

транспорт на альтернативном топливе →



4

Природный газ укрепляет свои позиции на площадке ООН

11

Позиция НГА по нормативному регулированию использования природного газа

47

На пути к низкоуглеродной мобильности





В НОМЕРЕ

- 03** Члены Национальной газомоторной ассоциации, 2021 год
- 05** Природный газ укрепляет свои позиции на площадке ООН
- 11** Позиция Национальной газомоторной ассоциации по вопросам совершенствования нормативного регулирования в сфере использования природного газа в качестве моторного топлива в Российской Федерации
- 21** Итоги автопробега «Голубой коридор – газ в моторы 2021»
- 30** Международная конференция «Водород Россия и СНГ»
- 35** В России будет развиваться водородная энергетика
- 36** Строительство инфраструктуры ГМТ – часть Стратегии социально-экономического развития РФ
- 37** На Сахалине появятся поезда на водородных топливных элементах
- 39** **И.В. Пискунов, М.А. Ершов, О.Ф. Глаголева**
Альтернативные виды топлив для устойчивого развития транспортного сектора
Часть 3. Биотопливо
- 47** **А.М. Абакумов**
На пути к низкоуглеродной мобильности
- 60** В Ленинградской области будет развиваться водородная энергетика
- 61** **В.Н. Козлов**
Определение показателя преломления защитного стекла батареи фотоэлектрических преобразователей электромобиля
- 67** **А.А. Чекрыжов, А.В. Алексеев, А.Е. Каплин**
Модернизация системы подачи топлива транспортных средств КАМАЗ на СПГ
- 70** Потребление метана в виде ГМТ неуклонно растёт
- 71** **В.С. Зарубин, С.В. Зарубин, Я.Г. Осадчий**
О возможности заполнения без компрессора металлокомпозитного водородного баллона высокого давления
- 77** На строительство газовых заправок в Якутии направят 24 млн рублей
- 78** ABSTRACTS OF ARTICLES
- 80** АВТОРЫ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛЕ № 6 (84) 2021 г.

Международный научно-технический журнал
«Транспорт на альтернативном топливе» № 6 (84) | 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.

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.

А.Е. Тавдишвили
руководитель направления внешних коммуникаций и специальных проектов НГА, зам. гл. редактора

Н.П. Тарасова
профессор, директор Института проблем устойчивого развития Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева, д.х.н.

В.Н. Фатеев
зам. директора НИЦ «Куратовский 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 15.10.2021 г.
Подписано в печать 15.11.2021 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** Natural gas strengthens its position at the UN site
- 11** National Gas Vehicle Association on the improvement of policy management in the field of natural gas use as a motor fuel in the Russian Federation
- 21** The results of the rally «Blue Corridor – Gas into Engines 2021»
- 30** International Conference and Exhibition «Hydrogen Russia & CIS»
- 35** Hydrogen economy to develop in Russia
- 36** Construction of the NGV fuel infrastructure as a part of the Strategy of Social and Economic Development of the Russian Federation
- 37** Hydrogen fuel cell trains to appear on Sakhalin
- 39** **Ivan Piskunov, Ershov Michael, Olga Glagoleva** Alternative Fuels for Sustainable Development of the Transport Sector *Part 3. Biofuels*
- 47** **Alexey Abakumov** Towards low-carbon mobility
- 60** Hydrogen economy to advance in the Leningrad Region
- 61** **Vladimir Kozlov** Determining the refractive index of photoelectric converter battery's protective glass in e-vehicle
- 67** **Artem Chekryzhov, Alexey Alekseev, Alexey Kaplin** Modernization of the fuel supply system of KAMAZ vehicles on LNG
- 70** Methane consumption in the form of NGV fuel is growing steadily
- 71** **Vladimir Zarubin, Sergey Zarubin, Yakov Osadchy** Filling the high pressure metal composite hydrogen cylinder
- 77** 24 million rubles for the construction of gas stations in Yakutia
- 78** ABSTRACTS OF ARTICLES
- 80** CONTRIBUTORS TO JOURNAL № 6 (84) 2021

«Alternative Fuel Transport»
international science and technology journal, No. 6 (84) | 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 MGTU, Doctor of Engineering

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

Markov, V.A.
Professor of N.E. Bauman's MGTU, 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

Prakhaltsev, 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

Tarasova, N.P.
Professor, Doctor of Chemical Sciences, Director, Institute of Chemistry and Problems of Sustainable Development, Russian University of Chemical Technology named after D.I. Mendeleev

Tavidishvili, A.E.
Head of External Communications and Special Projects, NGVA, deputy chief editor

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

Zinin, V.L.
Deputy 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 15.10.2021
Endorsed to be printed on 15.11.2021
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

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.

