

транспорт на альтернативном топливе →



5

Дальнейшее расширение рынка ГМТ

17

СПГ в декарбонизации морского транспорта

57

Анализ рисков при эксплуатации технологического оборудования АГЗС



ISSN 2073-1329

1 (79) | 2021





В НОМЕРЕ

03 Члены Национальной газомоторной ассоциации, 2021 год

05 Новые газозаправочные объекты сети «Газпром»

08 Генеральное соглашение «Газпром газомоторное топливо» и Россельхозбанка о расширении взаимодействия по развитию рынка ГМТ

09 В Челябинской области 2700 автобусов переведут на ГМТ

10 Первый в России каршеринг на экотопливе появится в Нижнем Новгороде

11 «Деловые линии» получили около 100 новых грузовиков ГАЗ

12 На Сахалине появятся инновационные газомоторные локомотивы

13 Обзор российских и зарубежных СМИ

17 **Ашуттош Шастри**
Роль газа и СПГ в декарбонизации морского транспорта

19 400 миллиардов долларов на развитие индустрии водорода

21 Национальная водородная стратегия Германии

40 **В.И. Ерохов**
Конструктивные особенности, безопасность и эффективность эксплуатации наземных транспортных средств при работе на СПГ

57 **Ю.В. Штефан, В.В. Гаращенко, Навал Кишор Шарма Пранав Кумар**
Анализ рисков при производстве конструкционных материалов технологического оборудования АГЗС

69 **Э.А. Рагимов**
Проблемы экологической безопасности на транспорте

77 ABSTRACTS OF ARTICLES

78 АВТОРЫ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛЕ № 1 (79) 2021 г.

79 ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ «ТРАНСПОРТ НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ» В 2020 ГОДУ

Международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе» № 1 (79) | 2021 г.

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).

ПЕРИОДИЧНОСТЬ
6 номеров в год

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
А.Г. Ишков
заместитель начальника департамента - начальник управления ПАО «Газпром», д.х.н., профессор кафедры ЮНЕСКО «Зелёная химия для устойчивого развития» РХТУ им. Д.И. Менделеева

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

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

В.А. Грачёв
д.т.н., Президент Неправительственного экологического фонда им. В.И. Вернадского

В.И. Ерохов
профессор «Московского Политеха», д.т.н.

В.Л. Зинин
заместитель начальника управления – начальник отдела ПАО «Газпром», исполнительный директор НГА, к.э.н., зам. гл. редактора

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

С.И. Козлов
д.т.н.

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

Б.А. Моргунов
директор Института экологии НИУ ВШЭ, д.г.н.

Ю.В. Панов
профессор МАДИ, к.т.н.

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

Е.Н. Пронин
координатор проекта «Голубой коридор»

Н.Г. Рыбальский
профессор МГУ, д.б.н.

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

В.С. Хахалкин
зам. директора по стратегическому развитию ОАО «МГПЗ»

Г.А. Ярыгин
профессор Института тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова, д.т.н.

РЕДАКТОР
О.А. Ершова
E-mail: transport.1@ngvrus.ru
Тел.: +7 965 439-80-23

ОТДЕЛ ПОДПИСКИ И РЕКЛАМЫ
E-mail: web@ngvrus.ru
www.ngvrus.ru

ПЕРЕВОД
А.И. Хлыстова

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА
И.В. Шерстюк

Отпечатано с представленного электронного оригинал-макета в типографии «ТалерПринт» 109202, г. Москва, ул. 1-ая Фрезерная, д. 2/1
Номер заказа
Сдано на верстку 15.12.2020 г.
Подписано в печать 15.01.2021 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

CONTENTS



- 03** Members of National Gas Vehicle Association in 2021
- 05** New gas-filling facilities of the Gazprom network
- 08** General agreement between Gazprom Gas-Engine Fuel and Russian Agricultural Bank on expanding cooperation to develop the NGV fuel market
- 09** 2,700 buses to be transferred to NGV fuel in the Chelyabinsk region
- 10** Russia's first eco-fuel car sharing to appear in Nizhny Novgorod
- 11** Delovye Linii received almost 100 new GAZ trucks
- 12** Innovative NGV locomotives to appear on Sakhalin
- 13** Review of Russian and foreign media
- 17** Role of Gas/LNG in Maritime Transport De-Carbonisation
- 19** Hydrogen opens a prolific service industry as coming project spending bakes a \$400 billion pie
- 21** Germany's National Hydrogen Strategy
- 40** **Viktor Erokhov**
Design features, safety and efficiency of ground vehicles operation when working on liquefied natural gas
- 57** **Yuriy Shtephan, Viacheslav Garashenko, Pranav Naval Kishor**
Risk analysis in the production of structural materials for processing facilities of gas filling stations
- 69** **Rahimov Elmar Agarahim**
Environmental safety issues in transport
- 77** ABSTRACTS OF ARTICLES
- 78** Contributors to journal issue № 1 (79) 2021
- 79** OList of articles published in Transport on alternative Fuel journal in 2020

«Alternative Fuel Transport»
international science and technology journal, No. 1 (79) | 2021

Registered with the Federal Service for Supervision in Mass Communications and Cultural Heritage Protection Printed Matter Registration Certificate No. FS77-30114

FOUNDER AND PUBLISHER
Non-Commercial Partnership National Gas-Vehicle Association (NGVA).

PUBLISHED
6 issues a year

EDITOR-IN-CHIEF
Ishkov, A.G.
Deputy chief of department - managing director, Public Joint Stock Company Gazprom, Doctor of Chemistry, Professor, UNESCO Chair «Green Chemistry for Sustainable Development», D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia

EDITORIAL BOARD MEMBERS
Erokhov, V.I.
Professor of the Moscow Polytech,
Doctor of Engineering

Fateev, V.N.
Deputy Director of RNC Kurchatovsky Institute, Doctor of Chemistry

Gorbachev, S.P.
Professor, Gazprom VNIIGAZ,
Doctor of Engineering

Grachev, V.A.
President of the Non-Governmental Environment Facility named after V.I. Vernadsky

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

Khakhalkin, V.S.
Deputy Strategic Development Director,
OAO «MG PZ»

Kozlov, S.I.
Doctor of Engineering

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

Morgunov, B.A.
Director, Institute of Ecology,
National Research University Higher School of Economics, Doctor of Geographic Sciences

Panov, Y.V.
Professor of MADI (GTU), PhD

Patrakhaltsev, N.N.
Professor of People's Friendship University of Russia,
Doctor of Engineering

Pronin, E.N.
Coordinator of the
«Blue Corridor» project

Rybalsky, N.G.
Professor, Moscow State University M.V. Lomonosov,
Doctor of Sciences

Yarygin, G.A.
Professor, Institute of Fine Chemical Technologies named M.V. Lomonosov,
Doctor of Engineering Sciences

Zinin, V.L.
Head of Department –
Head of Department of PJSC Gazprom,
Executive Director of NGVA,
Candidate of economic sciences,
deputy chief editor

EDITOR
Ershova, O.A.
E-mail: transport.1@ngvrus.ru
Phone: +7 965 439-80-23

SUBSCRIPTION AND DISTRIBUTION DEPARTMENT
E-mail: web@ngvrus.ru
www.ngvrus.ru

TRANSLATION BY
Khlystova, A.I.

COMPUTER IMPOSITION
Sherstyuk, I.V.

Order number
Passed for press on 15.12.2020
Endorsed to be printed on 15.01.2021
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.

Члены Национальной газомоторной ассоциации, 2021 год

За последнее время число членов Национальной газомоторной ассоциации увеличилось в 2 раза и составляет 122 организации, коротые являются ключевыми участниками рынка газомоторного топлива

АГРЕГАТОРЫ ТАКСИ

ООО «Яндекс Такси»

ВЛАДЕЛЬЦЫ ГАЗОЗАПРАВОЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

ООО «Ванкорское УТТ»

ООО «Газпром газомоторное топливо»

ООО «Газпром СПГ-технологии»

ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»

ООО «Новатэк-АЗК»

ВЛАДЕЛЬЦЫ ГАЗОЗАПРАВОЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ БУНКЕРОВКИ СУДОВ

ООО «Газпромнефть Марин Бункер»

ИНОСТРАННЫЕ КОМПАНИИ (НЕРЕЗИДЕНТЫ ЕАЭС)

Fornovo Gas S.p.a.

KOA ENG Co.,LTD

Kwangshin Machine Industry Co., LTD

АО UNIDOM Co.,LTD

Газпром ЭП Интернэшнл Б.В.

Представительство Юнипер Глобал Коммодитиз СЕ (Германия)

ВЛАДЕЛЬЦЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГАЗОЗАПРАВОЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ (ДО ДВУХ СУБЪЕКТОВ РФ)

ООО «Корпорация Роснефтегаз»

АО «МГПЗ»

ООО «Региональная газовая компания»

ИНФРАСТРУКТУРНЫЕ КОМПАНИИ (ДОСТУП К ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ГАЗУ, АВТОМОБИЛЬНЫМ ДОРОГАМ И Т.Д.)

АО «Газпром газораспределение Белгород»

ООО «Газпром межрегионгаз Иваново»

ООО «Газпром межрегионгаз Москва»

ООО «Газпром межрегионгаз Пермь»

ООО «Газпром межрегионгаз Самара»

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ, НИИ, ВУЗЫ

АО «ВНИКИ»

ООО «ИЛ-16»

ООО «НИИгазэкономика»

ООО «НИИ экологии НГП»

ООО «Эйдос-Инновации»

КОНСУЛЬТАЦИОННЫЕ УСЛУГИ

АО «Агентство прямых инвестиций»

ЛОГИСТИЧЕСКИЕ/ЭКСПЕДИТОРСКИЕ КОМПАНИИ

ООО «ИТЕКО Россия»

НЕФТЕГАЗОВЫЕ КОМПАНИИ

ООО «Газпром добыча Иркутск»

ООО «Газпром добыча Краснодар»

ООО «Газпром добыча Надым»

ООО «Газпром добыча Уренгой»

ООО «Газпром добыча Ямбург»

ООО «Газпром переработка»

ООО «Газпром ПХГ»

ООО «Газпром трансгаз Волгоград»

ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»

ООО «Газпром трансгаз Казань»

ООО «Газпром трансгаз Краснодар»

ООО «Газпром трансгаз Махачкала»

ООО «Газпром трансгаз Москва»

ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород»

ООО «Газпром трансгаз Самара»

ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург»

ООО «Газпром трансгаз Ставрополь»

ООО «Газпром трансгаз Сургут»

ООО «Газпром трансгаз Томск»

ООО «Газпром трансгаз Уфа»

ООО «Газпром Трансгаз Чайковский»

ППТО (ПУНКТ ПО ПЕРЕБОРУДОВАНИЮ И ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ)

ИП Остапенко

ООО «Автогазоборудование»

ООО «БелТракСервис»

ООО «Гарант-Газ»

ООО «Метанмастерсервис»

ООО «ПАТиМ»

ООО «Тахограф»

ООО «ТрансЭнергоСтройгрупп»

ПРЕДПРИЯТИЯ АПК (АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС)

ООО «ГК Агро-Белогорье»

ПРОИЗВОДИТЕЛИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ТЕХНИКИ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ

АО «Раритэк Холдинг»

ООО «Автомобильный завод ГАЗ»

АО «Автомобильный завод Урал»

ООО «АТС-сервис»

ООО «Ивеко Россия»

ООО «Мицубиси Корпорейшн (РУС)»

ООО «Скания-Русь»

ООО «Хендэ Мотор Мануфактуринг Рус»

ПАО «КАМАЗ»



ЧЛЕНЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГАЗОМОТОРНОЙ АССОЦИАЦИИ

ПРОИЗВОДИТЕЛИ И ПОСТАВЩИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТС И ППТО (В ТОМ ЧИСЛЕ ГБО)

ООО «Донвард – Гидравлические системы»
ОАО «Новогрудский завод газовой аппаратуры»
ООО «ВИТКОВИЦЕ Рус»
ООО «Газкомплект»
ООО «Газпарт 95»
ООО «ГазСервисКомпозит»
ООО «Джи-джи солюшнс»
ООО «Интергаз-Сервис»
ООО «Интергаз»
ООО «Флюид Лайн»
ООО «Цилиндерсрус»
ООО «Эра Глонасс»
ООО НПФ «Реал-Шторм»

ПРОИЗВОДИТЕЛИ КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГАЗОЗАПРАВОЧНЫХ ОБЪЕКТОВ

АО «Барренс»
ЗАО «Комптех»
ООО «Бауэр Компрессоры»
ООО «Компрессор газ»
ООО «Краснодарский компрессорный завод»
ООО «Уфимский компрессорный завод»
ООО «Челябинский компрессорный завод»

ПРОИЗВОДИТЕЛИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГАЗОЗАПРАВОЧНЫХ ОБЪЕКТОВ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ГАЗОЗАПРАВОЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

АО «Газпром оргэнергогаз»
АО «ГЛОБАЛ И ЭНД СИ СОЛЮШНС ФРАНЦИЯ»
АО «Грасис Инжиниринг»
ОАО НПО «Гелиймаш»
ООО «Брянск-Автогаз»
ООО «Геокадинжиниринг»
ООО «Кировский завод Газовые технологии»
ООО «Криогазтех»
ООО «КРИОСТАР РУС»
ООО «ЛЕВИТЭК»

ООО «Мониторинг Вентиль и Фитинг»
ООО «НПК НТЛ»
ООО «НПО «Нефтехимпроект»
ООО «НТА-Пром»
ООО «РМ КПГ»
ООО «СервисАрт»
ООО «СПГ Проект Инжиниринг»
ООО «Тегрус»
ООО «Тегрус Комплект»
ООО «Трансстрой»
ООО ИК «ПромТехСервис»
ООО НПК «ЛенПромАвтоматика»
ПАО «Газпром автоматизация»

ФИНАНСОВЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ИНСТИТУТЫ РАЗВИТИЯ

АО «Сбербанк Лизинг»
ПАО «ГТЛК»

ФИНАНСОВЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ИНСТИТУТЫ РАЗВИТИЯ

АО «Сбербанк Лизинг»
ПАО «ГТЛК»

ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОММУНАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

ООО «ТК «Экотранс»

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

ООО «АК-БУР Сервис»

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОМПАНИИ

ООО «Газпром энерго»
ООО «Газпром энергосбыт»
ПАО «Мосэнерго»
ПАО «МОЭК»
ПАО «ОГК-2»
ПАО «ТГК 1»

Новые газозаправочные объекты сети «Газпром»

16 декабря в г. Всеволожске Ленинградской области состоялось торжественное мероприятие, посвящённое вводу в эксплуатацию новой станции для заправки автотранспорта экологичным моторным топливом – природным газом.



В мероприятии приняли участие заместитель председателя правительства Ленинградской области по транспорту и топливно-энергетическому комплексу Сергей Харлашкин, глава администрации МО «Всеволожский муниципальный район» Андрей Низовской, генеральный директор ООО «Газпром газомоторное топливо» Тимур Соин.

Автомобильная газонаполнительная компрессорная станция (АГНКС) № 2, расположенная на Всеволожском проспекте, оснащена шестью заправочными постами с общей производительностью 9,5 млн кубометров природного газа в год. Время заправки крупногабаритного транспорта на данной станции составляет не более 10-12 минут, а легковых автомобилей – не более 5-7 минут. Таким образом, её пропускная способность – более 500 автомобилей в сутки.

«Развитие рынка газомоторного топлива

является приоритетной задачей, поставленной президентом РФ В.В. Путиным и правительством РФ. Ленинградская область активно участвует в реализации этой задачи. Природный газ является экономически эффективным альтернативным топливом, использование которого позволит до трёх раз снизить топливные затраты автовладельцев. Средняя стоимость 1 кубометра природного газа в Ленинградской области составляет менее 20 рублей. Для автотранспортных предприятий, в структуре расходов которых затраты на топливо занимают порядка 60 %, это является серьёзным антикризисным инструментом. Однако главным стимулом к использованию природного газа в качестве моторного топлива является наличие развитой сети объектов заправки», – отметил Сергей Харлашкин.

АГНКС во Всеволожске открылась в рамках пилотного проекта «Развитие рынка газомоторного топлива в Ленинградской области», который реализуется ООО «Газпром газомоторное топливо» и правительством Ленинградской области.

Пилотный проект, реализуемый сегодня, предусматривает, что общая сеть газозаправочных объектов в Ленинградской области к концу 2023 г. должна составлять 23 ед. Введённая в эксплуатацию станция увеличит газозаправочную сеть компании в регионе до шести объектов. В текущем году планируется к вводу ещё восемь новых АГНКС.



А уже через два дня в Колпино (Санкт-Петербург) состоялось ещё одно торжественное мероприятие, посвящённое вводу в эксплуатацию новой станции для заправки автотранспорта природным газом.



АГНКС № 7 расположена на ул. Финляндская и оснащена шестью заправочными постами с общей производительностью 5,9 млн м³/год. Время заправки крупногабаритного транспорта на станции составляет не более 10-12 минут, а легковых автомобилей – не более 5-7 минут. Таким образом, её пропускная способность – более 300 автомобилей в сутки.

Развитие рынка газомоторного топлива, создание необходимой инфраструктуры – важная задача для города. Сегодня городские автотранспортные предприятия, в том числе автобусные парки, активно внедряют технику, которая работает на метане.

Согласно реализации пилотного проекта «Развитие рынка газомоторного топлива на территории Санкт-Петербурга» на 2019-2023 гг., число объектов газозаправочной сети к концу 2023 года должно быть доведено до 25. Новая станция построена в рекордно короткие сроки и оснащена современным высококачественным оборудованием.

Общий объём реализации природного газа в качестве моторного топлива в Санкт-Петербурге из года в год растёт. Загрузка производственных мощностей поступательно

увеличивается: если в 2016 году было реализовано 6,0 млн кубометров газа при загрузке в 21,7 %, то за 10 месяцев 2020 года – уже 19,83 млн кубометров при загрузке в 53,41 %.

«Сегодня с уверенностью можно сказать, что рынок газомоторного топлива в России является одним из самых быстро растущих. Объём реализации КПП ежегодно увеличивается на 8-13,7 % в год. В следующем году в Санкт-Петербурге мы планируем ввести в эксплуатацию еще семь новых объектов газозаправочной сети», – сказал на открытии Тимур Соин.



21 декабря в Республике Татарстан президент Рустам Минниханов открыл четыре АГНКС, две из которых введены в эксплуатацию ООО «Газпром газомоторное топливо»: в Заинске и Нурлате. В торжественной церемонии запуска станций также приняли участие генеральный директор ООО «Газпром газомоторное топливо» Тимур Соин и генеральный директор АО «РариТЭК Холдинг» Рафаэль Батыршин.

Совокупная производительность четырёх новых объектов составляет более 28 млн кубометров природного газа в год. С их вводом в строй суточная пропускная способность газозаправочной сети Татарстана повысилась более чем на 700 автомобилей.

Введённые в эксплуатацию станции построены в бюджетном варианте, благодаря чему время и затраты на каждый объект были значительно сокращены, что позволило ускорить темпы развития сети.

Вручая Рустаму Минниханову награду «За особый вклад в развитие и популяризацию природного газа в качестве моторного топлива», Тимур Соин отметил, что Татарстан – территория, устремлённая в будущее, где комфортно жить и трудиться, и где люди всегда остаются в центре внимания. «Это всецело соответствует ценностям и философии деятельности ООО «Газпром газомоторное топливо», – отметил он.

Развитие рынка газомоторного топлива имеет колоссальный эффект на всех

уровнях, включая снижение воздействия автотранспорта на окружающую среду и повышение качества жизни горожан. В 2021 году планируется ввести в эксплуатацию ещё две станции в данном регионе.



23 декабря генеральный директор ООО «Газпром газомоторное топливо» Тимур Соин и заместитель председателя кабмина Чувашской Республики Дмитрий Краснов открыли сразу две новые станции – АГНКС на 710-м км а/д «Волга» и МТАЗС «Вятка». В торжественной церемонии запуска станций приняли участие представители ООО «Транзит Сити» и Группы компаний «Делко».

С вводом в эксплуатацию станций общая производительность газозаправочных объектов в Республике увеличилась до 25 млн м³/год, а пропускная способность возросла на дополнительные 600 автомобилей в сутки.



«Продвижение и популяризация газомоторного топлива – это важная и своевременная задача, которую нам поставило руководство страны. Благодаря федеральным мерам поддержки и таким нашим региональным усилиям, как сокращение ставки налога на 50 % на каждую лошадиную силу мощности двигателя, мы наблюдаем значительный рост спроса на газомоторное топливо. Мы признательны ООО «Газпром газомоторное топливо» за расширение розничной сети в регионе»,

– отметил Дмитрий Краснов.

Две АГНКС, введённые в эксплуатацию, будут востребованы, в первую очередь, магистральным транспортом, который активно переходит на использование КПП, и позволят снять частично нагрузку с действующей АГНКС в Чебоксарах.

В своём приветственном слове Тимур Соин сообщил, что в планах Общества дальнейшее расширение газозаправочной сети в Чувашии. В ближайшие три года их число планируется довести до шести единиц, прорабатывается возможность размещения новых объектов в Чебоксарах, Новочебоксарске и Канаше.



В завершение года 25 декабря генеральный директор ООО «Газпром газомоторное топливо» Тимур Соин и заместитель председателя правительства Калининградской области Александр Рольбинов дали старт сразу трём автогазозаправочным станциям в Калининградской области – в Калининграде, Советске и Черняховске. Торжественная церемония ввода в эксплуатацию была организована на территории АГНКС в столице региона.

Эти станции были возведены на месте площадок передвижных автомобильных газовых заправщиков (ПАГЗ), на которых ввиду ряда затрат КПП несколько дороже, чем на стационарных объектах. Так, на территории Калининградской области стоимость реализации КПП на АГНКС составляет 19,98 руб./м³, а на площадках ПАГЗ – 21,06 руб./м³.

Согласно Дорожной карте по развитию рынка газомоторного топлива в Калининградской области, к концу 2023 года планируется довести общее число объектов газомоторной инфраструктуры до 13 единиц.

Начиная с 2015 года на территории региона отмечается стабильный рост объёмов реализации КПП. За 10 месяцев 2020 года объём продаж составил 4,29 млн кубометров, что выше общего показателя за 2019 год, в течение которого было реализовано 3,62 млн.

Расширение сети газозаправочных объектов послужит стимулом к увеличению доли газомоторного автотранспорта в регионе.

Также на территории Калининградской области органами местной власти предусмотрены организационные и законодательные мероприятия по поощрению использования ГМТ. В частности, организации освобождаются от уплаты налога на автобусы и грузовые автомобили, оборудованные для использования данного вида топлива.

Справка

Ожидается, что главными потребителями природного газа в качестве моторного топлива на новых АГНКС станут пассажирские автотранспортные предприятия, таксопарки, дорожно-коммунальные службы и компании, предоставляющие услуги грузовых перевозок.

По материалам отдела внешних коммуникаций
ООО «Газпром газомоторное топливо»

Генеральное соглашение «Газпром газомоторное топливо» и Россельхозбанка о расширении взаимодействия по развитию рынка ГМТ

ООО «Газпром газомоторное топливо» и АО «Россельхозбанк» подписали Генеральное соглашение о расширении взаимодействия в области развития рынка газомоторного топлива в субъектах Российской Федерации. В рамках соглашения в 20 регионах приоритетного развития рынка ГМТ стороны продолжают оказывать взаимную консультативную поддержку, в том числе по вопросам участия банка в кредитовании инвестиционных проектов по созданию газозаправочной и сервисной инфраструктуры, приобретения или переоборудования на газомоторное топливо транспорта и оборудования, банковского финансирования приобретения ГМТ, в том числе в рамках маркетинговых программ Общества.

По оценке экспертов, в настоящее время издержки субъектов агросектора на топливо составляют до 30 % общих затрат. С учётом ценовых преимуществ ГМТ (КПП/СПГ) разница в стоимости литра традиционного топлива (бензин или дизель) и кубометра метана позволяет снизить эти затраты более чем в два раза.

«Мы с большим оптимизмом смотрим на аграрный сектор и уверены, что аграрии могут стать одним из ключевых столпов газомоторного рынка России, причём с заметными выгодами для себя. Переход на метан позволит значительно экономить не только на топливе, но и на обслуживании техники: природный газ не

образует отложений в топливной системе и не смывает масляную плёнку со стенок цилиндров, тем самым снижая трение и уменьшая износ двигателя. Также экологичность газомоторного топлива будет способствовать сокращению объёма выбросов CO₂ в сельскохозяйственном секторе. Таким образом, налаживание взаимовыгодного сотрудничества с аграриями даст возможность обеим сторонам заложить потенциал для роста. Содействовать этому в значительной степени будет наше взаимодействие с Россельхозбанком», – отметил Т.И. Соин.

«Поддержка аграриев Россельхозбанком давно вышла за рамки предоставления только финансовых услуг. Банк принимает активное участие в программах и проектах развития российского агробизнеса качественно нового уровня. Использование экологичного и нового для производителей сельхозпродукции газомоторного топлива позволяет существенно сократить затраты и вложить сэкономленные средства в развитие бизнеса, повышая его рентабельность и сохраняя экологию сельских территорий», – заявил Д.В. Константинов, заместитель председателя правления Россельхозбанка.

ООО «Газпром газомоторное топливо» и Россельхозбанк начали сотрудничество по развитию рынка ГМТ в 2018 году. Был реализован проект по адаптации кредитных продуктов для участников этого рынка – как для

юридических, так и для физических лиц. Продуктовая линейка Группы РСХБ предусматривает возможность инвестиционного и оборотного финансирования (кредиты, лизинг, страхование) на цели развития газозаправочной и сервисной инфраструктуры – строительство АГНКС и КриоАЗС, покупку ПАГЗ, приобретение и/или переоборудование на КПП/СПГ транспорта, техники, оснащения, закупку газомоторного топлива.

Для производителей сельхозпродукции и субъектов малого и среднего бизнеса предусмотрена возможность предоставления заёмных средств на льготных условиях в рамках государственных программ Минсельхоза и Минэкономразвития России.

Справка

Производство и реализация компримированного (КПП) и сжиженного (СПГ) природного газа в качестве моторного топлива – стратегическое направление деятельности

ПАО «Газпром». Для системной работы по развитию рынка ГМТ создана специализированная компания – ООО «Газпром газомоторное топливо».

В настоящее время в управлении «Газпром газомоторное топливо» находится 279 газозаправочных объектов. Всего на территории России расположено 508 газозаправочных объектов, 339 из них принадлежат Группе «Газпром». Общая производительность газозаправочной сети компании составляет около 2,3 млрд кубометров природного газа в год.

АО «Россельхозбанк» – основа национальной кредитно-финансовой системы обслуживания агропромышленного комплекса России. Банк является ключевым кредитором АПК страны, входит в число самых крупных и устойчивых банков страны по размеру активов и капитала, а также в число лидеров рейтинга надёжности крупнейших банков РФ.

Отдел внешних коммуникаций
ООО «Газпром газомоторное топливо»

В Челябинской области 2700 автобусов переведут на ГМТ



Для реализации этой цели потребуется 800 млн рублей, которые будут выделены Министерством энергетики РФ в 2021-2022 гг.

На данный момент на Южном Урале работают девять пунктов по переоборудованию транспорта на газомоторное топливо. За вышеуказанный период планируется довести число пунктов заправки экологичных автобусов до семнадцати, сообщила пресс-служба министерства экономического развития Челябинской области.

Введение 2 700 автобусов в строй автопарков Челябинска, Магнитогорска и других крупных городов региона потребует создания транспортной инфраструктуры нового поколения. Данные меры помогут решить проблемы развития муниципальных транспортных предприятий Южного Урала. Действительно, ведь газомоторное топливо в три раза дешевле бензина и дизельного топлива. При среднем автобусном пробеге в 20 тыс. км будет достигнута окупаемость переоборудования.

Немаловажно и то, что государственная поддержка транспортной отрасли может быть расширена за счёт снижения цен на экологичное топливо.

Продуманное тарифное регулирование позволит использовать отечественные

природные богатства. Отметим, что к данной программе планируется подключить 60 регионов России (в этом году в ней участвовали всего 27 субъектов федерации).

<https://chelyabinsk.sm.news/>

Первый в России каршеринг на экотопливе появится в Нижнем Новгороде

Нижний Новгород стал первым городом России с каршерингом, работающим на экотопливе. Об этом сообщает пресс-служба компании «Делимобиль».

Установка газового оборудования будет произведена на 150 арендуемых автомобилях компании. Такие машины будут заправлять метаном. Таким образом, Нижний Новгород станет первым российским городом, где начнётся тестирование и развитие экологичного и безопасного каршеринга.

Градоначальник областного центра Юрий Шалабаев отметил, что выбор Нижнего Новгорода в качестве места запуска эко-каршеринга не случаен.

– Мы уделяем много внимания экологической составляющей городского пространства. В ноябре на дороги города вышла очередная партия новых муниципальных автобусов на газомоторном топливе. В рамках экологического воспитания населения внедряется проект по отдельному сбору мусора – к проекту уже подключились более 500 учреждений

и компаний. Каршеринговые автомобили на метане станут очередным шагом по улучшению экологической обстановки в Нижнем Новгороде и продолжат устойчивую тенденцию по переходу на экологичные виды топлива, – подчеркнул глава города.

В пресс-службе «Делимобиль» отметили, что машины, заправляемые метаном, выбрасывают в атмосферу в несколько раз меньше вредных веществ. Экспериментальные делимобили будут оснащены битопливной системой подачи, при которой двигатель может работать на газе и бензине. Сейчас в Нижнем Новгороде функционируют шесть станций для заправки метаном.

Клиент сможет выбрать, какую машину арендовать – на бензине или на газе: в приложении Делимобиля машины на метане будут отмечены специальным значком. Также автомобили на экотопливе будут выделены внешним оформлением.

