория Александра Климентьева

Экологические аспекты использования аммиака в качестве топлива

Использование аммиака способствует снижению выбросов загрязняющих веществ, поскольку в случае его применения, как говорилось выше, образуются исключительно вода и азот. Для использования только аммиака в качестве топлива требуется разработка специального двигателя или серьезная модификация уже имеющихся. При смешении аммиака с бензином или ДТ топливная система не требует серьезных изменений. Однако при этом необходимо учитывать выбросы от использования углеродного топлива.

Данные, приведенные далее, получены при испытаниях на двигателе John Deere (Model 4045) [10]. Смешение ДТ и аммиака осуществлялось во впускном коллекторе сразу за турбокомпрессором, и штатная топливная система поставляла полученную смесь непосредственно в двигатель.

Выбросы загрязняющих веществ (CO , CO_2 , углеводороды, NO_x и сажа) измерялись при использовании дизельного топлива и смеси ДТ с аммиаком на постоянном максимальном крутящем моменте (рис. 16). Вполне ожидаемо, что при использовании аммиака будет повышенный уровень NO_x по причине содержания азота в исходном топливе. Однако за счет более низкой температуры горения аммиака концентрация оксидов азота снижается. Эти два эффекта оказывают разнонаправленное влияние на концентрацию NO_x в выбросах.

При добавлении небольшого количества аммиака в дизельное топливо температура горения снижается и в результате снижается общий выброс оксидов азота. При росте содержания аммиака в топливной смеси выбросы NO_x растут. При существенной замене ДТ (20 % ДТ + 80 % аммиака) оксиды азота растут значительно.

В ходе испытаний выявлено, что более низкие выбросы NO_x достигаются при содержании ДТ в топливной смеси более 60 %. Если аммиак составляет до 40 %, то выбросы NO_x снижаются в сравнении с использованием исключительно дизельного топлива.

Выбросы CO_2 снижаются значительно при увеличении доли аммиака в топливной смеси. Но из-за того, что горение аммиака происходит при более низкой температуре, растут выбросы углеводородов (HC) и CO . Выбросы сажи также могут быть существенно снижены при использовании дизельно-аммиачной топливной смеси.

При использовании аммиака в выбросах фиксируются повышенные концентрации аммиака в объеме 50 и даже 500 ppm, что значительно превышает требования ГОСТ 6221-90 (табл. 8), OSHA и представляет угрозу для жизни и здоровья (Immediate Dangerous to Life or Health).

Таблица 8

Предельные показатели концентрации аммиака в воздухе по ГОСТ 6221-90

Концентрация аммиака в воздухе, мг/м ³	Последствия
0,50...0,55	Порог восприятия обонянием
350...700	Концентрация, опасная для жизни
1500...2700	Смертельные последствия при вдыхании в течение 0,5...1 ч

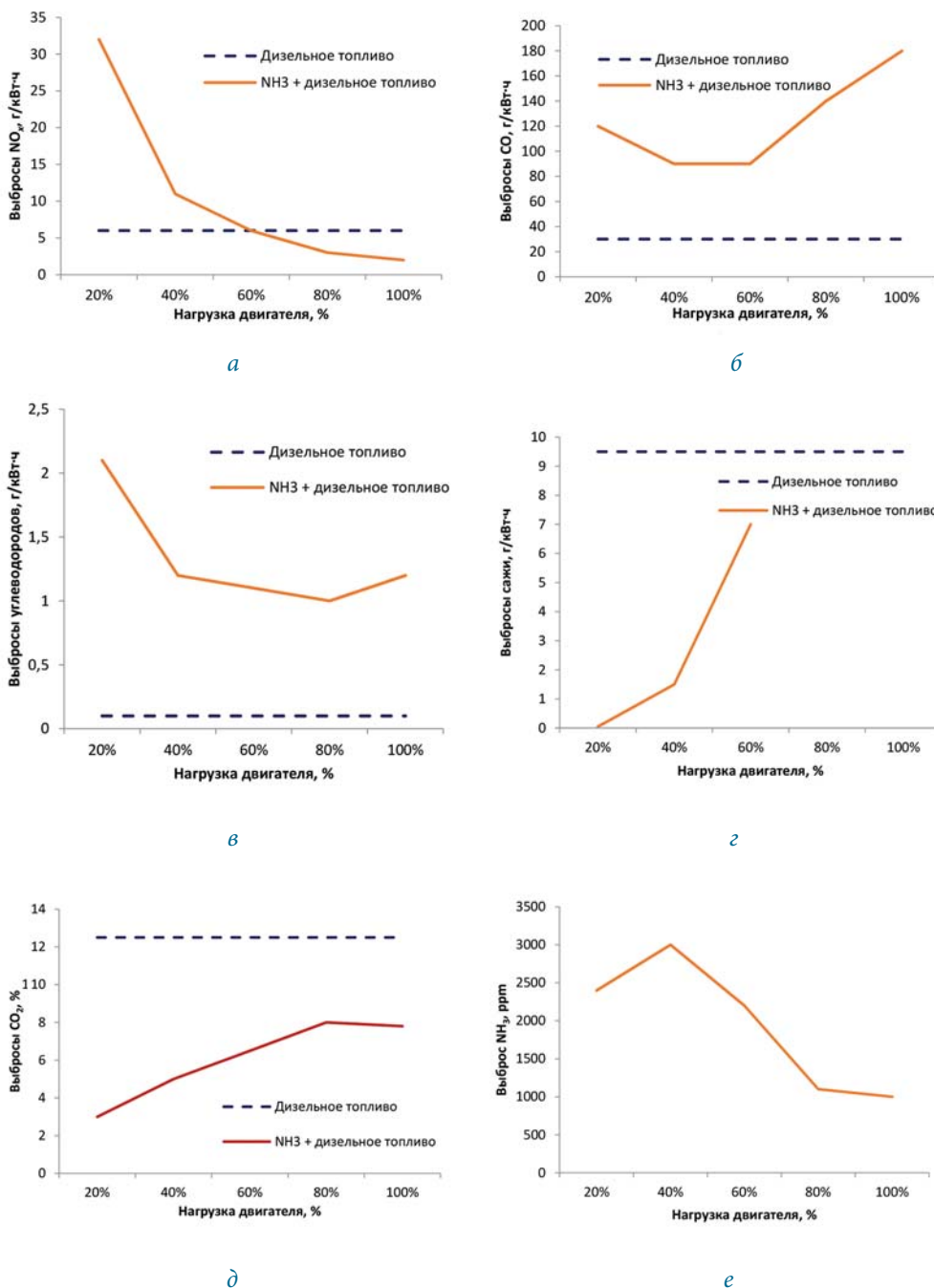


Рис. 16. Выбросы загрязняющих веществ при использовании дизельного топлива и смеси ДТ с аммиаком (режим работы двигателя 1000 мин⁻¹) [10]: а – NO_x; б – CO; в – углеводороды; г – сажа; д – углекислый газ; е – аммиак

Для безопасности необходимо использовать дополнительную очистку выбросов от аммиака.

Если рассматривать всю цепочку производства аммиака, то снижение углеродного следа возможно при исключении использования угля или газа для синтеза аммиака.

Безуглеродное производство аммиака – технология возобновляемых источников энергии, в которых сырьем является вода и воздух. Она позволяет исключить из производства аммиака углеродсодержащее сырье.

Использование безуглеродного способа производства аммиака для удовлетворения потребностей в крупных горнодобывающих компаниях только Дальневосточного федерального округа позволяет заместить 60 млн м³ природного газа и сократить в России выбросы CO₂ на 120 тыс. т в год.

Применение аммиака в качестве топлива позволит существенно снизить выбросы парниковых газов, но этот эффект становится значительным только в случае исключения из производственной цепочки получения аммиака углеродного сырья.

Аммиак как перспективное топливо

Аммиак имеет целый ряд признаков, позволяющих отнести его к моторному топливу:

- высокая энергетическая плотность;
- легкость хранения в жидком или газообразном виде;
- массовое производство.

Аммиак содержит 17,8 % (масс.) водорода. В 1 л аммиака заключаются энергии на 39 % больше, чем в 1 л жидкого водорода [11, 12]. Это позволяет использовать аммиак в качестве аккумулятора и среды для транспортировки водорода. В табл. 9 проведено сравнение свойств аммиака со свойствами прочих топлив [8].

Таблица 9

Сравнение аммиака с прочими видами топлива

Топливо	Плотность энергии, МДж/л	Октановое число	Размер бака для пробега 500 км, л	Максимальная степень сжатия
Дизельное	36,10	8...15	34,5	23:1
Биодизель	32,98	25	37,8	23:1
Бензин	21,81	86...94	39,2	10:1
СУГ (пропан)	23,50	120	53,1	17:1
Этанол	21,21	109	58,8	19:1
Метанол	15,83	109	78,7	19:1
Аммиак	11,62	130	107,3	50:1
КПГ (25 МПа)	11,43	120	109,1	17:1
Водород (68 МПа)	4,46	130	279,5	–
Водород (34 МПа)	1,81	130	688,1	–
Литий-ионные батареи	1,08	Неприменимо	385,2	Неприменимо

Аммиак является перспективным безуглеродным топливом и может использоваться в качестве источника энергии напрямую в топливных элементах при соответствующем развитии технологий. В щелочных топливных элементах аммиак преобразуется в смесь водорода и азота за счет использования тепла, выделяемого топливными элементами. Топливные элементы напрямую преобразуют химическую энергию в электрическую. Аммиак может применяться и в водородных топливных элементах, для которых водород получается при разложении аммиака.

Также он может использоваться непосредственно в качестве топлива в монотопливном или битопливном режимах. Причем в битопливном режиме возможно использование аммиака с водородом, полученным при разложении аммиака (рис. 17).

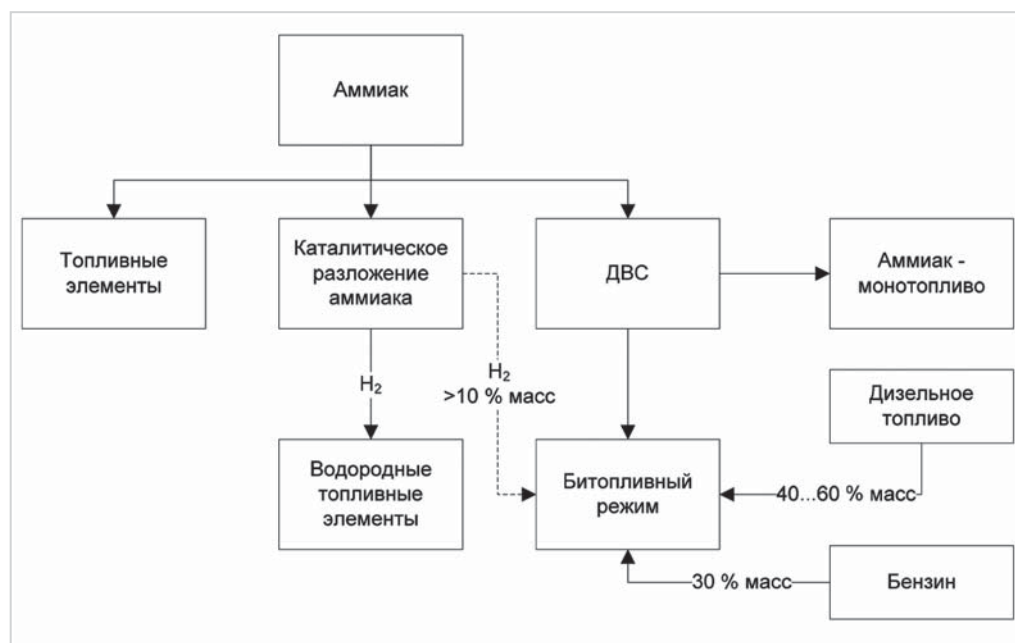


Рис. 17. Возможности использования аммиака на транспортных средствах
Экономическая лаборатория АлександрА Климентьева

Использование аммиака в битопливном режиме в двигателях внутреннего сгорания обеспечивает рост крутящего момента на всех режимах работы двигателя. Для правильной оценки роли аммиака построен график крутящего момента для двигателя на дизельном топливе и на смеси ДТ и аммиака. Двигатель работал на двух режимах: 1400 и 1800 мин⁻¹ (рис. 18).

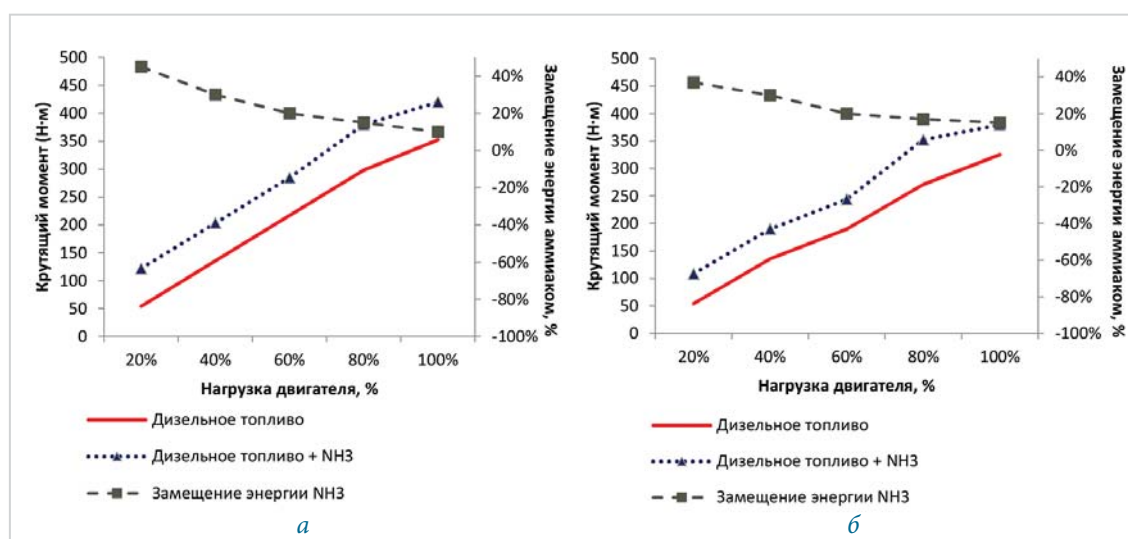


Рис. 18. Показатели работы двигателя на смеси дизеля и аммиака [10]:
а – 1400 мин⁻¹; б – 1800 мин⁻¹

В исследовании использовался дизельный двигатель с впрыском John Deere (Model 4045). Топливная система была модифицирована для того, чтобы можно было применять различные объемы аммиака.

Для воспламенения требовалась высокая температура 650 °С и смешение аммиака в концентрации 16...25 % с воздухом. Смешивание дизеля и аммиака осуществлялось во впускном коллекторе сразу за турбокомпрессором, а штатная система поставляла смесь непосредственно в двигатель.

Использование аммиака в качестве топлива имеет следующие преимущества.

1. Гибкость в производстве и устойчивое развитие

Аммиак может производиться из любого источника энергии (например, солнце, ветер, биомасса, газ, уголь и т.д.). При энергоснабжении от ВИЭ производство аммиака может быть размещено практически в любом месте в непосредственной близости к потребителю, а также возможно развертывание производства с полным соответствием объему потребления топлива. Аммиак является одним из наиболее привлекательных способов накопления излишков энергии от возобновляемых источников энергии.

2. Ценовая конкурентоспособность

Цены на аммиак пока имеют большую корреляцию с ценами на газ и развитием энергетических систем. С удешевлением стоимости энергии эта зависимость будет снижаться. При этом стоимость аммиака, полученного безуглеродным способом, в отдельных случаях уже равняется стоимости аммиака, полученного из природного газа.

3. Развитая инфраструктура транспорта и хранения

Инфраструктура по хранению и транспортировке аммиака достаточно развита, в том числе и в сфере традиционного его использования (в качестве хладагента, удобрения и пр.). В России имеется производство необходимого оборудования для транспортировки и хранения этого продукта. Затраты на инфраструктуру будут сопоставимы с созданием инфраструктуры для СУГ.

4. Экологическая безопасность

Аммиак является экологически дружелюбным соединением, при его использовании отмечаются нулевые выбросы углекислого газа и низкие уровни других выбросов.

5. Топливная взаимозаменяемость

Аммиак может использоваться как монотопливо, а также для создания топливных смесей. Он испытывался в качестве топлива в дизельных и бензиновых ДВС. При соответствующем развитии технологий может использоваться в топливных элементах.

6. Безопасность

Использование аммиака имеет длительную и безопасную историю применения. Исследования показывают безопасность использования этого продукта в сравнении с СУГ и нефтяными топливами.

Исследования по использованию аммиака для работы дизельного двигателя в битопливном режиме, проведенные в различных институтах, показали, что

наибольшая топливная эффективность достигается в диапазоне использования 40...60 % дизельного топлива и 60...40 % аммиака [6, 10, 12, 13]. В случае бензинового двигателя доля аммиака в топливной смеси может достигать 70 %.

При создании системы транспортировки и хранения аммиака возможно хранение его под давлением и в охлажденном виде.

Аммиак сохраняется в жидком виде при 0,86 МПа и 20 °С. Тем не менее давление в емкости стараются поддерживать на уровне 1,7 МПа, чтобы сохранить жидкое состояние аммиака при повышении температуры окружающей среды. Энергетическая ценность аммиака, хранящегося под давлением, составляет 13,88 МДж/л. Такой способ хранения не требует затрат энергии [6].

Низкотемпературное хранение аммиака обычно используется для больших объемов. Такой тип хранилищ требует расходов энергии для поддержания низкой температуры, что позволяет избежать испарений аммиака при повышении температуры окружающей среды. При таком хранении используется меньше материалов и, следовательно, будут меньше удельные капитальные затраты. Энергетическая ценность аммиака, хранящегося при низкой температуре, составляет 15,37 МДж/л.

Заключение

Общественный запрос на использование экологически чистых видов топлива стимулирует поиск новых видов энергоносителей. Аммиак имеет все шансы занять значимую долю на топливном рынке. Использование этого продукта позволяет перейти от углеродного энергетического цикла к азотному, при котором существенно снижаются выбросы парниковых газов.

В настоящее время масштабного опыта использования аммиака в качестве топлива в мире нет. Аммиак соответствует требованиям, которые позволяют использовать его в качестве топлива в различных климатических зонах, обеспечивать накопление и хранение в течение требуемого времени, транспортировать на любые расстояния. Аммиак может использоваться в битопливном режиме на имеющихся двигателях внутреннего сгорания, работающих как на бензине, так и на дизельном топливе, без существенной модификации. Также он может использоваться в смеси с водородом для битопливного режима работы ДВС.

Наиболее эффективным является использование топливных смесей, в которых доля аммиака по массе при смешении составляет:

- с дизельным топливом – 40...60 %;
- с бензином – 70 %;
- с водородом – 90 %.

Кроме того, благодаря высокой энергетической плотности аммиак может применяться в качестве аккумулятора для накопления и последующего извлечения водорода в водородных топливных элементах [11]. Также, при соответствующем развитии технологий, аммиак может напрямую использоваться в щелочных топливных элементах или SOFC (Solid Oxide Fuel Cell). Таким образом, аммиак может играть большую роль в развитии водородной энергетики в мире.

Аммиак может стать основой для азотного энергетического цикла на транспорте и в энергоснабжении, в том числе в изолированных системах энергоснабжения.

В мире ведутся работы по получению аммиака с использованием возобновляемых источников сырья, что позволит создавать производства этого

продукта практически в любом месте. В результате существенно снизятся выбросы парниковых газов от транспорта и объектов энергетики.

Аммиак обеспечивает устойчивое развитие территорий как аккумулятор энергии для изолированных энергосистем или в сельском хозяйстве для удобрения почв.

На территории Российской Федерации можно выделить несколько площадок, которые являются перспективными для размещения установок безуглеродного производства аммиака. Такое производство целесообразно совмещать с местами размещения ГЭС и ВИЭ. Наиболее перспективными регионами развития аммиачной энергетики и транспорта на аммиаке являются сельскохозяйственные районы Восточной Сибири и Дальнего Востока.

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, 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.



ЛенПромАвтоматика

ТОПЛИВОРАЗДАТОЧНАЯ КОЛОНКА ДЛЯ ЗАПРАВКИ АВТОМОБИЛЕЙ СЖИЖЕННЫМ ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ ЛПА-СПГ-К

Краткие технические характеристики

Характеристика	Значение
Количество постов заправки, шт.	1
Диапазон расхода газа, кг/мин	1...200
Давление заправки, МПа	до 1,6
Давление испытания, МПа	2
Диапазон рабочих температур, °С	от -40 до +40
Межповерочный интервал, лет	2
Погрешность измерения заправленного количества газа, не более, %	1
Габаритные размеры, мм	1700×600×2200
Потребляемая мощность, не более, Вт	400
Вес, кг	350
Интерфейс связи с системой учета	RS-485
Протокол обмена	Топаз 2.0
Обмен данными с крионасосом	С.К./Modbus RTU

- 100% рентгеновский контроль сварных швов.
- Отечественный электронный блок управления и программное обеспечение.

Основные особенности топливораздаточных колонок ЛПА-СПГ-К

- Современный, эффективный способ заправки.** ЛПА-СПГ-К – колонка, выполняющая заправку с контролем массы заправленного газа. Принцип заправки – без учёта возвращаемой газовой составляющей. Такой подход позволяет упростить конструкцию колонки, увеличить надёжность и уменьшить стоимость.
- Универсальность и удобство.** Тип заправочных устройств по умолчанию: JC Carter. По запросу Заказчика колонки могут быть укомплектованы заправочными устройствами других стандартов – Macrotech или Parker Kodiak.
- Расширенный температурный диапазон.** ЛПА-СПГ-К работает при температуре окружающей среды от -40 до +40°С.
- Интегрируемость.** ЛПА-СПГ-К легко устанавливается на существующие АЗС/АГНКС/МАЗС. Возможность сопряжения колонки с наиболее распространенными системами учета топлива по стандартному протоколу.
- Привлекательный дизайн.** Колонка имеет современный внешний вид, по запросу Заказчика выполняется брендирование для поддержания фирменного стиля заправочной станции.
- Возможность приема бесконтактных проxi-карт.** ЛПА-СПГ-К позволяет реализовать лимитную схему отпуска топлива, идентифицируя клиента по предъявленной проxi-карте.



Топливораздаточная колонка ЛПА-СПГ-К

- Настраиваемое максимальное давление заправки.
- Различные способы сопряжения с системой управления крионасосом: дискретные сигналы или по протоколу Modbus RTU.
- Возможность установки различных типов заправочных устройств.
- Шланг с обдувочным пистолетом для удаления излишков влаги с заправочных устройств и приемных горловин бака автомобиля перед началом заправки.
- Предохранительные разрывные муфты.
- Система контроля заземления автомобиля.

Новые интеллектуальные решения в области использования природного газа

В апреле 2017 г. Федеральной службой по интеллектуальной собственности РФ (Роспатент) выдан ООО «Газпром ВНИИГАЗ» патент на изобретение № 2617224 «**Автомобильная газонаполнительная компрессорная станция**». Изобретение относится к газовой промышленности, в частности к автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС).

Авторы изобретения – Люгай Станислав Владимирович, Евстифеев Андрей Александрович, Дрыгина Юлия Николаевна, Тимофеев Владимир Валентинович.