<https://opennov.ru/news/society/2020-12-11/40278>

«Деловые линии» получили около 100 новых грузовиков ГАЗ



Новый грузовик ГАЗ

Один из крупнейших российских грузовых автоперевозчиков – компания «Деловые линии» – пополнила свой автопарк почти на 100 новых грузовиков ГАЗ. Эти машины были закуплены в рамках реновации парка в стандартной и газомоторной версиях.

Как сообщили в компании, стандартные модели «ГАЗель» и «ГАЗон» будут использоваться для адресной доставки в Москве, Санкт-Петербурге и других крупных городах страны. А версии на метане встанут в строй в столице и области.

«Приоритет «Деловых линий» – всегда предоставлять клиентам максимально качественные услуги по оптимальной цене. Причём это касается не только организации

бизнес-процессов, но и всех остальных аспектов работы – от развития IT-технологий до выбора поставщиков. Партнёры из «Группы ГАЗ» предоставляют нам надёжные автомобили с широкой базой сервисного обслуживания, что соответствует нашей парадигме. Тем более обновление автопарка актуально с учётом пандемии, которая увеличила спрос на доставку товаров», – отметили в пресс-службе «Деловых линий».

«Мы сотрудничаем с «Деловыми линиями» свыше пяти лет, некоторые модели грузовиков проходят тестирование у перевозчика. Нам ценно мнение специалистов «Деловых линий» относительно грузовиков ГАЗ, и соответствие ожиданиям крупной российской логистической компании говорит о достижениях концерна. Также мы рады, что наши отечественные автомобили могут быть полезны в столь непростой экономической период», – рассказали в пресс-службе «Группы ГАЗ».

Сейчас в автопарке ГК «Деловые линии» порядка 4000 автомобилей разной грузоподъёмности. Среди них более 1700 малотоннажных грузовиков, в том числе промтоварные версии и рефрижераторы.

<http://truckandroad.ru/business/>

На Сахалине появятся инновационные газомоторные локомотивы

Соглашение о развитии сотрудничества в области тягового подвижного состава, работающего на сжиженном природном газе, подписали правительство Сахалинской области и холдинг «Синара – Транспортные Машины» (СТМ). Церемония состоялась в Москве на отраслевом форуме «Транспорт России – 2020», сообщает пресс-центр Группы Синара.

Стороны договорились о поэтапном внедрении в регионе инновационных газомоторных локомотивов серии ТЭМГ1. Соглашение будет действовать в течение пяти лет. Оно направлено на реализацию первого всероссийского эксперимента по снижению парниковых выбросов, пилотной площадкой для которого выбрана Сахалинская область. Проект по уменьшению углеродного следа включает стопроцентную газификацию региона, модернизацию ЖКХ, внедрение и развитие экологически чистого транспорта.

«Это интересный опыт и большая ответственность, ведь мы станем примером для всей страны. За пять лет планируем добиться «углеродной нейтральности» при помощи современных решений. Внедрение СПГ в транспортной системе – более экологичная альтернатива традиционным видам топлива, оказывающая минимальное воздействие на окружающую среду», – отметил заместитель председателя правительства Сахалинской области Александр Ремезов.

Холдинг СТМ разрабатывает и производит широкую линейку локомотивов, в том числе с применением альтернативных источников энергии и видов топлива. Четырёхосный газомоторный локомотив ТЭМГ1 мощностью 1200 л.с. (880 кВт) отвечает современным требованиям энергоэффективности и экологичности. Он оснащён двумя силовыми агрегатами. Использование двухдвигательной газопоршневой силовой установки даёт существенный

экономический эффект при различных режимах эксплуатации. Дополнительное преимущество достигается за счёт более низкой стоимости СПГ по сравнению с дизельным топливом, что делает технику особенно выгодной при комплексных грузоперевозках.

«Газомоторные локомотивы СТМ могут стать эффективным решением в создаваемой инфраструктуре Сахалина. У нас многолетний опыт поставок путевой техники и маневровых локомотивов в этот регион, на базе депо «Южно-Сахалинск» организовано сервисное обслуживание подвижного состава. На сегодняшний день СТМ обладает всеми необходимыми компетенциями в разработке железнодорожного транспорта на альтернативном топливе, и подписание соглашения – важный шаг в укреплении сотрудничества и развитии перспективных технологий», – считает заместитель генерального директора СТМ Антон Зубихин.

Сейчас завершаются сертификационные испытания опытного образца, затем начнётся серийное производство газотепловозов. Поставка первого образца ТЭМГ1 на Сахалин запланирована в 2021 году. ТЭМГ1 будут выпускать на Людиновском тепловозостроительном заводе (входит в холдинг СТМ).

Группа Синара – диверсифицированная компания, объединяющая предприятия различной отраслевой направленности. Приоритетными бизнес-направлениями являются транспортное машиностроение, девелопмент, финансовые услуги.

«Синара – Транспортные Машины» – машиностроительный холдинг, объединяющий предприятия по инжинирингу, производству, сервисному обслуживанию железнодорожной техники и энергоустановок, инфраструктурным услугам и комплексным решениям в области городского общественного транспорта.

<http://www.acexpert.ru/news/x>

Обзор российских и зарубежных СМИ

Автопарк

Мэрия Воронежа купит в лизинг партию из 58 низкопольных автобусов большого класса. Конкурсную документацию разместили на портале госзакупок. Максимальная начальная стоимость транспорта составила 954,637 млн рублей. Автобусы получит транспортная компания «Воронежпассажиртранс».

Согласно контракту, автобусы нужно поставить к 1 марта 2021 года. При этом первый платёж за технику перечислят в апреле, а общий срок лизинговых платежей составит 57 месяцев. Аукцион состоялся 17 декабря.

Напомним, что в ноябре в Воронеж прибыли 62 современных газомоторных автобуса. Транспортные средства приобретены в рамках лизинговой программы. Поставка первой партии выполнена.

<https://moe-online.ru/news/city/1079615>



Муниципальному предприятию «Калининград-ГорТранс» планируют купить 42 автобуса, работающих на газомоторном топливе. Об этом рассказала министр развития инфраструктуры региона Евгения Кукушкина.

Транспорт будут приобретать со значительной скидкой по федеральному проекту «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства», который реализуется в рамках нацпроекта «Безопасные и качественные автодороги». Кроме тестовой эксплуатации маршрутки в 2014 году, общественного транспорта, работающего на газе, в областном центре ещё не было.

«Регион подал заявку на участие в проекте в 2021 году. Предусмотрено приобретение МКП «Калининград-ГорТранс» в 2021 году 42 автобусов большого класса, использующих природный газ в качестве моторного топлива», – отметила Кукушкина.

Министр уточнила, что муниципальный перевозчик может рассчитывать на пополнение парка в случае, если заявку региона одобряют в Минтранс РФ.

В последний раз для муниципального перевозчика «Калининград-ГорТранс» приобретали автобусы на дизельном топливе пять лет назад. Троллейбусы пополняли парк в 2013 году, трамваи – в 2012-м.

<https://klops.ru/news/2020-11-24/223902>



В декабре 2020 года в Новосибирск привезли 15 автобусов из Минска. Они будут курсировать в Советском районе. Таким образом власти хотят улучшить ситуацию с ритмичностью движения в этой части города. А в 2021 году в столице Сибири появятся ещё 40 новых единиц общественного транспорта. Именно столько новых автобусов на газомоторном топливе намерены закупить власти Новосибирска. Об этом сообщил мэр Анатолий Локоть.

«Одна из важнейших транспортных задач – обновление подвижного состава. Ранее мы анонсировали, что на покупку автобусов выделено 100 млн рублей по проекту «Народный бюджет», – отметил Анатолий Локоть.

<https://www.om1.ru/auto/news/213775>



В Казани на маршруте № 29 «Строительный институт – улица Гудованцева» появятся 20 новых газомоторных автобусов. Об этом говорится на портале мэрии. Автобусы марки «НеФАЗ» поступили в ночь на 6 декабря в МУП «ПАТП № 4».

Напомним, на покупку автобусов выделено более 162,9 млн рублей. Автобусы оборудованы системами навигации и видеонаблюдения, отопительными приборами, с антивандальными сиденьями. В автобусах китайские двигатели Weichai стандарта «Евро-5» и мощностью 183 кВт, объём газа в баллонах – 984 литра.

<https://www.evening-kazan.ru/news/>



Как сообщает пресс-центр правительства Кировской области, региону необходимо

обновить порядка 1 тыс. единиц автотранспорта, в том числе около 200 автобусов на газомоторном топливе планируется приобрести в следующем году. После приобретения новых машин для Кирова освободившиеся городские автобусы будут направлены в районы.

В пресс-службе облправительства уточнили, что предполагается покупать автобусы разной комплектации и вместимости в зависимости от загрузки рейса. Закупать новые автобусы будут перевозчики, которые планируют работать по новым брутто-контрактам. В контрактах будет прописано, какие автобусы необходимы на том или ином маршруте.

В сообщении отмечается, что уже рассчитана предварительная стоимость начальной цены контракта при условии перехода на брутто-контракты на 7 лет (жизненный цикл автобуса). Это позволит привлечь перевозчиков, у которых будет возможность планирования своей деятельности на семилетний период. В конкурсной документации будут указаны требования к подвижному составу.

<https://www.interfax-russia.ru/volga/news/>



Ещё 14 автобусов на газомоторном топливе поступили в Нижний Новгород, сообщает пресс-служба губернатора и правительства Нижегородской области.

По словам главы региона Глеба Никитина, это последняя в прошедшем году партия. Она была закуплена в рамках нацпроекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги». В общей сложности в 2020 году было закуплено 84 автобуса. Подвижной состав уже передан МП «Нижегородпассажиравтотранс» и скоро выйдет на городские маршруты А-72 «Микрорайон «Верхние Печеры» – Автовокзал «Щербинки» и А-10 «Улица Дубравная – Московское шоссе».

Автобусы оборудованы антивандальными креслами и противоскользящим напольным покрытием. Они приспособлены для перевозки маломобильных граждан, пенсионеров и детей. У автобусов хорошие технические характеристики, они комфортны и безопасны для пассажиров.

Никитин напомнил, что в предыдущие три года был приобретён 581 автобус: 500 – для

Нижнего Новгорода, 64 – для Дзержинска и 17 – для Арзамаса. Губернатор добавил, что хорошим подспорьем в текущем году является возможность купить транспорт в рамках нацпроекта.

Напомним, что 15 декабря в Нижний Новгород поступили 19 низкопольных автобусов на газомоторном топливе.

<http://www.vremyan.ru/news/>



По многочисленным просьбам симферопольцев, на маршрут № 88 «Каменка – п. Кирпичное» выйдут пять новых комфортабельных автобусов среднего класса марки «КАВЗ». Об этом сообщает пресс-служба ГУП РК «Крымтроллейбус».

Пассажировместимость нового транспорта превышает 80 мест. Автобусы работают на природном газе, оснащены системами видеонаблюдения, кондиционирования и ГЛОНАСС, а также адаптированы для людей с ограниченными возможностями.

Глава администрации Симферополя Елена Проценко сообщила о том, что с 11 января начался эксперимент по изменению схемы маршрута городского общественного транспорта № 88.

<https://vesti-k.ru/news/2021/01/09/>

Инфраструктура

За три года в Пермском крае появятся более 30 метановых заправок, которые будут построены благодаря соглашению с Минэнерго РФ и средствам, выделенным из федерального бюджета. Глава Пикамья Дмитрий Махонин встречался с руководителями «Газпром СПГ» и «Газпром газомоторное топливо» и обсудил перспективы развития рынка ГМТ в регионе.

В настоящее время в Перми и Соликамске работают пять АГНКС, где метаном заправляются более 600 транспортных средств, в том числе 200 автобусов и 100 такси. Также работают три станции приёма, хранения и регазификации природного газа в Канюсятах, Нердве и Северном Коммунаре.

Федеральное субсидирование (около 40 млн рублей на одну станцию) позволяет пермским предпринимателям строить новые

АГНКС, переоборудовать на метан существующие газозаправки и транспорт. Так, в течение этого года «метанизации» подвергнутся в общей сложности ещё 600 автомобилей, а в следующем – около 1500. До конца 2020 года открыты четыре новые метановые заправки в Перми, Березниках и Чайковском.

В 2021 году в Прикамье построят 10 АГНКС, в том числе и на юге края, а в 2022-2023 гг. – 12 заправок. Из них восемь станций СПГ оборудуют «дочки» «Газпрома». Кроме того, «Газпром» приступил к строительству второй очереди мини-завода по производству СПГ в деревне Канюсята Карагайского района Прикамья.

<https://59i.ru/novosti/novosti-permi-i-permskogo-kraja>



В Краснодарском крае построили две новые газовые заправочные станции – в посёлке Верхнебаканский под Новороссийском и Ейске. Объекты появились благодаря региональной программе «Развитие топливно-энергетического комплекса».

Вице-губернатор Кубани Александр Трещинский рассказал, что в ближайшее время новые заправки будут введены в эксплуатацию. Также завершается строительство ещё одной АГЗС в Армавире, после чего проектная мощность сети газомоторных заправочных станций в крае вырастет на 20 млн кубометров природного газа в год.

В администрации Краснодарского края отметили, что на строительство трёх объектов в 2020 году было выделено 120 млн рублей из федерального и краевого бюджетов.

В настоящее время в регионе действуют 20 газовых заправок. В рамках региональной программы «Развитие ТЭК» планируется к 2024 году запустить не менее 60 новых заправочных станций.

<https://zrkuban-ru.turbopages.org/zrkuban.ru/s/news/2020>



В донской столице специалисты ПАО «Газпром газораспределение Ростов-на-Дону» для газоснабжения подключили к действующим сетям новую автомобильную газонаполнительную компрессорную станцию. Она расположена в переулке Технологическом. При

этом, как уточнили в пресс-службе компании, работа была проведена без отключения газоснабжения потребителей. АГНКС оснащена двумя компрессорными блоками.

«Введение в эксплуатацию новой компрессорной станции позволит сделать очередной шаг на пути выполнения пилотного проекта ускоренного развития рынка газомоторного топлива в Ростовской области», – резюмировали в ПАО «Газпром газораспределение Ростов-на-Дону».

<https://www.1rnd.ru/news/2962596/>

Индия

Индия планирует инвестировать 66 млрд долл. США в развитие газозаправочной инфраструктуры страны, включая трубопроводную сеть и приёмные СПГ-терминалы, чтобы к 2030 году довести долю природного газа в энергобалансе с 6,3 до 15 %.

Источник: GLOBAL LNG NEWS

Статистика

В Ростовской области в 2020 году на газомоторное топливо перевели 1628 транспортных средств. Об этом сообщается на сайте правительства региона.

Всего на территории донского края на метане работает более 10 тыс. единиц различной техники. Владельцам, которые переводят машины на природное топливо, оказывают господдержку. Так, переоборудовать транспорт на метан по программе субсидирования можно в 21 сертифицированном пункте. В донском правительстве пояснили, что автовладельцы, которые перевели технику на метан, сэкономили в прошлом году до 60 % от стоимости установки газобаллонного оборудования.

«Работа по развитию рынка газомоторного топлива продолжается: на 2021-2023 годы донскому региону предусмотрены 136,9 млн рублей для предоставления субсидий на переоборудование транспортных средств. В части софинансирования из областного бюджета на эти цели намечено направить 21,5 млн рублей», – приводятся слова заместителя министра транспорта региона Сергея Ушакова.

По его словам, ещё одна стимулирующая

мера для перехода на природный газ – льгота по транспортному налогу.

<https://don24.ru/rubric/obschestvo/>



12 газовых заправок ввели в эксплуатацию в 2020 году в Ростовской области. Всего в регионе работают 33 такие станции, пишет портал донского правительства.

«Сегодня одна из приоритетных задач донского правительства – расширить газовую инфраструктуру и увеличить количество транспорта, работающего на экологически чистом топливе. Наш регион считается одним из самых развитых в этом направлении. Но останавливаться на достигнутом мы не намерены», – приводит источник слова заместителя губернатора – министра промышленности и энергетики Игоря Сорокина.

Три новые газовые автозаправочные станции появились в Ростове, по одной – в Шахтах, Новочеркасске, Новошахтинске, Гуково, Донецке, Константиновском, Песчанокопском, Аксайском и Зимовниковском районах.

Напомним, донской регион включён в пилотный проект развития рынка газомоторного топлива на 2018-2021 годы.

<https://don24-ru.turbopages.org/don24.ru/s/rubric/ekonomika/>

СПГ

В Челябинске теперь эко-продукцию будут возить эко-тягачи. Предприятие Союзпищепром закупило шесть большегрузов на сжиженном природном газе. В них будут поставлять продукты для здорового образа жизни.

Компания приобрела самые современные КАМАЗы на газомоторном топливе, каждый из которых может пройти без дозаправки почти полторы тысячи километров. К тому же машины на газе долговечнее и экономичнее дизельных аналогов. Переход на газомоторное топливо существенно снизит выбросы вредных веществ в окружающую среду.

Новые тягачи – часть глобальной эко-стратегии объединения Союзпищепром, которая включает не только заботу об

окружающей среде, ни и о ежедневном рационе жителей города. Предприятие выпускает продукты для здорового питания под брендом «Здоровое меню». «Здоровое меню» – это целая экосистема питания, так что забота об экологии нашей жизни в центре стратегии Союзпищепрома.

<https://www.1obl.ru/tv/vremya-novostey/vremya-novostey>



Совет директоров Газпрома рассмотрел информацию о продолжающейся реализации проектов компании по производству и поставке СПГ. Было подчёркнуто, что пандемия коронавируса негативно повлияла на долгосрочные перспективы мировой индустрии СПГ, а прогноз ввода в эксплуатацию мощностей по производству СПГ во всём мире был пересмотрен в сторону понижения. Тем не менее ожидается, что спрос на СПГ будет продолжать расти. Ресурсный потенциал России достаточен для увеличения производства СПГ в стране. Для Газпрома это важный способ диверсификации производственной деятельности.

Так, реализуется ряд проектов по производству СПГ: интегрированный комплекс по переработке и сжижению природного газа в районе посёлка Усть-Луга Ленинградской области (13 млн т/г); комплекс по производству, хранению и отгрузке СПГ у КС «Портовая» в Ленинградской области (1,5 млн т/г).

Расширяется использование СПГ на автомобильном, железнодорожном и речном транспорте: маневровые и магистральные локомотивы, пассажирский теплоход для речных круизов (Татарстан, 2020 г.). Грузовой транспорт КАМАЗа на СПГ планируется использовать для транспортировки контейнеров с жидким гелием с Амурского ГПЗ в порты Приморского края.

Изучается проект среднетоннажного производства СПГ в Приморском крае; развивается сегмент малотоннажного производства СПГ для поставок газа российским потребителям в регионы, которые находятся вдали от магистральных газопроводов: СПГ-комплекс в Пермском крае (2015); два инвестиционных проекта в Томске и на Сахалине

Роль газа и СПГ в декарбонизации морского транспорта

Вебинар Глобального газового центра

Ашутос Шастри, советник, Глобальный газовый центр

26 ноября 2020 года Мировой газовый центр (Global Gas Centre – GGC) в сотрудничестве с портом Марселя провёл виртуальный веб-семинар на тему роли газа и СПГ в декарбонизации морского транспорта. Это было первое международное мероприятие, полностью посвящённое теме вредных выбросов в сегменте водного транспорта.

Предпосылками для этого семинара стали активная позиция Международной морской организации (ИМО) в отношении перевода водного транспорта на экологически более чистые виды топлива, успешное внедрение «Зон контроля выбросов (ЕСА)» в акваториях европейских стран, а теперь и согласованная стратегия ЕС по созданию морских секторов, полностью соответствующих требованиям экологической и цифровой трансформации, представленная в марте 2020 года.

С учётом большого количества тем для обсуждения это было насыщенное трёхчасовое веб-мероприятие с участием политиков из ЕС, представителей газовой и судоходной отрасли, а также поставщиков специализированных технологий, которые поделились последними разработками для низкоуглеродного судоходного сектора.

Тематика семинара была очень насыщенной, выделим лишь основные моменты, затронутые в каждой из трёх сессий.

Самым важным политическим заявлением для газовой отрасли был тезис, который неоднократно подчёркивала главный приглашённый спикер Мария Спираки: «СПГ – это переходное топливо для судоходного сектора только на следующие 10 лет». Хотя по мере развития дискуссии отчётливо прозвучало, что «других коммерчески привлекательных и экономически масштабируемых технологий или продуктов в настоящее время нет, хотя многие потенциальные альтернативы находятся в стадии разработки».

Участники дискуссии также пришли к выводу, что объёмы потребления природного газа в форме СПГ на водном транспорте, возможно, сравняются или даже превысят потребление газа при производстве электроэнергии. Как хорошо известно, выработка электроэнергии на основе природного газа активно развивается в связи с выводом из эксплуатации электростанций, работающих на угле. По аналогии представители судоходной отрасли, похоже, с не меньшим энтузиазмом относятся к переходу на СПГ, чем электрогенерирующие компании – к переходу с угля на газ.

Обсуждения на трёх сессиях гармонично дополнили друг друга. Участники семинара были сосредоточены на следующих темах: перспективы СПГ в судоходстве; взгляды судоходной отрасли на экологические и экономические преимущества СПГ; роль инноваций в дальнейшей глубокой декарбонизации судоходства.

Участники активно делились статистическими данными. В некоторых выступлениях отмечалось, что 10-летний переходный период – это весьма ограниченный срок для расширения использования СПГ в судоходстве, и за этот период будет трудно достичь поставленных целей. Было отмечено, что принцип «загрязнитель платит» теперь применяется к судоходству с разделением ролей судовладельцев и операторов (аналогично ролям в энергетике) на протяжении всего жизненного цикла судов. Отдельно акцентировалось внимание участников на том, что переоборудование и модернизация судов и инфраструктуры морских портов потребуют активного использования механизмов финансовой поддержки со стороны европейских регулирующих органов, и хотя значительная часть проектов находится только в стадии разработки, органам государственной власти и представителям отрасли предстоит большая работа по формированию и внедрению эффективных программ финансирования.

СЕССИЯ 1: Роль СПГ в судоходстве

СПГ в его нынешнем виде является зрелой технологией для ускоренного внедрения и тиражирования. Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что использование СПГ в судоходстве растёт, всё большее число портов создает объекты бункеровочной инфраструктуры, а участники рынка нарабатывают соответствующие компетенции по работе с СПГ.

Бункеровка СПГ в портах набирает обороты, успешный пример этому Европа, которая уже становится мировым лидером в секторе судоходства на СПГ. Однако этот курс будет развиваться во всём мире, и первые признаки указывают на то, что в Азии, особенно Сингапуре и странах северной части АТР, активность возрастёт в ближайшие 1-2 года.

Недавние независимые исследования также указывают на предполагаемый рост использования СПГ в судоходстве, за которым следует интерес к синтетическому метану и сжиженному биометану. Однако несмотря на то, что большая часть судоходного сектора готова к переходу на СПГ, ещё остаются крупные участники рынка, которые придерживаются альтернативных взглядов (например, недавнее заявление генерального директора Maersk Line).

В целом, в первой сессии были обозначены важные события в сегменте СПГ-бункеровки, которые произошли за короткий промежуток времени при энтузиазме всех заинтересованных сторон. Вместе с тем путь развития СПГ-бункеровки всё ещё может быть тернистым, особенно потому, что морские транспортные перевозки являются глобальным рынком, что предполагает определённые сложности для повсеместного внедрения необходимых правил и требований.

СЕССИЯ 2: Перспектива отрасли судоходства

Переход к низкоуглеродным перевозкам и использование СПГ в качестве топлива для контейнерных, навалочных и пассажирских перевозок полностью поддерживается большинством участников судоходной отрасли в настоящее время. Представители портов по всему миру поддерживают данную инициативу, в подтверждение чего был представлен успешный опыт порта Марселя.

Участники индустрии судоходства активно ищут разные возможности для декарбонизации. Например, применяют технологии подачи электроэнергии с берега на пассажирские паромы, размещение электролизёров для производства водорода и синтетического метана. Особое внимание уделяется развитию экосистемы СПГ, включая производство синтетического и био-СПГ, а также зелёного водорода.

Горизонт планирования до 2050 года даёт участникам рынка возможность попробовать все существующие топливные альтернативы. При том, что технологии производства и бункеровки СПГ являются уже достаточно зрелыми для оперативного внедрения, есть все условия для появления других жизнеспособных альтернатив в будущем.

При этом необходимо отметить, что использование СПГ в судоходстве – это не только мера поддержания экологического баланса, но и экономически эффективное звено в уже сложившейся цепочке создания добавленной стоимости.

СЕССИЯ 3: Инновации в топливе для транспортировки с низким содержанием углерода

Все большее число участников рынка морских перевозок приходит к выводу о скором отказе от использования нефтяных видов топлива в международных перевозках во всех секторах – на танкерах, балкерах и контейнеровозах, и ожидают скорого перехода с нефтепродуктов на СПГ. На данном этапе пока недостаточно определена экономическая жизнеспособность топливных альтернатив: водорода, аммиака, биотоплива и электрических батарей.

Отчёт Международного энергетического агентства (IEA) о видении будущего морских перевозок рассматривает ряд активно развивающихся технологий и решений. Согласно оценкам уровней технологической готовности (TRL), можно увидеть ранние признаки развития сегментов водорода и аммиака.

Ни одна из этих технологий не находится на стадии коммерческой зрелости, и относительная экономия топлива довольно низкая. Однако ситуация меняется, и эти технологии могут создать реальную конкуренцию природному газу в качестве предпочтительного топлива в судоходстве в будущем.

В ходе обсуждения предложенных тем участники отмечали, что развитие альтернативных видов топлива является весьма динамичным. И несмотря на то, что в настоящее время альтернативные виды топлива лишь разбавляют общую картину в целях декарбонизации морского транспорта, первичное топливо может также измениться в ближайшие 10 лет. Водород может рассматриваться в качестве преемника использования СПГ в судоходстве в зависимости от регуляторной среды или рыночных стимулов. Мировой рост установленной мощности электрогенерации на основе возобновляемых источников энергии потенциально будет стимулировать во всём мире производство недорогого водорода, что позволит ему занять место в одном ряду с СПГ, как эффективному и недорогому, но при этом экологичному виду топлива для водного транспорта.

400 миллиардов долларов на развитие индустрии водорода

Согласно отраслевому анализу компании Rystad Energy, волна «зелёных» и «синих» водородных проектов, которые будут реализованы в ближайшие годы, может создать рынок услуг в размере около 400 млрд долл. США в период с 2020 по 2035 год. При этом приведённая цифра не включает отдельные контракты на разработку систем улавливания и хранения углерода (CCS), стоимость которых может достигнуть почти 35 млрд долл. США только в Европе.

В опубликованных недавно прогнозах компании Rystad Energy прогнозируется, что к 2035 году будет введено в эксплуатацию около 30 ГВт мощностей по производству зелёного водорода. Популярность инициатив по синему водороду также растёт, и в настоящее время обсуждается несколько мегапроектов. Для реализации всех запланированных проектов потребуются значительные инвестиции в размере 400 млрд долл. Наибольшая доля расходов придётся на транспорт и инфраструктуру – порядка 130 млрд. Следующими в списке идут затраты на строительные-монтажные работы, которые поставщики оценивают в сумму

около 120 млрд долл. Затраты на оборудование достигнут примерно 70 млрд, в то время как проектирование и техническое обслуживание, доработка и эксплуатация составят около 25 млрд для каждого вида работ. Все остальные категории затрат оцениваются ниже 10 млрд долл. на сегмент.

«В настоящее время водородные проекты, особенно с экологически чистым водородом, сосредоточены в Австралии и Европе. Тем временем в Азии, Японии и Корее изучают возможность импорта водорода и развития международных цепочек поставок газа, делая ставку на сферу транспортировки. Также ожидается, что водород будет включён в предстоящий пятилетний энергетический план Китая и в планы, представленные властями провинций Китая», – говорит Аудун Мартинсен, руководитель отдела исследований энергетических услуг Rystad Energy.

В Европе группа из 11 компаний, занимающихся газовой инфраструктурой, выступила с предложением о развитии водородной инфраструктуры ЕС, начиная с ключевых регионов возобновляемой энергетики в Европе,

Затраты на глобальные водородные проекты с 2020 по 2035 г., млрд долл. США



Источник: Rystad Energy ServiceCube, исследования и аналитика

таких как Северное море. В соответствии с предлагаемой инфраструктурной стратегией к 2030 году необходимо будет построить трубопроводную сеть протяжённостью 6800 км для транспортировки. Около 75 % этой сети будет обеспечено за счёт уже существующих газопроводов, которые будут реконструированы для транспортировки водорода. Тем не менее, по оценкам Rystad Energy, к 2030 году потребуются установить около 800 тыс. т новых труб большого диаметра для подключения и расширения существующей системы.

Для водорода требуются крупномасштабные места хранения – соляные пещеры, водоносные коллекторы или истощённые месторождения углеводородов. Следует использовать уже освоенные для других целей объекты, либо разрабатывать новые. Организация хранения водорода таким способом потребует бурения большого количества скважин – как нагнетательных, так и добывающих, что создаст возможность для бурильщиков и компаний по обслуживанию скважин присоединиться к великой водородной волне.

Справка

Rystad Energy – это крупнейшая независимая консалтинговая компания, занимающаяся исследованиями в области энергетики и бизнес-аналитикой, со штаб-квартирой в Осло (Норвегия). Она является ведущей в мире аналитической компанией в нефтегазовой отрасли. Исторически компания занимается в основном анализом рынков нефти и газа, но акцент на исследование возобновляемых источников энергии и анализ выбросов углекислого газа постоянно растёт.