Технический результат изобретения – уменьшение времени заправки вновь прибывшего газобаллонного автомобиля на АГНКС в то время, когда на данной станции осуществляется заправка передвижных автомобильных газозаправщиков. АГНКС включает (рис. 1, 2):

фильтр-сепаратор 1, компрессорный блок 2, установку осушки газа 3, блок аккумуляторов газа 4, заправочные колонки 5, линию высокого давления подачи газа 6, датчик изменения давления 7, блок регулировки 8, запорную арматуру 9. Технический результат изобретения – уменьшение времени заправки вновь прибывшего газобаллонного автомобиля на АГНКС в то время, когда на данной станции осуществляется заправка передвижных автомобильных газозаправщиков (рис. 3).

Известна автомобильная газонаполнительная компрессорная станция, состоящая из расходомерного узла, фильтра-сепаратора, компрессорного блока, аккумуляторов газа и газозаправочных колонок*. В известной станции сетевой газ, пройдя предварительную очистку в фильтре-сепараторе и расходомерный узел, при избыточном давлении 0,5...2 кг/см² поступает на

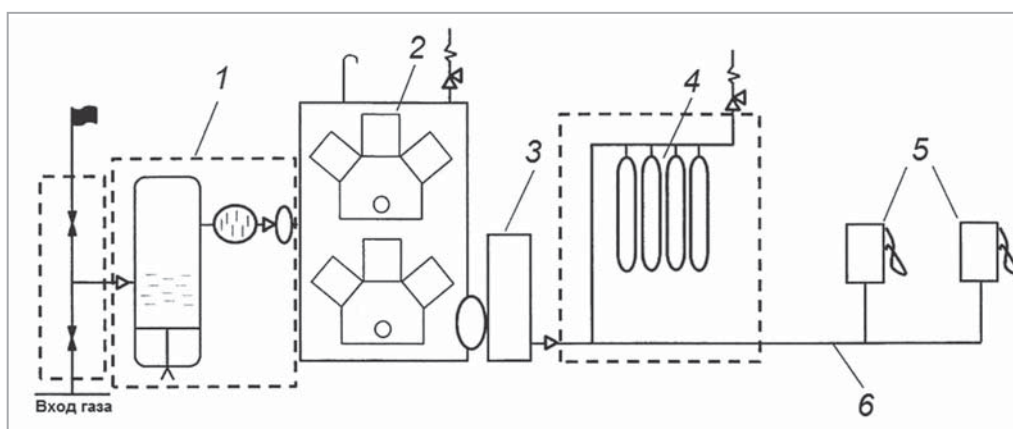


Рис. 1. Блок-схема АГНКС, принятая заявителем в качестве наиболее близкого аналога-прототипа

* Технология использования сжатых газов, курс лекций, составитель Г.А. Бондаренко. – Сумы, изд-во СумГУ, 2011. – С. 107-108, рис. 5.13.

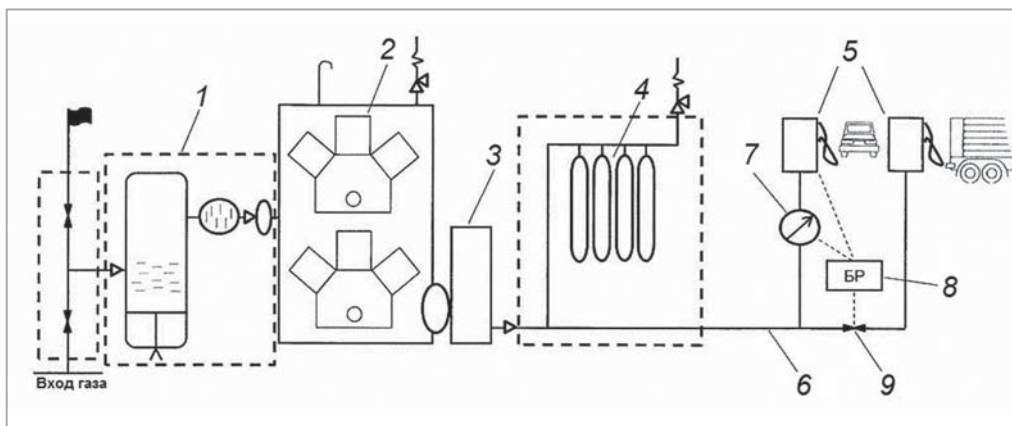


Рис. 2. Схема предлагаемой станции

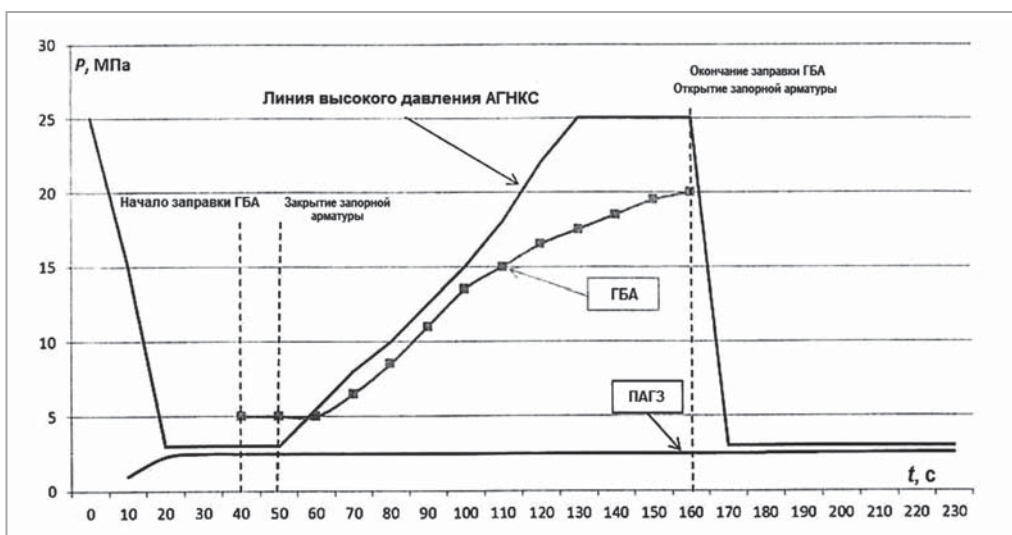


Рис. 3. График изменения давления в линии высокого давления АГНКС

всасывание компрессора, где сжимается до 230 кг/см^2 . После влагомаслоудаления и осушки газ закачивается в аккумуляторы, а также поступает к заправочным колонкам. В случае, когда на АГНКС одновременно заправляются газобаллонные автомобили (ГБА) с общим объемом хранимого на борту транспортного средства (ТС) газа, не превышающим объем газа, накопленного в аккумуляторах АГНКС, время заправки каждого из одновременно заправляемых ТС будет составлять в среднем около 10 мин.

Основной характеристикой АГНКС является число заправок автомобилей в сутки. От этого зависят размеры станции, тип и производительность

компрессорного оборудования и других аппаратов. Если объем газа, накопленный в аккумуляторах АГНКС, меньше суммарного объема заправки ГБА, то заправка большей частью будет производиться напрямую от компрессоров АГНКС. При этом время заправки всех одновременно заправляемых ТС будет равняться времени заправки ГБА с самым большим совокупным объемом хранения компримированного природного газа (КПГ) на борту и составит в среднем около 20...25 мин в зависимости от производительности компрессоров.

Для заправки передвижных автомобильных газозаправщиков (ПАГЗ) требуется значительный объем (от 3000

до 10 000 м³) КПП в зависимости от модификации заправщика. Максимальный объем аккумулируемого КПП на АГНКС может составить 4200 м³, следовательно время заправки ПАГЗ и ГБА даже высокопроизводительными АГНКС будет составлять от 1,5 до 9 ч. Поэтому к недостатком известного технического решения относится длительное время заправки вновь прибывшего ГБА.

Задача изобретения – создание АГНКС, позволяющей сократить время заправки вновь прибывшего ГБА. Технический результат изобретения – уменьшение времени заправки вновь прибывшего ГБА на АГНКС в то время, когда на данной станции осуществляется заправка ПАГЗ.

Сущность изобретения заключается в том, что в структуре АГНКС на линии высокого давления подачи газа установлен блок регулировки, который по сигналу, поступающему от датчика изменения давления, вмонтированного в линию высокого давления подачи газа, управляет запорной арматурой, ограничивающей подачу КПП на газозаправочную колонку, осуществляющую заправку ПАГЗ.

Во время работы предлагаемой АГНКС (см. рис. 2) сетевой газ, пройдя предварительную очистку в фильтре-сепараторе 1, при избыточном давлении 0,5...2 кг/см² поступает на всасывание компрессорного блока 2, где сжимается до 230 кг/см². После установки осушки газа 3 газ закачивается в блок аккумуляторов газа 4, а также поступает к заправочным колонкам 5. Сигнал с установленного на линии высокого давления 6 датчика изменения давления 7 запускает в работу блок регулировки 8, осуществляя управление запорной арматурой 9. С помощью запорной арматуры ограничивается подача КПП к выбранной либо к нескольким выбранным заправочным колонкам.

Когда на АГНКС осуществляется заправка ПАГЗ высокой вместимости (от 3000 до 10 000 м³) и одновременно

с этим начинает заправку вновь прибывший ГБА, в линии высокого давления подачи газа 6 проявляется недостаток давления, необходимого для обеспечения быстрой заправки ГБА. Поэтому по сигналу от датчика изменения давления 7 блок регулировки 8 закрывает запорную арматуру 9, прекращая подачу КПП на заправку ПАГЗ, тем самым обеспечивая нормальную (быструю) заправку ГБА. По завершению заправки ГБА сигнал от штатного датчика, поступающий в блок регулировки 8, открывает запорную арматуру 9, возобновляя подачу КПП для заправки ПАГЗ.

Датчик изменения давления 7 может быть выполнен на базе датчика избыточного давления для газозаправочных колонок Сапфир-22-ДИ-2170 с пределами измерения 25 МПа и цифровой обработкой сигнала.

Блок регулировки 8 может быть выполнен, например, на базе 16-разрядного микроконтроллера MSP430F149IPM PBF производства TEXAS INSTRUMENTS.

Запорная арматура 9 может быть реализована на базе взрывозащищенного электромагнитного клапана высокого давления 25 МПа (250 кг/см²) с обратной связью АИС 25МПА М36/2 производства АИС.

Датчик изменения давления 7, установленный на линии высокого давления подачи газа с постоянным интервалом времени, равным 10 с, проводит измерение давления, передавая данные в блок регулировки 8. Блок регулировки 8 сохраняет несколько последних значений и вычисляет разность между последующим и предыдущим измерениями в линии высокого давления подачи газа. Если начинается заправка ГБА, то от штатного датчика (на рис. 2 не показан) заправочной колонки 5 подается сигнал блоку регулировки о начале заправки. В линии высокого давления подачи газа блок регулировки регистрирует падение давления и вырабатывает управляющее

воздействие, по которому закрывается запорная арматура до окончания заправки ТС на газовой заправочной колонке 5. По сигналу окончания заправки от штатного датчика блок регулировки 8 вырабатывает управляющее воздействие на открытие запорной арматуры. Затем заправка ПАГЗ возобновляется.

Настройки блока регулировки (интервал снятия показаний датчика изменения давления, при разнице показаний которого происходит срабатывание) зависят от характеристик АГНКС, таких как производительность компрессорного блока и объем хранимого КПП в блоке аккумуляторов.

На графике изменения давления (см. рис. 3) отображена динамика изменения давлений (p , МПа) по времени (t , с) в линии высокого давления АГНКС в заправочных контурах вновь прибывшего газобаллонного автомобиля и ПАГЗ. На графике также отображены моменты начала заправки ГБА, закрытия запорной арматуры, окончания заправки ГБА с открытием запорной арматуры и возобновлением заправки ПАГЗ.

Предложенное изобретение позволяет устранить недостаток известной станции АГНКС, а именно – ускорить время заправки (делает возможной нормальную заправку) ГБА во время заправки ПАГЗ на АГНКС, что способствует повышению эффективности реализации газомоторного топлива.

Таким образом, датчик изменения давления, блок регулировки и управляемая запорная арматура, установленные на линии высокого давления подачи газа, позволяют либо ограничить, либо полностью прекратить подачу КПП от установки осушки газа к заправочным колонкам, с помощью которых осуществляется заправка ПАГЗ, и ускорить одновременную заправку ГБА и ПАГЗ.

Формула изобретения

Автомобильная газонаполнительная компрессорная станция, состоящая из фильтра-сепаратора, компрессорного блока, блока аккумуляторов газа, установки осушки газа, по меньшей мере двух газозаправочных колонок и линии высокого давления подачи газа от установки осушки к блоку аккумуляторов газа и газозаправочным колонкам, отличается тем, что на линии высокого давления подачи газа установлен блок регулировки, предназначенный по сигналу, поступающему от датчика изменения давления, вмонтированного в линию высокого давления подачи газа, управлять запорной арматурой, ограничивающей подачу компримированного природного газа на заправочную колонку, осуществляющую заправку передвижного автомобильного газозаправщика.

В апреле 2017 г. Федеральной службой по интеллектуальной собственности РФ (Роспатент) выдан ООО «Газпром ВНИИГАЗ» патент на изобретение № 2617539 «**Автомобильная газонаполнительная компрессорная станция**». Изобретение относится к газовой промышленности, в частности к автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС).

Авторы изобретения – Евстифеев Андрей Александрович, Тимофеев Владимир Валентинович.

АГНКС включает (рис. 1, 2): фильтр-сепаратор 1, компрессорный блок 2, установку осушки газа 3, аккумуляторы газа 4, заправочные колонки 5, линию высокого давления подачи газа 6, переключку с запорной арматурой 7. Технический результат изобретения – уменьшение времени заправки вновь прибывшего газобаллонного автомобиля на АГНКС во время заправки на данной станции ПАГЗ.

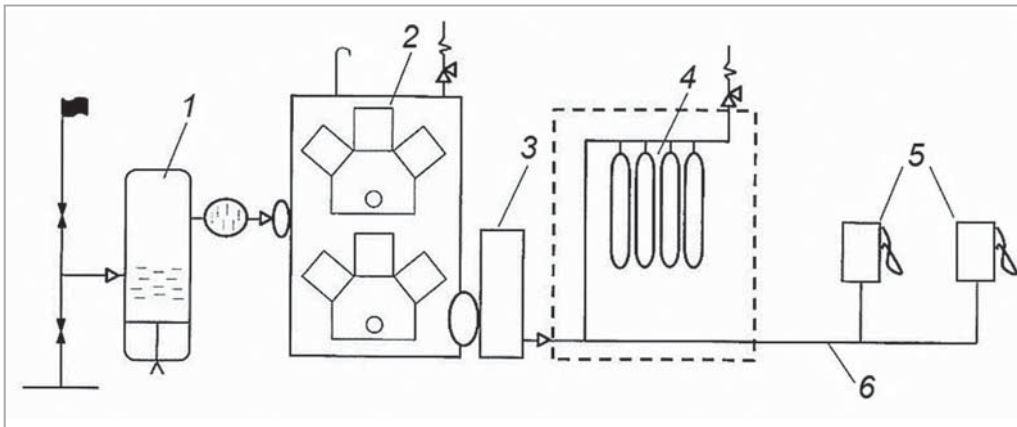


Рис. 1. Блок-схема АГНКС, принятой заявителем в качестве наиболее близкого аналога-прототипа

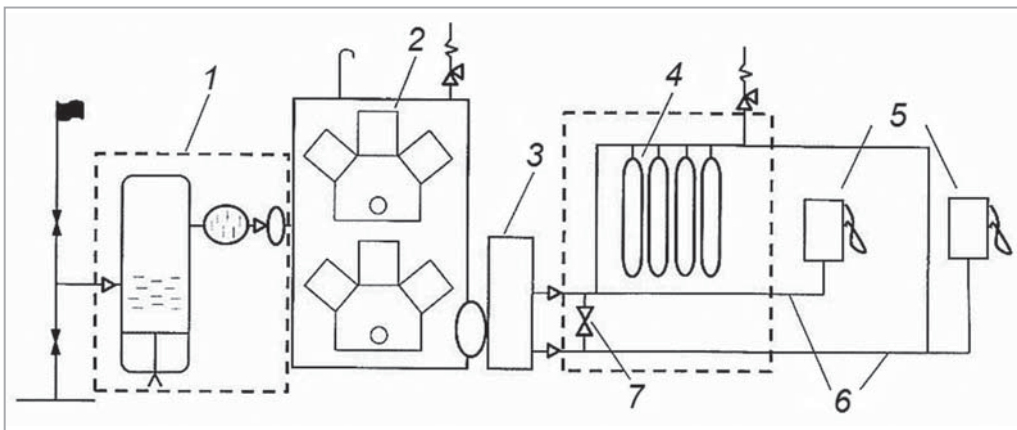


Рис. 2. Схема предлагаемой станции

Известна автомобильная газонаполнительная компрессорная станция, состоящая из расходомерного узла, фильтра-сепаратора, компрессорного блока, аккумуляторов газа и газозаправочных колонок (см. сноску в первом патенте). В известной станции сетевой газ, пройдя предварительную очистку в фильтре-сепараторе и расходомерный узел, при избыточном давлении $0,5...2 \text{ кг/см}^2$ поступает на всасывание компрессора, где сжимается до 230 кг/см^2 . После влагомаслоудаления и осушки газ закачивается в аккумуляторы, а также поступает к заправочным колонкам.

В случае, когда на АГНКС одновременно заправляются газобаллонные автомобили с суммарным объемом хранимого на борту транспортного средства газа, не превышающим объем газа,

накопленного в аккумуляторах АГНКС, время заправки каждого из одновременно заправляемых ТС будет составлять в среднем около 10 мин.

Основной характеристикой АГНКС является число заправок автомобилей в сутки. От этого зависят размеры станции, тип и производительность компрессорного оборудования и других аппаратов. Если объем газа, накопленный в аккумуляторах АГНКС, меньше суммарного объема заправки ГБА, то заправка большей частью будет производиться напрямую от компрессоров АГНКС. При этом время заправки всех одновременно заправляемых транспортных средств будет равняться времени заправки ГБА с самым большим совокупным объемом хранения КПГ на борту и составит в среднем около

20...25 мин в зависимости от производительности компрессоров.

Для заправки передвижных автомобильных газозаправщиков требуется значительный объем (от 3000 до 10 000 м³) КПП в зависимости от модификации заправщика. Максимальный среди известных объем аккумулируемого КПП на АГНКС составляет 4200 м³. Следовательно время заправки ПАГЗ и ГБА даже высокопроизводительными АГНКС будет составлять от 1,5 до 9 ч, что и является недостатком известного технического решения.

Задача изобретения – создание АГНКС, позволяющей уменьшить время заправки вновь прибывшего ГБА на АГНКС.

Технический результат изобретения – уменьшение времени заправки вновь прибывшего ГБА на АГНКС в тот момент, когда на данной станции осуществляется заправка ПАГЗ.

Сущность изобретения заключается в том, что автомобильная газонаполнительная компрессорная станция состоит из фильтра-сепаратора, компрессорного блока, установки осушки газа, блока аккумуляторов газа, газозаправочных колонок и линии высокого давления подачи газа. Причем линия высокого давления подачи газа выполнена по меньшей мере в виде двух независимых нитей, каждая из которых подключена к отдельному выходу установки осушки газа, а также к входу блока аккумуляторов и к соответствующей заправочной колонке. При этом нити линии высокого давления подачи газа соединены перемычкой с запорной арматурой.

Перемычка с запорной арматурой, соединяющая входы нитей линии высокого давления подачи газа, в открытом положении позволяет использовать нити в режиме единой линии высокого давления подачи газа, то есть позволяет использовать АГНКС в штатном режиме, задействовав всю производительность компрессорного блока.

Модернизация (разделение) линии высокого давления подачи газа осуществляется с целью обеспечения независимой подачи КПП к заправочным колонкам. Данное решение может найти применение при наличии на АГНКС по меньшей мере двух компрессоров, производительность которых в этом случае разделяется пропорционально потокам прибывающих на заправку транспортных средств. При этом часть компрессоров работает напрямую для заправки ПАГЗ, что позволяет снять зависимость скорости заправки ГБА в случае одновременной заправки его и ПАГЗ.

Во время работы АГНКС (см. рис. 2) сетевой газ, пройдя предварительную очистку в фильтре-сепараторе 1 при избыточном давлении 0,5...2 кг/см², поступает на всасывание в компрессорный блок 2, где сжимается до 230 кг/см². После установки осушки газа 3 газ закачивается в блок аккумуляторов газа 4, а также поступает к заправочным колонкам 5.

Далее в АГНКС на выходе установки осушки газа 3 линия высокого давления подачи газа 6 разделяется на две независимо запитанные нити, по которым потоки КПП могут распределяться между аккумуляторами блока аккумуляторов газа и заправочными колонками независимо друг от друга. При этом перемычка с запорной арматурой 7, соединяющая нити линии высокого давления подачи газа, в открытом положении позволяет использовать нити в режиме единой линии высокого давления подачи газа, а также использовать АГНКС в штатном режиме, задействовав всю производительность компрессорного блока.

Предложенная станция может работать в двух режимах.

В режиме 1 станция осуществляет заправку ПАГЗ высокой вместимости. КПП от компрессорного блока 2 по одной нити линии высокого давления подачи газа 6 подается напрямую на заправочную колонку 5 для заправки ПАГЗ.

При этом запорная арматура 7 закрывается по команде оператора АГНКС. Другая нить линии высокого давления подачи газа 6 позволит АГНКС функционировать в штатном режиме, используя в полном объеме блок аккумуляторов газа 4 для заправки вновь прибывающих ГБА.

В режиме 2 посредством переключки с запорной арматурой 7, которая находится в открытом положении, обе нити замыкаются в единую линию высокого давления подачи газа – все компрессоры используются для пополнения запасов КПГ в блоке аккумуляторов газа и заправки ГБА.

Таким образом, изобретение позволяет устранить недостатки известной АГНКС. При использовании предложенного решения уменьшается время заправки ГБА, если на АГНКС одновременно осуществляется заправка ГБА

и ПАГЗ, следовательно повышается эффективность реализации газомоторного топлива.

Формула изобретения

Автомобильная газонаполнительная компрессорная станция состоит из фильтра-сепаратора, компрессорного блока, установки осушки газа, блока аккумуляторов газа, газозаправочных колонок и линии высокого давления подачи газа, отличается тем, что линия высокого давления подачи газа выполнена в виде по меньшей мере двух независимых нитей, каждая из которых подключена к отдельному выходу установки осушки газа, а также к входу блока аккумуляторов и к соответствующей заправочной колонке. При этом нити линии высокого давления подачи газа соединены переключкой с запорной арматурой.

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).

Повышение безопасности труда путем инноваций в топливно-энергетическом комплексе

А.М. Семенцев, д.т.н., доцент, заместитель директора
центра ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,

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

В статье рассматривается эффективность работы предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭК). Основная направленность современного развития ТЭК ориентирована на обеспечении надежной и безопасной работы всего имеющегося оборудования. В статье рекомендуются основные пути повышения рентабельности ТЭК путем инноваций с учетом необходимости усиления безопасности труда. При этом отмечается особая роль предприятий малого и среднего бизнеса, в частности, малых инновационных организаций, имеющих венчурный механизм финансирования.

Ключевые слова:

топливно-энергетический комплекс, профессиональные риски, инновации, малые предприятия, ускорение развития.

Эффективность функционирования топливно-энергетического комплекса страны в первую очередь определяется уровнем развития научной, технологической, инновационной деятельности в отраслях ТЭК. Имевшая место в недалеком прошлом стратегия развития отрасли, связанная с привлечением импортного оборудования для операций добычи, транспортировки и переработки углеводородного сырья, привела к значительному отставанию соответствующих отечественных технологий от зарубежных.