Аудун М. Мартинсен (Audun Martinsen) – партнёр, руководитель отдела исследований энергетических услуг Rystad Energy. Он является менеджером по продукции DCube и SCube, а его области знаний включают глобальный рынок морских и наземных энергетических услуг, анализ затрат на разведку и добычу, а также исследования спроса и предложения.

Audun.Martinsen@rystadenergy.com



Германия берет курс на водородную экономику, в основе которой будет «зеленый» водород. Правительство ФРГ решило проводить активную промышленную политику и утвердило давно готовившуюся «Национальную водородную стратегию» объёмом в 9 млрд евро. Её сверхзадача – совместить дальнейшее индустриальное развитие страны и защиту глобального климата. Конкретная цель – выполнение обязательств по сокращению выбросов в атмосферу парниковых газов до 2030 и 2050 годов, взятых на себя Германией и Евросоюзом в рамках Парижского соглашения по климату.

Амбициозный документ, перечисляющий 38 более или менее конкретных политических, законодательных, налоговых и финансовых мер, представляет собой широкомасштабный план поддержки экологичных водородных технологий в самых разных сферах: не только в электроэнергетике, на автомобильном и железнодорожном транспорте, но и в черной металлургии, нефтехимии, авиации.

Редакция публикует текст этого документа с сокращениями.

Национальная водородная стратегия Германии

Утверждена в июне 2020 года¹

I. Водород: существующий потенциал и новые возможности

Экологичное, безопасное и экономически доступное энергоснабжение играет важнейшую роль в жизни современного человека и является целью политики энергетического поворота². Её основные задачи – развитие возобновляемой энергетики и повышение энергетической эффективности.

На пути осуществления энергетического поворота были достигнуты определённые успехи. В то же время возникли препятствия. Решения Федерального правительства (Германии – *прим. редакции*), принятые к «Программе по борьбе с изменением климата 2030», создают предпосылки для достижения целей по предупреждению климатических изменений. Необходимо подчеркнуть, что Федеральное правительство в соответствии с принятыми по Парижскому соглашению обязательствами привержено долгосрочной цели достижения «климатической нейтральности»³. Необходимо ограничить рост глобальной среднегодовой температуры на планете в пределах 2 °С

¹ Неофициальный перевод. Печатается с сокращениями.

² Энергетический поворот (нем. *Energiewende*) – взятый Федеральным правительством Германии курс на постепенный отказ от использования ископаемого углеводородного топлива и ядерной энергетики и переход на ВИЭ.

³ Климатическая нейтральность – то же, что «углеродная нейтральность», достижение нулевого уровня выбросов парниковых газов.

от доиндустриального уровня к 2100 году и стремиться к его ограничению на уровне 1,5 °C. Кроме того, ФРГ и остальные страны Европейского союза заявили о своём стремлении достичь нулевого уровня выбросов парниковых газов к 2050 году. Это означает, что наравне с решением об отказе от использования угольной генерации также необходимо максимально сократить эмиссию парниковых газов в тех сферах, в которых сегодня это представляется затруднительным, например, снизить уровень выбросов парниковых газов в процессе промышленного производства.

Критериями успешного достижения целей политики энергетического поворота являются надёжность энергоснабжения, экономическая доступность энергии и экологическая устойчивость, достигаемая благодаря инновационным и умным технологиям защиты окружающей среды. С этой целью необходимо найти альтернативу используемым сегодня ископаемым видам топлива, прежде всего, газообразному и жидкому топливу, которые ещё надолго останутся неотъемлемой частью энергосистемы промышленных стран, в том числе и энергосистемы Германии. Водород⁴ в качестве альтернативного топлива приобретает ключевое значение для продолжения и завершения энергетического поворота:

- Водород может применяться в различных сферах в качестве энергоресурса. Например, его использование в топливных элементах может стимулировать развитие водородного транспорта. В будущем водород может стать основой синтетического топлива и горючего.
- Водород может использоваться как накопитель энергии для балансирования спроса и предложения, производства и потребления «зелёной» энергии, что делает водородные технологии составной частью энергетического поворота.
- Водород является важнейшим элементом интегрированной энергетической системы⁵. В сферах, где электричество из возобновляемых источников не может применяться напрямую, использование «зелёного» водорода и его побочных продуктов открывает новые возможности для декарбонизации.
- Водород уже сегодня активно используется в промышленности, например, в химической. В качестве основного действующего вещества он применяется при производстве аммиака. В будущем «серый» водород, который сегодня получают из углеводородов, необходимо заменить «зелёным» водородом. Кроме того, водород может использоваться как основное действующее вещество в других сферах промышленного производства в качестве альтернативы углю, если применение других технологий на сегодняшний день невозможно. Например, одной из самых перспективных углеродно-нейтральных технологий является использование водорода вместо каменноугольного кокса в процессе первичного производства стали.
- Декарбонизация определённых промышленных процессов, например,

⁴ По мнению Федерального правительства Германии, в долгосрочной перспективе устойчивым энергоносителем может считаться лишь водород, полученный из возобновляемых источников энергии (зелёный водород).

⁵ Интегрированная энергосистема – энерготехнологическая система, объединяющая энерго-, тепло-, холодо- и газоснабжение на интеллектуальной основе.

производства цемента, может быть произведена исключительно с применением водорода. Технология улавливания выбросов CO₂ с помощью водорода (CCU, carbon capture and utilization⁶) позволяет преобразовать углерод в иные химические вещества, что создаёт новые производственные цепочки.

Таким образом, чтобы водород стал ключевым элементом стратегии декарбонизации, необходимо принять во внимание все звенья производственной цепочки: развитие технологий, производство и хранение водорода, создание водородной инфраструктуры, применение в производстве, а также аспекты, связанные с логистикой и системой контроля качества.

Германия должна использовать водородные технологии в рамках декарбонизации экономики с целью достичь углеродной нейтральности и выполнить обязательства, взятые перед международным сообществом по Парижскому соглашению. При этом, по мнению Федерального правительства Германии, в долгосрочной перспективе экологически устойчивым энергоносителем может считаться водород, полученный исключительно с использованием возобновляемой энергии (зелёный водород). Цель Федерального правительства – способствовать применению зелёного водорода, стимулируя ускоренный запуск рынка и создание соответствующих производственных цепочек.

Предполагается, что в ближайшие 10 лет возникнут глобальный и европейский рынок водорода. Будет запущен процесс международной торговли углеродно-нейтральным водородом (например, «голубым» или «турецким» водородом). Вследствие вовлечённости Германии в европейскую энергетическую инфраструктуру углеродно-нейтральный водород станет значимым энергоносителем и по возможности будет использоваться в различных сферах в переходный период.

Водородные технологии не только открывают новые перспективы в области промышленности и политики, но и будут способствовать преодолению негативных последствий пандемии COVID-19 в германской и европейской экономике. Цель разработки и реализации Национальной водородной стратегии (НВС) – не упустить возникшие возможности.

Федеральное правительство и ранее осознавало перспективность водородных технологий. В 2006-2016 гг. в рамках национальной программы «Водородные технологии и топливные элементы» в качестве стимулирующего финансирования было выделено 700 млн евро. К 2026 году сумма выделенных средств возрастет до 1,4 млрд евро. Кроме того, Федеральное правительство за счёт средств программы «Энергетические исследования» создало первоклассную среду для научных изысканий. В 2020-2030 гг. средства Фонда энергетики и климата, финансирующего практикоориентированные исследования фундаментального характера, увеличатся на 310 млн евро. Федеральное правительство также намерено выделить на подобные исследования в области водородных технологий дополнительные 200 млн евро в период с 2020 по 2023 год.

Кроме того, будут функционировать «Экспериментальные лаборатории энергетического поворота», способствующие применению на практике разработанных исследователями технологий, в том числе водородных, в кратчайшие сроки. В 2020-2023 гг. правительство

⁶ Carbon capture and utilization – улавливание и использование углерода.

планирует выделить 600 млн евро на деятельность «экспериментальных лабораторий». В рамках национальной программы «Декарбонизация» будут предоставлены средства на развитие водородных технологий и применение водорода крупными промышленными предприятиями для декарбонизации производственного процесса. На эти цели в 2020-2030 гг. будет выделено более 1 млрд евро.

Разработаны программы стимулирования использования водорода в промышленном производстве и сырьевом секторе⁷. В интересах ускоренного развития рынка водородных технологий и установления международного сотрудничества в данной сфере 3 июня 2020 года Коалиционный комитет принял решение выделить на данные цели дополнительное финансирование в размере 7 млрд и 2 млрд евро соответственно. Окончательное решение по сумме государственных инвестиций на соответствующие программы будет принято на основе бюджетных смет ответственных министерств.

Ожидается, что в среднесрочной и долгосрочной перспективе спрос на водород значительно вырастет. Необходимо сделать следующий шаг и создать экономический импульс для ускоренного запуска рынка с целью повышения потенциала водородных технологий. Данная Стратегия создаёт общие рамки для осуществления частных инвестиций в процессы выгодного и устойчивого производства, транспортировки и использования водорода.

Поскольку потенциал страны в сфере возобновляемой энергетики ограничен, на сегодняшний день не представляется возможным обеспечить на территории Германии производство водорода в объёмах, которые, согласно прогнозам, необходимы для реализации политики энергетического поворота. Следовательно, Германия останется одним из крупнейших импортёров энергоносителей. По этой причине мы намерены укреплять и активизировать международное сотрудничество в области водородных технологий.

В последнее время тема водородных технологий активно обсуждается также на европейском и глобальном уровне. В 2018 году Федеральное правительство, Европейская комиссия и другие страны-члены ЕС приняли Европейскую водородную инициативу, а также признали водородные технологии и системы производственными цепочками стратегического значения. Федеральное правительство намерено использовать открывшиеся возможности и добиваться проведения амбициозной политики в области водородных технологий в соответствии с данной Стратегией.

Ответственность за исполнение представленных мероприятий возложена на соответствующие министерства. Финансирование будет предоставлено в соответствии с действующими бюджетными сметами и финансовым планом.

II. Национальная водородная стратегия: контрольные точки и глобальные цели

Принимая Национальную водородную стратегию, Федеральное правительство создаёт конкретные рамочные условия для производства, транспортировки, применения и дальнейшего использования водорода.

⁷ В Стратегии под сырьевым сектором подразумеваются предприятия сталелитейной и химической промышленности, а также действующие в сфере деревообработки.

Стратегия способствует инновационному развитию и активизации инвестиционной деятельности в соответствующих областях. Она определяет меры, необходимые для достижения национальных целей по борьбе с изменением климата, для создания новых производственных цепочек в германской экономике и для дальнейшего расширения кооперации в сфере энергетической политики. Исходя из этого, Стратегия устанавливает следующие цели.

Ответственность перед мировым сообществом

Федеральное правительство заявляет о своей приверженности цели исполнения национального вклада в снижение выбросов парниковых газов⁸ и осознаёт свою ответственность перед мировым сообществом. Расширение и развитие рынка сбыта водорода и водородных технологий в Германии может стать ключевым элементом борьбы с глобальным потеплением.

Превращение водорода в конкурентоспособный энергоноситель

На сегодняшний день производство и применение водорода нерентабельно.

В силу того, что ущерб, наносимый окружающей среде, не учитывается, значительно выгоднее использовать ископаемые энергоносители. Необходимо ускоренное снижение стоимости применения водородных технологий с целью сделать использование водорода экономически выгодным. Огромное значение имеет запуск рынка водорода (производство и применение водорода), что будет способствовать технологическому прогрессу и снижению издержек за счёт эффекта масштаба. Кроме того, запуск рынка позволит достичь объёмов производства водорода, необходимых на начальном этапе применения водородных технологий. Особое внимание будет уделяться тем сферам, в которых рентабельность применения водорода может быть достигнута быстрее, чем в других секторах, и которым менее свойственна зависимость от предшествующего развития⁹. Приоритетными также являются отрасли, в которых достижение углеродной нейтральности возможно исключительно посредством использования водорода, например, сталелитейная и химическая промышленность. Особого внимания заслуживают и определённые виды транспорта. В долгосрочной перспективе планируется применение водорода в теплоснабжении.

Развитие национального рынка водородных технологий.

Импорт водорода

Первый шаг к запуску рынка водорода – организация его внутреннего производства в промышленных масштабах и активное применение водородных технологий, то есть создание масштабного национального рынка водорода, которое станет сигналом к развитию водородных технологий за рубежом. Планируется стимулировать расширение рынка водородных технологий (в особенности в области разработки и применения электролизёров) в соответствии с принципами политики энергетического поворота.

По данным Федерального правительства, спрос на водород к 2030 году возрастет примерно до 90-110 ТВт. Для того, чтобы

⁸ Национальный вклад в снижение выбросов парниковых газов (англ. *Intended Nationally Determined Contributions*) – обязательства по снижению ВПГ, взятые страной в рамках Парижского соглашения.

⁹ Зависимость от траектории предшествующего развития (англ. *path dependence*) – то же, что «эффект колеи», инертность развития. Западные экономисты используют термин в контексте внедрения и совершенствования технологий.

частично обеспечить спрос на водород, к 2030 году в Германии необходимо создать производственные мощности суммарной производительностью до 5 ГВт, включая офшорные и наземные ветровые электростанции. Это позволит обеспечить производство водорода в объёме до 14 ТВт¹⁰, для чего потребуется 20 ТВт зелёной электроэнергии. Обусловленный применением электролизёров рост спроса на электричество не должен привести к увеличению выбросов CO₂. Федеральное правительство будет детально анализировать динамику и структуру спроса на зелёный водород в рамках мониторинга мероприятий Национальной водородной стратегии. Уже запланировано сооружение дополнительных 5 ГВт мощностей к 2035 году, а при менее благоприятной динамике к 2040 году.

Однако большая часть водорода, необходимого для обеспечения спроса, будет импортироваться, поскольку потенциал Германии в сфере производства зелёного топлива ограничен. В то же время в отдельных регионах ЕС значительное количество энергии получают из возобновляемых источников, что открывает возможности для производства зелёного водорода. Федеральное правительство проанализирует существующий потенциал и будет прилагать усилия к сооружению новых производственных мощностей. С этой целью будет расширено взаимодействие с остальными странами-членами ЕС, в особенности с государствами, расположенными на побережье Северного и Балтийского морей, а также с южноевропейскими странами. Одной из важнейших областей сотрудничества станет офшорная ветроэнергетика. Совместно с соседними прибалтийскими странами и странами региона Северного моря Федеральное правительство планирует ускоренными темпами развивать производство водорода посредством создания надёжной системы регулирования офшорной ветроэнергетикой. Правительство также стремится содействовать развитию производства водорода в других странах для создания благоприятных условий будущим немецким и зарубежным поставщикам, потребителям и инвесторам.

Необходимо совместно с заинтересованными странами-партнёрами принимать меры по привлечению инвестиций и стимулированию инновационного развития. Принятие НВС способствует созданию новых производственных мощностей и цепей поставок. Наши зарубежные партнёры получают доступ к соответствующим технологиям и адресным решениям. В Германии и странах-партнёрах будут созданы новые рабочие места, что является предпосылкой долгосрочного экономического роста.

План мероприятий НВС, принятый бюджет и финансовый план создают основу для ускоренного запуска рынка водородных технологий. Если спрос будет расти быстрее, чем предполагалось, то Стратегия будет скорректирована.

Водород как альтернативный энергоноситель

Водородные технологии и производимые с их помощью альтернативные энергоносители – неотъемлемая часть энергетического поворота, от которой во многом зависит его успех. В некоторых областях, например, в сфере воздушного и морского транспорта, переход

¹⁰ Прогнозная величина: 4 000 часов при полной загрузке и среднем КПД устройств для электролиза 70 %.

на использование электроэнергии связан с большими издержками. При этом полная замена традиционного топлива невозможна в таких сферах, как авиация (некоторые виды воздушного транспорта, используемые для грузоперевозок, военная авиация) и морские перевозки. По этой причине используемое сегодня ископаемое сырьё и энергоносители необходимо заменить топливом, производимым с помощью зелёной электроэнергии, например, керосином, изготовленным с применением технологий Power-to-X (PtX).

Водород как экологичное основное действующее вещество в промышленном производстве

Водород имеет важное значение для немецкой промышленности (химическая, производство стали). В ближайшие годы в Германии в промышленном секторе ежегодно будет использоваться 55 ТВт водорода, при этом на сегодняшний день производится он в основном из ископаемых энергоносителей. Промышленные предприятия по возможности необходимо перевести на использование зелёного водорода. Декарбонизация углеродоёмких промышленных производств должна быть ускорена посредством применения водорода и произведённой из водорода с использованием PtX-технологии продукции. Данные меры будут способствовать возникновению новых областей применения водорода и технологий PtX. По последним оценкам, для достижения углеродной нейтральности немецкой сталелитейной промышленности к 2050 году потребуется 80 ТВт водорода. Применение водородных технологий в процессе производства аммиака и продукции нефтехимии потребует производства дополнительных 22 ТВт водорода. Уровень спроса на него в немецкой промышленности уже сегодня достаточно велик, в перспективе он значительно вырастет. Всё это создает уникальные предпосылки для превращения немецкой промышленности в катализатор развития водородных технологий и мирового лидера в данной области.

Развитие транспортной и распределительной инфраструктуры

Импорт и расширение рынков сбыта водорода и его побочных продуктов предполагают развитие транспортной и распределительной инфраструктуры. Германия располагает развитой инфраструктурой для транспортировки энергетических газов: разветвлённой сетью газопроводов и соединёнными с ними хранилищами газа. Мы будем развивать транспортную и распределительную инфраструктуру, чтобы обеспечить надёжность поставок. Планируется сооружение новых объектов и расширение водородной инфраструктуры. Более того, Федеральное правительство планирует изучить правовые нормы регулирования и технологические условия для газовой инфраструктуры и скорректировать их в случае необходимости. Будут рассмотрены возможности использования для развития водородной инфраструктуры существующих магистральных газопроводов и связанных с ними объектов инфраструктуры, в настоящее время выведенных из эксплуатации (например, трубопроводы для транспортировки низкокалорийного газа¹¹), а также действующих или модернизированных объектов газовой инфраструктуры.

¹¹ Низкокалорийный газ – природный газ с менее высоким содержанием метана (от 80 до 87 %).

Стимулирование научных исследований и подготовка кадров

Научные исследования – стратегический элемент энергетической и промышленной политики. Прогресс в перспективной сфере водородных технологий может быть достигнут лишь при условии долгосрочного стимулирования научных исследований и инновационного развития на протяжении всей производственной цепочки, включая производство, хранение, транспортировку, распределение и использование водорода в процессе производства. К 2030 году водородные технологии должны применяться в промышленном масштабе. Чтобы обеспечить благоприятные стартовые условия для немецких предприятий и научно-исследовательских институтов, мы привлечём к работе и подготовим лучших представителей научного сообщества, талантливых молодых учёных и квалифицированных специалистов. Германия будет стремиться к тесному взаимодействию и обмену опытом с другими странами-лидерами в области передовых научных исследований. Федеральное правительство будет способствовать созданию новых научно-исследовательских институтов и центров, а также повышению потенциала в области профессиональной подготовки и научных исследований, особенно в регионах, столкнувшихся с неблагоприятными изменениями экономической конъюнктуры.

Адаптация к преобразованиям

Представители различных сфер вынуждены будут адаптироваться к изменениям, связанным с энергетическим переходом¹² и ростом доли возобновляемых источников энергии. Применение водорода в рамках энергетического поворота будет обсуждаться с представителями бизнеса, учёными и рядовыми гражданами. Мы будем принимать решения о внедрении новых технологий в тесном диалоге с общественностью и при необходимости окажем поддержку стейкхолдерам.

Укрепление позиций германской промышленности и обеспечение глобальной конкурентоспособности немецких компаний

Сегодня нам открывается возможность сыграть важную роль в развитии глобальной конкуренции и экспорта в сфере водородных и PtX-технологий. Международная кооперация и установление деловых связей с зарубежными компаниями в области водородной экономики будут не только способствовать ускоренному запуску национального рынка, но и укрепят позиции немецких компаний в этом перспективном направлении. Создание компонентов для производства, применения и транспортировки водорода послужит одним из стимулов развития региональной производственной цепочки и соответствующих предприятий. Все федеральные земли Германии должны получить выгоды от возникновения новых производственных цепочек. Это – одна из задач Федерального правительства. Запуск рынка водородных технологий также будет способствовать преодолению негативных последствий пандемии COVID-19 и обеспечит устойчивое развитие немецкой экономики.

¹² Энергетический переход – переход к использованию экологических источников энергии и трансформация мировых энергетических рынков.

Формирование глобального рынка водорода и международная кооперация

Поскольку в среднесрочной и долгосрочной перспективе Германия будет импортировать значительные объёмы водорода, в будущем необходимо обеспечить устойчивую систему поставок водорода и его побочных продуктов. Мы и другие страны-импортёры заинтересованы в формировании глобального рынка водорода в кратчайшие сроки. Многие страны – производители и экспортёры углеводородов – имеют также значительный потенциал развития возобновляемой энергетики, что открывает возможности перестроить существующие цепочки поставок с использованием зелёной энергии и водородных технологий и стать экспортёром водорода. Установление торговых отношений в данной области принесёт долгосрочные экономические выгоды. Однако для нас важно, чтобы водородное партнёрство не препятствовало развитию местного рынка и осуществлению энергетического перехода в странах-экспортёрах.

Возникновение международной торговли водородом и его синтетическими побочными продуктами приведёт не только к установлению новых торговых связей между Германией и ЕС, но и будет способствовать дальнейшей диверсификации энергоресурсов и логистических маршрутов, а также созданию новых логистических цепочек и повышению надёжности поставок. Международная торговля водородом и его побочными продуктами станет важнейшим экономико-геополитическим фактором. Страны должны будут пересмотреть свои стратегические цели и решения и не упустить возникшие возможности.

Перспективы международной кооперации

Сегодня водородные технологии вызывают живой интерес во всём мире. Германия выражает свою заинтересованность в развитии международного сотрудничества в данной области с целью достижения стремительного технологического прогресса. Сотрудничество с экспортёрами и другими странами-импортёрами – это существенный вклад в глобальную борьбу с изменением климата, в мировой экономический рост и повышение уровня жизни в развивающихся странах и регионах. Наибольший интерес с точки зрения возможностей запуска совместных и пилотных проектов представляют Прибалтика, регион Северного моря, Южная Европа, а также страны, с которыми налажено энергетическое сотрудничество, и государства, получающие помощь на цели официального содействия развитию.

Система контроля качества в области производства, транспортировки, хранения и применения водорода. Общественное доверие

Особые физические и химические свойства водорода требуют разработки конкретных стандартов в части оборудования для производства, транспортировки, хранения и применения водорода, что необходимо для дальнейшего развития технологий и мониторинга рынка. Ключевым элементом будущей измерительной инфраструктуры и системы контроля качества станут метрология и технологические основы обеспечения физико-химической безопасности. С этой целью требуется разработка научно обоснованных и законодательно закреплённых методов

измерений и критериев оценки, а также международных технических норм и стандартов. Все эти меры необходимы для обеспечения безопасности. Негативные примеры и несчастные случаи могут лишить политиков поддержки населения. Необходимо заслужить доверие потребителей.

Непрерывное совершенствование рамочных условий и постоянный мониторинг ситуации

Применение и совершенствование Национальной водородной стратегии – это непрерывный процесс. Мониторинг исполнения мероприятий и достижения целей Стратегии, а также её корректировку проводит новообразованный Комитет министров по вопросам водородной экономики. В него входят главы заинтересованных ведомств. Комитет министров будет осуществлять свою деятельность в тесном взаимодействии с Национальным водородным советом, состоящим из учёных, представителей бизнес-сообщества и граждан. Первые итоги реализации Стратегии будут подведены через три года. На их основе Федеральное правительство примет решение об обновлении Стратегии и о соответствующих мероприятиях.

**III. Водород.
Статус-кво, сферы преобразований и рынки будущего**

Статус-кво и перспективы применения водорода и его побочных продуктов

На сегодняшний день потребление водорода в Германии составляет около 55 ТВт. Основными потребителями являются сектор базовой химии (производство аммиака, метанола и т.д.) и нефтехимия (производство традиционного топлива). Большая часть используемого водорода – «серый» водород. Лишь 7 % спроса (3,85 ТВт) обеспечивается водородом, произведённым путём электролиза (хлор – щёлочь – электролиз). Поскольку в основном, особенно в нефтехимии, водород получают в качестве побочного продукта и его производство не является главной целью, невозможно обеспечить нынешний уровень спроса (55 ТВт) исключительно за счёт зелёного водорода.

В будущем стимулом к развитию водородного рынка в Германии и иных странах предположительно станет амбициозная климатическая политика и реализация соответствующих стратегий. С учётом положения Парижского соглашения и приверженности Федерального правительства цели достижения углеродной нейтральности к 2050 году ожидается возникновение нижеприведённых эффектов.

К 2030 году ускоренный запуск рынка водорода приведёт к первому скачку спроса в первую очередь в индустриальном секторе (химия, нефтехимия и сталелитейная промышленность) и в меньшей степени в сфере транспорта. По приблизительным подсчётам спрос на водород в промышленной сфере вырастет на 10 ТВт. Далее необходимо учесть возможность повышения интереса потребителей к автомобилям на водородных топливных элементах. Кроме того, возможно, водород начнут применять и в других сферах (например, в долгосрочной перспективе в теплоснабжении).

Достижение климатической нейтральности к 2030 году требует активного применения водородных технологий в Германии. Согласно различным исследованиям, рассматривающим все звенья энергосистемы, в случае сокращения выбросов парниковых газов на 95 % от уровня 1990 года в 2050 году ожидается рост спроса на энергоносители, использующие электрическую энергию, примерно до уровня от 110 (BMU Klimaschutzszenarien) до 380 ТВт (BDI Klimapfade). В долгосрочной перспективе предположительно будет расти спрос в секторе преобразования энергии. В будущем создание рамочных политических условий, особенно в отношении целей климатической политики и исполнения действующих стратегий, будет влиять на общую динамику спроса и потребления в отдельных отраслях.

Мы считаем приоритетными и стратегическими следующие рынки будущего.

Производство водорода

Экологически устойчивое внутреннее производство и применение водорода в промышленных масштабах, способствующее энергетическому переходу, иными словами, создание национального рынка водорода – это обязательное условие ускоренного запуска рынка и экспорта водородных технологий. Для обеспечения долгосрочного экономически выгодного и экологически устойчивого использования водорода необходимо постоянное увеличение мощностей ВИЭ (особенно ветровой и солнечной энергетики).

Промышленность

В некоторых отраслях преобразования не могут быть осуществлены посредством применения традиционных технологий. В данных сферах газообразное и жидкое топливо должно быть постепенно заменено альтернативными технологиями (сырьё, производственный процесс), позволяющими сократить или устранить выбросы CO₂. В долгосрочном периоде во многих производствах применение водорода и его побочных продуктов станет возможным. Прежде всего это относится к химической промышленности. В нефтехимии уже сегодня возможно заменить «серый» водород на зелёный, не перестраивая производственный процесс. Следующим шагом в случае необходимости может стать расширение и оптимизация уже существующей для обеспечения нужд химической промышленности инфраструктуры, например, сетей транспортировки водорода, с целью её использования другими отраслями промышленности, например, сталелитейной. В ближайшее время необходимо начать использование водородных технологий вместо углеродоёмкого доменного процесса для прямого восстановления железа в пилотных проектах в сталелитейной промышленности. Наша цель – направить инвестиционные потоки, существующие в сфере создания производственного оборудования в промышленных масштабах, в том числе на развитие климатически нейтральных технологий. В долгосрочной перспективе использование водорода поможет немецкой промышленности сохранить ведущие позиции.

Транспорт

В транспортной сфере существует множество скрытых возможностей для применения водорода. Производители автомобилей должны сделать ставку на использование передовых технологий, способствующих достижению целей климатической политики и энергетического перехода. Использование водорода и PtX-технологий возможно, когда использование электричества затруднено, например, в сфере военного транспорта, где необходимо обеспечить эксплуатационную совместимость с техникой партнёров по НАТО.

В долгосрочной перспективе спрос на углеродно-нейтральное топливо будет расти в области воздушного и морского транспорта, где могут применяться также водородные и PtX-технологии. В обеих сферах в целях декарбонизации необходимо использовать климатически нейтральные виды синтетического топлива. На воздушном транспорте, в прибрежном и речном судоходстве возможно применение водородных топливных элементов и аккумуляторных электроприводов, однако для этого необходимо дальнейшее развитие технологий.



Водородная станция в Германии

Во многих отраслях водородные топливные элементы могут использоваться наряду с аккумуляторными для сокращения выбросов парниковых газов, например, в сфере общественного транспорта (автобусы, поезда), частично на грузовом транспорте (грузовики), на коммерческом транспорте (техника, используемая в сельском и лесном хозяйстве) или в логистике (доставка, грузовые автомобили, такие, например, как вилочные погрузчики). Водород может использоваться и на легковом транспорте, что потребует расширения сети заправок.

Необходимо оказать эффективную адресную поддержку немецкой автомобильной промышленности и смежным производствам в период структурных преобразований. Следует повысить потенциал производства водородных автомобилей и промышленного оборудования в области водородных топливных элементов и вывести Германию в мировые лидеры за счёт снижения издержек, уменьшения массы и улучшения эксплуатационных характеристик.

Теплоснабжение

В долгосрочной перспективе в сфере теплоснабжения сохранится высокий спрос на газообразные энергоносители даже после достижения максимально возможного уровня энергоэффективности и электрификации в процессе выработки тепловой энергии и отопления зданий. В отдельных сегментах теплоснабжения водород может использоваться для уменьшения углеродного следа.

Совместный проект стран ЕС по развитию водородных технологий

Запуск национального рынка водородных технологий и создание глобального рынка водорода возможно исключительно в соответствии с принципами и нормами общего рынка ЕС. По мере развития рынка водорода в других странах Евросоюза, создание внутреннего рынка водорода в рамках интеграционного объединения будет приобретать всё большее значение. На территории Европейского союза, особенно в регионе Северного моря и в Южной Европе, существуют возможности для экономически выгодного развития фотовольтаики и ветровой энергетики, а значит и для производства зелёного водорода. Разветвлённая газотранспортная инфраструктура может служить основой для формирования системы транспортировки водорода.

Разработка европейского законодательства в сфере водородной экономики – важнейшая предпосылка создания европейского внутреннего рынка водорода. Решение ключевых проблем (например, производство и дистрибуция зелёного водорода) может быть найдено исключительно в рамках тесного взаимодействия всех членов ЕС. Сотрудничество со странами ЕС необходимо при разработке законодательных актов и условий инвестирования. Огромное значение имеет и обмен опытом. Необходимы создание конкретных экологических стандартов производства и транспортировки водорода, систематизация и классификация видов электрической энергии, водорода и его побочных продуктов. Если законодательные акты ЕС будут первыми в сфере водородной энергетики, то станут ориентиром для мирового сообщества. Необходимо совершенствование правового регулирования в сфере компенсации издержек использования водорода, например, для предприятий сталелитейной и химической промышленности.

Германия примет активное участие в развитии рынка водорода и в разработке экологических стандартов, используя свой опыт осуществления энергетического перехода. Ключевой задачей в рамках председательства Германии в Совете Европейского союза станет вопрос разработки правовых норм в области интегрированных энергетических систем и развития европейского рынка водорода. Федеральное правительство сделает всё возможное для включения важнейших положений данной стратегии в Водородную стратегию ЕС.

Международная торговля

В средне- и долгосрочной перспективе импорт зелёной энергии из третьих стран¹³ будет необходим для достижения Германией целей в области борьбы с изменением климата–2030 и для достижения климатической нейтральности к 2050 году. В связи с этим международная торговля водородом и его побочными продуктами становится

¹³ Из стран, не являющихся членами ЕС.

важнейшим экономическим и геополитическим фактором.

Взаимовыгодное сотрудничество с потенциальными поставщиками и импортёрами может стать стимулом для их активной вовлечённости в глобальную борьбу с изменением климата, ускорить прогресс в сфере водородных технологий и создать условия для устойчивого экономического роста и развития. Для расширения рынка возможно согласование высоких стандартов в области сертификации и экологической устойчивости производства водорода. Перспективным направлением является реализация пилотных поставок водорода и других проектов в рамках сотрудничества со странами, которым Германия оказывает помощь на цели официального содействия развитию и в рамках Международной климатической инициативы. Кроме того, могут появиться и другие варианты международной кооперации. Особую роль могут сыграть экспортёры энергоносителей, обладающие значительным потенциалом для производства водорода. Однако прежде всего необходимо убедиться, что в развивающихся странах экспорт водорода не станет причиной ухудшения энергетического баланса и притока инвестиций в углеводородный сектор. Осуществление поставок зелёного водорода наоборот должно способствовать развитию возобновляемой энергетики.

В области международной торговли водородом возникают сложные вопросы, которые политики должны решать своевременно. В то же время открываются новые возможности: трансформация внутреннего энергетического рынка ЕС, создание новых международных цепочек добавленной стоимости, возникновение новых областей для оказания помощи в целях развития странам, имеющим высокий потенциал для использования зелёной энергии в сфере PtX, а также для расширения взаимной торговли или установления торговых отношений с новыми странами-экспортёрами энергии.

Транспортная и распределительная инфраструктура Германии и зарубежных стран

Для осуществления импорта и расширения рынков сбыта водорода и его побочных продуктов необходимо наличие подходящей транспортной и распределительной инфраструктуры, в особенности сети магистральных трубопроводов. Германия обладает разветвлённой газотранспортной инфраструктурой и системой газовых хранилищ. В перспективе существующая газотранспортная инфраструктура будет частично использоваться для транспортировки водорода. В дальнейшем планируется создание специальных трубопроводов, по которым будут осуществляться его поставки.

С учётом географического положения Германии и её роли европейской страны-транзитёра подобные преобразования могут произойти лишь благодаря сотрудничеству с европейскими соседями и близлежащими третьими странами. Необходимо введение унифицированных стандартов качества и экологической устойчивости не только в области производства водорода, но и в сфере транспортировки и связанных с ней эмиссий парниковых газов. Кроме того, следует разработать соответствующую систему сертификации и лицензирования. Как и в других странах, в Германии потребители столкнутся с техническими трудностями, связанными с внедрением новых компонентов инфраструктуры,

нового оборудования и приборов. По этой причине подготовка к необходимому преобразованию («водородная готовность») и их инициирование должны осуществляться своевременно. Однако финансирование трансформационных процессов не должно приносить убытки, поэтому следует ориентироваться на уровень спроса, необходимый для достижения климатической нейтральности к 2050 году.

В сфере международной торговли стоит обратить внимание на способы транспортировки водорода с использованием побочных продуктов применения PtX-технологий или жидких органических носителей водорода. Безопасная транспортировка жидкого водорода, побочных продуктов применения PtL/PtG-технологий¹⁴ и жидких органических носителей водорода может с лёгкостью осуществляться на большие расстояния. Для этого могут использоваться существующие транспортные средства и инфраструктура, а также сооружаться новые (трубопроводы, танкеры для транспортировки метанола и аммиака). Проведение научных исследований может открыть новые возможности для производства и транспортировки зелёного водорода в промышленных масштабах (Shipping the sunshine). Международная торговля продукцией, произведённой с использованием PtX-технологий, и транспортировка водорода по трубопроводам дополняют друг друга. Важной задачей является достижение углеродной нейтральности при транспортировке водорода.

Научные исследования, профессиональная подготовка, инновационное развитие

Научные исследования – стратегический элемент энергетической и промышленной политики. Немецкие предприятия и научно-исследовательские институты являются лидерами в области водородных и PtX-технологий, не в последнюю очередь благодаря постоянной поддержке Федерального правительства. Государственная поддержка способствует созданию передового оборудования для научных исследований и исследовательской инфраструктуры, а также проведению передовых исследований по всему миру.



¹³ Power-to-Liquid (PtL) – производство жидкого топлива из водорода и CO₂, Power-to-Gas (PtG) – преобразование электрической энергии в химически связанную в виде газообразного вещества.

Приоритетным направлением является стимулирование научных исследований в области ключевых технологий и новых способов применения по всей производственной цепочке – от производства до хранения, от транспортировки и распределения до конечного использования. Обеспечив взаимодополняемость передовых фундаментальных и прикладных исследований, мы создадим возможности для развития приоритетных технологий, например, электролиза водорода, производства водорода с помощью биотехнологий, пиролиза метана («турецкий» водород), искусственного фотосинтеза и создания водородных топливных элементов. Необходимо учитывать специфику каждой отрасли (авиация и морской транспорт, промышленность) и использовать их взаимозависимость. В то же время мы будем изучать и другие возможности для получения водорода.

Инвестиции становятся инновациями. Необходимо тесное взаимодействие науки и бизнеса. Приоритетом является создание экспериментальных лабораторий энергетического поворота и реализация совместных проектов бизнес-сообщества и научных центров. Мы будем поощрять проведение прикладных исследований в области энергетики, которые позволят своевременно достичь поставленных целей.

В области предварительных, фундаментальных и прикладных исследований мы будем укреплять сотрудничество науки и бизнеса. Carbon2Chem, Copernikus и другие приоритетные проекты являются примерами успешного тесного взаимодействия между представителями передовой науки и инновационными компаниями. Мы планируем использовать полученный опыт для реализации имеющих экспортный потенциал водородных проектов, которые станут известны во всём мире. Исследования будут проводиться также и в области уменьшения углеродного следа при прямом восстановлении (металлизация железорудных материалов) в сталелитейной и химической промышленности.

Пришло время применить результаты научных изысканий на практике в масштабах промышленного производства. Сегодня это должно происходить намного быстрее, чем ранее. Экспериментальные лаборатории энергетического поворота станут новым способом привлечения инвестиций в энергетические исследования, что позволит более активно внедрять передовые технологии (прежде всего водородные), в промышленных масштабах в ключевых производствах. Национальная программа декарбонизации также поощряет использование инновационных технологий применения водорода в целях достижения климатической нейтральности.

Развитие водородных технологий требует преобразований также и в сфере профессионального образования. Существует необходимость подготовки квалифицированных специалистов с целью формирования водородной экономики как в Германии, так и в других странах. Мы будем искать новые пути взаимодействия науки и производства.

IV. Реализация Национальной водородной стратегии

Мониторинг реализации и корректировка Стратегии будут осуществляться в рамках гибкого и целенаправленного взаимодействия различных структур.

Комитет министров по вопросам водородной экономики будет курировать мероприятия Национальной водородной стратегии. В случае отставания от графика или неисполнения целей Стратегии комитет министров в сотрудничестве с Федеральным правительством должен незамедлительно принять меры для корректировки плана действий, чтобы Стратегия отражала реальную динамику развития рынка водорода и учитывала реальные возможности для достижения поставленных целей.

Федеральное правительство формирует Национальный водородный совет. В него войдут 26 ведущих экспертов – представителей бизнеса, науки и гражданского общества, не являющихся представителями публичной власти. Члены Национального водородного совета должны быть специалистами в области промышленного производства, научных исследований и инноваций, декарбонизации промышленности, транспорта, сооружения зданий и теплоснабжения, инфраструктуры, международного сотрудничества в области борьбы с изменением климата и устойчивого развития. Председатель Национального водородного совета избирается его членами на первом заседании.

Задача Национального водородного совета – вносить предложения и инициативно оказывать содействие Комитету министров в реализации и корректировке Стратегии. Деятельность Совета должна быть тесно связана с мероприятиями, реализуемыми заинтересованными министерствами. Комитет министров и Национальный водородный совет будут регулярно проводить совместные заседания с целью координации деятельности. Кроме того, ответственные за реализацию соответствующих мероприятий Стратегии представители министерств (например, руководители ответственных департаментов) могут присутствовать на заседаниях Совета. Присутствовать на заседаниях Совета также имеют право по два представителя от каждой федеральной земли. Заседания Национального водородного совета проводятся минимум два раза в год.

Уполномоченный представитель Министерства образования и науки по вопросам инновационного развития в области углеродно-нейтральных водородных технологий постоянно присутствует на заседаниях Комитета министров и Национального водородного совета. Он отвечает за политику министерства в области научных исследований и научного развития, а также за внедрение научных достижений в тесном взаимодействии с политиками, предпринимателями и учёными. Уполномоченный представитель доводит до сведения участников политического дискурса и публичных слушаний информацию об инновационных подходах в области научных исследований, курируемых министерством образования и науки, и открываемых ими перспективах.

Наряду с Национальным водородным советом Федеральное правительство формирует Координационный комитет по водородной экономике. По поручению Федерального правительства секретариат Координационного комитета оказывает содействие министерствам в процессе исполнения Стратегии, а также Национальному водородному совету в процессе формирования рекомендаций. Кроме того, Координационный комитет осуществляет мониторинг исполнения Национальной водородной стратегии. С этой целью организационная структура

Координационного комитета должна быть гибкой, что обеспечивается созданием тематических рабочих групп.

Ежегодный отчёт является основой для принятия рекомендаций и решений Национального водородного совета и комитета министров. Отчёт не только отражает ход реализации Стратегии и возникшие за отчётный период непредвиденные проблемы, но и содержит конкретные предложения. Особое внимание необходимо уделить европейскому и международному измерению. В отчёте отражаются показатели по соответствующим индикаторам в различных сферах (например, общая мощность установленных в Германии, ЕС и других перспективных регионах электролизёров, объёмы и способы применения водорода), а также даётся их оценка. Каждые три года на основе ежегодных отчётов будет составляться более подробный отчёт, содержащий предложения по пересмотру Стратегии и плана действий и дальнейшему развитию водородной экономики. Подобные меры обеспечат соответствие Стратегии сложившейся конъюнктуре и будут способствовать достижению поставленных целей.

Взаимодействие Федерального правительства и федеральных земель

Реализация и планирование мероприятий по созданию водородной экономики и обеспечению лидерства немецких предприятий на мировом рынке водородных технологий уже сегодня проводятся не только на федеральном уровне, но и на уровне федеральных земель. Тесное взаимодействие Федерального правительства и федеральных земель позволяет координировать их деятельность, создавать дополнительные выгоды от сотрудничества, преодолевать зависимость от ранее принятых решений, обеспечивать обмен опытом и определять дальнейшие направления развития. В ближайшее время Федеральное правительство предложит возможные форматы взаимодействия (например, совместные рабочие группы по водородной экономике) и обеспечит информирование ландтагов¹⁵ о деятельности Национального водородного совета. Существующие каналы взаимодействия, инициативы и рабочие группы по водородным технологиям могут послужить основой новой системы координирования.

V. План действий. Необходимые шаги на пути к успешной реализации Национальной водородной стратегии

План действий по реализации Национальной водородной стратегии создаёт условия для осуществления частных инвестиций в экономически выгодные и устойчивые производство, транспортировку и использование водорода. Новые инвестиционные потоки могут способствовать преодолению последствий пандемии COVID-19 и восстановлению германской и европейской экономики. Федеральное правительство разработало пакет мер на период до 2023 года (I этап), необходимых для ускоренного запуска рынка водорода. Ответственными за реализацию мероприятий и их финансирование в соответствии с действующими бюджетными сметами и финансовым планом являются соответствующие министерства. Межсекторальные мероприятия

¹⁵ Ландтаг – представительный законодательный орган в немецких федеральных землях.

требуют системного подхода: динамика спроса и предложения будет рассматриваться как единое целое.

Мероприятия, представленные в Плате действий, разработаны для первого этапа реализации Национальной водородной стратегии, то есть на период до 2023 года. В этот период ожидается запуск и формирование эффективно функционирующего национального водородного рынка. В то же время необходимо уделить внимание научным исследованиям и разработкам и международным аспектам. Второй этап (с 2024 года) – укрепление национального рынка, использование преимуществ возникновения европейского и глобального рынков. Непрерывное развитие – неотъемлемая часть Национальной водородной стратегии.



ОТ РЕДАКЦИИ.

Далее в Национальной водородной стратегии Германии перечисляются 38 мероприятий, призванных воплотить в жизнь намеченные планы по созданию в стране нейтральной для климата экономики. Германия ставит перед собой амбициозную цель по сокращению выбросов парниковых газов. Водороду, на который планируется перевести не только транспорт, но и металлургию с нефтехимической промышленностью, в этих мероприятиях отводится центральная роль.

В частности, большое место отводится международному нормативно-правовому регулированию (Мероприятия 1, 13, 30), партнёрству и кооперации (Мероприятия 34-38), использованию водорода на различных видах транспорта (Мероприятия 5, 6, 8, 9, 27, 28), применению водорода в химической и сталелитейной промышленности, в транспортной логистике, а также других отраслях (Мероприятия 5, 17, 18), топливным элементам (Мероприятие 27). Большое значение отводится научным исследованиям, образованию и инновациям (Мероприятия 23-26).

Правда, стратегия признает, что Германия не сможет обеспечить свои потребности в водороде самостоятельно, и ей придётся импортировать либо электроэнергию для производства зелёного водорода, либо исходные продукты. И 2 млрд евро, выделенные на развитие международного сотрудничества, пойдут в первую очередь на пилотные проекты солнечной энергетики для производства зелёного водорода в третьих странах. Все это говорит о том, что Федеральное правительство страны всерьёз намерено развивать национальную водородную энергетику.



Конструктивные особенности, безопасность и эффективность эксплуатации наземных транспортных средств при работе на СПГ

В. И. Ерохов,

профессор Московского политехнического университета (Московский Политех), д.т.н.

Приведены термодинамические показатели сжиженного природного газа (СПГ). Представлена кривая кипения (конденсации) метана. Показаны конструктивные и функциональные особенности современного газобаллонного автомобиля для работы на СПГ. Рассмотрены особенности конструкции и принцип действия систем питания и основных компонентов для работы на СПГ. Представлена общая технология использования СПГ в качестве моторного топлива. Приведены физико-химические и моторные характеристики СПГ. Изложены эксплуатационно-технические характеристики автомобилей для работы на СПГ. Обобщена оценка технической эффективности систем питания транспортных средств на СПГ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

сжиженный природный газ, термодинамические показатели, конструктивные особенности газовой аппаратуры, система и блок управления, криогенный баллон, эффективность применения СПГ.

Во многих странах разработаны и реализуются национальные программы применения альтернативных видов топлива (АТ). СПГ представляет собой криогенную жидкость, являющуюся смесью углеводородов ряда $C_1...C_{10}$ и азота с преобладающей долей метана (85...99 %). Его получают из ПГ методом глубокого охлаждения до криогенных температур в диапазоне минус 161,2...82,4 °С [1, 2].

СПГ используют в качестве моторного топлива для наземных транспортных средств (ТС), а также для энергетических установок промышленного и коммунально-бытового назначения. Производство и потребление СПГ с 1970 года превратилось в динамично развивающийся мировой рынок углеводородов.

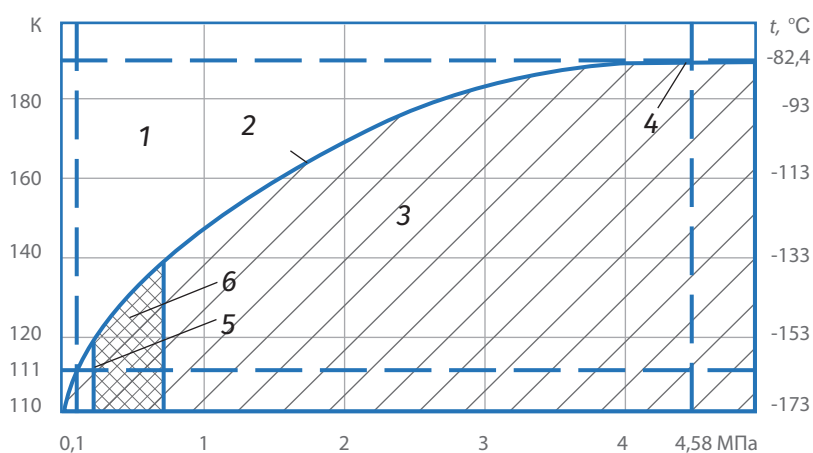
Ведущее место в национальной энергетической программе у нас занимают компримированный природный газ (КПГ) и СПГ, основу которых составляет метан.

В Российской Федерации разработкой криогенных бортовых топливных систем на СПГ занимается ОАО «НПО «Гелиймаш» (ранее занимались компания ООО «НПФ «ЭКИП», ОАО «Криогенмаш»). В основу технических решений криогенных систем положены термодинамические свойства СПГ.

Отечественной практикой накоплен достаточный опыт создания и эксплуатации ГБА для работы на СПГ [3-5]. Например, в ПАО «КАМАЗ» разработан модельный ряд грузовых автомобилей, спецтехники и автобусов нового поколения для работы на СПГ.

Охлаждённый до криогенных температур природный газ переходит в сжиженное состояние. Неодорированный СПГ представляет собой криогенную жидкость без цвета и запаха, кипящую при атмосферном давлении при температуре $-161,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. При попадании на незащищённые участки тела человека СПГ быстро испаряется и вызывает значительное обморожение кожи [6]. Хранение и транспортировка СПГ осуществляются в сосудах в температурном диапазоне $120\dots 140\text{ K}$, которому соответствует диапазон давлений $0,2\dots 0,6\text{ МПа}$. Низкое, по сравнению с КПГ, давление хранения позволяет значительно снизить массу сосудов. В рабочем диапазоне плотность жидкой фазы составляет от 412 до 380 кг/м^3 .

Кривая кипения (конденсации) сжиженного метана приведена на рис. 1.



- 1 – газообразное состояние; 2 – граничные условия; 3 – жидкая фаза;
- 4 – критическая точка СПГ; 5 – точка кипения СПГ;
- 6 – параметры рабочего диапазона баллона

Отношение объёмов жидкости и газа называют коэффициентом регазификации и для СПГ принимают равным 600.

Использование СПГ сопровождается необходимостью его перевода из сжиженного состояния в газообразное для дальнейшей подачи в ДВС. По мере поступления СПГ в испаритель теплота от охлаждающей жидкости превращает его в пар и нагревает до заданных параметров.

В области температур и давлений, лежащих правее и ниже кривой 1, метан находится в жидком состоянии. Границы в этой области определяют диапазон 5 возможных условий получения и хранения жидкого метана в баллоне. При температуре 111 K величина избыточного давления КПГ составляет $0,1\text{ МПа}$. При достижении критической температуры, равной 191 K , величина давления КПГ в дальнейшем остаётся неизменной.

Охлаждённый до температуры 111 K жидкий метан уменьшается в объёме в 600 раз, что является одним из основных преимуществ криогенной технологии производства и хранения СПГ.

Температура кипения СПГ при атмосферном давлении составляет $-161,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Критические параметры СПГ соответствуют температуре $-82,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлению $4,58\text{ МПа}$.

РИС. 1

Кривая кипения (конденсации) метана

Современные технологии малотоннажного производства СПГ основаны на глубоком понижении температуры ПГ в процессе его дросселирования и не требуют потребления значительной электроэнергии.

Физико-химические и моторные свойства СПГ приведены в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1

Физико-химические
и моторные свойства СПГ
[6]

Параметр	Значение
Содержание метана, % объёмн.	98,0
Температура кипения, °С	-161,7 °С при 101,3 кПа
Плотность СПГ, кг/м ³	420 при 101,3 кПа
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	35,2 при 0 °С и 101,3 кПа
Минимальная температура воспламенения газовой смеси, °С (К)	557 (830)
Сжиженный объём СПГ уменьшается, раз	600
Средние показатели ОЧ, ед.	105...107
Пределы воспламенения при регазификации, % объёмн.	4...16
Максимальное допустимое содержание примесей, % объёмн.	СО – 0,01; H ₂ S – 0,0005; H ₂ O – 0,0001

При переводе СПГ в газообразное состояние (газификация) его свойства соответствуют свойствам природного газа по ГОСТ 5542–87 [7].

Пожаровзрывоопасная концентрация газифицированного СПГ в воздухе при 0 °С и 0,1013 МПа составляет от 5 до 15 %. Минимальная температура воспламенения смеси воздуха с газифицированным СПГ в зависимости от его состава составляет 450...600 °С. По основным характеристикам СПГ представляет собой моторное топливо с гарантированными энергетическими параметрами.

Теплотворная способность КПГ составляет 48,39 МДж/кг, а плотность при нормальных условиях равна 0,676 кг/м³.

Технологический процесс производства СПГ предусматривает удаление из природного газа нежелательных примесей, а затем его сжижение и охлаждение до криогенных температур.

Изменение термодинамических параметров СПГ в зависимости от температуры показано на рис. 2.

Плотность СПГ, зависящая от его компонентного состава и давления, находится в диапазоне 370...430 кг/м³. Для расчётов среднее значение принимают 390 кг/м³.

Эффективность регазификации СПГ в значительной степени зависит от параметров испарителя-газификатора СПГ. Общая тепловая нагрузка испарителя может быть представлена зависимостью

$$Q_{\text{исп}} = G_{\text{СПГ}} \Delta h, \text{ Вт}, \quad (1)$$

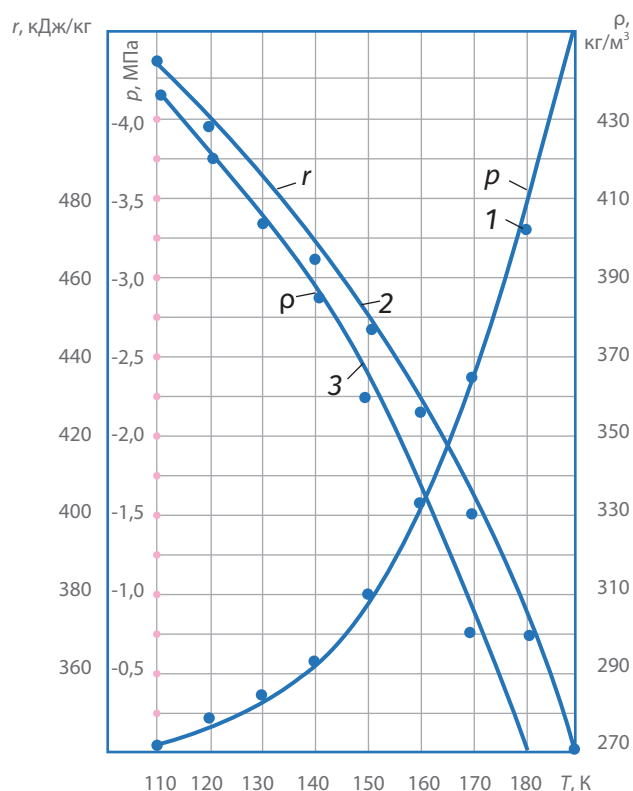


РИС. 2

Зависимость параметров СПГ от температуры окружающей среды

1 - давление p ; 2 - теплота парообразования r ; 3 - плотность газа ρ [7]

где $Q_{исп}$ – тепловая нагрузка, Вт; $G_{СПГ}$ – максимальный расход СПГ газового двигателя, кг/с; Δh – разность энтальпий, характеризующая преобразование энергии в теплоту, кДж/кг.

Расход подогревающей жидкости (антифриз) испарителя СПГ может быть представлен зависимостью

$$G_{ож} = Q_{ож} / (\delta_{ож} c_p), \text{ кг/с}, \quad (2)$$

где $Q_{ож}$ – тепловая нагрузка испарителя, Вт; $\delta_{ож}$ – расход охлаждающей жидкости (антифриз), кг/с; c_p – теплоёмкость, Дж/(кг·К).

По степени воздействия на организм человека пары СПГ относят к веществам 4-го класса опасности. СПГ нетоксичен и неагрессивен. Накопление паров СПГ вызывает кислородную недостаточность и удушье. Содержание кислорода в воздухе рабочей зоны должно быть не менее 19 %. Концентрационные пределы воспламенения (по метану) в смеси с воздухом в объёмных процентах составляют: нижний – 4,4; верхний – 17,0; температура самовоспламенения – 537 °С.

Технология сжижения ПГ является взрывопожароопасным производством и требует соблюдения общих правил техники безопасности и пожарной безопасности для взрывопожароопасных производств, а также норм и правил, связанных с особенностями хранения, транспортировки и применения СПГ.

Соотношение расхода топлива в газообразном ($\text{м}^3/100 \text{ км}$) и жидком ($\text{л}/100 \text{ км}$) состоянии может быть представлено зависимостью

$$Q_{ж} = (\rho_{г} \cdot Q_{г}) / \rho_{ж}, \quad (3)$$

где $Q_{ж}$ – расход топлива в жидком состоянии, л/100 км; $Q_{г}$ – расход топлива в газообразном состоянии, м³/100 км; $\rho_{г}$ – плотность метана при стандартных условиях по ГОСТ 30319.1–96 (0,66), кг/м³; $\rho_{ж}$ – плотность метана в жидком состоянии по ТУ 51-03-03–85 (0,43 кг/л). $Q_{ж}=1,54 \cdot Q_{г}$.

Количество холода при газификации СПГ зависит от теплоты испарения и нагрева газа:

$$Q_{\Sigma} = Q_{исп} + Q_{наг}, \quad (4)$$

где Q_{Σ} – суммарная холодопроизводительность; $Q_{исп}$ – теплота испарения; $Q_{наг}$ – теплота нагрева СПГ.

Теплоту испарения СПГ при расчётах принимают равной $Q_{исп}=514$ кДж/кг.

Теплота нагрева СПГ может быть представлена зависимостью

$$Q_{наг} = mC_p(T_{исп} - T_{кв}), \quad (5)$$

где m – масса газифицированного СПГ; C_p – теплоёмкость СПГ 2,26 кДж/(К·кг); $T_{исп}$ – теплота испарения 113 К; $T_{кв}$ – температура охлаждающего воздуха из окружающей среды.

По мере повышения температуры происходит уменьшение удельного веса компонентов из-за теплового расширения (увеличение объёма).

Для получения гарантированных эксплуатационных качеств наземных ТС в систему топливоподачи вводят температурную коррекцию. Величина давления насыщенных паров метана существенно изменяется во всём диапазоне температур 111...190,55 К.

Давление насыщенных паров газа при критической температуре, равной 190,55 К, называют критическим параметром ($p_{кр}$). При температуре выше критической жидкая фаза может находиться только в газообразном состоянии независимо от величины внешнего давления.

Метан при критической температуре при любом давлении будет находиться только в газообразном состоянии. При охлаждении до температуры ниже 199,5 К метан можно перевести при давлении 4,6 МПа в жидкое состояние. По мере снижения температуры газа по сравнению с критической ПГ переходит в сжиженное состояние при меньшем давлении. При охлаждении газа до температуры 111 К метан переходит в жидкое состояние уже при атмосферном давлении (см. рис. 1, незатрихованная область).

Природный газ, кроме метана, содержит тяжёлые углеводороды, азот, диоксид углерода, водяные пары, серосодержащие соединения и инертные газы. В технологическом блоке газ проходит тонкую очистку от примеси влаги и углекислоты.

Природный газ используют в качестве моторного топлива в сжатом (компримированный) газообразном и жидком состояниях. При нормальных условиях ПГ не может быть получен в жидком состоянии. Для сжижения необходимо его глубокое охлаждение, сопровождающееся энергетическими затратами. СПГ имеет высокую объёмную концентрацию энергии [8].

Разработанные наземные транспортные средства удовлетворяют современным топливно-энергетическим и экологическим требованиям.