Можно выделить основные проблемы топливно-энергетического комплекса России:

- разведка новых месторождений практически не ведется;

- технологии добычи устарели на 10-15 лет;
- износ оборудования в добывающих отраслях составляет 25 %;
- попутные продукты уничтожаются, потому что комплексная добыча не ведется;
- устаревшая инфраструктура;
- отсутствие новых мощностей;
- отсутствие теплосберегающих технологий;
- большие потери при транспортировке электричества;
- устаревшие технологии переработки топлива и утилизации отходов.

Эти проблемы обуславливают создание недопустимых профессиональных рисков при эксплуатации истощенных месторождений по неэффективным технологиям с применением изношенного

оборудования и устаревшей инфраструктуры. Кроме того, отсутствие новых мощностей, теплосберегающих технологий, большие потери при транспортировке электричества, устаревшие технологии переработки топлива и отходов делают производство в ТЭК низкорентабельным.

Основная направленность современного развития ТЭК ориентирована на обеспечение надежной и безопасной работы всего имеющегося оборудования. Активный подъем газовой промышленности неминуемо приводит к внедрению новых технологий добычи, обработки и транспорта газа, что требует использования мощного современного оборудования. В то же время в связи с ростом энергоемкости производственных процессов, увеличением их интенсивности, расширением перечня применяемого оборудования и используемых материалов повышается вероятность возникновения нештатных и аварийных ситуаций, появления и развития профессиональных заболеваний.

Указом Президента Российской Федерации от 09.10.2007 г. № 1351 [1] утверждена Концепция демографической политики РФ на период до 2025 года, одной из основных задач которой является сокращение уровня смертности не менее чем в 1,6 раза, прежде всего в трудоспособном возрасте от внешних причин. Решение поставленной задачи включает в себя несколько этапов, в числе которых – сокращение уровня смертности и травматизма от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний за счет перехода в сфере охраны труда к системе управления профессиональными рисками (включая информирование работников о соответствующих рисках, создание системы выявления, оценки и контроля таких рисков), а также за счет экономической мотивации работодателей к улучшению условий труда.

Инновационная политика в газовой отрасли ставит основной целью достижение уровня ведущих стран на основе собственной сырьевой базы и национального научного потенциала. В настоящее время лишь наметились сдвиги в сторону улучшения ситуации. Для успешной модернизации отрасли стоит задача развития и внедрения инновационных технологий, обеспечивающих высокую надежность и безопасность производства, снижение профессиональных рисков.

Минэнерго России утверждены критерии отнесения продукции к инновационной и (или) высокотехнологичной [2]. Обязательным условием инновационности продукции должно быть наличие научно-технической новизны. При этом такая характеристика может проявляться как у новой продукции, не имеющей аналогов (основные параметры превышают известный технический уровень, при эксплуатации создаются новые свойства), так и у модернизированной (отдельные параметры и технические характеристики превышают технический уровень аналогов). При применении инновационной продукции должно иметь место снижение затрат в сравнении с существующими аналогами на всех этапах ее жизненного цикла.

Высокий технический уровень инновационной продукции в соответствии с требованиями [2] должен обеспечиваться превышением одного или нескольких параметров, либо технических характеристик по сравнению с аналогами:

- улучшением основных функциональных характеристик оборудования;
- повышением надежности (или срока эксплуатации) технических систем и оборудования;
- уменьшением числа отказов и аварий;
- снижением стоимости жизненного цикла продукции (или объектов), включающей стоимость приобретения, эксплуатации и утилизации продукции;

- увеличением продолжительности жизненного цикла продукции;

- улучшением экологических характеристик продукции, в том числе в части сокращения объема выбросов парниковых газов, утилизации продукции и отходов производства;

- улучшением потребительских свойств товара по сравнению с применяющимися в отраслях ТЭК техническими решениями;

- повышением уровня безопасности;
- применением при производстве продукции новых или измененных материалов, оборудования и технологий, включая аддитивные, нано- и другие технологии;

- использованием впервые (в том числе в организации) внедренных результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ.

При оценке эффективности инноваций в первую очередь необходимо определять показатель повышения безопасности труда до и после внедрения, то есть оценивать допустимость профессиональных рисков.

В топливно-энергетической отрасли России в настоящее время по целому ряду направлений, в том числе и по газовой отрасли, наблюдается высокая зависимость используемых технологий и оборудования от иностранных компаний. Последствия введенных экономических санкций для России отражаются на ТЭК. На фоне продолжающейся неопределенности геополитической обстановки и необходимости развивать промышленный блок отечественной экономики обозначен ориентир на снижение зависимости топливно-энергетического комплекса от импортных поставок.

Для решения задачи разработки и производства инновационной продукции важную роль играют субъекты малого и среднего предпринимательства. Используя свои преимущества перед крупными производственными

формами, предприятия малого бизнеса зачастую добиваются результата в создании продуктовых инноваций, действующих на острие научно-технического прогресса.

В качестве факторов, обуславливающих важную роль малых инновационных организаций в области нововведений, можно выделить следующие:

- мобильность и гибкость перехода к инновациям, высокую восприимчивость к принципиальным нововведениям;

- сильный и многоплановый характер мотивации, обусловленный причинами как внеэкономического плана, так и коммерческого, поскольку только успешная реализация такого проекта позволит его автору состояться в качестве предпринимателя;

- узкую специализацию их научных поисков или разработку небольшого круга технических идей;

- малый управленческий персонал;
- ориентацию на конечный результат при широком использовании всех видов ресурсов и, прежде всего, интеллектуальных;

- готовность нести огромные, абсолютно неприемлемые для крупных и средних организаций, риски в силу качества, присущих пионеру-предпринимателю.

С учетом возможности государственной поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства их разработки становятся объектом повышенного внимания со стороны крупнейших отраслеобразующих предприятий. Совместные трехсторонние (государство, предприятие, малый бизнес) вложения средств в реализацию определенной задачи приводят к успешному решению важнейших государственных проблем в различных направлениях деятельности. Есть много примеров, когда государственные гранты с долевой поддержкой предприятий приводят к скорейшему освоению производства и эффективной эксплуатации инновационной

продукции, необходимой отрасли. В условиях ограниченного финансирования науки такое слияние бюджетов заинтересованных сторон приводит к синергетическому эффекту при решении приоритетных задач топливно-энергетического комплекса.

Особое место среди малых инновационных организаций занимают те, что имеют венчурный механизм финансирования. Такие организации представляют собой небольшие, но очень гибкие и эффективные предприятия, создаваемые с целью апробации, доработки и доведения до промышленной реализации «рисковых» инноваций и отличающиеся высокой активностью, которая объясняется прямой личной заинтересованностью работников организации и партнеров по венчурному бизнесу в успешной коммерческой реализации разработанных идей, технологий, изобретений.

Специфическое значение венчурного бизнеса заключается в следующем:

- он приводит к созданию новых жизнеспособных хозяйственных единиц, воздействующих на всю традиционную структуру ведения научных исследований, и вызывает структурные изменения в общественном производстве страны;
- увеличивает занятость высококвалифицированных специалистов;
- способствует техническому перевооружению традиционных отраслей экономики;
- побуждает крупные корпорации к совершенствованию принципов управления и организационных структур;
- показывает, что ориентация на долгосрочные цели требует создания специальной кредитно-финансовой системы в виде венчурного капитала.

Крупные энергетические компании проявляют активность в рассмотрении инновационных и высокотехнологичных предложений, созданных сторонними организациями, а также субъектами малого и среднего предприниматель-

ства. Для взаимодействия авторов разработок с заинтересованными подразделениями компаний создаются различные структуры, упрощающие процесс внедрения прогрессивных технологий и высоконадежной продукции в производственные процессы. В основном эту роль выполняют службы «одного окна» для рассмотрения инновационных предложений.

Особенностью всех производственных предприятий Группы Газпром является то, что они относятся к опасным производственным объектам. Соответственно требования к надежности, безопасности и работоспособности оборудования – самые высокие. Технологии и оборудование, используемые на объектах ПАО «Газпром», должны строго соответствовать требованиям проекта. Необходимость и возможность использования какого-либо предлагаемого вида оборудования (технологии, машины, агрегаты, узлы, детали, расходные материалы) должны быть обоснованы с технической, экономической и экологической позиций. Поэтому и решать задачу внедрения инновационной продукции нужно комплексно, учитывая самые разнообразные аспекты использования конкретного вида продукции на конкретном участке производства.

В ПАО «Газпром» создана и успешно работает система одного окна для внедрения инновационной продукции и рассмотрения инновационных предложений субъектов малого и среднего предпринимательства. В качестве первичных экспертов, определяющих практическую целесообразность использования поступающих предложений, выступают специалисты ООО «Газпром ВНИИГАЗ», проводящие научно-техническую экспертизу. После их положительного заключения профильное подразделение ПАО «Газпром» принимает решение о продолжении работ с заявителем.



Рис. 1. Костюм-термос для работы в арктическом шельфе. Области применения: на всех промышленных объектах, в суровом климате, в горах, экспедициях, геологоразведке

Поступающие в систему одного окна ПАО «Газпром» заявки от субъектов малого и среднего предпринимательства можно разделить на предложения по внедрению продукции и выполнение научно-исследовательских работ по различным тематикам. При заинтересованности в использовании заявленной продукции профильными подразделениями ПАО «Газпром» определяется форма оценки соответствия этой продукции требованиям нормативных документов компании. Авторы инновационных предложений приглашаются с выступлениями на заседания научно-технических советов подразделений ПАО «Газпром» для определения

процедур дальнейшего взаимодействия. Особое место при внедрении заявляемой продукции и разработке инновационных идей занимают вопросы импортозамещения.

Ярким примером внедрения в производство инновационных продуктов является замена используемой ранее спецодежды для персонала морских добычных платформ на арктическом шельфе. Отвечающая всем основным критериям инновационности спецодежда прошла все необходимые испытания на стендах и в настоящее время наблюдается в натуральных условиях [3-5]. По сравнению с известными аналогами в спецодежде впервые в отрасли



Рис. 2. Костюм для защиты от статического электричества. Области применения: на объектах газовой, нефтяной, химической промышленности и ВПК

обеспечена обратная связь между работником (его объективное состояние) и диспетчером – наблюдателем за проводимыми работами. Для этого в режиме онлайн осуществляется контроль состояния работника с возможностью принятия корректирующих действий. Эксплуатационные характеристики предлагаемой спецодежды значительно превышают известные образцы. Главным образом это касается эргономических параметров и теплозащитных свойств. При этом обеспечиваются критерии инновационности, касающиеся улучшения потребительских свойств товара по сравнению с применяющимися в отрасли, повышения уровня безопасности, применения при производстве продукции новых или измененных материалов, оборудования и технологий.

Используемые материалы и конструкция спецодежды позволяют обеспечивать комфортную подвижность и свободу движений сотрудников, что является необходимым условием при работе на опасных производственных объектах в экстремальных климатических условиях. Специально разработанная и встроенная в спецодежду система термостабилизации с интегрированным климат-контролем способна предотвращать проблему как перегрева, так и переохлаждения работника без дополнительных источников питания за счет поглощения и накопления избытка тепла от тела человека с последующей его отдачей обратно. Специальные шумозащитные накладочки обеспечивают защиту специалиста от вредного воздействия шума [6].



Рис. 3. Костюм с автоматической терморегуляцией. Области применения: на всех промышленных объектах, в суровом климате, в горах, экспедициях, геологоразведке

Примеры перспективных видов спецодежды приведены на рис. 1-4.

Большое количество инноваций направлено на снижение шума технологического оборудования. В качестве примера на рис. 5 показаны результаты снижения шума агрегата ГПА-Ц-6,3 [7], наиболее распространенного в газовой промышленности.

Снижение шума звукоактивных трубопроводов достигнуто применением тепло-звукоизолирующих конструкций на основе материала FOAMGLAS (рис. 6). Применение подобных конструкций дает снижение громкости шума в 1,7 раза и гарантированную защиту от коррозии трубопровода.

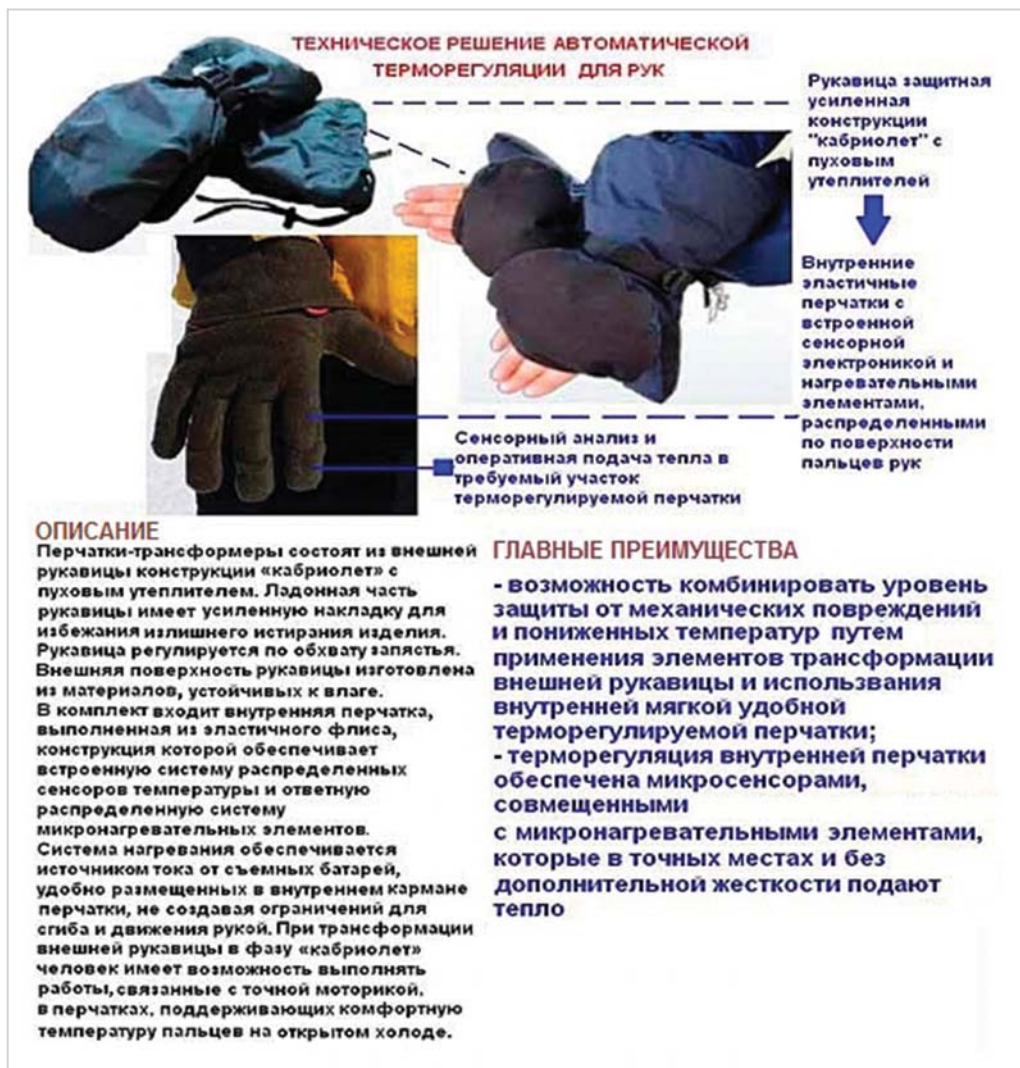


Рис. 4. Терморегулируемые перчатки с трансформером. Области применения: на всех объектах промышленности, расположенных в условиях холода; для работ, требующих точных действий пальцами

Использование тех или иных материалов при звукоизоляции звукоактивных трубопроводов диктуется конкретными свойствами материалов, применяемых для звукоизоляции. При широкополосном спектре шума звукоизоляция минераловатными и стекловолокнистыми утеплителями может не дать ощутимого эффекта. Исследования, проведенные в НИИСФ РААСХН, хорошо иллюстрируют ситуацию (рис. 7).

В настоящее время основным стратегическим направлением разработки, производства и внедрения инновационной продукции в газовой отрасли яв-

ляется замена импортных технологий, оборудования, приборов, материалов на отечественные. В первую очередь это касается продукции из стран санкционного списка. Связано это, кроме прочего, с особенностями российского экспорта. Попытки изменить сырьевую направленность экономики России продолжают уже давно. В совокупной стоимости экспорта доля нефти и газа в России составляет 2/3, еще 15 % приходится на экспорт других ископаемых ресурсов. А доля экспорта высокотехнологичной продукции составляет менее 10 % благодаря, в основном, экспорту вооружений.

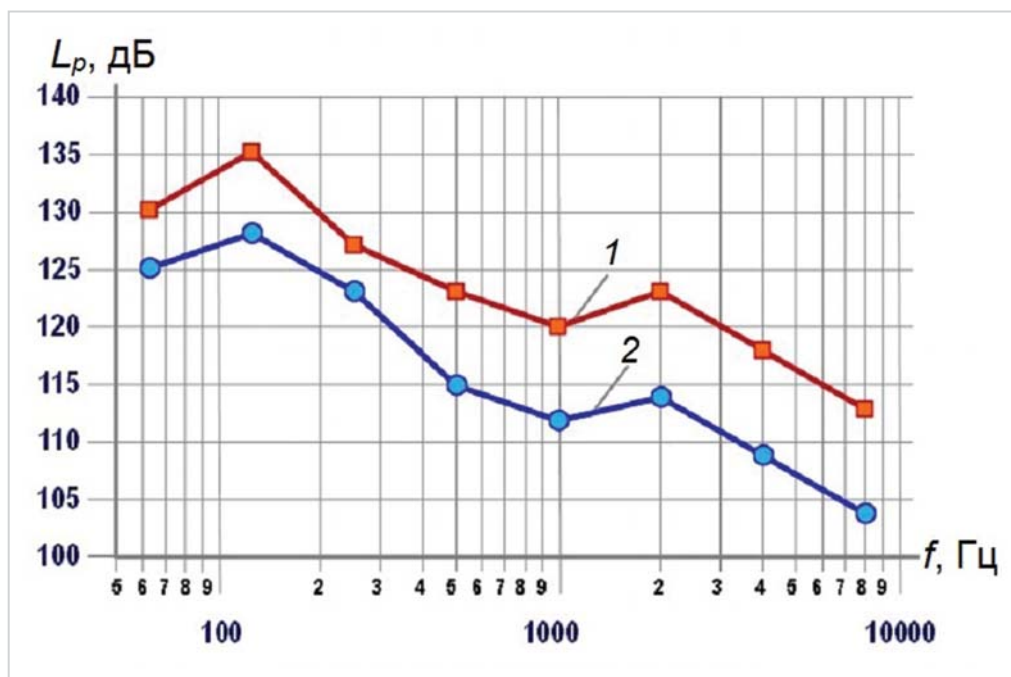


Рис. 5. Уровни звуковой мощности ГПА-Ц-6,3:

1 – до установки дополнительных устройств шумоглушения; 2 – после установки дополнительных устройств шумоглушения; L_p – уровень звуковой мощности; f – частота октавной полосы

Самая большая доля импорта – более 45 % – приходится на импорт машин, оборудования и транспортных средств.

Стратегия импортозамещения предполагает постепенный переход от производства простых товаров к наукоемкой и высокотехнологичной продукции и опирается на развитие всего производства и инноваций, повышение качества производимого товара, технологий, применяемых на предприятиях. И это особенно актуально для страны, уровень производственных отраслей которой отстает от уровня государств, с которыми она взаимодействует.

В настоящее время в компаниях ТЭК организована работа по привлечению промышленного потенциала регионов Российской Федерации к решению задач, направленных на импортозамещение продукции, применяемой или планируемой к применению в производственной деятельности компаний. Например, ПАО «Газпром» проводит систематическую работу по содействию

в организации изготовления на отечественных предприятиях импортозамещающей продукции. Перечень импортной продукции, рекомендуемой ПАО «Газпром» для освоения отечественным производителям, доступен всем предприятиям.

Отсутствие стимулов к развитию в последние годы – например, дешевый импорт энергооборудования – снижало возможности совершенствования для целого ряда технологических направлений. И сегодня необходимы колоссальные усилия, чтобы в этих отраслях восстановить позиции национальных производителей.

Для решения имеющихся проблем государство должно развивать промышленность страны в целом, так как модернизация только нескольких секторов не может выправить общую ситуацию в экономике. Это лишь приведет к росту разрыва между уровнем развития отраслей, который и сейчас достаточно велик.

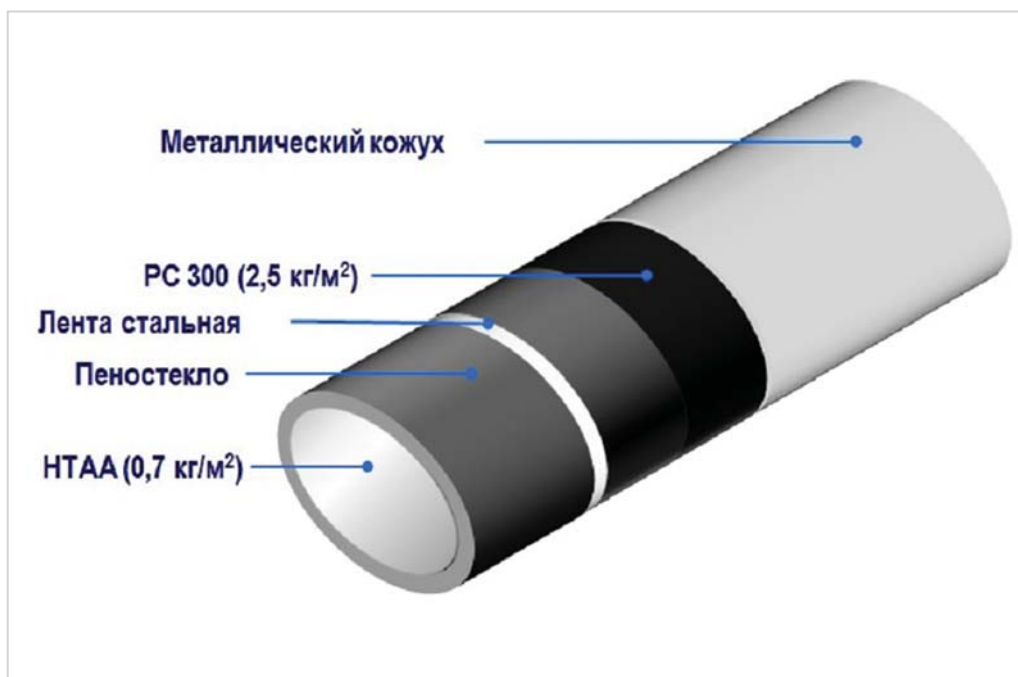


Рис. 6. Типовая схема тепловозвукоизолирующей конструкции на основе материала FOAMGLAS

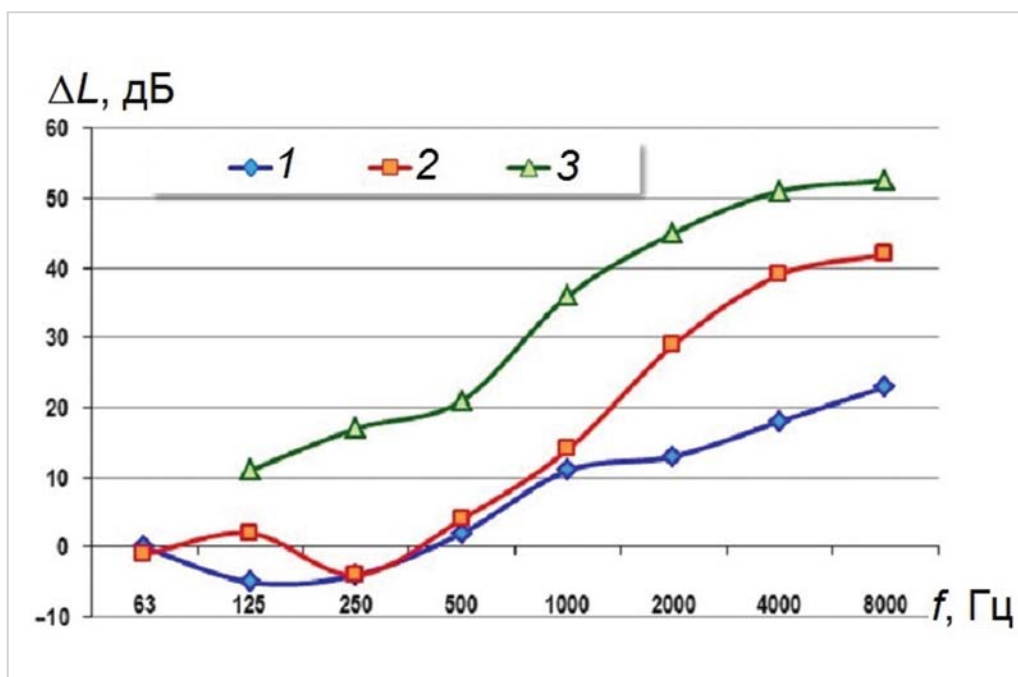


Рис. 7. Эффективность различных по составу покрытий на основе пеностекла, волокнистых материалов и эластомеров:

1 – маты из стеклянно-штапельного волокна (толщина 100 мм, плотность 22 кг/м³);

2 – пеностекло (толщина 50 мм, плотность 170 кг/м³),

минеральная вата (толщина 50 мм, плотность 120 кг/м³),

сталь оцинкованная (толщина 1 мм); 3 – пеностекло типа FOAMGLAS T4 (50 мм),

базальтовый мат (80 мм), антивибрационный слой (3 мм),

оцинкованный лист (0,55 мм); ΔL – снижение уровней звукового давления

В сегодняшней ситуации в России более целесообразным является создание комфортных условий для предпринимательства и добросовестной конкуренции, что в свою очередь будет способствовать росту инновационной инициативы и модернизации. Создание благоприятной экономической среды – это одна из ключевых задач государства, и ее выполнение достигается различными способами, в том числе и за счет импортозамещения.

Несомненно, российские компании топливно-энергетического комплекса сталкиваются с рядом проблем в области инноваций. Так, финансирование НИОКР российских компаний значительно уступает зарубежным. По данным аналитиков [8], абсолютными лидерами в нефтегазовой отрасли являются Petro China, ежегодные затраты которой на НИОКР превышают 2 млрд долл. США, а также ExxonMobil и Total, которые вкладывают в НИОКР по 700-800 млн долл. в год. В расчете на 1 т нефтяного эквивалента такие затраты на НИОКР составляют в среднем 1 долл. и около 50 % в структуре общих затрат. Доля соответствующих затрат российских компаний не превышает 0,02 % от их выручки, а удельные затраты в расчете на 1 т нефтяного эквивалента составляют менее 0,2 долл. При этом следует учитывать неравномерность распределения бюджета на НИОКР по направлениям. Основная часть всех инвестиций на НИОКР (около 90 %) направляется в сегмент разведки и добычи [9]. В связи с этим остаются на втором плане такие высокотехнологичные направления как нефтепереработка и нефтехимия, определяющие увеличение доли продукции с более высокой добавленной стоимостью.

Результативность вложений в НИОКР определяется по индикатору патентной активности. Получая большую часть патентов внутри страны, отечественные компании топливно-энергетического комплекса, в отличие от национальных

компаний из других стран, практически не патентуют свои разработки в патентных ведомствах ЕС, США, Канады. Это негативно сказывается на использовании отечественных инновационных разработок в международных энергетических проектах, в частности, при транспортировке углеводородов за рубеж. Имея собственное оборудование и технологии, российские компании вынуждены закладывать в проекты и эксплуатировать импортную продукцию.

При внедрении инновационной продукции на объектах ТЭК имеет место проблема длительного прохождения обязательных процедур испытаний, подтверждения соответствия, получения необходимых разрешений и допусков, поскольку, как говорилось выше, особенностью всех производственных предприятий ТЭК является то, что они относятся к опасным производственным объектам. Все это обуславливает длительность процесса внедрения инновационной продукции, в том числе и импортозамещающей.

В целом, оценивая перспективы использования инновационной продукции в топливно-энергетическом комплексе, нужно отметить положительные тенденции, проявляющиеся в следующем:

- государственной поддержке российских производителей, в том числе предприятий малого и среднего бизнеса, в разработке и производстве новых видов продукции, технические характеристики которых превосходят мировые стандарты;
- заинтересованности освоения отечественных наукоемких технологий производственными компаниями;
- дополнительных вложениях крупных компаний в НИОКР с усилившимся контролем за результатами выполнения этих работ;
- привлечении партнерского финансирования для решения определенных задач, в том числе и по импортозамещению;

- заинтересованности отечественных предприятий в освоении выпуска инновационной продукции;
- развитии системы взаимоотношений между предприятиями различных отраслей при решении определенной задачи.

Выводы

1. Основная направленность современного развития ТЭК ориентирована на обеспечение надежной и безопасной работы всего имеющегося оборудования.

2. Для успешной модернизации топливно-энергетического комплекса стоит задача развития инновационных структур.

3. Для решения задачи разработки и производства инновационной продукции важную роль играют субъекты малого и среднего предпринимательства.

4. Особое место среди малых инновационных организаций занимают те, что имеют венчурный механизм финансирования.

5. Крупные энергетические компании создают условия для всестороннего и объективного рассмотрения инновационных и высокотехнологичных предложений, представленных сторонними организациями, в том числе субъектами малого и среднего предпринимательства, а также для упрощения процесса внедрения прогрессивных технологий и высоконадежной продукции на производственных объектах.

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 09.10.2007 г. № 1351 «Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года».
2. Приказ Минэнерго России от 25.12.2015 г. № 1026 «Об утверждении критериев отнесения товаров, работ, услуг к инновационной продукции и (или) высокотехнологичной продукции для целей формирования плана закупки такой продукции».
3. Бринк И.Ю., Черунова И.В., Лебедева Е.О., Терехов А.Л. Перспективные разработки для повышения эффективности средств индивидуальной защиты в условиях морской нефтедобычи на шельфе арктических морей. Освоение ресурсов нефти и газа российского шельфа: Арктика и Дальний Восток. IV Международная конференция. Москва, 10-11 октября 2012. Тезисы докладов. – С. 80.
4. Терехов А.Л., Бринк И.Ю. Разработка перспективных средств индивидуальной защиты для персонала добычных платформ в условиях арктического шельфа. Освоение ресурсов нефти и газа российского шельфа: Арктика и Дальний Восток. III Международная конференция. Москва, 14-15 октября 2010. Тезисы докладов. – С. 77.
5. Лебедева Е.О., Бринк И.Ю., Терехов А.Л. Оценка эксплуатационных свойств специальной одежды и перспективные разработки для повышения эффективности защиты человека в условиях морской нефтедобычи на арктическом шельфе. Экологическая безопасность в газовой промышленности. Международная конференция. Москва. 11-13 декабря 2013. Тезисы докладов. – С. 95.
6. Бринк И.Ю., Куренова С.В., Терехов А.Л. Перспективы внедрения на объектах ОАО «Газпром» средств индивидуальной защиты тела от шума // Газовая промышленность. – 2010. – № 7. – С. 88-90.
7. Терехов А.Л., Сулин В.А., Котишевский Г.В. и др. Обзор технических решений по снижению шума на предприятиях добычи и транспорта газа. Материалы международной акустической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Е.Я. Юдина. – М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – С. 257-267.
8. Силкин В.Ю. Инновационная политика в нефтегазовой отрасли: проблемы догоняющего развития // Энергетическая политика. – 2014. – Выпуск 6. – С. 46-54.
9. Эдер Л.Н., Филимонова И.В. Основные проблемы инновационного развития нефтегазовой отрасли в области добычи нефти и газа // Бурение и нефть. – 2014. – № 4. – С. 165-184.

Влияние состава топлива на основе масел растительного происхождения на режим работы электрогидравлической форсунки

А.Ю. Дунин, доцент Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), к.т.н.,

Е.В. Горбачевский, аспирант Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ),

П.В. Душкин, аспирант Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ),

Л.Н. Голубков, профессор Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), д.т.н.,

И.Е. Иванов, профессор Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), д.т.н.

В статье представлены результаты исследования влияния состава смесевых топлив (масла растительного происхождения с дизельным топливом) на режим работы электрогидравлической форсунки аккумуляторной топливной системы. Дана оценка эффективности работы форсунки при замене дизельного топлива на топливо на основе масел растительного происхождения. В результате увеличения длительности управляющего импульса и давления в аккумуляторе при переходе с дизельного топлива на масла растительного происхождения возрастает доля топлива, подаваемого электрогидравлической форсункой в цилиндр дизеля, относительно его количества, пошедшего на ее управление.

Ключевые слова:

электрогидравлическая форсунка, аккумуляторная топливная система, топлива на основе масел растительного происхождения.

В последние годы повышенный интерес проявляется к топливу, получаемому из возобновляемых ресурсов растительного происхождения, сырьевые запасы которых практически неисчерпаемы. Применительно к условиям европейской части России для дизелей наиболее перспективны топлива на основе рапсового (РМ) и подсолнечного (ПМ) масел.

Применение топлива на основе масел позволит не только частично или полностью заменить нефтяные моторные топлива, но и улучшить показатели токсичности двигателей. Как продемонстрировали проведенные исследования, количество несгоревших углеводородов снижается в 1,5-2 раза при переходе на топливо, содержащее РМ [1].

Проведенные экспериментальные исследования физико-химических свойств растительных масел и топлив на их основе, а также исследования влияния их применения на надежность деталей и узлов двигателя показали, что использование таких топлив для ДВС затруднено и требует доработки его системы питания [2, 3].

Использование растительных масел без дополнительных присадок ограничено повышенным нагарообразованием на стенках камеры сгорания, закоксовыванием распылителей форсунок и повышенной вязкостью по сравнению со стандартным дизельным топливом (ДТ), затрудняющими работу топливной системы. Для решения данной проблемы применяют топливные смеси растительных масел с ДТ [4].

На смесях дизельного топлива с 5%-й добавкой топлива на основе масел растительного происхождения могут работать дизели всех выпускаемых в Европе и ввозимых в Россию автомобилей и сельхозтехники.

Испытания топливной системы непосредственного действия на дизеле 2Ч 10,5/12 Владимирского тракторного завода показали его наилучшие показатели при подаче топливной смеси с 20%-м содержанием РМ [5]. Это позволило на режиме максимального крутящего момента двигателя уменьшить содержание сажи в отработавших газах на 25 %.

На современных дизелях установлены аккумуляторные топливные системы (АТС) с давлением впрыскивания 180...200 МПа, в перспективе до 300 МПа [6, 7]. Для АТС характерны уменьшенные зазоры в подвижных частях. Одна из ключевых особенностей АТС – независимость процессов впрыскивания от угла поворота коленчатого вала и режима работы двигателя, что делает возможным достижение высокого давления впрыскивания на частичных режимах для удовлетворения

современных и перспективных экологических требований [6].

Указанные особенности АТС создают предпосылки для более детального рассмотрения ее работы на растительных маслах и их смесях с дизельным топливом. Целью данного исследования был анализ влияния состава топлива на основе масел растительного происхождения на режим работы электрогидравлической форсунки (ЭГФ) аккумуляторной топливной системы.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- определены нагрузочные характеристики электрогидравлической форсунки и количество топлива, расходуемое на управление;
- на основе полученных экспериментальных данных дана оценка эффективности работы ЭГФ при замене ДТ топливом на основе масел растительного происхождения.

Под нагрузочной характеристикой ЭГФ понимается зависимость цикловой подачи топлива от продолжительности управляющего импульса, поступающего на электромагнит форсунки при одноразовом впрыскивании и различных давлениях в топливном аккумуляторе АТС.

В качестве объектов исследования рассмотрены ЭГФ двух конструкций, схемы которых представлены на рис. 1, а некоторые параметры даны в таблице.

Форсунка № 1 конструктивно отличается от форсунки № 2 отсутствием встроенного топливного аккумулятора 5 в распылителе (рис. 1б) и применением управляющего клапана 1, не разгруженного в закрытом состоянии от давления топлива.

Конструкция ЭГФ № 1 характерна для АТС дизелей, находящихся в эксплуатации. ЭГФ № 2 предназначена для новых и перспективных моделей двигателей.

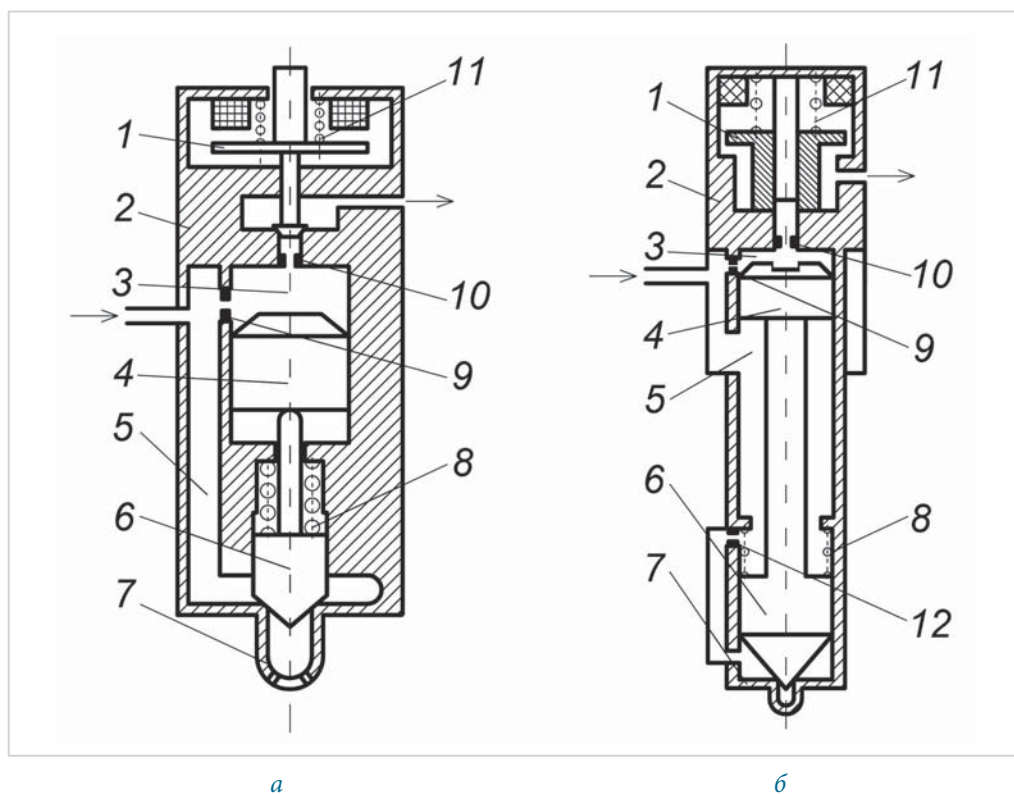


Рис. 1. Схемы электрогидравлических форсунок, участвующих в исследованиях: *а* – ЭГФ № 1, *б* – ЭГФ № 2; 1 – управляющий клапан; 2 – корпус форсунки; 3 – управляющая камера; 4 – мультипликатор (для образца *б* элементы 4 и 6 являются одной деталью); 5 (*а*) – канал подвода топлива к распылителю, 5 (*б*) – топливный аккумулятор; 6 – игла распылителя; 7 – распылитель; 8 – пружина иглы; 9 – впускной жиклер; 10 – сливной жиклер; 11 – электромагнитный клапан; 12 – жиклер распылителя

Параметры испытываемых электрогидравлических форсунок

Параметр	ЭГФ № 1	ЭГФ № 2
Число распыливающих отверстий, ед.	7	8
Диаметр распыливающих отверстий, мм	0,12	0,09
Диаметр сливного жиклера, мм	0,36	0,26

Экспериментальная установка

Исследования работы ЭГФ № 1 и ЭГФ № 2 проведены на экспериментальной установке (рис. 2), созданной в Проблемной лаборатории транспортных двигателей Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ).

Конструкция экспериментальной установки позволяет использовать ее при испытаниях полного комплекта АТС или отдельных ее элементов, а также в составе испытательного комплекса для исследования рабочих процессов дизелей и их топливных систем с электронным управлением непосредственного действия и аккумуляторного типа.

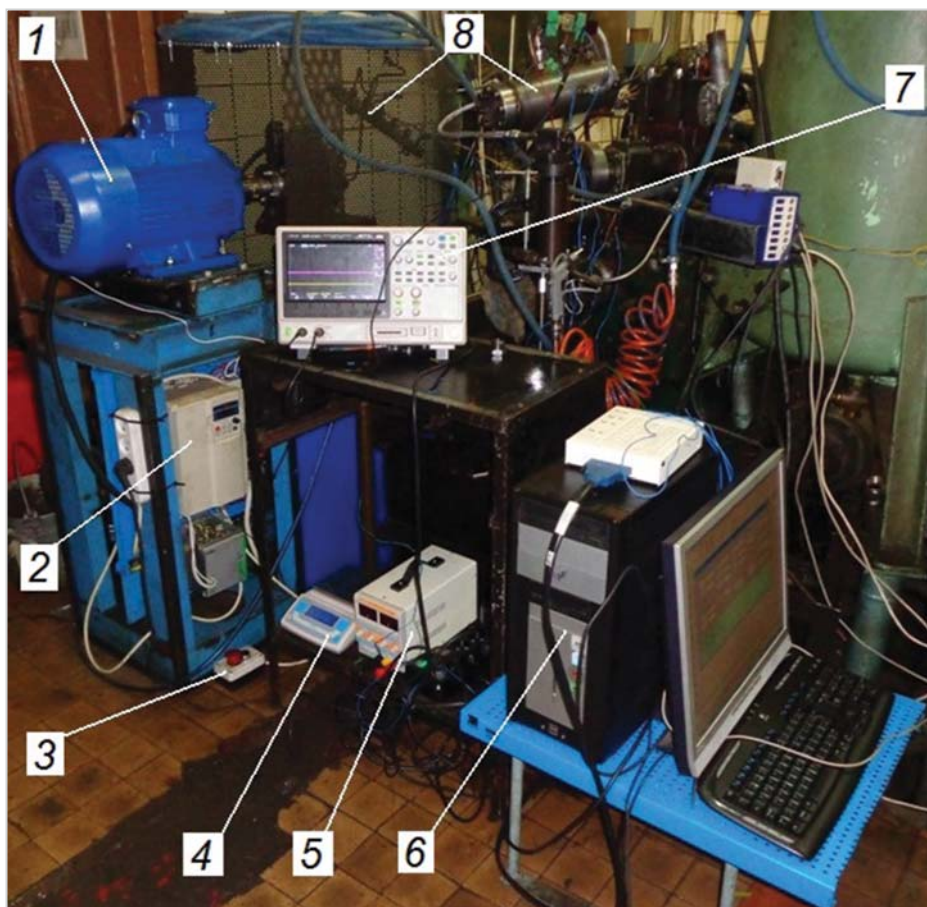


Рис. 2. Экспериментальная установка для испытаний топливных систем:

- 1 – электродвигатель; 2 – регулятор частоты вращения;
- 3 – аварийный выключатель;
- 4 – весы для определения масс впрыскиваемого топлива;
- 5, 6 – элементы системы управления аккумуляторной топливной системой;
- 7 – осциллограф; 8 – топливные аккумуляторы

Для управления работой АТС установка оборудована экспериментальной электронной системой управления 5, 6, с помощью которой возможно формирование любого сигнала для подачи его на электромагнит управляющего клапана ЭГФ. Параметры сигналов соответствуют аналогичным сигналам, подаваемым блоком управления дизеля.

С учетом длительной работы АТС экспериментальной установки с давлениями в топливном аккумуляторе свыше 300 МПа его штуцеры дополнительно были стянуты прижимными пластинами 9 и 10 с помощью стремянок 11 (рис. 3).

Оценка эффективности работы ЭГФ в зависимости от состава топлива

Во время испытаний ЭГФ № 1 и ЭГФ № 2 в составе АТС, установленной на экспериментальной установке (см. рис. 2), определялись зависимости цикловой подачи $G_{ц}$ от продолжительности управляющего электрического импульса t . Одновременно с $G_{ц}$ фиксировалось количество топлива G_{y} , затраченное на управление и отведенное из ЭГФ в бак.

Величина t менялась в пределах, необходимых для обеспечения всего диапазона значений $G_{ц}$ от нулевой до

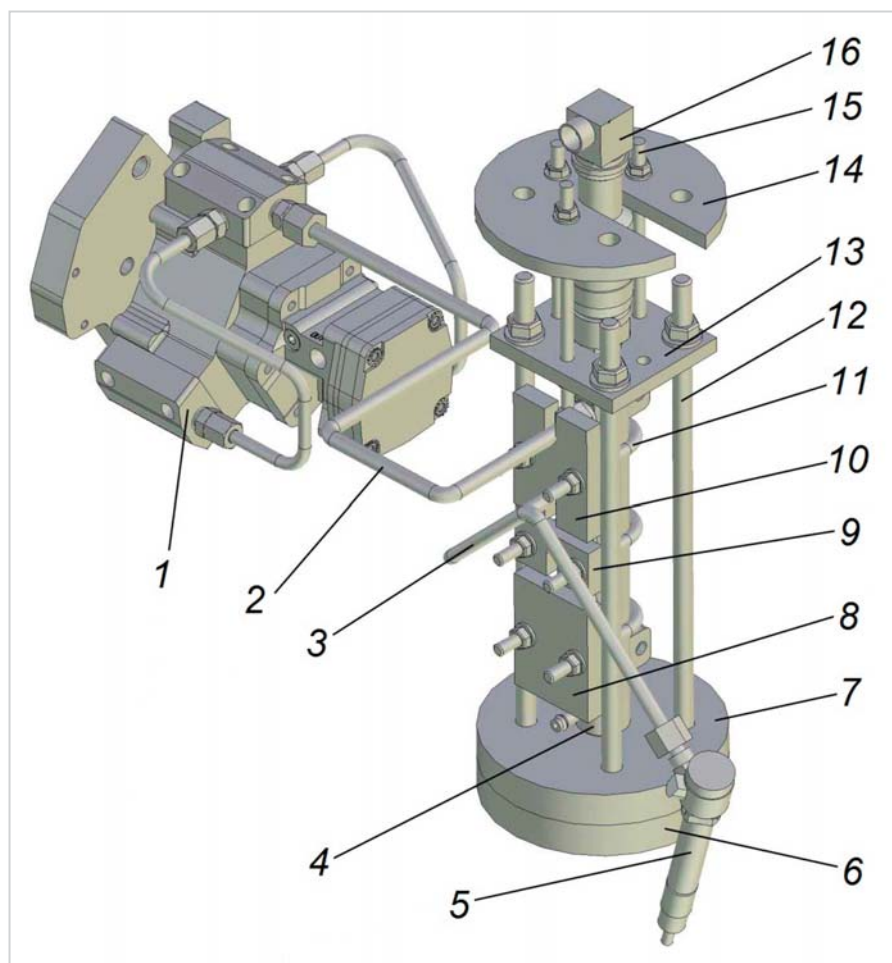


Рис. 3. Аккумуляторная топливная система экспериментальной установки:

- 1 – топливный насос высокого давления; 2, 3 – топливопроводы;
- 4 – топливный аккумулятор; 5 – форсунка;
- 6, 7 – крепежные плиты топливного аккумулятора;
- 8, 9, 10, 14 – прижимные пластины; 11 – стремянка;
- 12 – шпилька крепления топливного аккумулятора;
- 13 – пластина крепления датчика давления;
- 15 – шпилька крепления датчика давления; 16 – датчик давления

максимальной подачи при работе ЭГФ на дизельном топливе. Помимо ДТ, проведены исследования работы форсунок на топливах, содержащих масла растительного происхождения. ЭГФ № 1 испытана в условиях подачи РМ и его смесей с ДТ. Содержание последнего составляло 20 и 80 %. В случае ЭГФ № 2 применено ПМ и его смеси с ДТ в аналогичных пропорциях.