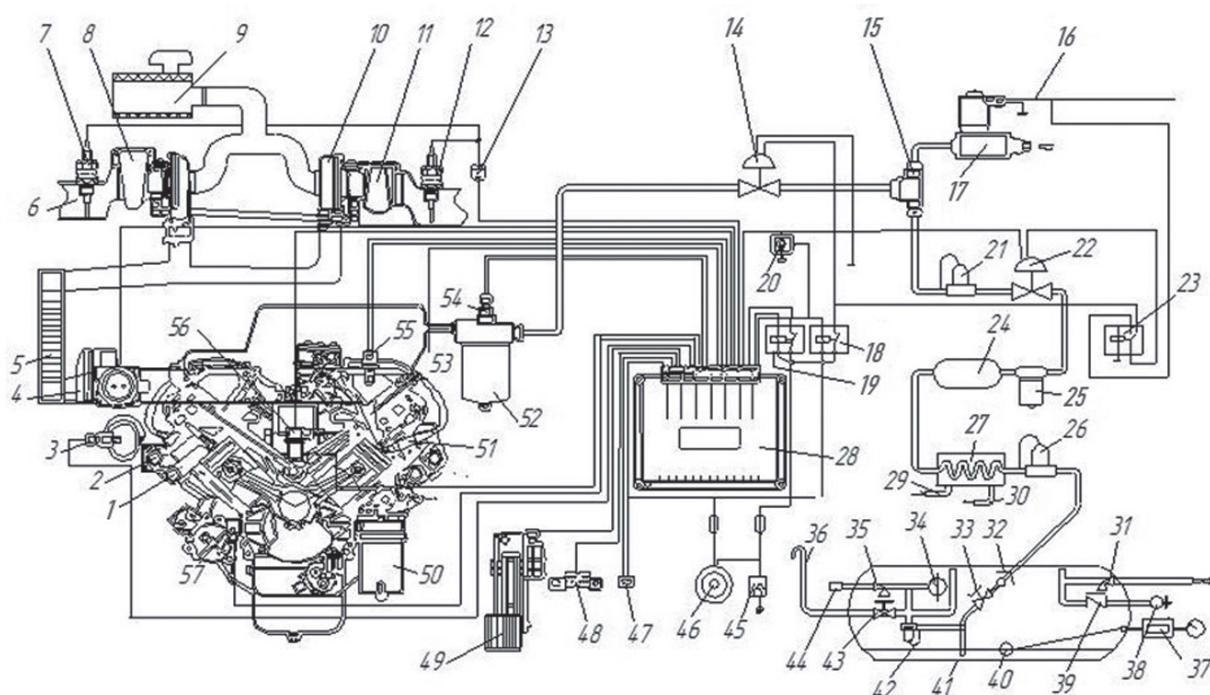


РИС. 3

Система питания и управления газового двигателя семейства КАМАЗ

1 – выпускной канал; 2 – впускной канал; 3 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 4 – блок дроссельной заслонки; 5 – охладитель наддувочного воздуха (ОНВ); 6 – выпускной трубопровод; 7, 12 – датчик температуры ОГ; 8, 11 – турбина; 9 – воздушный фильтр; 10 – турбокомпрессор (ТРК); 13 – электрический разъём; 14 – автоматический клапан; 15 – тройник; 16 – сигнальный провод ЭМК; 17 – ЭМК подогревателя; 18 – топливное реле XS12; 19 – главное реле XS11; 20 – выключатель ЭМК; 21 – газовый редуктор; 22 – автоматический клапан; 23 – реле топливной системы пуска; 24 – газовый ресивер КПГ; 25 – газовый фильтр; 26 – регулятор избыточного давления; 27 – испаритель СПГ; 28 – ЭБУ; 29 – штуцер подачи ОЖ; 30 – штуцер отвода ОЖ; 31 – первый предохранительный клапан; 32 – скоростной клапан (контроля перерасхода); 33 – регулятор давления; 34 – датчик давления топливного бака; 35 – второй предохранительный клапан; 36 – дренажное соединение; 37 – электронный манометр; 38 – заправочное устройство; 39 – выключатель питания АКБ; 40 – поплавок; 41 – баллон СПГ; 42 – регулятор давления; 43 – парозаправочный клапан; 44 – штуцер; 45 – выключатель питания АКБ; 46 – замок зажигания; 47 – лампа диагностики; 48 – колодка диагностики; 49 – модуль педали управления; 50 – масляный фильтр; 51 – свеча зажигания; 52 – газовый фильтр; 53 – газовая форсунка; 54 – датчик температуры и давления газа; 55 – датчик температуры и давления воздуха; 56 – датчик фазы; 57 – датчик частоты вращения КВ (синхронизации)

Принципиальная схема системы питания и управления газовым двигателем с принудительным воспламенением 8 VЧН (12/13) для работы на сжиженном природном газе приведена на рис. 3.

Газобаллонная установка автомобилей семейства КАМАЗ содержит криогенный баллон, размещённый в защитном кожухе на раме автомобиля, заправочное устройство 38, магистральный трубопровод с регулятором 33 высокого давления, газовый ресивер 24 с фильтром 25 высокого давления, газовым редуктор 21, сообщённый через тройник 15 и автоматический клапан 14 с газовым фильтром 52, а также функциональные элементы дозирования газа.

Естественная испаряемость газа из баллона из-за постоянного притока теплоты извне не должна превышать 4 % в сутки. Комплект оборудования СПГ включает систему внутреннего или внешнего наддува баллона.

Газовый редуктор 21 снижает давление в редукторе до 0,8 МПа для подачи в систему двигателя. Для компенсации охлаждающего эффекта расширяющегося газа редуктор 21 получает тепловую энергию от охлаждающей жидкости двигателя.

Газовый фильтр 25 грубой очистки газа позволяет удалять влагу из КПП. Предохранительный клапан, установленный на газовом редукторе 21, обеспечивает снижение давления газа при замене фильтра.

Система подачи наддувочного воздуха содержит воздушный фильтр 9, впускной трубопровод с размещённым в нём нагнетательным компрессором 10 ТРК. Датчики давления и температуры наддувочного воздуха обеспечивают измерение давления и температуры во впускном трубопроводе.

Блок 4 дроссельной заслонки (модель Siemens ETC5) объединяет в одном корпусе дроссельную заслонку, шаговый электродвигатель, редуктор привода заслонки и датчики положения заслонки, связанные электрической цепью с ЭБУ 28 двигателя. Блок 4 ДЗ сообщён с охладителем 5 наддувочного воздуха (ОНВ). При отключении электрического питания ДЗ устанавливается в положение около 3 % от полного её закрытия.

В режиме работы на газе ЭМФ получают управление от ЭБУ 28 двигателя при помощи электрических сигналов с широтно-импульсной модуляцией. Информация датчиков поступает в ЭБУ и преобразуется в управляющие сигналы для воздушной заслонки, газовых форсунок и катушек искровой системы зажигания. ЭБУ 28 включает главное реле 19 при включении замка зажигания. При включении реле подаётся напряжение на цепи питания ЭБУ, функциональные датчики и часть исполнительных устройств. Выключение реле обеспечивает ЭБУ 28 после выключения замка зажигания 46 с задержкой 10...20 с.

Топливное реле 18 включается ЭБУ 28 при появлении сигнала датчика 57 частоты вращения КВ. Через реле напряжение подаётся на обмотки отсечных ЭМК. Лампа диагностики 47 предназначена для информирования об обнаруженных ЭБУ неисправностях и расположена на панели приборов. При включении зажигания лампа 47 загорается на короткое время и гаснет.

Датчик 57 частоты вращения КВ (синхронизации) обеспечивает согласование работы ЭМФ с фазами открытия и закрытия впускных клапанов. Расстояние от торца датчика до зубчатого венца составляет 0,5...1,0 мм. Сигнал датчика 57 используется для определения частоты вращения КВ и положения в ВМТ первого цилиндра.

Датчик фазы 56 обеспечивает согласование работы форсунок и катушек зажигания с фазами открытия и закрытия впускных клапанов. Датчики температуры ОГ 7 и 12 размещены в приёмных патрубках выпускного трубопровода вблизи корпусов турбин. В качестве датчиков используют термопары.

Датчик 3 температуры охлаждающей жидкости корректирует продолжительность открытого состояния газовых форсунок.

Электромагнитные газовые форсунки 53 по сигналам ЭБУ 28 открывают каналы выхода газа во впускной трубопровод. Количество дозируемого газа определяется длительностью импульса и величиной давления газа в газовой распределительной магистрали. При пуске двигателя газовая форсунка 53 работает в синхронном режиме, длительность импульса

определяется ЭБУ в зависимости от температуры двигателя. В этом режиме ЭБУ использует информацию от датчика температуры (для определения длительности импульса) и датчика положения КВ (для определения частоты импульсов и их синхронизации с работой цилиндров).

В рабочем режиме ЭБУ 28 через электрические цепи связан с внешними параметрами и функциональными датчиками. ЭМК по сигналам ЭБУ 28 открывает каналы выхода газа к газовой форсунке 53. В зависимости от частоты вращения КВ и давления во впускном трубопроводе ЭБУ рассчитывает продолжительность открытия газовой форсунки 53, которая обеспечивает впрыскивание заданного количества газа во впускной канал головки цилиндра в область впускного клапана.

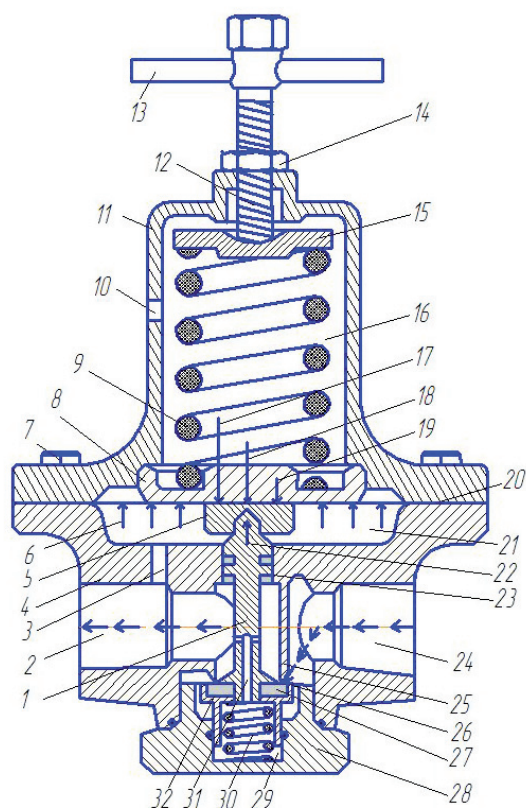
Система управления двигателя содержит карту впрыскивания топлива и зажигания. Трёхмерная таблица, хранящаяся в памяти ЭБУ, содержит оптимальные значения длительности впрыскивания топлива в зависимости от скорости и нагрузки двигателя.

Отсутствие напряжения на обмотке характеризует закрытое состояние дозатора. Сопротивление обмотки дозатора $11 \pm 0,5$ Ом. Оба контакта обмотки дозатора изолированы от его корпуса.

В каждый цилиндр двигателя индивидуально в строго определённой пропорции в зависимости от нагрузки, состояния двигателя

РИС. 4

Принцип работы
одноступенчатого
редуктора высокого
давления при подаче СПГ



- 1 – подвижный шток; 2 – выходной канал подачи газа; 3 – соединительный канал; 4 – корпус РВД; 5 – опора штока; 6 – выходное давление газа на мембрану; 7 – болт крепления; 8 – жёсткий центр; 9 – регулирующая пружина; 10 – балансировочный канал; 11 – крышка редуктора; 12 – регулировочный винт; 13 – рукоятка; 14 – контргайка; 15 – опора пружины; 16 – атмосферная полость; 17 – гравитационное давление опоры пружины; 18 – усилие регулирующей пружины; 19 – атмосферное давление; 20 – мембрана; 21 – выходная полость; 22 – равнодействующее усилие компонентов штока; 23 – уплотнение; 24 – входной канал подачи газа; 25 – седло; 26 – дозирующий зазор; 27 – уплотнение; 28 – колпачковая гайка; 29 – полость; 30 – редуцирующая пружина штока; 31 – балансировочный канал штока; 32 – корпус клапана

и окружающей среды точно в определённое время на свечу подается искровой разряд заданной длительности и мощности.

Принцип работы одноступенчатого редуктора высокого давления при подаче СПГ приведён на рис. 4.

Редуктор высокого давления (РВД) содержит корпус 4, с размещённой в нём редуцирующей системой, и крышку корпуса 11, с размещённой в ней системой регулирования давления газа, разделённые мембраной 20.

Редуцирующая система РВД включает подвижный шток 1 с балансировочным каналом 31 штока, седло 25, уплотнение 27 и редуцирующую пружину 30.

Регулирующая система снабжена подвижной мембраной 20, нагруженной через жёсткий центр 8 регулирующей задающей пружины 9, и регулировочным винтом 12, воздействующим на пружину через опору 15. Балансировочный канал 10 обеспечивает в полости крышки атмосферное давление.

Редуктор содержит редуцирующий клапан с уплотнителем 27, нагруженным редуцирующей пружины 30 подвижного штока 1, жёстко связанного с опорой мембраны 20, регулирующую пружину 9 с жёстким центром 8 и регулировочным винтом 12. При полной разгрузке задающей пружины 9 (с помощью регулировочного винта 12) редуцирующий клапан 32 под действием пружины 30 перекроет седло 25.

Нарушение баланса расхода и поступления газа в камере рабочего давления сопровождается изменением в ней давления. В результате действия системы регулирования рабочее давление восстанавливается до заданного. При уменьшении расхода топлива или увеличении его входного давления в полость поступает газа больше, чем выходит его из редуктора, давление газа в ней увеличивается. При этом мембрана 20 поднимается, и зазор между седлом 25 и клапаном уменьшается. В результате газа в выходной канал 2 поступает меньше, и рабочее давление газа восстанавливается.

При увеличении расхода газа или уменьшении его давления на входе в редуктор происходят обратные явления. Такое выполнение РВД обеспечивает постоянное рабочее давление при любом нарушении режима его работы.

При полной разгрузке регулирующей пружины 9 (с помощью регулировочного винта 12) редуцирующий клапан под действием пружины перекрывает дозирующий зазор 26, образующийся между седлом 25 и клапаном. В результате эффекта дросселирования давление газа снизится до рабочего.

$$F_{\text{пр}} + F_{\text{гд}} + F_{\text{ат}} = F_{\text{вых}} + F_{\text{шт}}, \quad (6)$$

где $F_{\text{пр}}$ – усилие регулирующей пружины 9; $F_{\text{гд}}$ – гравитационное давление 17 опоры пружины; $F_{\text{ат}}$ – атмосферное давление 19 в атмосферной полости 16; $F_{\text{вых}}$ – выходное давление 6 в выходной полости 21; $F_{\text{шт}}$ – равнодействующее усилие 22 компонентов штока.

Модуль педали управления газобаллонного автомобиля приведён [9, 10] на рис. 5.

Модуль педали управления содержит педаль (пластину) 3, датчик промежуточного и полного её положения, размещённые на печатной

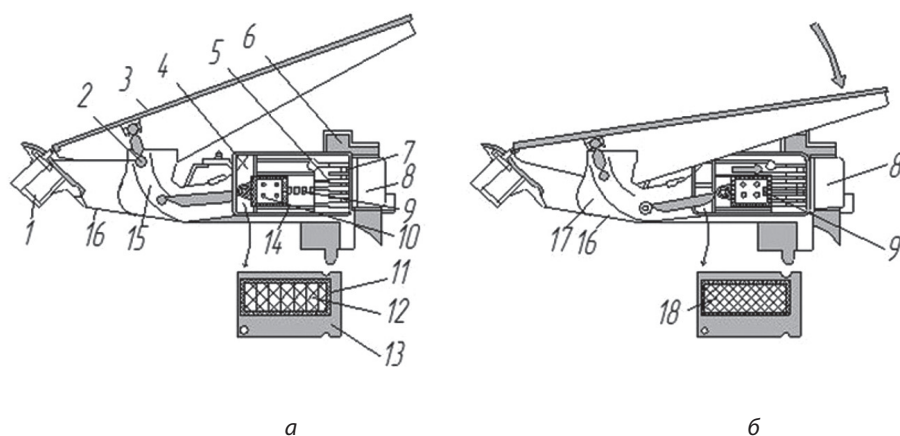


РИС. 5
Модуль педали
управления

а – исходное положение; *б* – при перемещении педали; 1 – опора модуля; 2 – шарнир; 3 – педаль (пластина); 4 – печатная плата; 5 – электрическая цепь; 6 – корпус; 7 – электрическая цепь; 8 – электронный блок-схема; 9 – промежуточные электрические контакты; 10 – задающая металлическая пластина; 11 – катушка возбуждения; 12 – приёмные катушки; 13 – печатная плата (в сборе); 14 – направляющая; 15 – механический привод; 16 – основание; 17 – предохранительная крышка корпуса; 18 – область приёмных катушек

плате 13, и механическую систему, преобразующую перемещение педали в поступательное движение задающей металлической пластины 10.

Каждый датчик содержит катушку возбуждения 11 и три приёмных катушки 12, электронные элементы регулирования и обработки сигналов. Задающим элементом служит подвижная металлическая пластина, размещённая на минимальном расстоянии от печатной платы.

Педальный модуль включает два независимых датчика положения педали. На основании показаний датчика производится расчёт заданного положения дроссельной заслонки, а также осуществляется переход в режимы поддержания заданной частоты вращения холостого хода и торможения двигателем [9-11].

Педали управления содержат электронную схему, размещённую на металлической пластине, и катушки возбуждения.

На электронную схему модуля педали дросселя подают питание напряжением 5 В, используемое для создания переменного тока высокой частоты, питающего катушки возбуждения. Катушки возбуждения создают переменное магнитное поле, действующее на подвижную металлическую пластину, вокруг которой создаётся собственное магнитное поле, воздействующее на приёмные катушки, генерируя в них переменные токи для выработки выходного сигнала датчика. Индуцируемое каждой катушкой напряжение зависит от положения относительно неё металлической пластины.

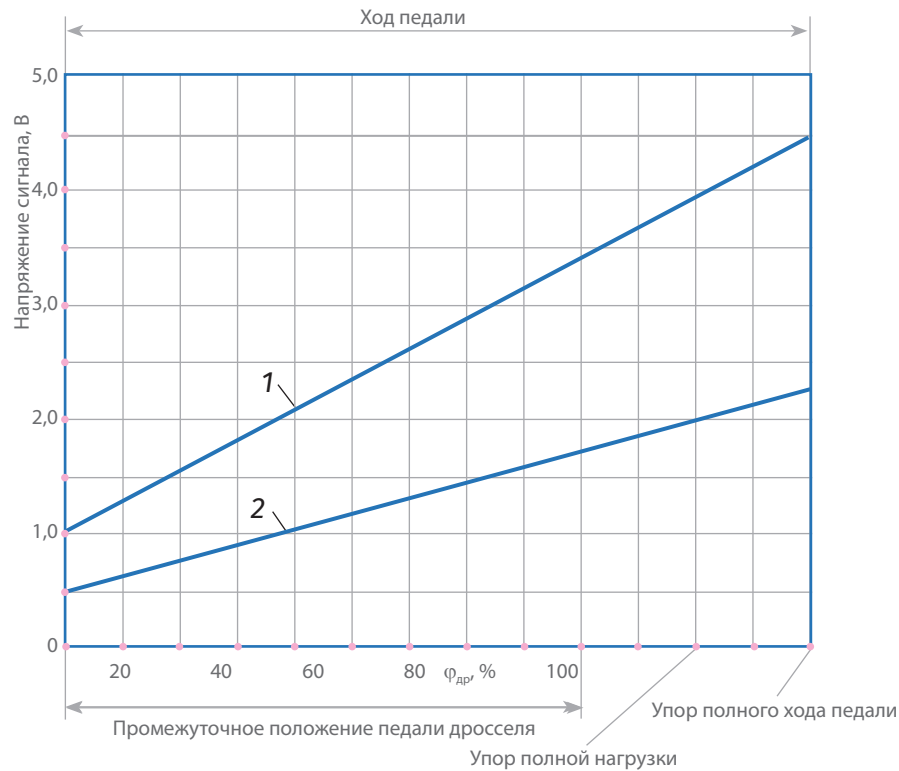
В электронной схеме индуцируемые тремя катушками переменные токи выпрямляются и усиливаются, а их напряжения соотносятся друг с другом. После обработки получают сигнал, напряжение которого линейно изменяется по ходу педали.

Характеристика датчика положения педали управления приведена на рис. 6.

В исходном положении педали управления перекрытие катушек наименьшее, поэтому напряжение индуцируемого тока минимальное. При полностью нажатой педали перекрытие катушек подвижной

РИС. 6

Характеристика датчика положения педали управления:
 1 – основной датчик;
 2 – промежуточный датчик



пластиной максимальное, поэтому напряжение индуцируемого тока принимает наибольшее значение.

В электрической схеме переменный ток трёх катушек выпрямляется и усиливается, после обработки получают сигнал, напряжение которого линейно изменяется по ходу педали. Этот сигнал направляется на вход ЭБУ.

Величина напряжения на концах дополнительного датчика равна половине напряжения основного потенциометра. Датчик выдаёт два независимых сигнала, которые используются для поиска неисправностей.

В современных системах управления действие водителя при нажатии на педаль дросселя в виде управляющих входных сигналов передаётся в ЭБУ от датчика положения педали дросселя. Датчик регистрирует ход педали и посылает электрический сигнал в ЭБУ двигателя.

Существуют модификации педальных модулей с «параллельными» (при нажатии на педаль выходное напряжение обоих датчиков увеличивается) и «встречными» (при нажатии на педаль выходное напряжение одного датчика увеличивается, а другого уменьшается) датчиками. Установленный на автомобиле педальный модуль должен соответствовать записанному в память электронного блока управления программному обеспечению. При нажатии на педаль управления диагностируется неисправность «рассогласование датчиков педали», и двигатель работает только в режиме минимальной частоты вращения КВ холостого хода.

Общий вид испарителя СПГ приведён на рис. 7.

Направление потока охлаждающего компонента должно совпадать с направлением потока СПГ. Испаритель может быть установлен горизонтально или вертикально. При горизонтальной установке фитинги охладителя должны быть направлены вверх вертикально для предотвращения попадания воздуха. Масса испарителя-газификатора составляет около 4,0 кг.

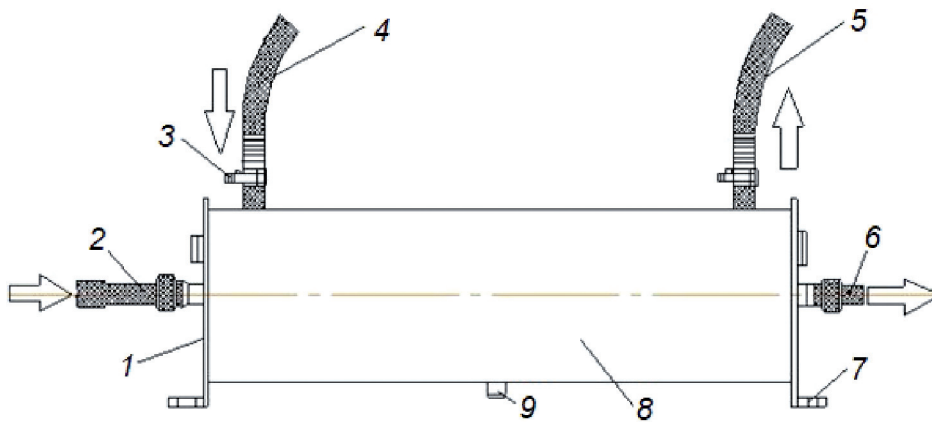


РИС. 7

Общий вид испарителя СПГ

1 – днище испарителя; 2 – штуцер входа газа; 3 – крепление; 4 – шланг подачи охлаждающей жидкости; 5 – шланг отвода охлаждающей жидкости; 6 – штуцер отвода газа; 7 – опора; 8 – корпус; 9 – сливной штуцер

Условия режима работы испарителя СПГ автомобилей семейства КАМАЗ представлены на рис. 8.

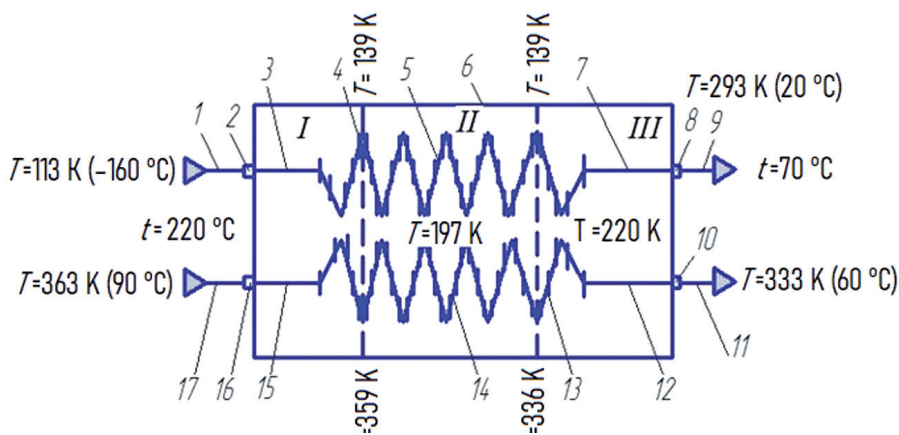


РИС. 8

Условия режима работы испарителя СПГ

I – полость жидкого ПГ; II – полость кипения ПГ; III – полость нагрева паров ПГ;
 1 – трубопровод подачи СПГ; 2 – входной штуцер; 3 – входной участок нагрева СПГ; 4, 13 – рёбра;
 5 – испарительный участок кипения СПГ; 6 – корпус; 7 – выходной участок нагрева паров СПГ;
 8 – выходной штуцер; 9 – выходной трубопровод ПГ; 10 – выходной штуцер ОЖ;
 11 – выходной трубопровод ОЖ; 12 – выходной участок ОЖ; 14 – испарительный участок ОЖ;
 15 – входной участок ОЖ; 16 – входной штуцер ОЖ; 17 – входной трубопровод ОЖ

Испаритель СПГ представляет собой теплообменный аппарат, содержащий корпус 6 с характерными функциональными полостями I, II и III, входной трубопровод 1 подачи газа с рёбрами 4 и входной трубопровод 17 подачи ОЖ. Теплообменный аппарат криогенной установки снабжён витыми трубами, оребрёнными проволокой. В трубопровод теплообменника поступает жидкий природный газ, нагреваемый теплотой системы охлаждения газового двигателя. Горячая жидкость (антифриз) проходит в межтрубном пространстве, омывая трубки.

Испаритель располагается между баком и двигателем и превращает СПГ в равномерно тёплый газ. Он соединён с охлаждающим компонентом для двигателя, который проходит через него и по катушке испарителя. По мере того, как СПГ поступает в испаритель, тепло от охлаждающего компонента превращается в пар и нагревает СПГ. После этого парообразное топливо может поступать в двигатель.

Испаритель содержит витые медные оребренные трубопроводы для подачи СПГ и охлаждающей жидкости двигателя [12].

Трубопровод 1 подачи СПГ содержит входной участок 3 нагрева СПГ, испарительный 5 участок СПГ и выходной 7 участок нагрева СПГ. Трубопровод 17 подачи ОЖ содержит входной 15, испарительный 14 и выходной 12 участки. В испарителе СПГ подогревается теплотой системы охлаждения двигателя в межтрубном пространстве.

Поверхность испарителя, необходимая для испарения 1 кг СПГ, может быть определена из уравнения теплового баланса

$$Q_o G_T = kF \Delta t, \quad (7)$$

где Q_o – теплота, необходимая для полного испарения 1 кг СПГ и нагрева его паров до заданной температуры; G_T – массовый расход СПГ двигателем, кг/ч; k – коэффициент теплопередачи впускного трубопровода, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$; F – поверхность испарения, м^2 ; Δt – средний температурный напор, то есть разность температур между обеими разделительными стенками испарителя.

В полости I на участке 3 СПГ нагревается до температуры кипения $T=138,7 \text{ К}$ ($-134,3 \text{ °C}$), далее в полости II происходит кипение, и пары выходящего из испарителя природного газа нагреваются до температуры $T=293 \text{ К}$ (полость III).

Выбор геометрических параметров испарителя СПГ включает ряд взаимосвязанных этапов. Максимальный расход газа (с запасом 20 %) для газового двигателя КАМАЗ мощностью 221 кВт: $G_{\text{СПГ}}=100 \text{ Нм}^3/\text{ч}=0,0186 \text{ кг/с}$.

Общая тепловая нагрузка испарителя может быть представлена зависимостью

$$Q_{\text{СПГ}} = G_{\text{СПГ}} \cdot \Delta h \text{ Вт}, \quad (8)$$

где $Q_{\text{СПГ}}$ – тепловая нагрузка, Вт; $G_{\text{СПГ}}$ – максимальный расход СПГ; Δh – разность энтальпий, кДж/кг.

Расход подогревающей жидкости (антифриз) испарителя может быть представлен зависимостью

$$G_{\text{ОЖ}} = \frac{Q_{\text{ОЖ}}}{q_{\text{ОЖ}} c_p}, \quad (9)$$

где $Q_{\text{ОЖ}}$ – тепловая нагрузка испарителя, Вт; $q_{\text{ОЖ}}$ – расход охлаждающей жидкости (антифриз), кг/с; c_p – теплоёмкость, Дж/(кг·К).

Общая тепловая нагрузка теплообменника составляет $Q_{\text{СПГ}}=16,542 \text{ кВт}$. Расход охлаждающей жидкости (антифриз) составляет $G_{\text{ОЖ}}=0,208 \text{ кг/с}$.

Принципиальная схема системы хранения и подачи СПГ с испарителем и средствами приведена на рис. 9.