На рис. 4 и 5 показаны значения $G_{ц}$ и $G_{у}$ для обеих конструкций ЭГФ, полученные на ДТ и маслах растительного

происхождения. Каждая линия графиков соответствует работе форсунки при определенном значении давления в аккумуляторе $p_{ак}$. Различие в максимальных значениях рабочего диапазона $p_{ак}$ объясняется тем, что работа ЭГФ № 1 на ДТ при давлениях выше $p_{ак} = 180$ МПа становилась нестабильной, периодически происходили пропуски и затягивания впрыскивания. Причиной этому может быть трение в зазоре клапанного узла, возрастающее под действием высокого давления.

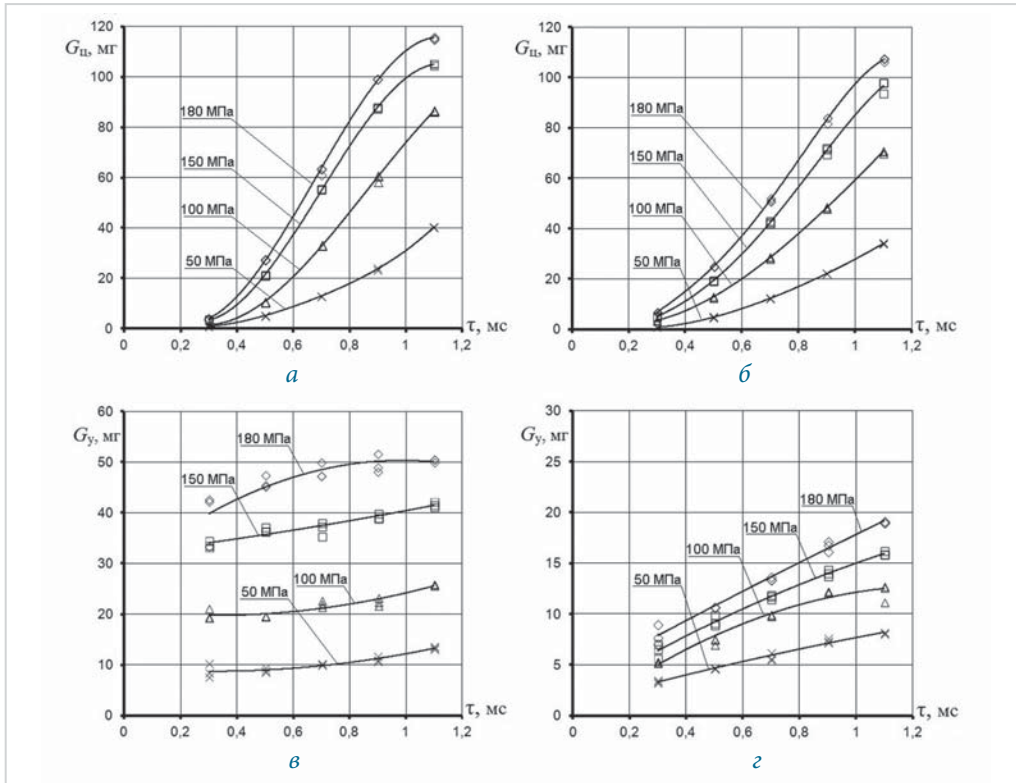


Рис. 4. Нагрузочные характеристики (цикловая подача) ЭГФ № 1 при работе на дизельном топливе (а) и рапсовом масле (б) и расходные характеристики (расход топлива на управление) при работе на дизельном топливе (в) и рапсовом масле (г) с давлением в аккумуляторе 50, 100, 150 и 180 МПа

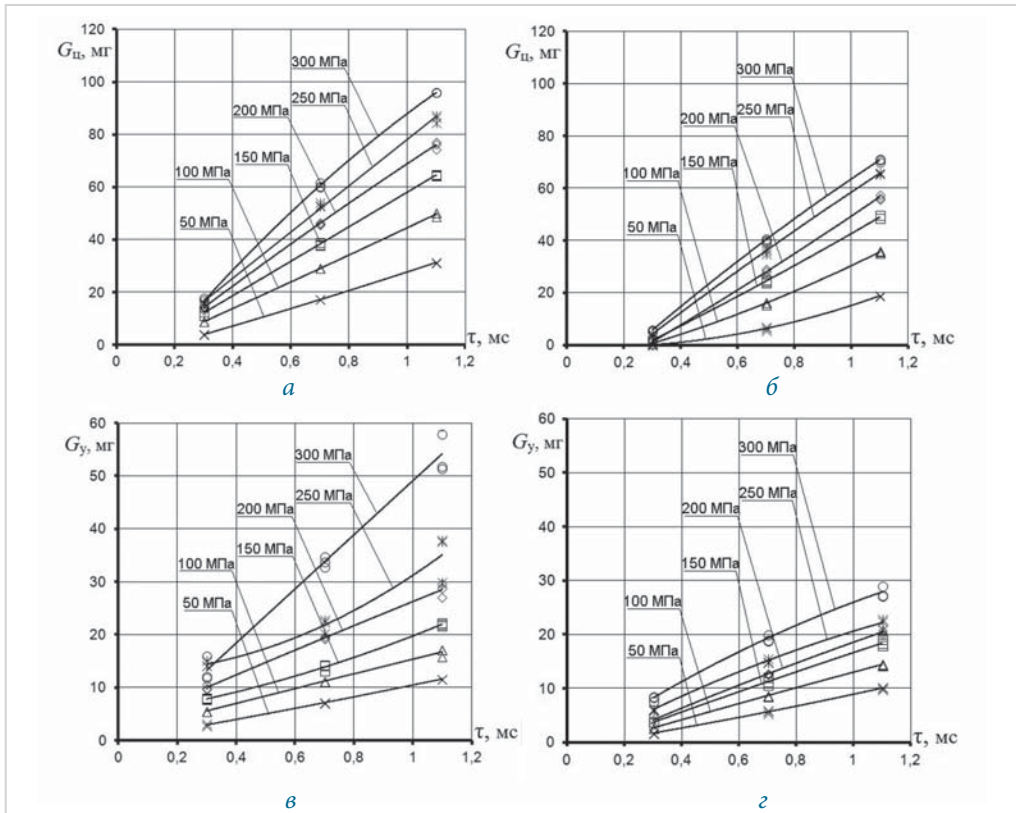


Рис. 5. Нагрузочные характеристики (цикловая подача) ЭГФ № 2 при работе на дизельном топливе (а) и подсолнечном масле (б) и расходные характеристики (расход топлива на управление) при работе на дизельном топливе (в) и подсолнечном масле (г) с давлением в аккумуляторе 50, 100, 150, 200, 250 и 300 МПа

В качестве показателя, оценивающей эффективность работы ЭГФ, введен коэффициент δ :

$$\delta = G_{\text{ц}} / (G_{\text{ц}} + G_{\text{в}}). \quad (1)$$

Результаты расчета δ по экспериментальным данным приведены на рис. 6 и 7. Как следует из представленного материала, коэффициент δ для обеих конструкций ЭГФ возрастает с увеличением τ при работе на всех рассматриваемых топливах.

В случае работы ЭГФ № 1 на ДТ (рис. 6а) при величине τ до 0,7 мс давление в аккумуляторе мало влияет на коэффициент δ . С дальнейшим повышением τ наименьшие значения δ наблюдаются при $p_{\text{ак}} = 50$ МПа, а наибольшие – при $p_{\text{ак}} = 150$ МПа.

Работа ЭГФ № 2 на ДТ (рис. 7а) сопровождается меньшим диапазоном изменения δ за счет более высоких его значений по сравнению с ЭГФ № 1 в промежутке от 0,3 до 0,9 мс.

При $\tau = 1,1$ мс в интервале $p_{\text{ак}} = 50 \dots 180$ МПа для ЭГФ № 1 и $p_{\text{ак}} = 50 \dots 250$ МПа для ЭГФ № 2 разброс значений δ мало отличается для обеих форсунок (см. рис. 6а и рис. 7а). Однако при работе ЭГФ № 2 с давлением $p_{\text{ак}} = 300$ МПа величина δ ощутимо снижается в диапазоне больших и средних цикловых подач топлива (рис. 7а).

Повышение концентрации РМ в смеси с ДТ (см. рис. 6а) вплоть до перехода на питание ЭГФ № 1 только рапсовым маслом (см. рис. 6з) способствует увеличению δ во всем диапазоне рабочих значений τ . При этом наиболее существенное увеличение характерно для малых τ , а с ее ростом повышение δ замедляется. Наименьший рост во всем диапазоне τ при замене ДТ на РМ отмечается с $p_{\text{ак}} = 180$ МПа. При $\tau = 0,3$ мс и $p_{\text{ак}} = 180$ МПа переход от ДТ к РМ сопровождается увеличением δ в 4,5 раза, а при $\tau = 1,1$ мс и $p_{\text{ак}} = 180$ МПа – в 1,13 раза. Аналогичные изменения

при $p_{\text{ак}} = 100$ МПа произошли соответственно в 4 и 1,12 раза.

Отмеченное изменение δ для ЭГФ № 1 с переходом от ДТ к РМ связано с изменением физико-химических свойств топлив. РМ более плотное и вязкое по сравнению с ДТ (3,2 мм²/с для ДТ и 75 мм²/с для РМ).

Для ЭГФ № 2 переход с ДТ (см. рис. 7а) на питание топливом, содержащим ПМ (рис. 7б,в,з), сопровождается снижением δ на малых и средних цикловых подачах топлива. С ростом концентрации ПМ в топливе снижение увеличивается. Так, при $\tau = 0,3$ мс и $p_{\text{ак}} = 100$ МПа величина δ снизилась в 2,8 раза с переходом от ДТ (рис. 7а) на ПМ (рис. 7з). При $\tau = 0,3$ мс и $p_{\text{ак}} = 200$ МПа снижение δ произошло в 3,5 раза.

При переходе с ДТ на РМ увеличивается длительность управляющего импульса, так как возрастает цикловая подача топлива вследствие меньшего значения низшей теплоты сгорания у масел (42,5 мДж/кг для ДТ против 37,3 мДж/кг для РМ и 37 мДж/кг для ПМ). Например, в случае ЭГФ № 1 при давлении $p_{\text{ак}} = 150$ МПа для поступления в цилиндр количества теплоты, эквивалентного полному сгоранию 40 мг ДТ, необходимо подать РМ на 14 % больше (45,6 мг). При этом, исходя из полученных экспериментальных данных, τ увеличится на 19 %, а величина δ – на 52 % (рис. 8).

Большая вязкость масел и стремление сократить время подачи топлива τ в цилиндр дизеля требуют увеличения давления в аккумуляторе. Например, при сохранении длительности управляющего электрического импульса $\tau = 0,6$ мс, подаваемого на электромагнит ЭГФ № 1, для поступления в цилиндр количества теплоты, эквивалентного полному сгоранию 20 мг ДТ, поданного при давлении $p_{\text{ак}} = 100$ МПа, необходимо увеличить давление впрыскивания

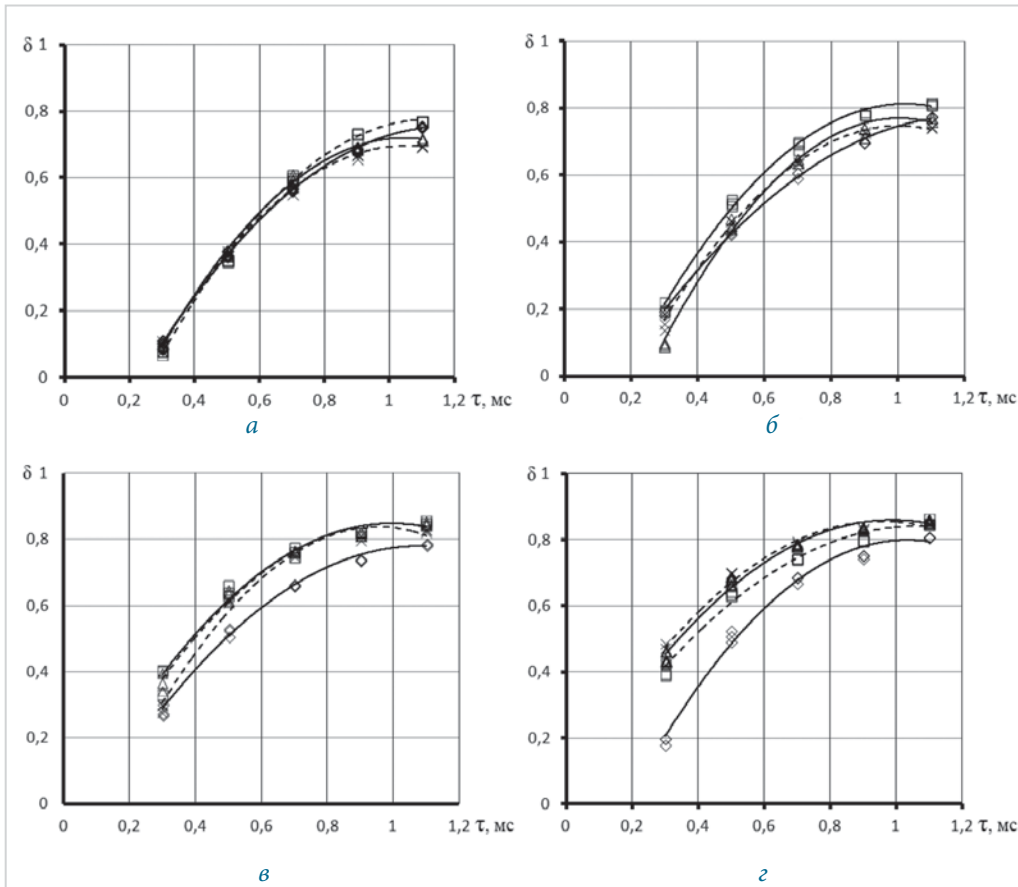


Рис. 6. График коэффициента δ ЭГФ № 1 при работе на различных топливах:
 а – ДТ; б – смесь 80 % ДТ и 20 % РМ; в – смесь 20 % ДТ и 80 % РМ; г – РМ;
 ×-----× – 50 МПа; \triangle — \triangle – 100 МПа;
 □-----□ – 150 МПа; \diamond — \diamond – 180 МПа

РМ на 20 % ($p_{ак} = 120$ МПа). При этом δ увеличится на 40 % (рис. 9).

В результате действия двух факторов (см. рис. 8 и 9) при подаче РМ рабочая зона смещается в сторону больших δ , где, во-первых, этот коэффициент зависит в меньшей степени от продолжительности управляющего импульса, а во-вторых – само значение δ выше.

В случае с ЭГФ № 2 при $p_{ак} = 150$ МПа для того чтобы подать в цилиндр количество теплоты, эквивалентное полному сгоранию 40 мг ДТ, потребуется ПМ на 14 % больше. При этом управляющий импульс увеличится на 56 %, а эффективность форсунки практически не изменится.

Для подачи ЭГФ № 2 ($\tau = 0,52$ мс,

$p_{ак} = 100$ МПа) 22,8 мг ПМ, эквивалентных 20 мг ДТ, потребуется увеличить давление впрыскивания до 250 МПа. При этом δ увеличится на 5 %.

При использовании ДТ ЭГФ № 1 и ЭГФ № 2 с одинаковыми давлениями в аккумуляторе и одинаковыми цикловыми подачами показывают разную эффективность. Таким образом, для того чтобы подать в цилиндр 40 мг ДТ ЭГФ № 1 потребуется управляющий импульс $\tau = 0,62$ мс, а ЭГФ № 2 – $\tau = 0,72$ мс. Большее значение τ для ЭГФ № 2 объясняется меньшим суммарным проходным сечением распыливающих отверстий (0,079 мм² у ЭГФ № 1 и 0,051 мм² у ЭГФ № 2, см. таблицу). В результате на основе экспериментальных данных

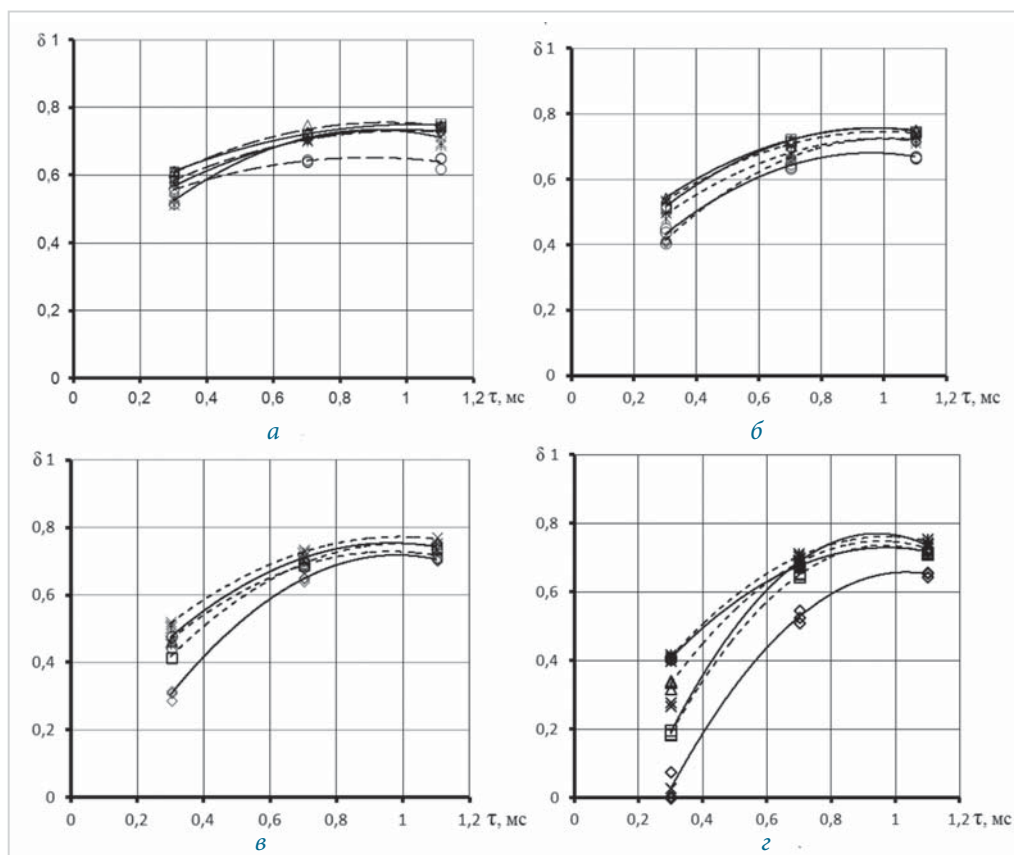


Рис. 7. График коэффициента δ ЭГФ № 2 при работе на различных топливах: а – ДТ; б – 80 % ДТ и 20 % ПМ; в – 20 % ДТ и 80 % ПМ; г – 100 % ПМ; + - - - - + - 50 МПа; Δ - - - - Δ - 100 МПа; \square - - - - \square - 150 МПа; \diamond - - - - \diamond - 200 МПа; * - - - - * - 250 МПа; \circ - - - - \circ - 300 МПа

(см. рис. 6а и 7а) величина δ ЭГФ № 2 для вышеуказанных условий будет выше на 50 %, чем у ЭГФ № 1.

В случае с растительными маслами ЭГФ № 1 и ЭГФ № 2 при одинаковых давлениях в аккумуляторе и одинаковых цикловых подачах показывают разную эффективность. Так, для того чтобы ЭГФ № 1 подать 40 мг РМ в цилиндр при 180 МПа требуется управляющий импульс $\tau = 0,62$ мс, при этом ЭГФ № 2 потребуется $\tau = 0,9$ мс. Большее значение τ для ЭГФ № 2 объясняется, как отмечалось выше, меньшим суммарным проходным сечением распыливающих отверстий (см. таблицу). На основе экспериментальных данных (см. рис. 6а и 7а) можно утверждать, что величина δ ЭГФ № 2

для вышеуказанных условий будет примерно соответствовать δ ЭГФ № 1.

Выводы

1. При переходе с дизельного топлива на масла растительного происхождения увеличивается длительность управляющего импульса, так как возрастает цикловая подача топлива из-за меньшего значения низшей теплоты сгорания у масел. Так, в случае ЭГФ № 1 при давлении в аккумуляторе 150 МПа для поступления в цилиндр количества теплоты, эквивалентного полному сгоранию 40 мг дизельного топлива, необходимо подать рапсового масла на 14 % больше.

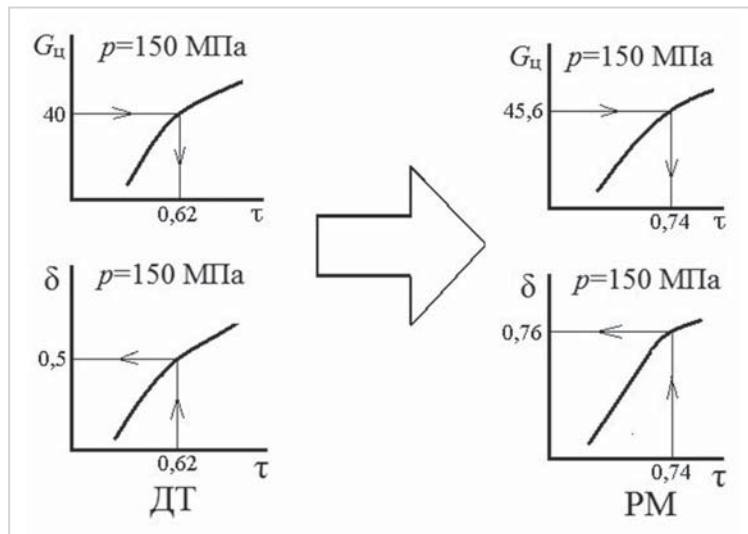


Рис. 8. Сопоставление показателей, характеризующих рабочий процесс ЭГФ № 1 при давлении в аккумуляторе 150 МПа и впрыскивании ДТ и РМ

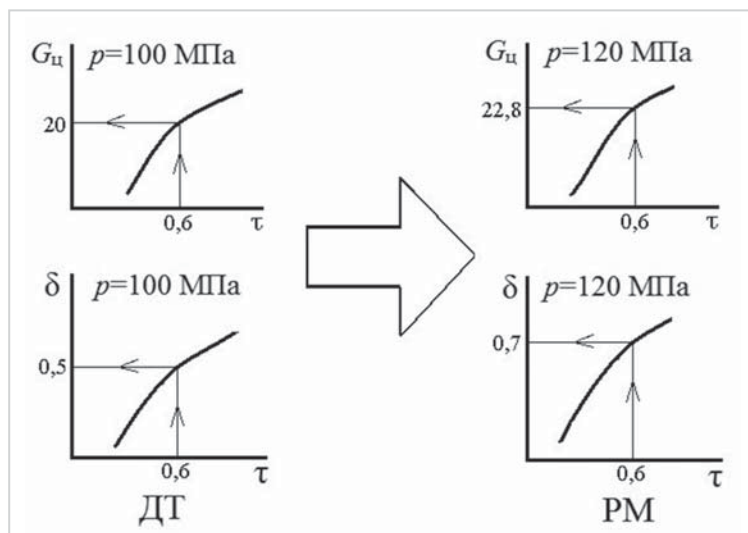


Рис. 9. Сопоставление показателей, характеризующих рабочий процесс ЭГФ № 1 при длительности управляющего электрического импульса 0,6 мс и впрыскивании ДТ и РМ

2. Большая вязкость масел растительного происхождения и стремление сократить время подачи топлива τ в цилиндр дизеля требуют увеличения давления в аккумуляторе. Например, при сохранении длительности управляющего электрического импульса $\tau = 0,6$ мс, подаваемого на электромагнит ЭГФ № 1, для поступления в цилиндр количества теплоты, эквивалентного полному сгоранию 20 мг дизельного топлива с

$p_{ак} = 100$ МПа, необходимо увеличить давление впрыскивания рапсового масла на 20 %.