Автомобильный баллон для СПГ состоит из внутреннего и наружного корпусов, работающих соответственно под давлением и разрежением. Внутренний корпус используют для хранения СПГ, он покрыт термоизоляционным материалом. Наружный корпус обеспечивает его защиту от нагрузок, связанных с транспортировкой СПГ. В пространстве между

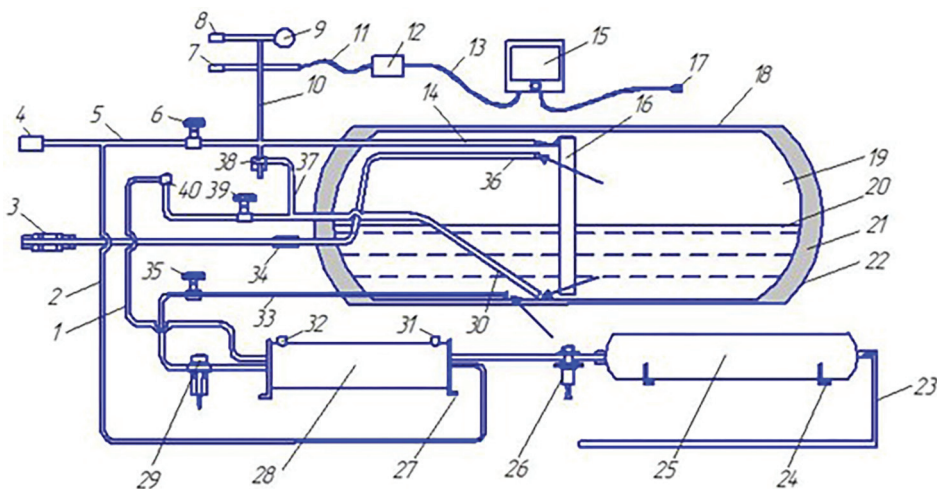


РИС. 9

Принципиальная схема системы хранения и подачи СПГ

1 – трубопровод подачи жидкой фазы СПГ; 2 – трубопровод подачи паровой фазы; 3 – заправочное устройство СПГ; 4 – штуцер паровой фазы; 5 – трубопровод паровой фазы; 6 – вентиль сброса паровой фазы; 7 – второй предохранительный клапан; 8 – первый предохранительный клапан; 9 – манометр; 10 – трубопровод вентиляции баллона; 11, 13 – электрическая цепь; 12, 17 – электрический разъём; 14 – трубопровод сброса давления; 15 – преобразователь указателя уровня жидкости; 16 – разделительная перегородка; 18 – газовый баллон; 19 – паровая фаза; 20 – жидкая фаза; 21 – наружное пространство; 22 – наружный корпус; 23, 37 – трубопровод; 24 – кронштейн крепления ресивера; 25 – ресивер; 26 – регулятор давления; 27 – кронштейн крепления испарителя; 28 – испаритель СПГ; 29 – регулятор давления; 30 – заборный трубопровод жидкой фазы; 31 – выходной штуцер подачи ОЖ; 32 – входной штуцер подачи ОЖ; 33 – трубопровод подогрева СПГ; 34 – обратный клапан; 35 – ручной регулировочный вентиль; 36 – трубопровод заправки; 38 – регулятор давления; 39 – ручной рабочий вентиль; 40 – обводной клапан

внутренним и внешним корпусами обеспечивается разряжение (вакуум) [8].

Внутренний корпус предохраняется от избыточного давления двумя предохранительными клапанами. Первый предохранительный клапан 8 обеспечивает защиту криогенного бака от повышения давления свыше 1,6 МПа, возникающего при повышении температуры при естественном нагреве внутреннего корпуса, повреждении изоляции, из-за возникновения разгерметизации или пожара во внутреннем корпусе, а второй клапан 7 обеспечивает защиту баллона от повышения давления свыше 2,4 МПа в случае неисправности первичного предохранительного клапана.

Наружный корпус 22 защищён от перегрузок аварийным клапаном. При утечке СПГ из внутреннего корпуса в наружный корпус аварийный клапан откроется и безопасно стравит избыточное давление. В случае внешней разгерметизации пространства между корпусами и потери вакуума на наружном корпусе появится нехарактерная влага или изморозь. Все элементы специального оборудования располагаются с одной стороны баллона и защищены от повреждения защитным кожухом.

Коэффициент заполнения составляет 90 %. Система оборудована устройством защиты от переполнения. Обратный клапан 34 в заборном трубопроводе пропускает СПГ в одном направлении и предотвращает движение газа из баллона.

Хранение и транспортировка СПГ осуществляется в сосудах в температурном диапазоне 120...140 К, которому соответствует диапазон давлений 0,2...0,6 МПа.

Низкое, по сравнению с КПГ, давление хранения СПГ позволяет значительно снизить массу сосудов. Ресивер 25 обеспечивает стабилизацию потока испарившейся газовой фазы СПГ перед подачей его в двигатель и обеспечивает гарантированный запас топлива при запуске автомобиля в холодный период времени (перед пуском двигателя запускается газовый подогреватель).

Криогенный газовый баллон 18 и его элементы соответствуют правилам № 110 ООН [13].

Минимальный объём парового пространства составляет 10 % вместимости резервуара. Внутренний корпус изготавливают из алюминия, титана или хладостойкой коррозионностойкой стали. При изготовлении внутреннего корпуса из титана упрощается задача поддержания необходимого вакуума в теплоизолирующем пространстве, так как титан обладает свойством к адсорбции газа из вакуумного объёма. Для уменьшения притока теплоты внутренний сосуд закрепляют на цапфах или растяжках из стеклопластика. Наружный корпус изготавливают из алюминия или углеродистой стали.

Выносное заправочное устройство 3 обеспечивает заправку СПГ. Штуцер 4 паровой фазы используют для отвода газообразной фазы. Преобразователь указателя 15 СПГ используют для преобразования сигнала датчика уровня жидкости.

Регулятор давления 26 обеспечивает постоянное давления в баллоне 18. Обводной клапан 40 предотвращает выброс жидкости при разрушении трубопровода подачи газа. Регулятор давления 38 поддерживает постоянное давление в баллоне. Вентиль 6 (механический) сброса избыточного газа используют для стравливания давления в баллоне. Рабочий вентиль (ручной) 39 предназначен для подачи жидкой фазы СПГ. Регулировочный вентиль (ручной) 35 используют для регулировки подачи жидкой фазы СПГ. Обратный клапан 34 предотвращает обратный поток СПГ от испарителя в баллоне при заправке СПГ.

Газовый баллон 18 обеспечивает хранение и подачу СПГ в систему его испарения. Испаритель СПГ 28 используют для преобразования СПГ в КПГ. Для контроля давления в баллоне 18 используют манометр 9 прямого действия.

Теплота из окружающей среды, вызывающая подогрев и испарение жидкости, передаётся за счёт теплопроводности изоляции и тепловых мостов, а также теплового излучения.

При транспортировке СПГ его объём из-за толчков, торможения и прочих механических воздействий на ёмкость начинает колебаться и на его поверхности образуются волны. Наличие теплопритока из окружающей среды и вынужденных колебаний жидкости приводит к её интенсивному испарению. Для исключения указанного явления в ёмкости применяют вертикальную перегородку 16, сглаживающую колебания нижней несущей части рамы или подрамника.

Основными типами теплоизоляции в автомобильной криогенной технике являются экранно-вакуумная (ЭВТИ), вакуумно-порошковая (ВПИ) и теплоизоляция на базе вспененного пенополиуретана (ППУ).

В зависимости от типа теплоизолирующего материала (экранный-вакуумная, вакуумно-порошковая или пенная изоляция) автомобильные баллоны различают с низким ($110 \dots 1,0$ Па), средним ($1 \dots 10^{-2}$ Па) и высоким ($10^{-2} \dots 10^{-5}$ Па) вакуумированием. Вакуум обеспечивают путём откачки объёма при помощи насоса из межстенного пространства баллона. Естественная испаряемость газа из баллона из-за постоянного притока теплоты извне не должна превышать 4 % в сутки.

При порошковой теплоизоляции и теплоизоляции из вспененных материалов допускается применение в баллонах низкого вакуума, а при экранной изоляции – высокого. В качестве порошковой изоляции применяют смесь, состоящую из 50 % аэрогеля и 50 % перлита.

При использовании экранно-вакуумной изоляции на автомобильных баллонах потери на испарение составляют около 3 % в сутки. При порошковой изоляции тепловые потери возрастают до 4 % и более. У баллонов с теплоизоляцией из вспененных материалов потери на испарение составляют 5...6 % и более, их используют в качестве автомобильных баллонов с суточным расходом запаса топлива для городских автобусов.

Срок службы криогенного баллона составляет не менее 15 лет.

Теплота в изоляционных материалах переносится газом, заполняющим пустоты между частицами материала. Перенос тепла в вакуумно-порошковой изоляции осуществляется теплопроводностью газа, порошка и излучением. Первым признаком утечки СПГ является обмерзание места утечки и конденсация влаги в воздухе, создающая видимый туман. Преобладающим при переносе тепла через вакуумно-порошковую изоляцию является тепловое излучение. Повышение эффективности изоляции может быть достигнуто экранированием теплового излучения в вакуумированных порошках.

В штатном режиме работы давление паровой фазы поддерживают при помощи экономайзера, обеспечивающего подачу газа из резервуара как сжиженного, так и его паровой фазы при давлении 0,72 МПа. При давлении ниже 0,72 МПа используют только СПГ. При этом сохраняется давление в резервуаре, достаточное для подачи топлива. Как только давление паров превысит 1,6 МПа, часть паров топлива удаляется в атмосферу через первичный предохранительный клапан и вентиляционную трубку.

СПГ и его пары выходят из резервуара через клапан, ограничивающий расход, и протекают через испаритель, который использует тепло от охлаждающей жидкости двигателя для испарения СПГ. Из испарителя газ проходит через блокирующий клапан.

Затем давление газа снижается при помощи регулятора давления (0,8 МПа), и он подаётся к отсечному клапану по трубопроводу из нержавеющей стали.

Вентиляционный трубопровод 10 обеспечивает удаление газа с помощью первого предохранительного клапана 8 (давление 1,6 МПа) или вентиляционного клапана с ручным управлением, если в баллоне СПГ не предусмотрено улавливание отходящих газа.

Топливопровод, идущий от баллона к электромагнитному клапану, защищён от повреждения с помощью перепускного клапана на давление 2,4 МПа. Данный клапан стравливает давление, возникающее в

топливопроводе в результате испарения сжиженного газа, когда перекрыты оба клапана – ручной отсечной и электромагнитный.

Комплект оборудования СПГ включает систему внутреннего или внешнего наддува баллона, испаритель 28 СПГ, получающий теплоту из системы охлаждения двигателя.

Для охлаждения СПГ до температуры окружающей среды он проходит два круга нагрева.

Первый круг нагрева СПГ предусматривает отбор жидкой фазы заборным трубопроводом 30 со дна криогенного баллона 18, прохождение его самотёком в испаритель 28, в котором газ взаимодействует с охлаждающей жидкостью, расширяется и поступает обратно по трубопроводу в криогенный баллон, создавая давление внутри него.

Во втором круге газ из газовой подушки повторно по трубопроводу самотёком идёт в теплообменник, в котором подогревается до температуры окружающей среды, и поступает в баллон – место демпферного накопления сжатого природного газа. Из ресивера газ также самотёком и под давлением поступает в редуктор, который понижает давление до 0,8 МПа, необходимое для впрыска в цилиндры.

Если СПГ не одорирован, то в отсеке с баком необходима установка специальной индикаторной системы определения утечек. Она должна быть оснащена звуковым сигнализатором, срабатывающим при концентрации газа не более 20 % от нижнего предела воспламеняемости. Срок хранения сжиженного газа в топливном баке должен составлять не менее 72 час.

Окончание в следующем номере.

Использованные источники

1. Григорьев Е.Г., Колубаев Б.Д., Ерохов В.И. Газобаллонные автомобили. – М.: Машиностроение, 1989. – 216 с.
2. Отчёт НИР. Разработка теоретических основ создания экологически чистых и безопасных городских автомобилей. Раздел 1. Теоретические основы проектирования криогенной системы хранения топлива на борту автомобиля. ВКГ ОКП:14340 № Гос. Рег. 01.2003.11032. Ерохов В.И., Карунин А.Л. и др. – М., 2003. – 107 с.
3. Интернет-страница <http://kamaz.ru/ru/vehicle/restyling/dumper/>
4. Малюга А.Г., Хафизов Р.Х. ОАО «КАМАЗ»: решение проблем экологии больших городов России // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 6 (18). – С. 19-21.
5. Автомобили КАМАЗ 65115, 65116 с газовым двигателем. 65115-39020001 РТ. Ответственный редактор Валеев Д.Х. – 2010 г. – 79 с.
6. ГОСТ Р 56021-2014. Газ горючий природный сжиженный. Топливо для двигателей внутреннего сгорания и энергетических установок. Технические условия.
7. Загорудченко В.А. Теплотехнические свойства газообразного жидкого метана. – М.: Изд-во стандартов, 1969.
8. Ерохов В.И. Газобаллонные автомобили (конструкция, расчёт, диагностика). Учеб. для вузов. – М: Горячая линия –Телеком, 2016. – 598 с.
9. Газобаллонная установка на сжиженном газе BiFuel. Service Training VSQ.
10. Программа самообучения 427. «VOLKSWAGEN Group Academy». http://jetta-club.org/uploads/SSP_rus_427_dreysteija.Pdf2009. – 59 с.
11. Двигатели на природном газе с блоком управления EGCA. Электрооборудование. Фирма MAN Truck Bus Aktiengesellschaft, 2011. – 166 с.
12. Красникова О.К. Витые теплообменные аппараты криогенных и теплоэнергетических установок. – М.: Колос С, 2008. – 176 с.
13. Правила ЕЭК ООН № 110 «Оснащение транспортных средств системами питания на компримированном и сжиженном природном газе».
14. Электронный ресурс. Volvo Diesel CGN Training (Rus)//
15. Двухтопливная система Genesis EdgeDual-Fuel на грузовых автомобилях Volvo (Classic) FM 460/FH460. Система Genesis Edge Dual-Fuel. – С. 1-44.
16. Ерохов В.И. Токсичность современных автомобилей. Методы и средства снижения вредных выбросов в атмосферу. Учебник. – М.: ФОРУМ, 2016. – 458 с.



Анализ рисков при производстве конструкционных материалов технологического оборудования АГЗС

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

В.В. Гаращенко, магистрант
Московского автомобильно-
дорожного государственного
технического университета
(МАДИ),

**Навал Кишор Шарма Пранав Кумар
(Индия),** магистрант
Московского автомобильно-
дорожного государственного
технического университета
(МАДИ)

Рассмотрены методы расчёта и нормирования допустимого риска возникновения коррозии трубопроводов при производстве конструкционных материалов для технологического оборудования автомобильных газозаправочных станций комплексным методом: экспертным методом анализируется влияние конструктивных решений, применение более стойких к коррозии конструкционных материалов. Это позволяет прогнозировать длительность эксплуатации трубопроводов с учётом риска выхода их из строя из-за коррозии. Анализ матрицы риска позволил выявить ключевые факторы и построить математическую модель, чтобы исключить ситуацию возникновения риска значительного уровня в результате суммирования рисков в процессе производства.

Введение

Всем известно, что автомобильная газозаправочная станция (АГЗС) – это комплекс оборудования и технологических трубопроводов (ТП) для заправки баллонов сжиженным нефтяным газом. Автомобильный транспорт всегда связан с рисками, а когда к этому ещё добавляется риск, которому подвержены все автомобильные газозаправочные станции, то эффект от перевода транспорта на альтернативные виды топлива резко падает. Коррозионные повреждения трубопроводов на АГЗС, кроме прочего, приводят к значительным экологическим, финансовым и другим убыткам и могут сопровождаться угрозами не только окружающей среде, но и жизни человека через загрязнения подземных вод и почв близлежащих территорий.

Целью настоящих исследований являются определение причин появления коррозии технологических трубопроводов АГЗС, выявление рисков её возникновения, качественная и количественная оценка этих рисков на стадии проектирования для их комплексного снижения на всех стадиях жизненного цикла АГЗС.

Проблемы коррозии трубопроводов и способы её предотвращения

Проблема коррозии как процесса разрушения металлических конструкций под влиянием агрессивной среды заключается в значительном возрастании риска увеличения её скорости под действием

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

стойкость стали против коррозии, автогазозаправочные станции, технологические трубопроводы, метод оценки рисков, оценка остаточного ресурса.

различных факторов. Внутренними факторами являются: наличие неоднородности (в том числе структурной), неравномерное распределение деформированных зон (например, местного наклёпа), местные напряжения или дефекты поверхности металла. Среди внешних – воздействие агрессивной среды при подземной прокладке, периодичность увлажнения, наличие пучений грунтов, влияние блуждающих токов.

Существующие методики оценки риска образования утечек из ТП и резервуаров, как правило, весьма сложны как в выявлении степени влияния каждого фактора, так и в реализации матричного метода вычисления его количественной оценки. Это требует комплексного подхода в решении проблемы коррозии подземных частей трубопроводов на АГЗС. Но до сих пор такие комплексные методы не дают ощутимого результата в приросте межремонтных сроков эксплуатации АГЗС, который сильно варьируется и составляет 8...25 лет. При длительной эксплуатации трубопроводов, защищенных только изоляционным покрытием, возникают сквозные коррозионные повреждения уже через 5...8 лет после укладки ТП в грунт вследствие почвенной коррозии. Изоляция со временем теряет прочностные свойства, и в её трещинах начинаются интенсивные процессы электрохимической коррозии.

Многообразие видов коррозии трубопроводов, рассмотренное в таких работах, как, например, [1], требует не только специальных методов обнаружения её наличия при экспертизе промышленной безопасности (ПБ), но и имеет разные параметры вероятности возникновения, обнаружения и защиты, а значит и оценки рисков. Кроме того, как правило, одна публикация посвящена исследованию только одного вида коррозии и не затрагивает многофакторности воздействий и всего многообразия причин их возникновения на конкретном объекте. Проблема предотвращения коррозии наиболее актуальна для нефтяной и газовой промышленности, так как наносит экономический и экологический ущерб и даже сопровождается человеческими жертвами. Поэтому необходимо пересмотреть существующую систему проектирования, диагностирования и эксплуатационной экспертизы, включая коррозионный мониторинг, создание оборудования в коррозионностойком исполнении и поддержание его надёжности при эксплуатации.

Анализ проведённых нами в 2018 году экспертиз нескольких объектов в Москве и Санкт-Петербурге показал, что периодическое освидетельствование таких опасных производственных объектов как газопроводы с их опробованием/опрессовкой пробным давлением [2] не может гарантировать последующий безопасный период эксплуатации. Речь идёт о надземных и подземных участках газопроводов среднего давления, которые относятся к третьему классу опасности согласно ФЗ-116. При этом требования актуального для проведения экспертизы промышленной безопасности этих объектов ФНиП «Правила безопасности автогазозаправочных станций газомоторного топлива» и Технический регламент «О безопасности сетей газораспределения и газопотребления» предписывают обязательную оценку остаточного ресурса таких трубопроводов на основе их фактического технического состояния. При этом эксперты вынуждены ограничиваться лишь визуальным контролем наличия или отсутствия коррозии и результатами ультразвукового исследования (УЗ) фактической толщины стенки

трубопровода, полагаясь на автоматическую систему катодной защиты, сравнивая её с допустимой величиной остаточной толщины стенки по п. 4.6 СП 62.13330. Визуальный и измерительный контроль по сути проводится для того, чтобы проверить соответствие п. 5.9.1. «Методики проведения экспертизы ПБ и определения срока дальнейшей эксплуатации газового оборудования...», где указано, что для безопасной эксплуатации газопровода степень уменьшения толщины стенки вследствие коррозии не должна превышать 15 %. Иными нормативными документами (или, как их называют эксперты по терминологии указанной Методики, нормативно-правовыми актами в области ПБ, на соответствие которым проводится экспертиза промышленной безопасности эксплуатирующегося опасного производственного объекта) эксперты не располагают.

Остаточный ресурс газопровода (когда основным повреждающим фактором является коррозионный износ) может быть определен как

$$T_{\text{ост}} = (S_1 - S_d) / a_1, \quad (1)$$

где S_1 – фактическая толщина стенки, мм; S_d – допускаемая толщина, мм ($S_d = 2,0$ мм для надземного участка газопровода, согласно п. 4.6 СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы»); a_1 – скорость коррозии, мм/год.

При проведении расчётов для определения остаточного ресурса скорость коррозии a_1 (мм/год) может быть определена по формуле п. 2.3 Приложения 4 Методики:

$$a_1 = \frac{S + C_0 - S_1}{t}, \quad (2)$$

где S – исполнительная толщина стенки, мм; C_0 – допуск на изготовление, мм; S_1 – фактическая толщина стенки, мм; t – число лет эксплуатации, год.

Нужны более точные методы оценки скорости протекания коррозионных процессов на разных участках ТП, получить которые без проведения лабораторных опытов зачастую не представляется возможным. Кроме того, методы определения толщины стенки и исследования наиболее подверженных риску коррозии участков назначаются экспертом исходя из доступности для контроля мест в конструкции, что не может гарантировать отсутствие человеческого фактора, хотя эксперт, как правило, и обращает особое внимание на места перегибов, сочленений отдельных участков, места установки измерительной и запорной арматуры и пр. Но возможности неразрушающих методов всегда упираются в стоимость проведения работ по экспертизе, а потому очень часто приходится ограничиваться несколькими точками вскрытия изоляционных покрытий для контроля, а большая часть поверхностей трубопровода исследуется УЗ-приборами [2].

Перспективным способом назначения периодичности проведения обследований трубопроводов компании Shell на Сахалине [3, 4] следует считать назначение межинспекционных сроков на основе расчётного значения уровня рисков. Разработанная программа Risk Based Inspection позволяет рассчитывать скорость коррозии участков трубопровода в

зависимости от условий эксплуатации, конструкции изоляции и прочих факторов, влияющих на риск. Существуют и другие аналогичные программы, правда, пока без русскоязычных версий [5, 6].

Качественная оценка риска возникновения коррозии на АГЗС

Проанализируем накопленный нами опыт проведения экспертиз промышленной безопасности, реконструкции и капитальных ремонтов АГЗС, включая широкий спектр отечественных и зарубежных публикаций за последние 5 лет. Было установлено, что риск появления коррозии зависит от следующих причин.

Конструктивные факторы:

- контроль качества производства трубопроката;
- прочность, термообработка и остаточные деформации металла;
- соотношение компонентов в составе стали, дефекты в кристаллической решётке;
- форма, разветвлённость схемы трубопровода и близость к сварочному стыку.

Эксплуатационные факторы различного происхождения:

- физические – освещение, перепады температур, вибрация, воздействие электрических токов и электромагнитные поля, перепады давления рабочей среды;
- химические – воздействие солей, кислот и щелочей, повышение грунтовых вод и образование суффозии;
- механические – движущийся автотранспорт, выполнение дорожно-строительных работ в непосредственной близости от топливопровода, осадки и пучение грунтов и т.д.

Инструментально-приборное оснащение экспертизы ПБ:

- результаты измерений твёрдости металла, овальности, толщинометрия;
- конструкция и качество антикоррозионных слоёв и наличие гидроизоляции.

Зная степень влияния этих факторов на скорость распространения коррозии, можно провести качественную или количественную оценку рисков. Обычно в сложных технических системах пользуются национальным стандартом ГОСТ Р 51901.12–2007 (МЭК 60812:2006), имеющим название «Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов». Этот ГОСТ предусматривает качественную оценку риска составлением матрицы критичности [7]. Результаты её построения приведены на рис. 1, где затемнением фона указана опасная зона.

Исходные данные для её построения были получены в результате экспертной оценки на основе анкетирования аттестованного эксперта, проектировщика со стажем и опытом конструирования сетей АГЗС и трёх преподавателей МАДИ. При этом каждому было предложено заполнить анкету о том, какие факторы, по их мнению, оказывают наибольшее влияние на возникновение коррозии подземных трубопроводов на топливозаправочных станциях, и каждому из предложенных ими факторов нужно было проставить четырёхбалльную оценку:

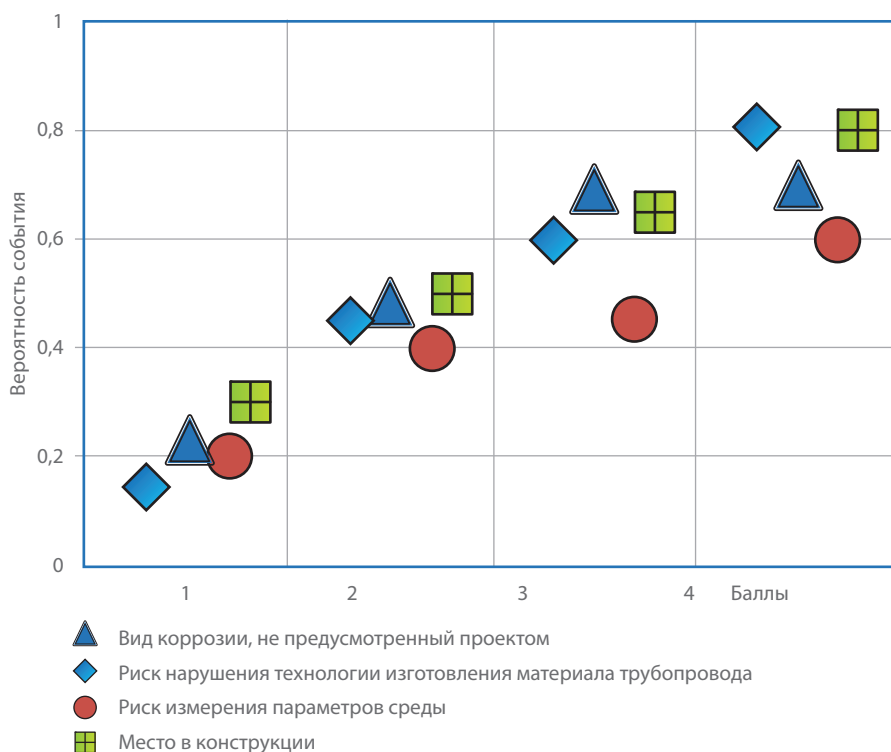


РИС. 1

Матрица оценки рисков после обработки результатов экспертных оценок

1 балл – тяжесть последствий ничтожная; 4 балла – тяжесть катастрофическая.

Заполнение анкет было анонимным без обсуждения до анкетирования. При этом использовался двухэтапный подход к оценке рисков:

ПЕРВЫЙ ЭТАП – выделение группы рисков, наиболее сильно влияющих на производство стали и ранжирование рисков;

ВТОРОЙ ЭТАП – расчёт общей оценки риска с учётом суммирования всех рисков методом графического и геометрического наложения кривых вероятностей независимых событий через функцию Лапласа по [8, 9].

Анализ матрицы позволяет разработать оптимальные решения с низкими или незначительными рисками для того, чтобы исключить ситуацию возникновения опасности значительного уровня в результате суммирования рисков в процессе производства.

Оценка рисков при помощи лабораторных экспериментов

Для графической оценки технического риска нами использован подход исследователей из Латвии [9,10], но с учётом научной школы профессора В.В. Столярова [8], на основе экспертно-расчётного метода с интегральной функцией Лапласа:

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{z^2}{2}} dz. \quad (3)$$

Стандарты по оценке рисков в Польше [11] также предполагают активное использование системы балльной оценки риска, но в отличие от критериев опасностей в области трубопроводов АГЗС логично использовать данный подход для оценки скорости коррозии трубопроводов

с учётом риска влияния множества разнородных факторов. Однако надо отдать должное и стандартам Польши – они используют многоитерационный подход при оценке вероятности вреда и степени его тяжести.

Отечественная школа оценки рисков в области безопасности труда предполагает всего два фактора – тяжесть последствий и вероятность события. Однако появление нового ГОСТ Р 58137–2018 значительно расширило возможности использования накопленного во всём мире опыта управления рисками в технических системах и закрепило функцию Лапласа как интеграл вероятности событий в методе 50%-го риска для оценки техногенных и техноприродных процессов со случайными параметрами, распределёнными по нормальному закону.

Для событий техногенного характера, случайный характер изменчивости которых подчиняется нормальному закону распределения, вероятность P возникновения опасного события, сопровождающегося нанесением физического ущерба, урона здоровью, имуществу или окружающей среде можно определить по формуле

$$P = 0,5 - \Phi \left(\frac{y_{50}^{\max} - y_{\phi}}{\sqrt{\sigma_{y_{50}^{\max}}^2 + \sigma_{y_{\phi}}^2}} \right), \quad (4)$$

где y_{50}^{\max} – уровень параметра процесса, характеристики воздействия или показателя, при котором вероятность опасного события равна 50 %; y_{ϕ} – фактический средний уровень параметра процесса, характеристики воздействия или показателя; $\sigma_{y_{\phi}}$ – среднее квадратическое отклонение фактического уровня параметра процесса, характеристики воздействия или показателя; $\sigma_{y_{50}^{\max}}$ – среднее квадратическое отклонение максимального уровня параметра процесса, характеристики воздействия или показателя; Φ – функция Лапласа, как интеграл вероятности по каждому событию x (см. формулу (3)), в зависимости от вероятности z .

Показатели y_{ϕ} и $\sigma_{y_{\phi}}$ указанный выше ГОСТ предполагает определять по статистическим данным, а уровень y_{50}^{\max} – на основе приемлемого значения/уровня (ПДУ), установленного в нормативных документах Российской Федерации.

Поэтому авторами предпринята попытка скорректировать простые формулы (1) и (2) для оценки остаточного ресурса по скорости процессов коррозии с учётом интегральной функции Лапласа. Для этого типовой образец топливопровода из стали 09Г2С толщиной 2 мм состарили в лабораторных условиях соляного песчаного грунта и путём составления функции прогноза скорости коррозии определили потери металла на электронном микроскопе по площади коррозионных пятен.

Известные со школьного курса химии формулы катодного и анодного процессов коррозии образца, который погрузили в почву с неравномерной концентрацией солей, приводить здесь не будем, напомним лишь, что поток деполяризации кислорода в течение коррозии в грунте требует присутствия кислорода в катодном процессе. А потому, если кислород транспортируется к катоду, это определяет процесс коррозии и его скорость.