3. В результате увеличения длительности управляющего импульса и давления в аккумуляторе при переходе с дизельного топлива на масла растительного происхождения возрастает доля топлива, подаваемого электрогидравлической форсункой в цилиндр дизеля, относительно его количества, пошедшего на ее управление.

1. Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И. Токсичность отработавших газов дизелей. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 376 с.
2. Звонов В.А., Козлов А.В., Теренченко А.С. Исследование эффективности применения в дизельных двигателях топливных смесей и биотоплив. – М.: ФГУП НАМИ, 2008.
3. Ефанов А.А. Автореферат диссертации «Улучшение экологических характеристик дизеля регулированием состава смесевого биотоплива», Москва, 2008.
4. Марченко А.П., Минак А.Ф., Семенов В.Г., Линьков О.Ю., Шпаковский В.В., Обозный С.В. Расчетно-экспериментальные исследования по оценке влияния подогрева альтернативных топлив на показатели работы дизеля // Вестник Национального технического университета «ХПИ», Двигатели внутреннего сгорания (Харьков). – 2005. – № 1. – С. 8-17.
5. Марков В.А., Девянин С.Н., Семенов В.Г., Шахов А.В., Багров В.В. Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях. – М.: Изд-во ООО НИЦ «Инженер», 2011. – 536 с.
6. Research Of The Impact Of Injection Pressure 2000 Bar And More On Diesel Engine Parameters / Mikhail G. Shatrov, Leonid N. Golubkov, Andrey U. Dunin, Andrey L. Yakovenko, Pavel V. Dushkin // International Journal of Applied Engineering Research. – 2015. – Volume 10. – Number 20. – P. 41098-41102.
7. Дунин А.Ю., Душкин П.В. Результаты испытаний аккумуляторных топливных систем дизелей с давлением впрыскивания до 300 МПа // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. – 2016. – № 1. – С. 80-88.

В Ульяновске стартует производство тяжелых грузовиков Isuzu



В Ульяновске компания Isuzu планирует начать производство крупных грузовиков с полной массой от 33 тонн и более. Первые автомобили вышли уже в мае этого года. Кроме этого российское представительство «Исузу Рус»

сообщает, что в ближайшее время планируется расширить модельный ряд грузовых автомобилей Isuzu. Появится новый полноприводный автомобиль NMS85 и версия с газовым мотором NPR82/CNG. Также сообщается, что на протяжении ближайших двух лет Isuzu увеличит объем производства в два раза.

По результатам первых трех месяцев этого года доля автомобилей компании на рынке РФ увеличилась почти на 6 %. В первую очередь это стало возможным благодаря собственному производству в Ульяновске, на котором можно осуществлять оперативную доработку машин под местные условия эксплуатации и желания клиентов. При этом за компанией закреплен статус российского производителя.

<https://vistanews.ru/auto/134149>

Критерии оценки результатов деятельности персонала автомобильных газонаполнительных компрессорных станций

А.А. Евстифеев, начальник лаборатории ООО «Газпром ВНИИГАЗ», доцент Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», к.т.н.,
И.Ф. Никорук, старший преподаватель кафедры менеджмента Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технологический университет»

В исследовании представлены критерии оценки деятельности персонала автомобильных газонаполнительных компрессорных станций, в основу которых положены результаты проведенного анализа показателей производственной деятельности АГНКС. Предложены два многокомпонентных критерия, обеспечивающие возможность анализа и принятия решения о качестве производственной деятельности персонала станции. Показаны критические уровни значений критериев, требующие обязательного внимания со стороны лиц, принимающих решения, и менеджмента компании. Приведены результаты апробации критериев на трех действующих станциях.

Ключевые слова:

персонал, автомобильная газонаполнительная компрессорная станция, компримированный природный газ, эффективность производственной деятельности, критерии оценки, теория принятия решений.

В рамках данной работы рассмотрены показатели производственно-хозяйственной деятельности автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) за 2014-2016 гг. В результате анализа показателей более двухсот станций были сформированы критерии оценки эффективности результатов производственной деятельности персонала станций. Применение данных критериев оценки эффективности позволяет в автоматизированном режиме предоставлять информацию лицам, принимающим решения о проблемных объектах организации.

Ключевым фактором анализа производственно-хозяйственной деятельности АГНКС является динамически формируемый критерий оценки организационно-технических решений, принимаемых в процессе этой деятельности.

Основные принципы

Представленный в данном исследовании подход основан на совокупности принципов, система которых является полной и достаточной для выполнения анализа результатов производственно-хозяйственной деятельности АГНКС.

К их числу относятся:

- принципы, отражающие процесс принятия решений в соответствии с исходными положениями (техничко-технологические, теоретико-методические, организационные основы);
- принципы взаимодействия основ, связывающие их в единое целое для принятия решений;
- принципы, учитывающие особенности основных задач принятия решений, состоящего из ограниченного набора шагов.

Структура и методы исследования

Оценка эффективности производственной деятельности проводится отдельно для каждой АГНКС по определенной методике.

На первом шаге формирования критериев в качестве области определения отображения рассматривается множество компонент, отождествленных с техническими характеристиками известных и выпускаемых промышленными предприятиями образцов оборудования. За счет множества требований нормативно-технической документации проводится первоначальное усечение общей совокупности технических решений, позволяющих повысить эффективность оборудования станции. Далее на усеченном множестве с использованием базисных понятий, методов и операций формируются различные доступные совокупности компонент, каждая из которых рассматривается как вариант критерия. При этом усеченные множества должны обеспечивать получение различных критериев. После проведения оценки полноты и минимальной мощности критерия путем расчета значимости его компонент выбирается наиболее подходящий. Данная задача подлежит алгоритмизации и может быть реализована с использованием комбинаторной модели дискретных задач.

Поскольку задача выбора технического решения и комплекса мероприятий по повышению эффективности производственного процесса на АГНКС является многокритериальной задачей большой размерности, в процессе ее реализации из множеств возможных решений удаляются заведомо неэффективные, что приводит к соответствующему усечению.

Решения внутренних задач могут состоять из локальных решений. Для сравнения результатов вводится мера потери информации решения задач. Поскольку все параметры целевых функций принятия решений имеют различные размерности, проводится преобразование, при котором целевые функции превращаются в безразмерные величины. Правила нормирования учитывают характер нормируемых параметров путем использования информационной меры по Хартли. За счет приведения к единой мере задача превращается в многокритериальную с принятием решения в условиях определенности.

Критерии оценки

1. Критерий оценки эффективности (f_3) производственной деятельности АГНКС

Критерий оценки эффективности производственной деятельности основан на сравнении удельных фактических производственных показателей с удельными нормативными производственными показателями для примененного технического решения станции. В качестве основных компонент в критерий входят:

- расход электроэнергии на станции;
- расход природного газа на собственные нужды;
- расход масла в системе смазки цилиндров компрессоров станции;
- расход адсорбента для системы осушки газа;
- расход охлаждающей жидкости.

$$f_{\text{Э}} = \left(\frac{W_{\text{уФ}}}{P_{\text{НЭ}}} \right) \left(\frac{Q_{\text{уФ}}}{P_{\text{НПГ}}} \right) \left(\frac{L_{\text{уФ}}}{P_{\text{НМ}}} \right) \left(\frac{M_{\text{уФ}}}{P_{\text{НА}}} \right) \left(\frac{N_{\text{уФ}}}{P_{\text{НОЖ}}} \right),$$

где $W_{\text{уФ}}$ – удельный фактический расход электроэнергии на станции, кВт·ч/м³; $P_{\text{НЭ}}$ – удельный нормативный расход электроэнергии для станции по проектной документации, кВт·ч/м³; $Q_{\text{уФ}}$ – удельный фактический расход природного газа на собственные технологические нужды и потери для станции, м³/м³; $P_{\text{НПГ}}$ – удельный нормативный расход природного газа на собственные технологические нужды и потери для станции по проектной документации, м³/м³; $L_{\text{уФ}}$ – удельный фактический расход масла, кг/м³; $P_{\text{НМ}}$ – удельный нормативный расход масла по проектной документации, кг/м³; $M_{\text{уФ}}$ – удельный фактический расход адсорбента, кг/м³; $P_{\text{НА}}$ – удельный нормативный расход адсорбента по проектной документации, кг/м³; $N_{\text{уФ}}$ – удельный фактический расход охлаждающей жидкости, л/м³; $P_{\text{НОЖ}}$ – удельный нормативный расход охлаждающей жидкости по проектной документации, л/м³.

Удельные нормативные расходы по статьям указаны в нормативно-технической документации [1].

2. Критерий оценки технологической эффективности ($f_{\text{П}}$) проектных решений АГНКС

Критерий оценки технологической эффективности проектных решений АГНКС основан на сравнении фактических потребностей в основном производственном оборудовании функционирующих станций и проектных показателей исходного технического решения станции. В качестве основных элементов АГНКС выделены:

- схема организации процесса сжатия;
- число компрессорных установок;
- число и объем аккумуляторов газа;
- наличие системы автоматического управления и ее технические характеристики;
- наличие и технические характеристики систем осушки и очистки природного газа;
- число линий высокого давления;
- число газозаправочных колонок;
- проектная производительность;
- пиковая проектная производительность.

Все перечисленные выше показатели входят в состав трех основных:

$$f_{\text{П}} = \left(\frac{Q_{\text{Ф}}}{Q_{\text{П}}} \right) \left(\frac{N_{\text{КУФ}}}{N_{\text{КУП}}} \right) \left(\frac{P_{\text{ЗКФ}}}{P_{\text{ЗКН}}} \right),$$

где $Q_{\text{Ф}}$ – фактический объем произведенного компримированного природного газа (КПГ), м³/год; $Q_{\text{П}}$ – проектная производительность станции, м³/год;

$N_{\text{КУФ}}$ – фактическое время работы компрессорных установок станции, ч/год;
 $N_{\text{КУП}}$ – проектное время работы компрессорных установок станции, ч/год;
 $P_{\text{ЗКФ}}$ – фактическая численность заправляемых автомобилей, ед./год; $P_{\text{ЗКП}}$ – проектное количество заправляемых автомобилей, ед./год.

Результаты исследования

Динамика цен

Газовое моторное топливо (ГМТ), входя на рынок моторных топлив в условиях рыночной экономики, столкнулось с ценовой конкуренцией с традиционными жидкими видами топлива. В начале 2014 года средний по Российской Федерации уровень цены на КПП составлял около 30 % от стоимости дизельного топлива (ДТ), что было одним из ключевых показателей, стимулирующих владельцев транспортных средств к использованию газомоторного топлива, покупке новой газомоторной техники или переоборудованию на газ существующей. Рост потребления КПП должен был привести к выходу АГНКС на рентабельность за счет повышения степени загрузки основного производственного оборудования станций. Однако действующие станции, пользуясь отсутствием других производителей ГМТ в конкретном населенном пункте и безальтернативностью для существующих ТС с ГБО, наряду с увеличением загрузки станций активно повышают стоимость КПП.

Динамика изменения средних отпускных цен на дизельное и газовое моторное топливо в Российской Федерации приведена в табл. 1.

Таблица 1

Газовое моторное топливо, руб./м ³			Дизельное топливо, руб./л		
2014 г.	2016 г.	%	2014 г.	2016 г.	%
9,32	13,12	+28,96	32,17	37,65	+17,02

Несмотря на отсутствие необходимости применения при производстве газового моторного топлива специальных добавок и компонентов, используемых при производстве жидкого моторного топлива и частично закупаемых за иностранную валюту у зарубежных компаний, отпускная цена на ГМТ растет в 1,7 раза быстрее, чем на дизельное топливо. Следует отметить, что природный газ, поступающий по магистральным газопроводам на АГНКС, за период 2014-2016 гг. подорожал на 10,1 %. При такой динамике и с учетом условно установленного целевого показателя эффективной цены ГМТ на уровне 50 % от стоимости ДТ (в текущем уровне цен – 18,82 руб./м³) через 7-8 лет цена на газовое моторное топливо сделает его применение непривлекательным.

В целом ряде субъектов РФ (таких как Брянская, Белгородская, Воронежская, Калужская, Курская, Липецкая, Орловская, Рязанская и Тульская области) за три года отпускная цена КПП выросла на 45 % и достигла 15,60 руб./м³. При сохранении сложившегося тренда в перечисленных выше областях уже через 2-3 года цена на КПП превысит 50 % стоимости дизельного топлива.

Оценка эффективности производственной деятельности АГНКС

Примеры обобщенных расчетов с использованием указанных критериев по трем станциям из 177, исследуемых ежемесячно в ПАО «Газпром», приведены в табл. 2.

На рис. 1 представлены графики динамики изменения среднегодового энергопотребления, а на рис. 2 – графики коэффициента энергопотребления по месяцам года.

Таблица 2

Наименование АГНКС	2014		2015		2016	
	$f_{\text{э}}$	$f_{\text{п}}$	$f_{\text{э}}$	$f_{\text{п}}$	$f_{\text{э}}$	$f_{\text{п}}$
Пермь-1	1,213	0,084	0,953	0,148	0,984	0,272
Калуга-1	1,394	0,250	0,884	0,238	0,995	0,231
Саратов-1	1,141	0,197	0,989	0,190	1,028	0,222

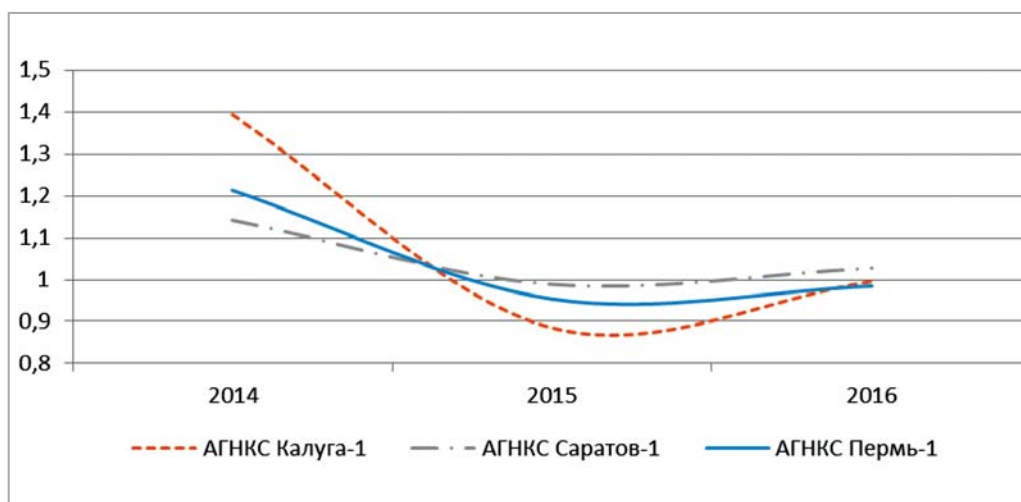


Рис. 1. График среднегодового коэффициента энергопотребления станций

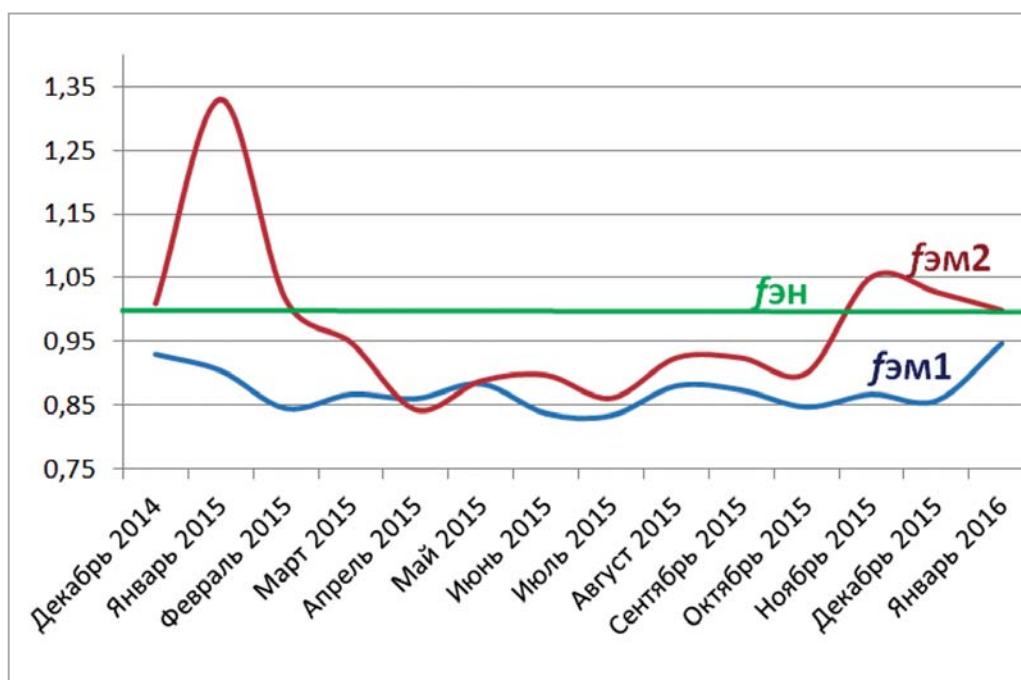


Рис. 2. График коэффициента энергопотребления станций:

$f_{\text{эм1}}$ – АГНКС Пермь-1; $f_{\text{эм2}}$ – АГНКС Калуга-1; $f_{\text{эн}}$ – нормативный уровень

Критерии, приведенные в данном исследовании, могут быть использованы при анализе эффективности деятельности эксплуатационных и проектных подразделений компаний, владеющих АГНКС.

При $f_э > 1$ – объект и производственные подразделения работают неэффективно, превышая нормативы расходов топливно-энергетических ресурсов и материалов.

При $0,8 < f_э \leq 1$ – объект и производственные подразделения работают эффективно.

При $0,01 < f_э \leq 0,8$ – объект и производственные подразделения работают с явным нарушением технологических регламентов; $f_э = 0$ – объект не работает.

При $f_п > 1$ – объект спроектирован с ошибками или не справляется с нагрузкой.

При $0,8 < f_п < 1$ – объект спроектирован без ошибок, правильно размещен и справляется с нагрузкой.

При $0,2 < f_п \leq 0,8$ – объект спроектирован с ошибками, неправильно размещен, нагрузка недостаточна (возможны корректирующие мероприятия).

При $0 \leq f_п \leq 0,2$ – объект спроектирован с явным превышением мощности основного производственного оборудования, неправильно размещен, нагрузки нет (корректирующие мероприятия неэффективны).

Все проанализированные в рамках исследования станции имеют избыточную производственную мощность, коэффициент $f_п$ только на одиннадцати из обследованных станций превысил 0,5, на всех остальных он находится на уровне 0,15...0,3. По результатам оценки качества работы эксплуатационного персонала все станции были разделены на три группы:

- работающие по технологическому регламенту и укладывающиеся в нормативы расходов топливно-энергетических ресурсов и материалов;
- работающие по технологическому регламенту и не укладывающиеся в нормативы;
- работающие с нарушением технологического регламента.

Дополнительно приведенные критерии оценки могут применяться при подготовке предложений для лиц, принимающих решения в части мотивации эксплуатационного персонала станций путем стимулирующих выплат, поощрений и взысканий.

Литература

1. СТО Газпром 2-1.22-175–2007 Нормы эксплуатационных расходов на производство компримированного природного газа. – М.: ИРЦ Газпром, 2007.

В Свердловской области начались испытания мобильной КриоАЗС

В ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» началась опытно-промышленная эксплуатация образца уникальной мобильной КриоАЗС. Станция разработана непосредственно на предприятии и предназначена для заправки автомобилей компримированным природным газом (КПГ), получаемым из поставляемого на станцию сжиженного природного газа (СПГ).

КриоАЗС помогут расширить инфраструктуру использования метана в качестве моторного топлива там, где строительство новых стационарных АГНКС затруднительно. Над разработкой мобильной КриоАЗС в рамках НИОКР трудилась группа специалистов управления «Уралавтогаз», куратором проекта выступил технический отдел администрации Общества. Изготовление опытного образца осуществило ЗАО «Уромгаз», входящее в холдинг «Национальные газовые технологии».

Станция представляет собой единый компактный блок, смонтированный в универсальном транспортном контейнере (12×2,5×2,6 м), который можно перевозить любым видом транспорта – автомобильным, железнодорожным или водным. На одной контейнерной платформе разместили все необходимое технологическое оборудование: криогенный резервуар для хранения 10 м³ СПГ (с постоянно поддерживаемой температурой от -162 до -140 °С); атмосферный испаритель для регазификации СПГ; блок, позволяющий аккумулировать до 2 м³ КПГ, полученного из СПГ в процессе регазификации; криогенный насос высокого давления; две топливозаправочные колонки, которые могут выдавать по 800 м³ КПГ в час.

Еще одно из преимуществ КриоАЗС в том, что монтаж комплекса занимает всего несколько дней. Причем для этого не требуется ни проведения земляных работ, ни строительства сложного фундамента. Нужно только уложить на подготовленной площадке бетонную плиту,



Новая КриоАЗС

установить на нее контейнер и подключить оборудование к электросети.

Для проведения испытаний станция сначала была направлена на основную площадку Управления технологического транспорта и спецтехники ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» – в г. Арамилы Свердловской области, а сейчас ее опытно-промышленная эксплуатация продолжается в столице Казахстана Астане.

Напомним, первая партия российского сжиженного газа в Казахстан была отправлена 30 января 2017 года из Екатеринбурга в рамках контракта между ООО «Газпром экспорт» и ТОО «Global Gas Regazification», входящего в группу компаний Global Gas Group.

«Это событие стало новой страницей в летописи энергетического сотрудничества между Россией и Казахстаном. И мне очень приятно, что ключевым его участником является Свердловская область. Уверен, что с наращиванием поставок газа мы год от года будем укреплять наше сотрудничество. Подобные проекты – это новые рабочие места, дополнительные налоги в бюджет и в конечном итоге улучшение качества жизни людей», – отметил глава региона Евгений Куйвашев.

Первые серийные КриоАЗС, сообщают в «Газпром трансгаз Екатеринбург», могут появиться уже в ближайшие годы и будут установлены в зоне производственной деятельности компании.

<http://www.midural.ru/news/list/>

СПГ на автотранспорте Европы

66

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

Одним из факторов, сдерживающих развитие рынка природного газа для транспорта, является ощутимый информационный вакуум. Специальные научно-технические и экономические издания и другие ресурсы мало доступны специалистам-практикам, непосредственно связанным с производством и использованием СПГ на транспорте. А в средствах массовой информации по тем или иным причинам зачастую публикуют неполную или даже искаженную информацию.

Для заполнения этого вакуума и предпринята настоящая попытка представить в концентрированном виде в одной публикации данные из надежных источников о применении природного газа. Используются материалы ученых, автопроизводителей, транспортных и логистических компаний, инвесторов, операторов объектов инфраструктуры, газовиков, водителей.

Ключевые слова:

сжиженный природный газ, компримированный природный газ, газомоторный рынок, газобаллонные автомобили, экология.

Компримированный (КПГ) и сжиженный (СПГ) природный газ перестал быть «топливом будущего». Это – топливо сегодняшнего дня. Газификация транспорта остается и еще долгие годы будет оставаться актуальной темой для большинства стран мира, несмотря на все разговоры о декарбонизации, возобновляемости и электрификации. Хоронить транспортный двигатель внутреннего сгорания преждевременно. А повышать его экологическую безопасность нужно и можно. В том числе за счет газового топлива.

Главным мотивом по-прежнему является необходимость сокращения негативного воздействия транспортного комплекса на атмосферный воздух. Особенно в крупных городах с высокой концентрацией транспортных средств.

Особенности природного газа как моторного топлива

Природный газ обладает уникальными свойствами, делающими его широкое внедрение совершенно естественным. Об особенностях КПГ и СПГ написано много и подробно. Поэтому достаточно просто напомнить некоторые детали.

Ископаемых запасов природного газа, по некоторым оценкам, должно хватить еще примерно на 250 лет, в то время как нефти – лет на 80-100 [1]. Правда, эти цифры едва ли можно принимать как окончательные, поскольку открытие новых месторождений нефти и газа продолжается.

Источником метана являются не только природные залежи. Его можно получать из возобновляемых источников путем переработки органики.

Природный газ может применяться в различных состояниях: газообразном или адсорбированном; сжиженном (-162 °С). Его также можно смешивать с другими энергоносителями, например, с водородом.

Использовать природный газ в качестве моторного топлива могут все виды транспорта, оснащенные двигателями внутреннего сгорания. Долголетняя практика применения КПГ и СПГ доказала: природный газ – самое безопасное моторное топливо для транспорта.

В мировой экономике сформировалась газомоторная подотрасль, в которой, по некоторым оценкам, трудятся 800 тысяч человек. По оценкам российских и американских экспертов, каждая новая тысяча грузовиков на природном газе создает от 50 до 100 новых рабочих мест, непосредственно или косвенно связанных с производством и эксплуатацией газоиспользующего и газозаправочного оборудования.

СПГ на автомобильном транспорте

В сегменте тяжелого автомобильного, железнодорожного и морского транспорта СПГ представляется наиболее перспективной альтернативой нефтяным видам моторного топлива.

Европейский парк автомобилей на СПГ, в основном грузовых, устойчиво растет. По данным Комитета по внутреннему транспорту ЕЭК ООН от 2015 года, в Европе насчитывалось уже примерно 1500 автомобилей [1] на этом виде топлива. По оптимистическим расчетам экспертов, к 2021 году европейский парк грузовиков на сжиженном метане массой свыше 16 т может превысить 60 тыс. единиц, а годовой спрос – 2 млн т (2,8 млрд м³).

Экологические и экономические преимущества сжиженного метана над дизельным топливом, бензином, судовыми видами топлива очевидны и давно доказаны. Технологии сжижения и использования природного газа отработаны и зарекомендовали себя как надежные и безопасные. Совершенствуется нормативная база. Принципиально важно то, что рынок СПГ может устойчиво развиваться в естественных рыночных условиях, то есть без каких-либо политических или финансовых льгот. Чего не скажешь о других альтернативах нефтяным видам топлива. Наглядный пример: электричество, биометан и их комбинации. Они находятся в привилегированном положении и развиваются в парниковых условиях значительных государственных, административных и финансовых преференций.

Опасность ситуации в том, что если вдруг режим наибольшего благоприятствования будет снят, эти коммерчески неустойчивые проекты закроются, а потраченные ресурсы будут напрасными.

Поддерживать перспективные технологии в области экологии транспорта, безусловно, необходимо. Однако стимулирование должно распространяться на все перспективные технологии, быть не избирательным, а равномерным и основанным на итогах технологически и политически нейтральных испытаний, экспертиз, заключений и, конечно, объективных результатах эксплуатации.

Экологические преимущества СПГ для транспортных средств

По решению Всемирной организация здравоохранения (ВОЗ), выбросы дизельных двигателей отнесены к первой группе канцерогенов. Доказано, что они провоцируют рак легких [2]. Достаточно привести два примера. Британские исследователи пришли к выводу, что загрязнение воздуха – главным образом

выбросами дизельных двигателей – ежегодно провоцирует преждевременную смерть 60 тысяч жителей Королевства [3]. Примерно еще столько же ежегодно погибают в прибрежных районах Европы, Азии и в восточных штатах США от частиц, выбрасываемых судовыми двигателями [4].

Газовые грузовые автомобили вышли на уровень экологических требований Евро-5 и Евро-6, превосходя свои дизельные аналоги.

Оценивая газовое топливо по данному критерию, нужно учитывать, что в связи с ужесточением требований к отработавшим газам двигателей транспортных средств современные силовые агрегаты (и дизельные, и газовые), а также моторное топливо становятся все более экологически безопасными. Поэтому разница выбросов автомобилей на газовом и нефтяном топливе в числовом выражении сокращается и становится менее впечатляющей, чем 5-10 лет назад. И все же выбросы грузовиков на СПГ значительно чище.

Парниковые газы (основные из них углекислый газ CO_2 и водяной пар) являются обязательным условием существования жизни на Земле. Они участвуют в формировании защитного экрана планеты. Однако увеличение их концентрации в атмосфере влечет за собой неблагоприятные климатические изменения. Выбросы парниковых газов при переходе с бензина или дизельного топлива на природный газ, подсчитанные по методике «от скважины до топливного бака» (wheel-to-tank), сокращаются на 12...25 % [5]. По отдельным компонентам экологический эффект составляет:

- по CO_2 – минус 12...30 % относительно бензина и дизельного топлива [6, 7];
- по твердым частицам – минус 96 % относительно ДТ [7];
- по NO_x – минус 32 % относительно ДТ [7].

Также очень важным показателем для экологии городов является шумность двигателей. У газовых она на 50 % ниже [8]. Они настолько тихие, что в первое время водители открывали окна кабины, чтобы убедиться в том, что двигатель работает. Комфорта водителям добавляет также отсутствие вибрации, характерной для дизельных машин.

Эксплуатационные преимущества газовых автомобилей

Европейский автопром освоил производство газовых грузовых и пассажирских автомобилей на КПП и СПГ всех основных категорий: легких (грузоподъемность 3...7 т), средних (7...19 т) и тяжелых (18...44 т) [7].

Газовые автомобили получили разрешение на перевозку опасных грузов, что значительно расширило спектр применения метановой техники [9]. Автомобили на СПГ теперь узаконены в Правилах 110 ЕЭК ООН.

Мощность газовых и газодизельных двигателей продолжает расти. В экологическом классе Евро-5 и Евро-6 автопроизводители предлагают достаточно широкую гамму машин для различных целей:

- КАМАЗ – 192 кВт (газодизель);
- Ural – 192, 243, 295 кВт (ПГ);
- Scania – 243 кВт (ПГ);
- Iveco – 295 кВт (ПГ);
- Volvo – 340 кВт (газодизель, в продаже с I кв. 2018 года).

Ниже и в табл. 1 приведены технические характеристики автомобиля Урал-Next (рис. 1) двух модификаций – для работы на КПП и СПГ.



Рис. 1. Автомобиль Урал-Next

Технические характеристики автомобиля Урал-Next

Снаряженная масса шасси, кг.....	9 500
Полная масса автомобиля, кг.....	22 500
Двигатель.....	ЯМЗ-536
Мощность, кВт.....	192
Крутящий момент, кг·м.....	110
Коробка передач.....	ZF 9S1310TO

Таблица 1

Технические характеристики газовых модификаций автомобиля Урал-Next

Система КПГ (CNG)		Система СПГ (LNG)	
Газовые баллоны	Тип 3	Криогенный бак	CIMC Sanctum CDPW600-450-1.59
Число и размещение	9 в кассете за кабиной	Число и размещение	1 на левом лонжероне
Суммарный объем, л	892	Объем, л	405
Объем газа при давлении 20 МПа, м ³	200	Масса СПГ в баке при полной заправке, кг (м ³)	172 (240)
Тип заправочного устройства	«Игла»	Тип заправочной горловины	MACRO 14050 (ISO 12617)
Дальность пробега, км	450	Дальность пробега, км	550
		Сброс газа	MACRO 14000

Современные грузовые автомобили заводского производства на СПГ имеют такую же мощность и крутящий момент, как и дизельные. Поэтому говорить о потере коммерческой мощности больше не корректно.

В процессе эксплуатации грузовых автомобилей экологических классов Евро-5 и Евро-6 с двигателями мощностью 243 и 295 кВт установлено, что средний расход СПГ в Европе составляет 25,9 кг/100 км [10]. При этом у грузовиков с двигателями Евро-5 (243 кВт) он равен 26,9, с Евро-6 (243 кВт) – 24,9, с Евро-6 (295 кВт) – 23,5 кг/100 км.

У газовых автомобилей расход топлива примерно на 15 % ниже, чем у дизельных [7]. На расход топлива, кроме прочего, влияют тип и масса груза, профиль маршрута, заправочная инфраструктура, рельеф и климат.

Важным показателем для грузовых автомобилей является дальность пробега на одной заправке топливом. В настоящее время запас СПГ на борту обеспечивает вполне приемлемую автономию:

- КАМАЗ – 1600 км;
- Ural – 1000 км;
- Scania – 1000 км;
- Iveco – 1500 км;
- Volvo – 1000 км.

Опыт эксплуатации также показал сокращение расхода моторного масла. Газ в отличие от дизельного топлива не смывает со стенок цилиндра масло, и оно служит дольше. На практике отмечалось увеличение срока его годности примерно на 30 % [11].

Экономические преимущества

Автомобильный транспортный бизнес в Европе является низкодоходным. Если перевозчик получает 2-3 % прибыли, то это считается хорошим результатом. Однако все риски несет именно перевозчик. Если, например, приходится уходить с маршрута на 20...30 км, чтобы заправиться, то это ставит под угрозу экономичность поездки.

Транспортные компании являются весьма консервативными операторами автомобильной техники. Они не спешат приобретать новую технику, тем более когда речь идет о дополнительных затратах. А стоимость газового автомобиля составляет примерно 30 тыс. евро.

Между тем цены на природный газ более стабильны, чем на нефть и продукты ее переработки. Например, на АГНКС они могут не меняться по 3-4 года. Цены на газ подвержены меньшей волатильности, что повышает точность обоснования инвестиций, снижает риски потерь, укрепляет уверенность потенциальных покупателей газовых автомобилей и инвесторов в топливно-заправочную инфраструктуру. В ряде стран действует государственное регулирование цен на автомобильный метан.

По данным голландской компании PitPoint, розничная цена КПП на ее заправках в июне 2017 года составляла 1,059 евро/кг (с НДС), а на СПГ – 1,025 евро/кг (также с НДС) [12]. Для сравнения, в Екатеринбурге цена КПП и СПГ на пистолете в массовом пересчете практически одинакова: $\approx 18,50$ руб. за кг [13].

Совокупная стоимость владения газовым грузовиком может быть на 10 % ниже, чем дизельным [7]. А по данным компании FPT, совокупная стоимость владения дизельным грузовым автомобилем составляет 0,42 евро/км, а его аналогом на СПГ – только 0,28 евро/км [14].

Этот эффект складывается из разных статей экономии.

1. Разница цен на горючее и повышение экономичности двигателей все же позволяют с помощью природного газа обеспечить сокращение затрат на топливо в зависимости от страны на 20...40 % [7, 11].

2. Газовым автомобилям не нужен ряд дорогостоящих компонентов: сажевый фильтр и мочевина с соответствующим оборудованием [7].

3. Наличие заправочной станции СПГ непосредственно на территории автопредприятия позволяет сократить рабочее время водителей примерно на 30 минут в сутки на каждый газовый автомобиль [15].

4. Срок окупаемости дополнительных затрат на приобретение газовой модели магистрального тягача может составить от 3 до 6 лет [6]. Это укладывается в обычный для Европы срок эксплуатации грузовика, по истечении которого происходит его замена на новый.

Природный газ – самое энергоемкое топливо из имеющихся на рынке. В ценах мая 2017 года автомобиль VW Golf, заправленный на сумму 10 евро, проедет на бензине 275 км, на дизельном топливе 280 км, а на природном газе 305 км [16]. Другими словами, за те же деньги владелец газового автомобиля получает на 9 % топлива больше.

Голубые коридоры на СПГ

12-13 июня в Барселоне состоялось очередное заседание Генеральной ассамблеи участников проекта «Голубые коридоры на СПГ». Представители компаний и организаций-участниц собрались для очередного промежуточного подведения итогов.

Проект «Голубые коридоры на СПГ» является первым масштабным мероприятием в области продвижения природного газа, используемого в качестве моторного топлива, осуществляемым в масштабах Европейского союза. Цель проекта – продемонстрировать использование СПГ на грузовых автомобилях и план дальнейшего масштабного его внедрения в международном автомобильном сообщении. Координаторы проекта должны оценить большой объем информации, поступающей непосредственно от участников – инвесторов, застройщиков, изготовителей оборудования, автопроизводителей, транспортников, юристов и т.д. по следующим ключевым направлениям:

- оценка рынка переоборудования;
- качество топлива (состав газа);
- перевозка опасных грузов;
- правила проектирования, строительства и эксплуатации станций по заправке СПГ и СПГ/КПГ;
- заправочные горловины и головки (пистолеты) для СПГ;
- маркировка СПГ;
- технологии компримирования и сжижения;
- подготовка водителей;
- испарение СПГ;
- обложение налогами природного газа и биометана, используемых в качестве моторного топлива;
- бункеровка судов;
- административные и правовые барьеры.

Сам по себе данный перечень имеет важное методологическое значение и может быть использован для подготовки технико-экономического обоснования проектов в области внедрения СПГ на транспорте.

Главные цели проекта «Голубые коридоры на СПГ» заключаются в содействии снижению выбросов парниковых газов в сегменте автомобильного транспорта и уменьшению его зависимости от импортных нефтепродуктов за счет масштабного внедрения сжиженного природного газа.

В рамках проекта определены четыре основных транспортных коридора, проходящие по территориям стран Европейского союза и получившие следующие условные названия (рис. 2) [17]:

- Средиземноморский (синяя линия);
- Юг – Север (зеленая линия);
- Атлантический (красная линия);
- Восток – Запад (желтая линия).



Рис. 2. Транспортные коридоры в рамках проекта «Голубые коридоры на СПГ»

2017 года в рамках проекта «Голубые коридоры на СПГ» достигнуты следующие результаты:

- построены 12 станций;
- приобретены и переоборудованы для работы на СПГ 139 грузовых автомобилей;
- общий пробег на СПГ составил 20 млн км;
- общее потребление СПГ составило 6 600 т;
- выполнено 56 000 заправок СПГ.

По состоянию на июнь 2017 года в рамках проекта сформирован парк грузовых автомобилей (табл. 2).

Таблица 2

Парк грузовых автомобилей

Марка	Число, ед.	Соответствие нормам	Мощность, кВт
Iveco	20	Евро-5	243
Iveco	51	Евро-6	243
Iveco	50	Евро-6	295
Volvo DDF	15	Евро-5	–
Volvo DDF	3	Евро-6	–

– Нет данных.

Проект «Голубые коридоры на СПГ» предполагает строительство 14 новых КриоАЗС для СПГ или СПГ/КПГ и приобретение примерно 100 грузовиков. При этом автомобили могут быть как заводского производства, так и переоборудованные.

Финансирование проекта осуществляется в рамках Рамочной программы 7 (FP7). Общий объем финансового участия в проекте составляет 7,96 млн евро, то есть 50 % от общей стоимости.

В проекте принимают участие 27 компаний и организаций из 11 стран Евросоюза. Примечательно то, что проект не охватывает восточно-европейских членов Евросоюза.

По данным Европейской газомоторной ассоциации NGVA Europe и группы «Мобильность и транспорт» Европейской комиссии (DG Mob&Tren), к июню

За время реализации проекта координаторы получили ряд отзывов от различных участников: владельцев/операторов КриоАЗС, автотранспортных компаний, водителей.

Мнения экспертов

Владельцы/операторы

В настоящее время в рамках проекта работают семь владельцев/операторов КриоАЗС. Только один из них на данном этапе готов рекомендовать делать инвестиции в дальнейшее развитие сети заправок для СПГ.

Отмечены семь случаев выкипания СПГ в емкостях для хранения на КриоАЗС. В четырех случаях это произошло из-за превышения нормативного времени хранения СПГ по причине медленного отбора газа: фактический спрос был намного меньше расчетного. Исключить риски коммерческих потерь СПГ можно за счет снижения объема газа, хранимого на КриоАЗС. Модель оптимизации емкостного парка должна рассчитываться для каждого объекта индивидуально с учетом возможного роста спроса на СПГ.

Отмечен ряд случаев, вызванных различиями в технических нормах и стандартах на межотраслевом и международном уровнях.

Водители

Водители считают, что газовые грузовики имеют недостаточную мощность. Это прежде всего относится к автомобилям, оборудованным двигателями мощностью 243 кВт. Машины с двигателями 295 кВт вызывают меньше нареканий по мощности.

Некоторые водители недовольны более сложной в технологическом плане процедурой заправки грузовика сжиженным метаном по сравнению с дизельным топливом, что вызывает у них чувство некоторого беспокойства.

Автотранспортные компании

Автотранспортные компании сообщают, что расход топлива не всегда соответствует заявленному в технической документации. При подготовке обоснования необходимо учитывать различные факторы, включая тип груза и профиль маршрута.

Среди основных причин пассивности рынка продавцы топлива называют незначительную разницу цен на традиционные нефтяные виды топлива и природный газ.

Отсутствие вторичного рынка для газовых грузовиков с пробегом также сдерживает потенциальных покупателей.

Перевозчики готовы идти навстречу заказчикам, желающим сделать свой имидж более «зеленым». Однако цена социального эффекта для них пока недостаточна. Перевозчики также не готовы к массовому переходу на СПГ. Они для этого вынуждены идти на дополнительные затраты (минимум 30 тыс. евро на каждый новый грузовик), а компенсация из бюджета может составить всего 5 тыс. евро.

Автопробеги «Голубые коридоры»

Распространение достоверной и полной информации о сжиженном природном газе и его использовании на транспорте следует рассматривать как одну из главных коммуникационных задач. Такая работа должна вестись на международном уровне.

Примером продвижения природного газа для транспорта является международный пробег «Голубой коридор», проводимый с 2008 года. Организаторами этого брендового мероприятия являются российский Газпром и германская компания Uniper.

Вообще концепция Голубых коридоров была первоначально предложена Неправительственным экологическим фондом им. В.И. Вернадского и поддержана Газпромом в 1999 году. По их инициативе международная экспертная группа под эгидой ЕЭК ООН в 2003 году впервые обосновала целесообразность организации международного пассажирского и грузового автомобильного сообщения с использованием КПГ и СПГ. Автопробег «Голубой коридор» продемонстрировал реалистичность концепции. Похожие мероприятия теперь проводят на всех континентах.

В 2017 году главной темой автопробега станет использование СПГ на грузовом автомобильном транспорте. Это – второй пробег серии «Голубой коридор», посвященный сжиженному метану. В 2016 году в ряде европейских портов организаторы провели круглые столы на тему бункеровки морских судов.

Автопробег 2017 года пройдет по маршруту Лиссабон – Санкт-Петербург протяженностью 5600 км (рис. 3). Круглые столы запланированы в Лиссабоне, Мадриде, Барселоне, Марселе, Милане, Ульме, Берлине и Санкт-Петербурге.

Намерение участвовать в пробеге выразили компании КАМАЗ, Урал Авто,

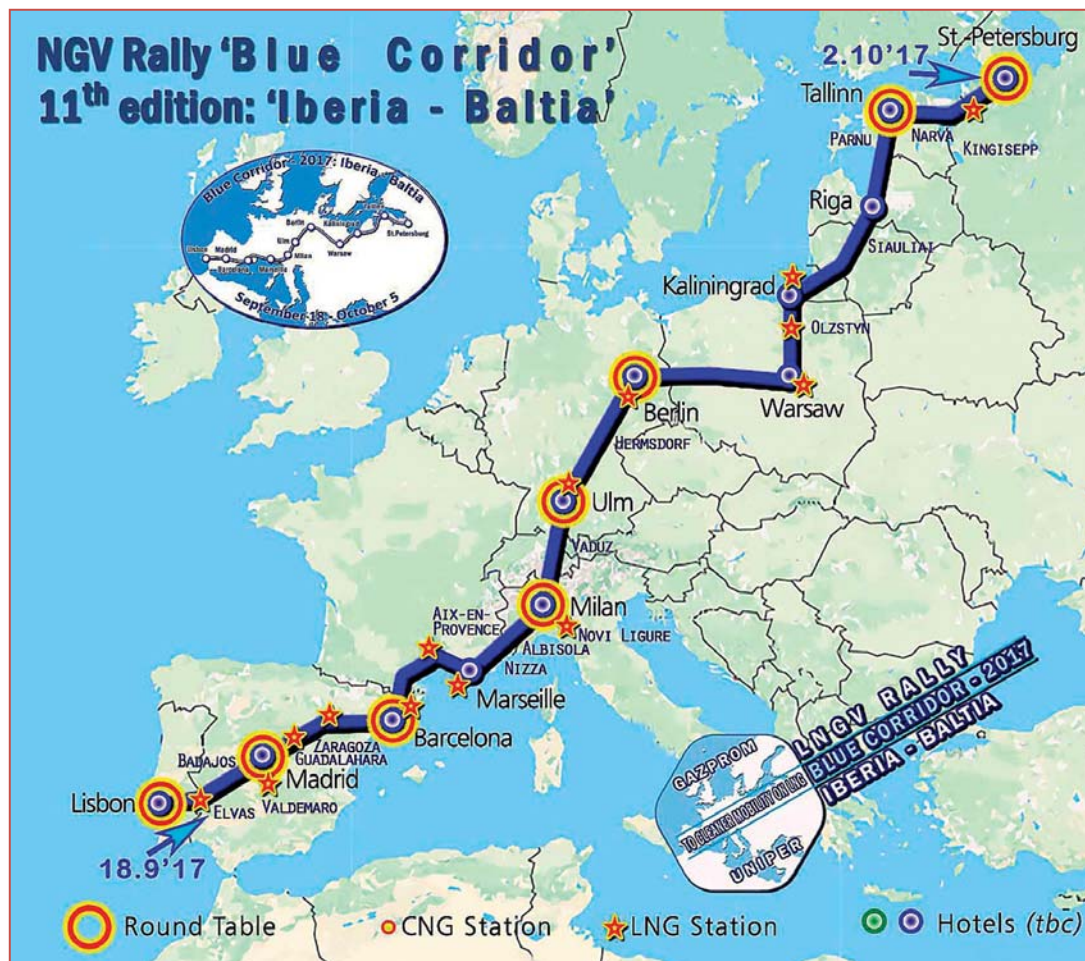


Рис. 3. Маршрут автопробега на СПГ «Голубой коридор – 2017»

Ивеко, выпускающие грузовые автомобили на СПГ. Автопробег будет способствовать не только ликвидации газомоторной безграмотности, но и стыковке голубых коридоров Евросоюза с российскими, а в перспективе с азиатскими и китайскими.