РИС. 2

Образцы, которые помещались в песок и обрабатывались раствором соляного реагента

Самая высокая интенсивность коррозии была установлена для образца без антикоррозионного покрытия и составляла до 47 % за 20 часов выдержки, а для образца, покрытого силиконовым герметиком, – 18 %, покрытого битумной мастикой – 8 %. Несложными вычислениями можно получить скорость коррозии (мм/год) для следующих образцов: без покрытия – 0,4 мм/год, для силиконового герметика – 0,16 мм/год, для битумного герметика – 0,07 мм/год.

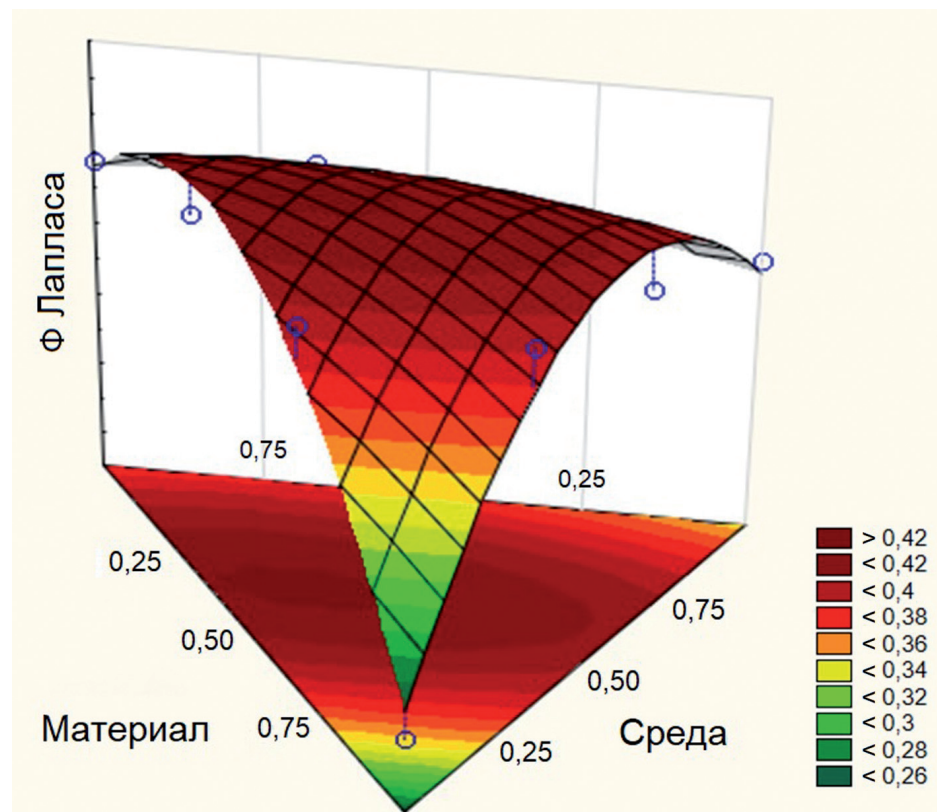
Согласно Руководству по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов», сварные конструкции при давлении газа до 10 МПа имеют минимальную толщину 3,5 мм. Тогда по формуле (2) получим для образца без покрытия срок службы 3,67 года, с покрытием герметиком 9,57 года, а с битумным покрытием 21,54 года. После чего, используя функцию Лапласа, выяснили, как увеличение риска будет сокращать сроки службы в зависимости от факторов, вероятность наступления которых составляет $>0,6$ в матрице критичности. Были выбраны три наиболее опасных фактора (указан соответствующий диапазон изменения уровня риска для каждого фактора от низкого до высокого):

- вероятность изменения свойств материала трубопровода – от материала без термообработки вблизи сварного шва (низкий уровень риска) до повышения соотношения Fe/C, основного металла трубопровода, не повреждённого сваркой (высокий уровень);
- вероятность изменения агрессивности среды от кислой (низкий уровень риска) до солёной (высокий);
- место в конструкции – от зон без остаточных внутренних напряжений (низкий уровень риска), до мест вблизи выхода из грунта на поверхность (высокий).

Критические уровни факторов соответствовали следующим параметрам: материал – науглероживание стали и сварка без снятия напряжений; среда – наличие блуждающих токов; место в конструкции – гнутый отвод. При этом установлено, что максимум риска приходится на самую середину факторного пространства из-за наложения критических событий и их парного воздействия на риск (рис. 3).

РИС. 3

Определение влияния параметров риска на величину аргумента функции Лапласа



Результаты математической обработки полученной матрицы сведены в табл. 1, исходные данные которой использовали для построения математической модели по аналогии с полным факторным планом для трёх независимых факторов из восьми опытов. По приведённой табл. 1 можно определить также степень риска в зависимости от уровня проектирования. При этом сумма вероятностей получена суммированием трёх наиболее вероятных факторов из матрицы риска (см. рис. 1).

ТАБЛИЦА 1

Цифровые данные для получения математической модели

Материал трубопровода (A)	Влияние среды (B)	Место в конструкции (C)	Сумма вероятностей (z)	Функция Лапласа (Y)
Критический	Низкий	Низкий	0,65	0,24
Низкий	Критический	Низкий	1,05	0,35
Низкий	Низкий	Критический	1,15	0,37
Средний	Высокий	Низкий	1,2	0,38
Средний	Низкий	Высокий	1,3	0,40
Низкий	Средний	Высокий	1,2	0,38
Высокий	Средний	Низкий	1,3	0,40
Высокий	Низкий	Средний	1,3	0,40
Низкий	Высокий	Средний	1,1	0,36
Средний	Средний	Средний	1,35	0,41

Как видно из табл. 2, коэффициент детерминации полученной модели $R^2=0,894$, что позволяет судить о достаточной точности предсказания поведения модели на всём исследованном факторном пространстве. Получено уравнение регрессии вида

$$Y(A,B,C) = 0,26A + 0,34B + 0,37C + 0,41AB + 0,39AC. \quad (5)$$

Парное воздействие факторов B и C оказалось статистически незначимым.

ТАБЛИЦА 2

Результаты дисперсионного анализа для построения математической модели и получения уравнения регрессии в ПМ Statistica

Фактор	Кoeff. (перекодированные переменные); отклик: Функция Лапласа; $R^2 = 0,8943$; скорректированное значение $R^2=0,7621$; трёхфакторный план для смесей; Σ факторов =1; 10 опытов; остаточная дисперсия $\sigma = 0,0005837$					
	Кoeffициент	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента t	P -уровень значимости	Доверительный интервал, %	
					- 95	+ 95
(A) Материал	0,2579	0,0227	11,3409	0,0003	0,1947	0,3210
(B) Среда	0,3448	0,0227	15,1620	0,0001	0,2816	0,4079
(C) Место в конструкции	0,3719	0,0227	16,3576	0,0001	0,3088	0,4351
A·B	0,4075	0,1007	4,0485	0,0155	0,1280	0,6870
A·C	0,3875	0,1007	3,8498	0,0183	0,1080	0,6670
B·C	0,0633	0,1007	0,6291	0,5634	-0,2162	0,3428

Анализ полученного уравнения математической модели и его графической интерпретации позволяет установить, что наиболее опасно влияние рисков не самых высоких уровней варьирования факторов, как этого следовало ожидать, когда преимущество влияния одного фактора явно превалирует над остальными факторами, а ближе к середине исследованного факторного пространства, где парное влияние (произведения факторов $A \cdot B$ и $A \cdot C$) наиболее опасно. Иными словами, парные воздействия независимых друг от друга факторов дают значительное увеличение риска по абсолютной величине, что отражается в увеличении значения функции Лапласа в этой точке факторного пространства. Удостовериться в этом нам помог блок планирования экспериментов программного модуля (ПМ) Statistica под названием «Планы для смесей с ограничениями». Сами ограничения для этого плана были получены нами предварительно на основе анализа матрицы критичности (см. рис. 1) по результатам обработки экспертных оценок.

Анализ результатов

→ 1. Сочетание рисков на стадии монтажа и последующего использования может снижать срок нормативной эксплуатации трубопровода без защитного покрытия с 3,67 до 1,54 года, при наличии герметика – с 9,6 до 4 лет, а в случае битумного покрытия – с 21,5 до 9 лет. Это в значительной степени меньше расчётного ресурса, который закладывает проектировщик, если он не учитывает данные риски.

Они могут усиливаться недобросовестными поставщиками материалов и прочими неучтёнными в работе факторами.

- 2. Риски производства материала трубопроводов (нарушение рецептуры соотношения компонентов, невыполнение технологии литья и пр.) могут проявляться в снижении прочностных показателей, ухудшении других физико-химических свойств стали, которые в свою очередь могут в той или иной степени проявиться при выполнении сварочных работ.
- 3. Неразрушающие методы контроля на стадии эксплуатации помогают снижать риски путём своевременного диагностирования только в том случае, когда расчёт остаточного ресурса выполняется с учётом рисков увеличения скорости коррозии на стадии эксплуатации. Расчётный период эксплуатации, своевременность и периодичность обследования элементов защиты газопроводов, близость повреждённых газопроводов, блуждающие токи в грунтах, сезонное пучение грунтов и другие внешние изменяющиеся в процессе эксплуатации факторы накладываются на риски иного характера, связанные с методикой измерений остаточной толщины металла. Несовершенство методики контроля – формальность проверки, плохая подготовка поверхности, низкая квалификация специалиста, погодные условия испытаний, точность прибора, достоверность его поверки и пр. – могут добавлять недостоверности результатам назначения остаточного ресурса трубопровода.

Завершая разговор про методы анализа рисков увеличения скорости коррозии, заметим, что при назначении остаточного ресурса топливопровода АГЗС трудно учитывать абсолютно все факторы. Нельзя их полностью отдавать и на откуп одному программному модулю без коллегиального обсуждения с другими экспертами, о чём стало известно с появлением профессии риск-менеджера. Согласно последним изменениям в законодательстве РФ о промышленной безопасности, которые вступили в силу с начала 2021 года, эксплуатирующие организации могут иметь своих аттестованных экспертов в области ПБ, которым предстоит на фоне усложняющихся условий независимости и беспристрастности прогнозировать остаточный ресурс с учётом множества факторов. Но положительный момент здесь в том, что сотруднику эксплуатирующей организации не знать эти факторы будет просто непроситительно, в отличие от внешнего эксперта, для которого и сроки, и стоимость работ всегда крайне ограничены для принятия объективного вердикта относительно остаточного ресурса. При этом стоит отметить, что события, рассмотренные в нашей математической модели, условно считали независимыми друг от друга для упрощения математической модели. Если факторы могут пересекаться, то обычно строят древо событий для более детальной проработки цепи событий, которые нельзя считать полностью независимыми.

Перспективным методом снижения рисков коррозии трубопроводов и газовых ёмкостей является применение в качестве конструкционных и защитных материалов неметаллических полимерных композитов,

таких, например, как стеклопластики, которые производят в Тюменской области на бывшем заводе стеклопластиковых труб «ЛУКойл-Западная Сибирь». Но потребуется время для наблюдения за процессами эксплуатации таких конструкций с целью накопления статистической информации для оценки характера распределения вероятностей случайных событий. Это позволит в будущем при использовании программных продуктов для расчётов риска, которых всё больше предлагается на рынке (например, [12]), не снижая важности экспертных методов, получать более объективную количественную оценку параметрических рисков.

Другим направлением компенсации риска являются серобетонные изделия и лотки [13]. Этот практически вечный в любых агрессивных средах материал [14] способен защитить стальные и пластиковые трубы не только от увлажнения и агрессивных солей, но и от воздействия блуждающих токов, поскольку сам не пропускает ток.

Выводы

- Выявленные при обследовании трубопроводов АГЗС очаги коррозии возникли преимущественно под действием блуждающих токов.
- Простое битумное изоляционное покрытие в сочетании с электрохимической защитой разрушается от воздействия катодной поляризации из-за снижения адгезии к металлу.
- Для предотвращения коррозии под воздействием блуждающих токов в условиях плотной городской застройки необходимо комплексное снижение рисков на всех стадиях жизненного цикла оборудования с контролем режима работы электрохимической защиты.
- Получены зависимости факторов, влияющих на качество стали для изготовления технологических трубопроводов.
- Проведен анализ рисков на всех стадиях жизненного цикла и получена матрица с его качественной оценкой.

Заключение

Выполнен анализ причин появления очагов преждевременной коррозии трубопроводов и комплексный анализ рисков увеличения скорости протекания коррозионных процессов вблизи технологических стыков, сварных швов и перегибов. Результаты показали необходимость количественного расчёта рисков каждого конкретного проекта АГЗС. Наибольшую эффективность при исследовании скорости протекания коррозии трубопроводов с различными антикоррозионными защитами показали покрытия на основе цинка с последующим нанесением битумной изоляции. В качестве альтернативного метода защиты подземных технологических трубопроводов от воздействия блуждающих токов и последствий электрохимической коррозии может быть рекомендовано применение серобетонных лотков для прокладки тех участков трубопроводов, где уровень риска превышает критическое значение.

Произведённое по предложенной нами методике определение параметров скорости развития коррозионных процессов, полученное в

лабораторных условиях, поможет более точно рассчитывать остаточный срок службы. А подход с оценкой рисков на различных участках одного газопровода с учётом трёх независимых факторов вероятности нежелательного события на основе формул профессора Столярова В.В. и функции Лапласа позволил количественно оценить параметрический риск и выполнить расчёт остаточного ресурса.

За счёт этого можно ожидать значительного повышения безопасности эксплуатации технологических трубопроводов автогазозаправочной станции совместно с сокращением затрат на её жизненный цикл. Дальнейший набор эмпирических данных позволит и риск-менеджерам, и экспертам, и проектировщикам принимать обоснованные технические решения по компенсации рисков.

Использованные источники

1. Кошенков П.Ф., Конопляников О.В., Скосырев А.Н., Смирнов В.С., Вавилов А.В. Коррозия трубопроводов в газодобывающей промышленности // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Естественные и технические науки. – 2015. – № 11. – С. 51-52.
2. Руковицин Е.С., Химанина О.А., Хомяков М.А. Безопасность в системах газораспределения и газопотребления // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические науки. – 2015. – № 07-08. – С. 34-37.
3. Sakhalin Energy Investment Company [Электрон. ресурс] URL: <http://www.sakhalinenergy.ru/ru/> (дата обращения 12.12.2020).
4. Mohamed R., Che Hassan C.R., Hamid M.D. Critical success factors of risk- based inspection // Process Safety Progress. – 2019. – № 1. – Т. 38. – С. 4-20.
5. Attia, Mohamed & Sinha, Jyoti Improved quantitative risk model for integrity management of liquefied petroleum gas storage tanks: Mathematical basis, and case study // Process Safety Progress. – Nov. 2020.
6. Logie, Justin & Maroun, Warren Evaluating Audit Quality Using the Results of Inspection Processes Performed by an Independent Regulator // Australian Accounting Review. – Nov. 2020
7. Зорин В.А., Штефан Ю.В., Тимченко М.И. Оценка рисков отказов при создании деталей машин из композиционных материалов // Механизация строительства. – 2018. – С. 13-18.
8. Столяров В.В., Щеголева Н.В., Кочетков А.В. Основные формулы теории риска при суммировании нормальных законов распределения // Интернет-журнал «Науковедение». – 2017. – № 6. – Т. 9. – С. 1-15.
9. Shtefan, Y.V., Bondarev, B.A. Risk Management In Requirements Of The ISO Standards In Relation To Logging Roads // Russian Journal Of Building Construction And Architecture. – 2020. – Vol. 1. – P.85-97. DOI:10.25987/VSTU.2020.45.1.007
10. В. Калькис, И. Кристиньш, Ж. Роя. Охрана труда – основные направления оценки рисков рабочей среды. Перевод с Латвийского А. Веллер [Электрон.ресурс] – 2005 URL: <http://www.docme.su/doc/1698448/ohrana-truda---osnovnye-napravljeniya-ocenki-riskov-rabochej-...> (дата обращения 12.12.2020 г.).
11. Кузьмина О.В. Сравнительный анализ стандартов в сфере регулирования управления профессиональными рисками (на примере российского и польского опыта) / О.В. Кузьмина, С.В. Янчий // Вестник науки и творчества. – 2016. – № 3. – С.160-164.
12. Аржанухина С.П., Васильев Ю.Э, Кочетков А.В., Кочетков Д.А., Кокодеева Н.А., Талалай В.В, Федотов П.В., Шашков И.Г., Щеголева Н.В. Программа для выполнения услуги расчёта, оценки и анализа технического риска при реализации риск-ориентированного подхода и проверки соответствия «УСЛУГА РАСЧЁТА, ОЦЕНКИ И АНАЛИЗА РИСКА». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Номер свидетельства: RU 2019661451. – 2019.
13. Васильев Ю.Э. Экологически чистые серосодержащие композиционные материалы // Транспортная стратегия – XXI век. – 2018. – № 39. – С. 34-37.
14. Мотин Н.В. О целесообразности создания новой подотрасли промышленности – серных строительных композитов / Н.В. Мотин, Ю.Э. Васильев, А.Н. Шубин, М.Н. Алёхина, В.П. Ткачёв // Нефтегазохимия. – 2016. – № 1. – С. 8-13.



Проблемы экологической безопасности на транспорте

Э.А. Рагимов,
ведущий научный сотрудник Института географии имени акад. Г. Алиева,
Национальная академия наук Азербайджана, к.т.н.

Транспортный сектор – один из крупнейших источников загрязнения окружающей среды. Нестабильность цен на нефть и необходимость снижения негативного воздействия на окружающую среду заставляют страны внедрять альтернативные технологии. В статье меры по снижению выбросов выхлопных газов автомобилей разделены на три группы: конструктивные, организационно-технологические и организационно-управленческие. Экологичность городских транспортных систем обеспечивается увеличением доли «зелёных» транспортных средств в автопарке. Это электротранспорт: трамваи, троллейбусы, электробусы, а также автомобили с газовым двигателем.

Снижение уровня загрязнения воздуха, шума и вибрации делает электромобили более привлекательными и конкурентоспособными, но мы должны помнить, что бесшумное движение электромобилей и электробусов может представлять угрозу безопасности пешеходов. Дорожно-транспортные происшествия усугубляют сложную дорожную ситуацию, вызывая заторы, пробки и, как следствие, усиливают негативное воздействие.

Пересечение проспекта Гусейна Джавида и проспекта Парламента города Баку было выбрано в качестве места концентрации дорожно-транспортных происшествий. Исследованы выбросы и шумовое загрязнение автомобильным транспортом. В статье предлагаются меры, направленные на снижение выбросов и шума.

Введение

Автомобильный транспорт является источником химического и физического загрязнения. Химическое загрязнение вызывается выбросами двигателей транспортных средств. Физическое загрязнение вызывается акустическими и электромагнитными полями, возникающими при работе систем и агрегатов автомобиля, а также при взаимодействии его особых элементов (шины, кузов) с окружающей средой (дорога, атмосфера) во время движения. Одним из факторов ухудшения транспортной ситуации в городах является существующая диспропорция между развитием дорожной сети и темпами роста автопарка, что приводит к ухудшению условий движения, заторам, увеличению задержек, повышению расхода топлива.

Такая ситуация становится характерной для многих крупных и

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

окружающая среда, выбросы, системы городского транспорта, загрязнение воздуха, дорожный транспорт, выхлопные газы.

средних городов [1]. Наряду с прогрессирующим снижением качества атмосферного воздуха возрастают экологические проблемы, связанные с шумовым воздействием автомобильного транспорта на окружающую среду. Для решения надвигающегося экологического кризиса человечество возлагает большие надежды на альтернативные источники энергии и экологически чистый транспорт [2]. Транспортный комплекс города становится более экологически чистым за счёт увеличения доли «зелёной» техники в автопарке. Это электротранспорт: трамваи, троллейбусы, электробусы, а также автомобили с газовыми двигателями. Снижение загрязнения воздуха, шума и вибрации делает электромобили более привлекательным и конкурентоспособным видом транспорта.

Экологические причины использования автомобилей на природном газе также важны [3]. Для снижения негативного воздействия автотранспорта на окружающую среду необходимо обновление городского автопарка за счёт перевода общественного и городского транспорта на экологически чистые виды топлива (сжатый и сжиженный природный газ, сжиженные углеводородные газы), а также создание инфраструктуры для заправки этих автомобилей.

Методы снижения вредных выбросов в атмосферу от автотранспорта

Способы снижения вредных выбросов в атмосферу от транспортных средств можно разделить на три группы. **Первая группа** связана с совершенствованием конструкции автомобилей и двигателей, повышением качества топлива и включает следующие действия:

- изменение процессов подачи топлива в цилиндры двигателя, в том числе с применением электронного впрыска топлива;
- обеспечение рециркуляции отработавших газов и установка микропроцессорных систем управления двигателем;
- применение бензина и дизельного топлива высокой экологической чистоты, характеризующихся оптимальным фракционным составом;
- использование транспортных средств на альтернативных источниках энергии [4].

Ко **второй группе** относятся организационно-технические меры:

- обеспечение регулярного контроля токсичности и дымности выхлопных газов;
- введение ограничений на движение транспортных средств по определённым полосам движения в определённые часы дня;
- ориентирование маршрутных водителей;
- формирование парка в соответствии с условиями сокращения выбросов (прогнозируемая численность, структура парка по возрасту и виду топлива, корректировка численного состава парка транспортных средств);
- оснащение автопарка системами нейтрализации выхлопных газов [5].

Третья группа – организационно-управленческая деятельность, которая включает:

-
- подбор оптимальных градостроительных решений, в том числе строительство транспортных развязок, подземных переходов, использование кругового движения;
 - перепланировка движения и его структуры на длительный период и в отдельные дневные часы [6];
 - создание зон, свободных от автотранспорта, прежде всего в центральной части города;
 - введение платного проезда в часы пик в городах с наибольшей интенсивностью движения;
 - оптимизация расположения остановок общественного транспорта;
 - использование организации движения автоматизированными системами управления в сочетании с системой контроля загрязнения атмосферного воздуха [7];
 - повышение эффективности светофоров;
 - внедрение схем одностороннего движения.

Способы защиты от транспортного шума

Автомобильный транспорт является основным источником шумового воздействия на окружающую среду, интенсивность которого возрастает в условиях плотной городской застройки. Многие исследователи отмечают, что в подавляющем большинстве случаев именно шум транспорта определяет шумовой фон города. Транспортный шум отрицательно влияет на основные органы и системы человека: слуховой аппарат, центральную нервную систему, сердечно-сосудистую систему, органы зрения, иммунную систему.

Постоянное воздействие высокого уровня шума отрицательно сказывается на здоровье человека, снижая продуктивность его труда, творческую и физическую активность, наносит значительный ущерб обществу и государству [8]. Постоянное воздействие транспортного шума увеличивает риск развития различных заболеваний [9].

Основными методами, позволяющими снизить влияние транспортного шума, являются архитектурно-планировочные, конструктивно-технологические и организационно-распорядительные решения.

Архитектурно-планировочные методы включают: размещение зданий на максимально возможном удалении от автомобильных и городских железных дорог, не ближе 100 м к ним; применение новых звукоизоляционных строительных материалов, стеклопакетов, герметизация окон; благоустроенные территории. Эффективной мерой является использование шумозащитных экранов, которые бывают звукоотражающими, звукопоглощающими и комбинированными. Конструкторские и технологические решения включают усовершенствование конструкции транспортных средств и инфраструктуры.

Организационно-распорядительные мероприятия предусматривают разграничение транспортного потока по месту и времени, а также по его качественному составу. Резервом снижения уровня транспортного шума, особенно на линиях с интенсивным движением, является разделение потоков грузовиков и легковых автомобилей с выделением соответствующих полос движения.

Пути решения проблем безопасной эксплуатации электробусов в Азербайджанской Республике

Автобусы – это транспортные средства, которые создают высокий уровень шума в городских районах. Изучено возможное снижение уровня шума с помощью электрических автобусов. При анализе особенностей движения на разных автобусных маршрутах выяснилось, что шум от электробусов практически не снижается на дорогах с интенсивным транспортным потоком.

Результаты показывают, что наибольшая выгода от электрических автобусов достигается при ускорении, например, на автобусных остановках. Электротранспорт может активно развиваться далеко не во всех сегментах. В грузовых перевозках, где нет стандартных маршрутов, развитие зарядной инфраструктуры для электротранспорта долгое время будет затруднено. С этой точки зрения расширение применения электромобилей более перспективно в сегменте городских автобусов.

Продажа электробусов в первую очередь будет зависеть не от частных покупателей, а от федерального, регионального, муниципального финансирования. Были изучены ключевые факторы, препятствующие использованию электробусов в качестве пассажирского транспорта – в первую очередь речь идёт об их стоимости и отсутствии зарядной инфраструктуры. Полученные данные также показывают, что внедрение электробусов в большей степени зависит от государственной поддержки.

Считается, что основное внимание в развитии рынка электробусов следует уделять ключевому требованию электрификации городского автомобильного транспорта – развитию зарядной инфраструктуры для заправки сети городских автобусов [10]. Транспортный шум в городских районах является важным фактором информирования участников дорожного движения.

Состояние дорожного покрытия, тип транспортного средства и возраст пешехода влияют на своевременность реакции во избежание столкновений [11]. Высокий процент аварий вызван электромобилями и гибридными автомобилями [12].

В ходе исследования основная проблема, о которой говорили все водители, была связана с бесшумностью электробусов для пешеходов. Для предотвращения столкновений электромобилей с пешеходами необходимо установить генераторы шума [13, 14].

Результаты и обсуждение

Баку – город с населением более 2 млн человек, который является крупнейшим промышленным центром Азербайджанской Республики. Город отличается высоким уровнем развития дорожно-транспортных сетей. В ходе исследования проблемной зоны была изучена электронная карта дорожно-транспортных происшествий в Баку (по итогам 2015-2019 гг.). В результате были выявлены точки концентрации дорожно-транспортных происшествий, в результате которых движение по одной или нескольким полосам движения было заблокировано

на длительное время, что привело к затруднениям движения и заторам на этом участке дорожной сети.

Таким образом, по результатам анализа в качестве исследуемого объекта выбрано пересечение проспекта Гусейна Джавида и проспекта Парламента.

Полевые измерения проводились путём визуального наблюдения. По итогам этих наблюдений было определено время, в течение которого на выбранном перекрёстке наблюдается наибольшее скопление транспортных средств. Пиковое время было разделено на утренние часы (с 6:30 до 7:30) и вечерние часы (с 16:30 до 18:00).

Расчёт выбросов транспортных средств

Для дороги (или её участка) при наличии регулируемого перекрёстка суммарный выброс загрязняющих веществ M , г/км рассчитывается по формуле:

$$M = \sum_1^n (M_{p1} + M_{p2}) + \sum_1^{n1} (M_{L3} + M_{L4}) + \sum_1^m (M_{p3} + M_{p4}) + \sum_1^{n1} (M_{L1} + M_{L2}),$$

где $M_{p1}, M_{p2}, M_{p3}, M_{p4}$ – выбросы загрязняющих веществ в атмосферу транспортными средствами в зоне перекрёстка, когда сигнал светофора запрещает проезд транспортных средств, г/км; $M_{L1}, M_{L2}, M_{L3}, M_{L4}$ – выбросы загрязняющих веществ в атмосферу транспортными средствами, движущимися по данной дороге в течение рассматриваемого периода, г/км; здесь индексы 1 и 2 соответствуют каждому из двух направлений движения по трассе с большей интенсивностью движения, 3 и 4 – по трассе с меньшей интенсивностью движения; n, m – количество остановок транспортного потока перед перекрёстком на формирующих его дорогах за 20-минутный промежуток времени; n_1, m_1 – количество периодов движения потока транспортных средств в зоне перекрёстка при разрешении светофора за 20-минутный период времени.

В табл. 1 приведены удельные выбросы загрязняющих веществ автотранспортными средствами на перекрёстках.

ТАБЛИЦА 1

Удельные выбросы загрязняющих веществ автотранспортными средствами на перекрёстках

Название группы автомобилей	Выбросы загрязняющих веществ, г/мин						
	CO	NO ₂	CH	Сажа	SO ₂	Бензапирен	Формальдегид
Легковые автомобили	0,5	0,015	0,015	0,1	0,5×10 ⁻²	0,4×10 ⁻³	0,15×10 ⁻⁶
Общая масса грузовиков и автобусов до 3,5 т	2,0	0,04	0,3	0,08	0,9×10 ⁻²	1,4×10 ⁻³	0,4×10 ⁻⁶
Грузовые автомобили от 3,5 до 12 т	2,5	0,12	0,66	0,9	1,7×10 ⁻²	7,2×10 ⁻³	1,1×10 ⁻⁶
Грузовые автомобили более 12 т	2,7	0,14	0,83	1,1	2,4×10 ⁻²	9,5×10 ⁻³	1,3×10 ⁻⁶
Автобусы свыше 3,5 т	1,9	0,1	0,57	0,67	1,5×10 ⁻²	4,8×10 ⁻³	0,9×10 ⁻⁶

Для снижения негативного воздействия выбросов автотранспорта в городе Баку рекомендуются следующие меры:

- выбор оптимальных градостроительных решений, предусматривающих строительство подземных переходов и транспортных развязок;
- усиление контроля токсичности и задымлённости выхлопных газов автомобилей на автомагистралях, при этом особое внимание следует уделять устаревшим моделям автомобилей, особенно грузовиков;
- ориентация на маршрутных водителей, оптимизация разрешений на транзитные перевозки;
- повышение эффективности светофоров;
- модернизация городского автопарка за счёт перевода общественного и городского транспорта на экологически чистые виды топлива, а также создание инфраструктуры для заправки этих видов транспорта.

Расчёт шумового воздействия автотранспорта в городах

Для измерения звукового давления на перекрёстке использовался шумомер-вибромметр типа ShI-01. Уровни шума на перекрёстке измерялись при следующих климатических условиях: отсутствие осадков в виде дождя, снега; атмосферное давление – 1,013 Па (760 мм рт. ст.), допустимое отклонение $\pm 5\%$; температура окружающего воздуха не ниже 0 и не выше +30 °С; скорость ветра не более 15 м/с. Шумовые характеристики транспортных потоков на перекрёстке измерялись в четырёх точках. В табл. 2 показаны результаты измерения шума в утренние и вечерние часы пик на пересечении проспектов Парламента и Гусейна Джавида.

ТАБЛИЦА 2

Результаты измерения шума

Время	Число автомобилей	Минимальный шум	Средний шум	Максимальный шум
6:30–6:50	1540	69,2	79,5	86,4
6:50–7:10	1535	69,8	78,1	88,3
7:10–7:30	1508	70,0	79,9	88,6
7:30–7:50	1473	70,3	78,1	86,4
16:30–16:50	1734	71,6	80,1	85,2
16:50–17:10	1773	72,2	79,8	88,5
17:10–17:30	1759	71,4	79,6	88,1
17:30–17:50	1719	71,7	79,7	87,6

Также были замерены шумы от одиночной машины. Шум регистрировался при разных скоростях её движения. Результаты эксперимента представлены в табл. 3, из которой следует, что уровень шума изменяется пропорционально скорости автомобиля.

Скорость, км/ч	20	40	60	80
Шум, дБ-А	64,5	73,8	84,2	93,1

ТАБЛИЦА 3

Результаты эксперимента

Для снижения шумового загрязнения от автотранспорта в городе Баку могут быть предложены следующие меры:

- внедрение новых технологий в дорожном строительстве и ремонте тротуаров;
- приоритетное развитие общественного транспорта с целью снижения нагрузки на дорожную сеть, уменьшения негативного воздействия на окружающую среду и улучшения качества жизни горожан, популяризация общественного транспорта среди жителей, модернизация городского общественного транспорта;
- популяризация и развитие велоспорта, строительство велодорожек, организация проката велосипедов;
- установка акустических экранов на наиболее загруженных трассах.

Выводы

Рост автопарка вместе с относительно неизменной пропускной способностью городских улиц привёл к снижению средней скорости движения, что повлекло увеличение расхода топлива и времени на транспортировку, рост вероятности и количества дорожно-транспортных происшествий, увеличение загрязнения окружающей среды выхлопными газами транспортных средств, а также ухудшение эмоционально-психологического состояния населения и другие негативные последствия. Были проанализированы существующие методы снижения выбросов транспортных средств и шумового воздействия.

Использование альтернативных экологически чистых видов моторного топлива является частью конструкторско-технологических мероприятий по снижению выбросов от автомобильного транспорта. Большинство автомобильных компаний в мире видят будущее в применении энергосберегающих технологий и переводе транспортных средств на электрическую передачу с использованием экологически чистых энергосистем. Однако некоторые исследования подтверждают увеличение количества ДТП с участием пешеходов из-за низкого уровня шума транспортных средств на электротяге, поэтому необходимы дополнительные меры защиты жителей городов.

Роль электрических автобусов в системе общественного транспорта важна как противодействие изменению климата и негативному воздействию на окружающую среду при использовании невозобновляемых природных ресурсов в качестве моторного топлива. Автобусы и грузовики, работающие на газе, также являются перспективным видом транспорта, поскольку они имеют высокую окупаемость инвестиций за счёт

низких цен на топливо и меньших эксплуатационных расходов, а газ является экологически наиболее чистым видом топлива. Электробусы и электромобили – экологически чистый вид транспорта, но его нельзя рассматривать как альтернативу газу, поскольку он примерно в три раза дороже. Кроме того, необходимо создать зарядную инфраструктуру для электротранспорта, а сеть АГЗС уже существует в большинстве регионов Азербайджана.

В результате исследования, проведённого в городе Баку, были разработаны предложения по снижению негативного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду. Рассчитаны значения загрязняющих веществ, характерных для выбросов транспортных средств в зоне перекрёстка. Для измерения звукового давления на перекрёстке использовался шумомер-вибромметр типа ShI-01. Кроме того, был измерен шум от одиночной машины. Шум регистрировался на разных скоростях движения автомобиля. Результаты показывают, что уровень шума изменяется прямо пропорционально скорости автомобиля.

Использованные источники

- Макарова И., Хабибуллин Р., Беляев А., Беляев Е. Управление системой городского транспорта в контексте стратегии устойчивого развития региона // Транспортные проблемы. – 2013. – № 8 (2). – С. 107-111.
- Хан М. Выявление и устранение препятствий для устойчивого развития природного газа как автомобильного топлива // Международный журнал водородной энергетики. – 2017. – № 42. – С. 53-73.
- Энгерер Х., Хорн М. Транспортные средства, работающие на природном газе: вариант для Европы // Энергетическая политика. – 2010. – № 38. – С. 17-29.
- Лаиб Ф., Браун А., Рид В. Моделирование снижения шума с использованием электрических автобусов в городском движении. Пример из Штутгарта // Транспортные исследовательские процедуры. – 2019. – № 37. – С. 377-384.
- Ларссон К., Холмс М. Анализ социальных преимуществ снижения шума от электрических городских автобусов в Гётеборге // Журнал Акустического общества Америки. – 2017. – № 141. – С. 33-37.
- Мохамед М., Фергюсон М., Канароглу П. Что мешает внедрению электрического автобуса в канадский транзит? Перспективы поставщиков услуг транзита. Транспортные исследования, часть D. – 2017.
- Ксилия М., Ледук С., Патрицио П., Кракснер Ф., Сильвейра С. Размещение инфраструктуры зарядки для электрических автобусов в Стокгольме // Транспортные исследования. – 2017. – № 78. – С. 183-200.
- Ван Ю., Хуанг Ю., Сюй Дж., Барклай Н. Оптимальное расписание подзарядки городских электрических автобусов: тематическое исследование в Дэвисе // Транспортные исследования, часть E. – 2017. – № 100. – С. 115-132.
- Мендонк К., Фрейтас Э., Феррейрак Дж., Раймундок И., Сантос Дж. Снижение шума и безопасность дорожного движения: компромисс между более тихими двигателями и дорожным покрытием при обнаружении транспортных средств // Анализ аварий и профилактика. – 2013. – № 51. – С. 1-7.
- Вудкок А., Тополович С., Осмонд Дж. Многогранные проблемы общественного транспорта, выявленные в результате небольшого исследования транспорта // Достижения в человеческом аспекте автомобильного и железнодорожного транспорта. – 2013. – С. 321-331.
- Кокрон П., Кремс Дж. Восприятие водителями последствий бесшумных электромобилей для безопасности // Анализ и предотвращение несчастных случаев. – 2013. – № 58. – С. 122-131.
- Габсалихова Л., Садыгова Г., Альметова З. Мероприятия по переводу парка общественного транспорта на электрические автобусы // Процедуры транспортных исследований. – 2018. – № 36. – С. 669-675.
- Рагимов Э.А. Исследование водородных автомобилей на транспорте. Приборы и системы // Управление, контроль, диагностика. – 2020. – № 9. – С. 18-23. DOI: <https://dx.doi.org/10.25791/pribor.09.2020.1205>.
- Рагимов Э.А. Экологические проблемы транспортных средств // Транспорт: наука, техника, управление, ВИНТИ РАН. – 2020. – № 5. – С. 57-61. DOI: <https://dx.doi.org/10.36535/0236-1914-2020-05-11>.

ABSTRACTS OF ARTICLES

P. 40

Design features, safety and efficiency of ground vehicles operation when working on liquefied natural gas

Viktor Erokhov

KEYWORDS: liquefied natural gas, thermodynamic parameters, design features of gas equipment, system and control unit, cryogenic cylinder, efficiency of LNG application.

Thermodynamic parameters of liquefied natural gas (LNG) are given. The boiling (condensation) curve of methane is presented. The design and functional features of a modern gas-cylinder car for working on e-LNG are presented. The design features and operating principle of power supply systems and main components for LNG operation are considered. The general technology of using LNG as a motor fuel is presented. The physicochemical and motor characteristics of LNG are given. The operational and technical characteristics of vehicles for working on LNG are described. The evaluation of the technical efficiency of LNG-powered vehicle power systems is summarized.

Reference

1. Grigoriev E.G., Kolubaev B.D., Erokhov V.I. Gas vehicles. – M.: Mashinostroenie, 1989. – 216 p.
2. Research report. Development of theoretical foundations for creating environmentally friendly and safe city cars. Section 1. Theoretical foundations of designing a cryogenic fuel storage system on board a vehicle. VKG OKP: 14340 № State. Reg. 01.2003.11032. Erokhov V.I., Karunin A.L. and others – M.: 2003. – 107 p.
3. Website <http://kamaz.ru/ru/vehicle/restyling/dumper/>
4. Malyuga A.G., Khafizov R.Kh. OJSC "KAMAZ": solving environmental problems of large cities of Russia // Transport on alternative fuel. – 2010. – No. 6 (18). – P. 19-21.
5. Automobiles KAMAZ 65115, 65116 with a gas engine. 65115-39020001 RT. Managing editor Valeev D.Kh. – 2010. – 79 p.
6. GOST R 56021-2014. Combustible natural liquefied gas. Fuel for internal combustion engines and power plants. Technical conditions.
7. Zagorudchenko V.A. Thermal properties of gaseous liquid methane. – M.: Publishing house of standards, 1969.
8. Erokhov V.I. Gas vehicles (design, calculation, diagnostics). Textbook. for universities. – M: Hotline – Telecom, 2016. – 598 p.
9. Gas cylinder plant on liquefied gas BiFuel. Service Training VSQ.
10. Self-study program 427. VOLKSWAGEN Group Academy. http://jetta-club.org/uploads/SSP_rus_427_dreysteijja.Pdf2009. – 59 p.
11. Natural gas engines with EGCA control unit. Electrical equipment. MAN Truck Bus Aktiengesellschaft, 2011. – 166 p.
12. Krasnikova O.K. Twisted heat exchangers for cryogenic and heat power plants. – M.: Kolos S, 2008. – 176 p.
13. UNECE Regulation No. 110 "Equipping vehicles with compressed and liquefied natural gas power systems".
14. Electronic resource. Volvo Diesel CGN Training (Rus) //
15. Genesis EdgeDual-Fuel dual-fuel system on Volvo (Classic) FM 460 / FH460 trucks. Genesis Edge Dual-Fuel System. – P. 1-44.
16. Erokhov V.I. Toxicity of modern cars. Methods and means of reducing harmful emissions into the atmosphere. Textbook. – M.: FORUM, 2016. – 458 p.

P. 57

Risk analysis in the production of structural materials for processing facilities of gas filling stations

Yuriy Shtephan, Viacheslav Garashenko, Pranav Naval Kishor

KEYWORDS: corrosion protection, gas stations, technological equipment, protection methods, corrosion process, remaining life.

Methods for calculating and standardizing the tolerable risk of pipeline corrosion in the production of structural materials for the processing facilities of gas filling stations by an integrated method are considered. An expert method analyzes the influence of design solutions, the use of structural materials more resistant to corrosion. This allows to predict the duration of pipeline operation, taking into account the risk of failure due to corrosion. The analysis of the risk matrix made it possible to identify key factors and build a mathematical model in order to exclude the situation of a significant risk as a result of the summation of risks in the production process.

Reference

1. Koshenskov P.F., Konoplyanikov O.V., Skosyrev A.N., Smirnov V.S., Vavilov A.V. Corrosion of pipelines in the gas industry // Modern science: topical problems of theory and practice. Natural and technical sciences. – 2015. – No. 11. – P. 51-52.
2. Rukovitsin E.S., Khimanina O.A., Khomyakov M.A. Safety in gas distribution and gas consumption systems // Modern science: actual problems of theory and practice. Series: Natural and Technical Sciences. – 2015. – No. 07-08. – P. 34-37.
3. Sakhalin Energy Investment Company [Electron. resource] URL: <http://www.sakhalinenergy.ru/ru/> (date of access 12.12.2020).
4. Mohamed R., Che Hassan C.R., Hamid M.D. Critical success factors of risk-based inspection // Process Safety Progress. – 2019. – No. 1. – Vol. 38. – P. 4-20.
5. Attia, Mohamed & Sinha, Jyoti Improved quantitative risk model for integrity management of liquefied petroleum gas storage tanks: Mathematical basis, and case study // Process Safety Progress. – Nov. 2020.
6. Logie, Justin & Maroun, Warren Evaluating Audit Quality Using the Results of Inspection Processes Performed by an Independent Regulator // Australian Accounting Review. – Nov. 2020
7. Zorin V.A., Shtefan Yu.V., Timchenko M.I. Assessment of failure risks when creating machine parts from composite materials // Mechanization in construction. – 2018. – P. 13-18.
8. Stolyarov V.V., Shchegoleva N.V., Kochetkov A.V. Basic formulas of the theory of risk in the summation of normal distribution laws // Internet journal "Naukovedenie". – 2017. – No. 6. – Volume 9. – P. 1-15.
9. Shtefan, Y.V., Bondarev, B.A. Risk Management In Requirements Of The ISO Standards In Relation To Logging Roads // Russian Journal Of Building Construction And Architecture. – 2020. – Vol. 1. – P.85-97. DOI: 10.25987 / VSTU.2020.451.007
10. V. Kalkis, I. Kristins, J. Roya. Labor protection – the main areas of risk assessment of the working environment. Translated from Latvian A. Weller [Electronic resource] – 2005 URL: <http://www.docme.su/doc/1698448/ohrana-truda---osnovnye-napravlenniya-ocenki-riskov-rabochej-...> (date of access 12.12.2020).
11. Kuzmina OV Comparative analysis of standards in the sphere of regulation of professional risk management (on the example of Russian and Polish experience) / O.V. Kuzmina, S.V. Yanchiy // Bulletin of Science and Creativity. – 2016. – No. 3. – P.160-164.
12. Arzhanukhina S.P., Vasiliev Yu.E., Kochetkov A.V., Kochetkov D.A., Kokodeeva N.A., Talalay V.V., Fedotov P.V., Shashkov I.G., Schegoleva N.V. The program for performing the service of calculation, assessment and analysis of technical risk in the implementation of a risk-oriented approach and verification of compliance with the "SERVICE OF CALCULATION, ASSESSMENT AND ANALYSIS OF RISK". Certificate of state registration of a computer program. Certificate number: RU 2019661451. – 2019.
13. Vasiliev Yu.E. Environmentally friendly sulfur-containing composite materials // Transport strategy – XXI century. – 2018. – No. 39. – P. 34-37.
14. Motin N.V. On the expediency of creating a new sub-branch of industry – sulfur building composites / N.V. Motin, Yu.E. Vasiliev, A.N. Shubin, M.N. Alekhina, V.P. Tkachev // Neftegazokhimiya. – 2016. – No. 1. – P. 8-13.

ABSTRACTS OF ARTICLES

P. 69

Environmental safety issues
in transport

Rahimov Elmar Agarahim

KEYWORDS: liquefied natural gas, thermodynamic parameters, design features of gas equipment, system and control unit, cryogenic cylinder, efficiency of LNG application.

Transportation field is one of the sources of environmental pollution. The volatility of petroleum prices and the necessity to decrease the outpost effect on the ecology force nations to apply alternative technologies. In the paper, methods to decrease car exhaust emissions are separated into three categories: constructive, organisational-technological, and organisational-managerial. The ecological safety of urban transportation systems is insured by a rise in the share of "green" cars in the park, represented by electric vehicles such as tramcars, trackless trolleys, electric coaches along with cars with natural gas engine.

Decreasing air contamination, noise and vibration makes electric cars more competitive and appealing. However, we should remember that the quiet movement of electric cars and electric coaches may pose a threat to the safety of pedestrians. Road traffic accidents exacerbate a complex traffic condition, generating congestion and as a result, enhance the negative effect. The intersection of Huseyn Javid Avenue and the Parliament Avenue of Baku city was chosen as the location of concentration of road incidents. Emissions along with noise pollution from motor transport have been examined. The paper presents ways to decrease emissions as well as noise.

Reference

- Makarova, I., Khabibullin, R., Belyaev, A., Belyaev, E. Urban transport system management in the context of region sustainable development strategy // *Transport Problems*. – 2013. – № 8 (2). – P. 107-111.
- Khan, M. Identifying and addressing barriers for the sustainable development of natural gas as automotive fuel // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2013. – № 8 (2). – P. 107-111.
- Engerer, H., Horn, M. Natural gas vehicles: An option for Europe // *Energy Policy*. – 2010. – № 38. – P. 17-29.
- Laib, F., Braun, A., Rid, W. Modelling noise reductions using electric buses in urban traffic. A case study from Stuttgart // *Transportation Research Procedia*. – 2019. – № 37. – P. 377-384.
- Larsson, K., Holmes, M. Social benefit analysis of reduced noise from electrical city buses in Gothenburg // *The Journal of the Acoustical Society of America*. – 2017. – № 141. – P. 33-37.
- Mohamed, M., Ferguson, M., Kanaroglou, P. What hinders adoption of the electric bus in Canadian transit? Perspectives of transit providers // *Transportation Research, Part D*. – 2017.
- Xylia, M., Leduc, S., Patrizio, P., Kraxner, F., Silveira, S. Locating charging infrastructure for electric buses in Stockholm // *Transportation Research*. – 2017. – № 78. – P. 183-200.
- Wang, Y., Huang, Y., Xu, J., Barclay, N. Optimal recharging scheduling for urban electric buses: A case study in Davis // *Transportation Research, Part E*. – 2017. – № 100. – P. 115-132.
- Mendonc, C., Freitas, E., Ferreirac, J., Raimundoc, I., Santos, J. Noise abatement and traffic safety: The trade-off of quieter engines and pavements on vehicle detection // *Accident Analysis and Prevention*. – 2013. – № 51. – P. 1-7.
- Woodcock, A., Topolavic, S., Osmond, J. The multi-faceted public transport problems revealed by a small-scale transport study // *Advances in Human Aspects of Road and Rail Transportation*. – 2013. – P. 321-331.
- Cocron, P., Krems, J. Driver perceptions of the safety implications of quiet electric vehicles // *Accident Analysis & Prevention*. – 2013. – № 58. – P. 122-131.
- Gabsalikhova, L., Sadygova, G., Almetova, Z. Activities to convert the public transport fleet to electric buses // *Transportation Research Procedia*. – 2018. – № 36. – P. 669-675.
- Rahimov, E. A. Study of Hydrogen Cars in Transport. Instruments and Systems // *Monitoring, Control, and Diagnostics*. – 2020. – № 9. – C. 18-23. DOI: <https://dx.doi.org/10.25791/pribo.09.2020.1205>.
- Rahimov, E. A. Environmental problems of vehicles // *Transport: science, technology, management, VINITI RAN*. – 2020. – № 5. – C. 57-61. DOI: <https://dx.doi.org/10.36535/0236-1914-2020-05-11>

АВТОРЫ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛЕ № 1 (79) 2021 г.

Гаращенко Вячеслав Валерьевич, магистрант, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), тел.: +7977129-47-70 e-mail: it13dr62ek1@mail.ru,

Ерохов Виктор Иванович, д.т.н., профессор Московского политехнического университета (Московский Политех), Заслуженный деятель науки РФ, адрес: 107023, г. Москва, ул. Большая Семёновская, д. 38, м.т. 8 916-150-17-87, e-mail: PDO@mami.ru

Пранав Навал Кишор Шарма Кумар, магистрант, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), тел.: +7-985-358-88-19 e-mail: pranav.raj91@gmail.com,

Рагимов Эльмар Агарагим оглы, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Института Географии имени акад. Г. Алиева Национальной Академии Наук Азербайджана, Баку, Азербайджан, e-mail: elmar_rahimov@yahoo.com.

Штефан Юрий Витальевич, к.т.н., Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), тел.: +7 903-123-13-27 e-mail: shtephan_y_v@mail.ru,

CONTRIBUTORS TO JOURNAL ISSUE NO 1 (79) 2021

Erokhov Viktor I., the professor of the Moscow state technical university (MAMI), Dr.Sci.Tech., the Honored worker of a science of the Russian Federation, e-mail: PDO@mami.ru

Garashenko Viacheslav, magistant of Moscow automobile and road construction state technical university (MADI), ph.: +7977129-47-70 e-mail: it13dr62ek1@mail.ru

Pranav Naval Kishor, magistant of Moscow automobile and road construction state technical university (MADI), ph.: +7-985-358-88-19, e-mail: pranav.raj91@gmail.com,

Rahimov Elmar Agarahim, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of the Institute of Geography named after acad. H. Aliyev, Azerbaijan National Academy of Sciences, 115 H. Javid ave, Baku, Azerbaijan, AZ1143, e-mail: elmar_rahimov@yahoo.com.

Shtephan Yuriy, Ph. D. (Tech.) Moscow automobile and road construction state technical university (MADI), ph.: +7 903-123-13-27 e-mail: shtephan_y_v@mail.ru,

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ «ТРАНСПОРТ НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ» В 2020 ГОДУ

№ 1 (73)

Члены Национальной газомоторной ассоциации, 2020 год

Аксютин О.Е.

Роль природного газа в водородной энергетике

В Санкт-Петербурге будет расширена сеть газовых заправок

Утверждены правила федеральных субсидий на строительство газовых заправок и переоборудование автомобилей на метан

Природный газ – драйвер федерального проекта «Чистый воздух»

Владельцы газомоторной техники шести регионов РФ получают налоговые льготы

Новые мусоровозы для Южно-Сахалинска

Обзор международного рынка ГМТ

Пронин Е.Н.

Автопробег «Голубой коридор» снова в Европе

Развитие рынка ГМТ США

СПГ для локомотивов Эстонии

Мобильность без ограничений

Новое оборудование для КПГ

Китайские газомоторные агрегаты для МАЗа

Шуреков В.В., Самохина С.С., Мякиннов А.В.

Применение водородного топлива в авиации как способ снижения техногенного воздействия на окружающую среду

Лиханов В.А., Лопатин О.П.

Исследование эффективных нагрузочных режимов высокооборотных дизельных двигателей на альтернативном топливе

Фомин А.П., Овсянников Е.М.

Бустерный электропривод велосипеда

Abstracts of articles

Авторы статей в журнале № 1 (73) 2020 г.

Перечень статей, опубликованных в журнале «Транспорт на альтернативном топливе» в 2019 г.

№ 2 (74)

Члены Национальной газомоторной ассоциации, 2020 год

На Сахалине обсудили меры по расширению использования ГМТ в регионе

Утверждена подпрограмма развития рынка ГМТ России

Расширение рынка ГМТ в Якутии

В Татарстане построят первое в России судно на СПГ

Анализ топливных цен России

Обзор международного рынка ГМТ

МАЗ выпустил газовый мусоровоз

Развитие газомоторного рынка в Исламской республике Иран

Всемирная декларация по климату

Нет никакой климатической катастрофы

Назаров Д.В.

Российский поезд на водороде – далёкая мечта или близкая реальность?

Национальная газомоторная ассоциация

Патрахальцев Н.Н.

Системы питания и организация рабочих процессов дизелей, использующих альтернативные топлива

Евстифеев А.А.

Программная реализация мониторинга и анализа информации о техническом состоянии ГБО

Рагимов Э.А.

Влияние альтернативных топлив на окружающую среду

Милов Б.К., Панов Ю.В., Зенченко В.А., Почукаев М.И.

Определение индивидуальных маршрутных норм расхода СУГ в горных условиях эксплуатации автомобиля

Abstracts of articles

Авторы статей в журнале № 2 (74) 2020 г.

№ 3 (75)

Члены Национальной газомоторной ассоциации, 2020 год

Перспективный газ

Продажи природного газа в качестве моторного топлива выросли на 30 %

«Газпром газомоторное топливо» обеспечит заправку новых тягачей

Россельхозбанк поддержит Нижегородский рынок газомоторного топлива

Компания РаритЭК подписала соглашение с Менделеевским муниципальным районом

Планы по развитию рынка ГМТ в Чувашии

Новокузнецк получит более 100 единиц «чистого» общественного транспорта

Газобаллонные автобусы для Братска

В Челябинск поставили 33 автобуса «МАЗ» на сжиженном топливе

Обзор международного рынка ГМТ

Иновации БЕЛАЗа: «зеленые технологии» и альтернативные источники энергии

Слободов Е.Б.

Веские причины для применения природного газа на транспорте

Строкова К.К.

Анализ необходимых мер поддержки судовладельцев для стимулирования перехода на двухтопливные двигатели

Патрахальцев Н.Н.

Некоторые возможности применения в дизелях альтернативных топлив в качестве добавок к основному дизельному

Шишков В.А.

Способ управления двигателем внутреннего сгорания

Марков В.А., Кулешов А.С., Денисов А.Д., Зенкин А.Н., Землемерова А.С.

Расчётные исследования способов подачи воды в цилиндры дизельного двигателя

Трембач С.А.

Способ оптимизации конструкции электрических карьерных самосвалов

Abstracts of articles

Авторы статей в журнале № 3 (75) 2020 г.

№ 4 (76)

Члены Национальной газомоторной ассоциации, 2020 год

Общее собрание членов НГА

«Газпром» в 2019 году сократил выбросы парниковых газов

Утверждены правила предоставления субсидий автопроизводителям газомоторной техники в 2020 году

«Газпром газомоторное топливо» и «Россельхозбанк» утвердили Дорожную карту по развитию рынка ГМТ

Перенесён срок ввода в действие межгосударственного стандарта по аккредитации исследовательских лабораторий, проводящих экспертизы переоборудуемых транспортных средств

ВЭБ.РФ и ГТЛК примут совместное участие в реформе общественного транспорта Перми

Перевод транспорта на газ даёт экономию до 50%

КАМАЗ на СПГ тестируется в Магнитогорске

Чувашия получит из федерального бюджета 20,5 млн рублей на ГМТ

Криогенные резервуары для СПГ

«Голубой коридор» для газомоторных автомобилей

Половина сахалинских машин к 2024 году будет переведена на газ

Обзор российских СМИ

В Израиле и Швеции заряжать электромобили будет дорого

Е.Н. Пронин

Пожарная машина на электричестве

Новые машины в Египте регистрируют только при наличии газового оборудования

Декарбонизация транспортного сектора в странах Северного измерения

В.А. Марков, А.С. Кулешов, А.Д. Денисов, А.Н. Зенкин, А.С. Землемерова

Расчётные исследования способов подачи воды в цилиндры дизельного двигателя

Э.А. Рагимов

Водородные транспортные средства в городских транспортных системах

В.В. Ханаев

Развитие электроэнергетики под влиянием перспективных видов транспорта на альтернативном топливе

А.Х. Григорян, В.А. Асриян

Опыт применения природного газа в качестве моторного топлива в Республике Армения

Abstracts of articles

Авторы статей в журнале № 4 (76) 2020 г.

№ 5 (77)

Члены Национальной газомоторной ассоциации, 2020 год

Семинар НГА: Финансовые инструменты для стимулирования реализации проектов в сфере газомоторного топлива

В Колпино появится новая АГНКС «Газпром»

«Газпром газомоторное топливо» компенсирует 30 % стоимости переоборудования транспорта

В Гатчине представили технику на природном газе

В Кемеровской области увеличилось количество АГНКС «Газпром»

В Волгоградской области запущена программа по переводу автомобилей с бензина на газ

GasSuf 2020: восстановить бизнес-связи

Обзор российских СМИ

Д.В. Василенко, Н.С. Сараханова, В.Л. Зинин

Декарбонизация транспортного сектора в странах Северного измерения

Л.А. Скрипко

Водород или литий? Чем завтра заправить электромобиль?

Р.З. Кавтарадзе, А.А. Зеленцов, Байган Сун, Ичунь Ван, Чэн Жунжун, Чжан Цытянь

Экспериментальное исследование рабочего процесса поршневого двигателя с впрыскиванием газообразного водорода во впускную систему

А.В. Камольцева, Г.А. Писарев

Подход к определению параметров сети зарядных станций для электромобилей

В.С. Дергунов

Анализ состояния рынка компримированного природного газа в России

Abstracts of articles

Авторы статей в журнале № 5 (77) 2020 г.

№ 6 (78)

Члены Национальной газомоторной ассоциации, 2020 год

Перестановки в правительстве: что ожидает рынок ГМТ?

В.Л. Зинин
Государственной подпрограмме развития рынка газомоторного топлива «становится тесно» в рамках утверждённых ранее бюджетных лимитов

Автопробег «Из Питера в Мирный на природном газе»

Новые газозаправочные объекты сети «Газпром»

КриоАЗС «Газпром» начала реализацию КПГ и СПГ в Челябинской области

В Санкт-Петербурге и Ленинградской области усилят работу по развитию рынка газомоторного топлива

В Сахалинской области расширяется газозаправочная инфраструктура

В Сочи прошла Всероссийская конференция TAXI-2020

Соглашение о сотрудничестве со структурой Ростеха

Обзор российских и зарубежных СМИ

Заправки СПГ Rolande в Германии

Кембриджские учёные разработали новый способ получения топлива из углекислого газа

Hyundai Heavy Industries Group представила контейнеровоз, работающий на СПГ

Новый газовоз ПАО «Совкомфлот» передан в долгосрочный чартер концерну Shell

Д.В. Василенко, Н.С. Сараханова, В.Л. Зинин

Декарбонизация транспортного сектора в странах Северного измерения

О.Е. Аксютин, А.Г. Ишков, Р.В. Тетеревлёв, К.В. Романов

Метан, водород, углерод: новые рынки, новые возможности

Выбирая водород

Перспективы водорода для нефтегазовой отрасли – от амбиций к реальности

Л.А. Скрипко

Время заправляться водородом

Abstracts of articles

Авторы статей в журнале № 6 (78) 2020 г.