В заключение приведем слова президента компании «Ивеко» Пьера Лахутта, которые прозвучали на конференции Европейской газомоторной ассоциации NGVA Europe 14 июня 2017 года (Барселона, Испания): «Грузовик будущего работает на СПГ – в этом я убежден».

Литература

1. <https://www.unece.org/>
2. International Agency for Research on Cancer. 12 June 2012.
3. Sunday Times, 30. November 2014.
4. Daily News. 8 November 2007/
5. Thinkstep.
6. Vos Logistics, Iveco, SAE, AVL.
7. Iveco
8. Vos Logistics
9. IDIADA
10. NGVA Europe
11. <http://www.gazprom.ru/>
12. <http://www.pitpoint.nl/>
13. Уральский Филиал ООО «Газпром газомоторное топливо»
14. Fiat Powertrain Technologies
15. Envoyenergy
16. Volkswagen AG
17. EC DG Mobility & Transport, FP7. May 2017

В Тбилиси на улицы вышли 100 автобусов на КПГ



В июле на улицы Тбилиси вышли 100 автобусов MAN европейского уровня, собираемых на заводе в немецком Зальцгиттере, которые полностью адаптированы для лиц с ограниченными возможностями и работают на КПГ.

Тбилисская мэрия при поддержке Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР) закупила 143 новых автобуса. Все они уже доставлены в Грузию и вскоре начнут обслуживать пассажиров грузинской столицы.

Сейчас на городских маршрутах уже работают около 40 таких автобусов, а в столичном районе Дигоми строится многофункциональный комплекс, который будет обеспечивать полный цикл их обслуживания.

По материалам <https://tbilisi.media/main/64681>

Муниципальная техника в США переходит на газ

76

В феврале 2017 года в городе Панама-Сити (штат Флорида) открылась автоматическая АГНКС общего пользования, оборудованная четырьмя компрессорными установками. Строительство станции обошлось в 2,7 млн долл. США. Примечательно, что в контракте на строительство станции предусмотрено ограничение: все материалы и комплектующие должны быть закуплены на удалении не более 300 миль от строительной площадки.

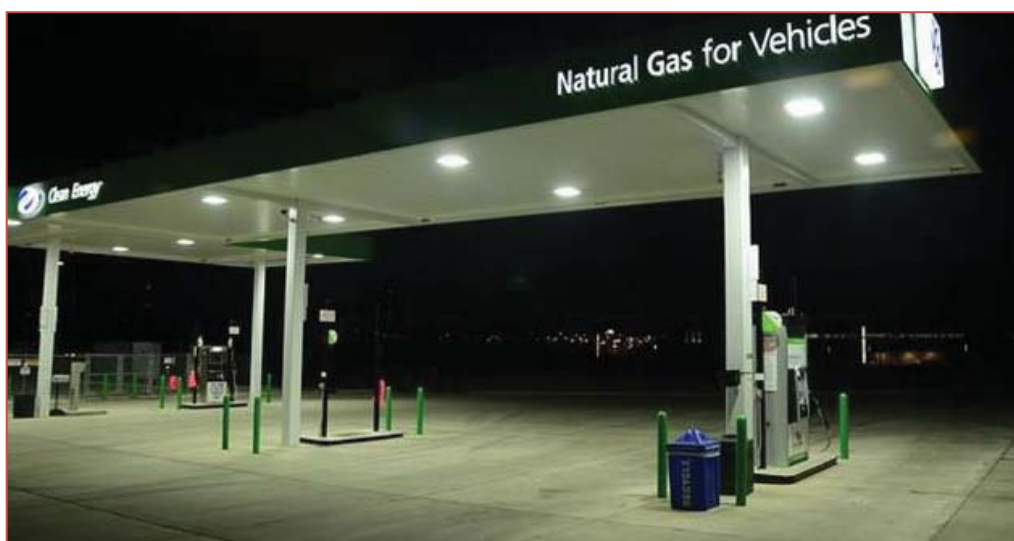
Основная задача станции – заправлять метаном муниципальные мусоровозы. С целью улучшения экономических показателей было принято решение о том, чтобы на АГНКС могли заправиться все желающие.

Вопрос о переводе на КПП муниципальной техники впервые встал на повестку дня в 2014 году. В тот период цены на дизельное топливо были достаточно высокими: 0,99 долл./л. Природный газ стоил значительно дешевле. Тогдашнее соотношение цен позволяло окупить затраты на строительство станции в течение 10 лет. Однако со снижением стоимости нефти

цены на дизельное топливо и КПП стали падать, что негативно сказалось на экономике проекта. И все же муниципалитет, исходя из экологических и экономических преимуществ природного газа, намерен продолжать проект и в ближайшие пять лет вложит в него еще 6,5 млн долл.

Незадолго до этого, в 2012 году, компании, занимающиеся вывозом мусора, стали задумываться о переходе на КПП. Кроме экологических мотивов, были и экономические. Один из них заключался в том, что когда фильтры дизельных мусоровозов забиваются, водителям приходится останавливать машины и выжигать накопившуюся сажу. Предсказать сколько на это уйдет времени невозможно. Машина стоит без дела, двигатель работает на выжигание, топливо расходуется.

Сейчас более 50 % мусоровозов выходят с завода в газовом исполнении. Несмотря на прямую финансовую заинтересованность владельцы частных автотранспортных компаний не желают нести дополнительные затраты на АГНКС. За газовый автомобиль им и



Заправка в Панама-Сити

так приходится платить на 30 тыс. долл. больше. Хотя бюджет штата компенсирует половину этих затрат.

Кроме того, на автопредприятиях нет места для размещения газовой заправки высокой производительности. Срок эксплуатации мусоровоза составляет семь лет. Правда, муниципалитет намерен продлить его еще на пару лет. Это должно улучшить экономику проекта.

Несмотря на неблагоприятные колебания цен, городские власти все же надеются, что затраты окупятся. Хотя бы только потому, что цены на топливо снова изменятся. Также они рассчитывают на автовладельцев-частников.

Технические характеристики АГНКС

• давление: $p_{\text{вх}} = 0,68$ МПа;
 $p_{\text{раб}} = 30,6$ МПа; $p_{\text{max}} = 34$ МПа;

• диапазон рабочих температур:
 $t_{\text{раб}} =$ от -6 до $+43$ $^{\circ}\text{C}$;

• привод компрессора: электрический, 480V, трехфазный электродвигатель в пожаровзрывобезопасном исполнении;

• производительность одного компрессора: минимум 17 $\text{м}^3/\text{мин}$;

• система охлаждения: воздушная;

• газораздаточные колонки: 2×2 заправочных головки производительностью 34 $\text{м}^3/\text{мин}$ каждая;

• аккумулятор газа: три сосуда высокого давления на $p_{\text{max}} = 37,5$ МПа, $V = 340$ м^3 каждый при $p_{\text{раб}} = 30,6$ МПа.

Источники: The News Herald

(Tribune Content Agency) – KTRPY

[https://www.pcgov.org/DocumentCenter/](https://www.pcgov.org/DocumentCenter/View/2221)

[Home/View/2221](https://www.pcgov.org/DocumentCenter/View/2221)

Новая водородная заправка в Германии

Недавно в городе Росток (Германия) начала работу новая водородная заправочная станция. Она стала первой из водородных заправок, получившей одобрение СЕР (государственно-частного партнерства по вопросам экологически чистых видов энергии) в соответствии с последней редакцией стандарта SAE J2601, принятой в 2016 году. Это означает, что процедура заправки на ней ничем не уступает в скорости и надежности бензозаправочным станциям. Таким образом, новая станция в Германии позволит владельцам транспортных средств на топливных элементах пользоваться теми же преимуществами при заправке, что и другие водители.

Компания Nel ASA (Норвегия), работающая в отрасли водородной инфраструктуры, построила эту заправку в рамках договора с нефтеперерабатывающей компанией TOTAL. Бьорн Симонсен, вице-президент по вопросам развития рынка и связей с общественностью, подчеркнул, что разработка новейшего поколения моделей заправок H2Station® стала возможной

благодаря всесторонним испытаниям данной технологии в различных условиях работы. Инновационные решения, которые предлагает компания, гарантируют отличные эксплуатационные характеристики оборудования и его соответствие новейшим международным стандартам.

Ожидается, что в будущем SAE J2601 станет обычным требованием для автомобильной промышленности и производителей заправочных станций.

Заправка в городе Росток позволила расширить сеть водородных заправочных станций Германии, созданию которой активно содействуют H2MOBILITY Deutschland GmbH & Co.KG, совместное предприятие Air Liquide и другие крупные компании. Согласно стратегии H2MOBILITY, к 2023 году сеть водородных заправок охватит всю Германию.

В настоящее время норвежская компания Nel ASA работает еще над двумя водородными заправочными станциями. Их запуск в эксплуатацию также ожидается в текущем году.

Источник: gasworld

Abstracts of articles

P. 11

The practice of using mobile filling stations

Gnedova Lyudmila, Gritsenko Kirill, Lapushkin Nikolay, Peretryakhina Vera

The expediency of using MGFS (mobile gas filling station) for refueling automobile transport and gas-supply to other consumers is shown. Criteria for assessment of MGFS's feasibility are given. Measures the implementation of which will contribute to the creation of an effective mobile gas filling infrastructure are proposed.

Keywords: NGV filling station, mobile gas filling station (MGFS), gas-cylinder unit, emptying ratio, filling method.

P. 17

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, Entiaz 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, 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.

P. 36

Improving Work Safety through Innovation in Fuel and Energy Complex

Alexey Terekhov, Alexander Sementsev

The article considers the efficiency of the enterprises of the Fuel and Energy Complex (FEC). The main thrust of the modern development of the Fuel and Energy Complex is aimed at ensuring the reliable and safe operation of all available equipment. The main ways to increase the profitability of the Fuel and Energy sector through innovations, taking into account the need to enhance work safety are recommended in the article. At the same time, a special role played by small and medium-sized enterprises, in particular, small innovative organizations that have a venture financing mechanism is noted.

Keywords: Fuel and Energy Complex, occupational risks, innovations, small enterprises, acceleration of development.

References

1. Decree of the President of the Russian Federation of 09.10.2007 № 1351 «On the approval of the Concept of the demographic policy of the Russian Federation for the period until 2025».
2. Order of the Ministry of Energy of Russia of 25.12.2015 № 1026 «On approval of the criteria for attributing goods, works, services to innovative products and (or) high-tech products for the purpose of forming a procurement plan for such products».
3. Brink I.Yu., Cherunova I.V., Lebedeva E.O., Terekhov A.L. Perspective developments to improve the effectiveness of personal protective equipment in offshore oil production on the shelf of the Arctic seas. The development of oil and gas resources of the Russian shelf: the Arctic and the Far East. IV International Conference. Moscow, October 10-11, 2012. Abstracts of reports. – P. 80.
4. Terekhov A.L., Brink I.Yu. Development of advanced personal protective equipment for personnel of production platforms in the Arctic shelf. The development of oil and gas resources of the Russian shelf: the Arctic and the Far East. III International Conference. Moscow, October 14-15, 2010. Abstracts of the reports. – P. 77.
5. Lebedeva E.O., Brink I.Yu., Terekhov A.L. Evaluation of the operational properties of special clothing and promising developments to improve the effectiveness of human protection in offshore oil production on the Arctic shelf. Environmental safety in the gas industry. International Conference. Moscow. December 11-13, 2013. Abstracts of reports. – P. 95.
6. Brink I.Yu., Kurenova S.V., Terekhov A.L. Prospects for the introduction of personal protective equipment for the body against noise at the facilities of OAO Gazprom // Gas industry. – 2010. – № 7. – P. 88-90.
7. Terekhov A.L., Sulin V.A., Kotishevsky G.V. and others. A review of technical solutions for noise reduction at gas production and transportation enterprises. Materials of the international acoustic conference dedicated to the 100th anniversary of E.Ya. Yudin. – M.: Publishing house of MSTU named after N.E. Bauman, 2014. – P. 257-267.

8. Silkin V.Yu. Innovative policy in the oil and gas industry: the problems of catching-up development // Energetic policy. – 2014. – Issue 6. – P. 46-54.
9. Eder L.N., Filimonova I.V. The main problems of innovative development of oil and gas industry in the field of oil and gas production // Drilling and oil. – 2014. – No. 4. – P. 165-184.

P. 48

The influence of vegetable oil composition to common rail injector operating mode

Andrey Dunin, Evgeniy Gorbachevskiy, Pavel Dushkin, Leonid Golubkov, Igor Ivanov

The results of the influence of vegetable oil composition to common rail injector operating mode are presented in this article. The process of composition determined by vegetable oil and diesel fuel mixing is described. Assessment of common rail injector efficiency within replacing diesel fuel with vegetable oil is presented. It is shown that ratio of injected quantity rate to return quantity rate after replacing diesel fuel with vegetable oil is increased.

Keywords: common rail injector, common rail injection system, vegetable oil fuels.

References

1. Markov V.A., Bashirov R.M., Gabitov I.I. Toxicity of exhaust gases of diesel engines. – M.: Publishing House of the Bauman Moscow State Technical University, 2002. – 376 p.
2. Zvonov V.A., Kozlov A.V., Terenchenko A.S. Study of the effectiveness of fuel mixtures and biofuels in diesel engines. – M.: FGUP NAMI, 2008.
3. Efanov A.A. The author's abstract of the thesis «Improvement of diesel environmental characteristics by regulation of the composition of mixed biofuel», Moscow, 2008.
4. Marchenko A.P., Minak A.F., Semenov V.G., Linkov O.Yu., Shpakovsky V.V., Oboznyi S.V. Calculation and experimental studies to assess the effect of heating alternative fuels on the performance of a diesel engine // Bulletin of the National Technical University «KhPI», Engines of internal combustion (Kharkov). – 2005. – № 1. – P. 8-17.
5. Markov V.A., Devyanin S.N., Semenov V.G., Shakhov A.V., Bagrov V.V. The use of vegetable oils and fuels based on them in diesel engines. – M.: Publishing House of Research and Development Center «Engineer», 2011. – 536 p.
6. Research Of The Impact Of Injection Pressure 2000 On the Diesel Engine Parameters, Mikhail G. Shatrov, Leonid N. Golubkov, Andrey U. Dunin, Andrey L. Yakovenko, Pavel V. Dushkin // International Journal of Applied Engineering Research . – 2015. – Volume 10. – Number 20. – P. 41098-41102.
7. Dunin A.Yu., Dushkin P.V. Results of tests of diesel fuel storage systems with injection pressure up to 300 MPa // Bulletin of the Bauman Moscow State Technical University. Series Mechanical engineering. – 2016. – № 1. – P. 80-88.

P. 59

Criteria for performance appraisal of personnel of NGV filling station

Andrey Evstifeev, Irina Nikoruk

The study presents the criteria for performance appraisal of personnel of NGV filling station, based on the results of the analysis of the operational performance of NGV filling station. Two multi-component criteria are proposed, providing the possibility of analyzing and deciding the quality of production activities of station staff. Critical levels of criteria values are shown, which require obligatory attention on the part of decision-makers and the company's management. The results of approbation of the criteria at three operating stations are given.

Keywords: personnel, NGV filling station, compressed natural gas, efficiency of production activity, evaluation criteria, decision theory.

References

1. Company Standard Gazprom 2-1.22-175-2007 Standards of operating costs for the production of compressed natural gas. – Moscow: Informative and publicity center Gazprom, 2007.

P. 66

LNG on European road transport

Eugene Pronin

One of the factors hampering the development of the natural gas market for transport is a notable lack of information. Special scientific, technical and economic publications and other resources are not widely available to practitioners directly involved in the production and use of LNG in transport. For some reason, incomplete or even distorted information is often published in the media.

To fill the information gap, a real attempt to present data from reliable sources about the use of natural gas in a concentrated form in one publication is made. Materials of scientists, automakers, transport and logistics companies, investors, operators of infrastructure facilities, gas specialists, drivers were used.

Keywords: liquefied natural gas, compressed natural gas, gas engine market, gas-cylinder cars, ecology.

References

1. <https://www.unece.org/>
2. International Agency for Research on Cancer. 12 June 2012.
3. Sunday Times, 30. November 2014.
4. Daily News. 8 November 2007/
5. Thinkstep.
6. Vos Logistics, Iveco, SAE, AVL.
7. Iveco
8. Vos Logistics
9. IDIADA
10. NGVA Europe
11. <http://www.gazprom.ru/>
12. <http://www.pitpoint.nl/>
13. Uralian Branch OOO GAZPROM Gazomotornoe toplivo
14. Fiat Powertrain Technologies
15. Envoyenergy
16. Volkswagen AG
17. EC DG Mobility & Transport, FP7. May 2017

Авторы статей в журнале №4 (58) 2017 г.

Гнедова Людмила Анатольевна,
старший научный сотрудник
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», тел. (498) 657-4051,
e-mail: L_Gnedova@vniigaz.gazprom.ru

Голубков Леонид Николаевич,
д.т.н., профессор Московского автомобильно-
дорожного государственного технического университета
(МАДИ), e-mail: dvsgolubkov@yandex.ru

Горбачевский Евгений Викторович,
аспирант Московского автомобильно-дорожного
государственного технического университета (МАДИ),
e-mail: intellan@mail.ru

Триценко Кирилл Александрович,
старший научный сотрудник
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», тел. (498) 657-4591,
8 916 681-99-61, e-mail: K_Gritsenko@vniigaz.gazprom.ru

Дунин Андрей Юрьевич,
к.т.н., доцент Московского автомобильно-дорожного
государственного технического университета (МАДИ),
e-mail: a.u.dunin@yandex.ru

Душкин Павел Витальевич,
аспирант Московского автомобильно-дорожного
государственного технического университета (МАДИ),
e-mail: levvap@gmail.com

Евстифеев Андрей Александрович,
начальник лаборатории ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
доцент Национального исследовательского ядерного
университета «МИФИ», к.т.н., 115583, Москва, а/я 130,
тел.: (910) 460-78-86, +7 (498) 657-43-82,
email: A_Evstifeev@vniigaz.gazprom.ru

Иванов Игорь Евгеньевич,
д.т.н., профессор Московского автомобильно-
дорожного государственного технического университета
(МАДИ), e-mail: ivanov1936@yandex.ru

Климентьев Александр Юрьевич,
разработчик и руководитель нефтегазовых проектов,
Экономическая лаборатория Александра Климентьева,
тел. +7 985 9980449, e-mail: t_diamonds@mail.ru

Климентьева Александра Александровна,
химик-технолог, Экономическая лаборатория
Александра Климентьева,
тел.: +7 962 9980449

Лапушкин Николай Александрович,
начальник лаборатории АГНКС
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.,
р.т. (498) 657-40-51, м.т. 8 916 854-40-57,
e-mail: N_Lapushkin@vniigaz.gazprom.ru

Никорук Ирина Федоровна,
старший преподаватель кафедры менеджмента,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский технологический университет»,
e-mail: bucia@yandex.ru

Перетряхина Вера Борисовна,
старший научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИ-
ГАЗ», р.т. (498) 657-40-51, м.т. 8 915 118-57-42, e-mail:
V_Peretryakhina@vniigaz.gazprom.ru

Пронин Евгений Николаевич,
координатор проекта «Голубой коридор», руководитель
PK5 Международного газового союза,
e-mail: e.pronin@mail.ru

Семенцев Александр Михайлович,
д.т.н., доцент, зам. директора центра стандартизации
и сертификации ООО «Газпром ВНИИГАЗ», тел. 8 909
675-90-58, e-mail: A_Sementsev@vniigaz.gazprom.ru

Терехов Алексей Леонидович,
д.т.н., профессор, главный научный сотрудник центра
информатизации и автоматизации
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
тел. 8 905 526-48-68,
e-mail: A_Terekhov@vniigaz.gazprom.ru

Contributors to journal issue No 4 (58) 2017

Dunin Andrey,
assistant professor, Moscow Automobile
and Road Construction State Technical University (MADI),
e-mail: a.u.dunin@yandex.ru

Dushkin Pavel,
post-graduate student, Moscow Automobile
and Road Construction State Technical University (MADI),
e-mail: levvap@gmail.com

Evstifeev Andrey,
PhD, Head of laboratory, JSC «Gazprom VNIIGAZ»,
p/o 130, Moscow, Russia, 115583,
e-mail: A_Evstifeev@vniigaz.gazprom.ru

Gnedova Lyudmila,
Senior Research Associate of the Laboratory of Process
Equipment of AGCFS of Gazprom VNIIGAZ,
phone: +7 (498) 657-4051,
e-mail: L_Gnedova@vniigaz.gazprom.ru

Golubkov Leonid,
professor, Moscow Automobile and Road Construction
State Technical University (MADI),
e-mail: dvsgolubkov@yandex.ru

Gorbachevskiy Evgeniy,
post-graduate student, Moscow Automobile
and Road Construction State Technical University (MADI),
e-mail: intellan@mail.ru

Gritsenko Kirill,
Research Associate of the Laboratory of Process
Equipment of AGCFS of Gazprom VNIIGAZ,
phone: +7 (498) 657-4591, 916 681-99-61,
e-mail: K_Gritsenko@vniigaz.gazprom.ru

Ivanov Igor,
professor, Moscow Automobile and Road Construction
State Technical University (MADI),
e-mail: ivanov1936@yandex.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 9980449

Lapushkin Nikolay,
Head of the Laboratory of Process Equipment of AGCFS,
Gazprom VNIIGAZ,
phone: +7 (498) 657-40-51, 916 854-40-57,
e-mail: N_Lapushkin@vniigaz.gazprom.ru

Nikoruk Irina,
Senior Lecturer, Chair of Management,
Federal State Budget Educational Institution of
Higher Education «Moscow Technological University»,
email: bucia@yandex.ru

Peretryakhina Vera,
Senior Research Associate of the Laboratory of Process
Equipment of AGCFS, of Gazprom VNIIGAZ,
phone: +7 (498) 657-40-51, +7 915 118-57-42,
e-mail: V_Peretryakhina@vniigaz.gazprom.ru

Pronin Eugene,
IGU WOC5 Chairman, coordinator
of the «Blue Corridor» project,
e-mail: e.pronin@mail.ru

Sementsev Alexander,
Associate Professor, Deputy Director, Center
for Standardization and Certification, ООО Gazprom
VNIIGAZ, Doctor of Engineering Science,
e-mail: A_Sementsev@vniigaz.gazprom.ru

Terekhov Alexey,
ООО Gazprom VNIIGAZ, Professor, Doctor of
Engineering Science, Chief Researcher, Center of
Informational and Energy Support,
e-mail: A_Terekhov@vniigaz.gazprom.ru