Houpu Clean Energy Co., Ltd.

KOA ENG Co., LTD

Kwangshin Machine Industry Co., LTD

AO 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 «ВНИКТИ»

ООО «ИЛ-16»

ООО «НИИгазэкономика»

ООО «НИИ экологии НГП»

ООО «Эйдос-Инновации»

КОНСУЛЬТАЦИОННЫЕ УСЛУГИ

АО «Агентство прямых инвестиций»

ЛОГИСТИЧЕСКИЕ / ЭКСПЕДИТОРСКИЕ КОМПАНИИ

ООО «Алмаздортранс»

ООО «АЛЬФА ДОН ТРАНС»

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 ПЕРЕОБОРУДОВАНИЮ И ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ)

ИП Остапенко

ООО «Автогазоборудование»

ООО «БелТраксСервис»

ООО «Гарант-Газ»

ООО «ГЛОСАВ»

ООО «Метанмастерсервис»

ООО «НПС-Тракс»

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 ППО (В ТОМ ЧИСЛЕ ГБО)

ООО «Донварт – 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 «Интехгаз»
ООО «Флюид Лайн»
ООО «ФСТ РУС»
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 «Никиссо Индастриал Рус»
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»
ООО «Эйр Продактс»
ПАО «Газпром автоматизация»

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»

Природный газ укрепляет свои позиции на площадке ООН



Национальная газомоторная ассоциация (НГА) работает в тесном сотрудничестве с Европейской экономической комиссией ООН (ЕЭК ООН). Только за последние месяцы были организованы и проведены два крупных мероприятия под эгидой ЕЭК ООН, в которых НГА выступила в качестве соорганизатора и участника. Совместная деятельность с авторитетным европейским органом даёт возможность использовать ресурсы международной организации для продвижения природного газа в качестве моторного топлива.

Декарбонизация транспорта с помощью природного газа

В рамках Петербургского международного газового форума 8 октября 2021 года в Санкт-Петербурге состоялся семинар «Декарбонизация транспорта с помощью природного газа», в очном и онлайн формате.



Европейская экономическая комиссия ООН осуществляет проект «Улучшение возможностей государств – членов ЕЭК ООН в области декарбонизации транспортного сектора путём увеличения использования природного газа в качестве моторного топлива», финансируемый Российской Федерацией. Проект охватывает Азербайджан, Армению, Белоруссию, Болгарию, Боснию и Герцеговину, Казахстан, Кыргызстан, Молдавию, Северную Македонию, Румынию, Сербию, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан.

Этот проект основан на предпосылке, что природный газ с его доступностью, экологическими, экономическими, и логистическими преимуществами признан серьёзной альтернативой бензину и дизельному топливу, поскольку он является единственным первичным топливом, которое технически и экономически подходит для любого вида транспорта: автомобильного, железнодорожного, водного. Переход на компримированный (КПГ) или сжиженный (СПГ) природный газ с бензина и дизельного топлива стал эффективным способом снижения загрязнения от автомобильного транспорта. КПГ и СПГ могут представлять собой идеальный мост к более устойчивой и декарбонизированной мобильности будущего. В рамках проекта изучается вопрос о том, каким образом, перейдя на сжатый или сжиженный природный газ, государства-члены могли бы реализовать следующие задачи:



- 1) декарбонизировать свои транспортные секторы и сделать шаг навстречу к углеродной нейтральности;
- 2) получить экономические выгоды за счёт повышения энергоэффективности транспорта;
- 3) снизить загрязнение от автомобильного транспорта и улучшить качество городского воздуха.

Для этих целей ЕЭК ООН с привлечением российских и европейских экспертов подготовила аналитический отчёт, в котором основное внимание уделяется автомобилям, работающим на природном газе, как эффективной альтернативе транспортного перехода. В нём описывается состояние рынка газомоторного топлива и его перспективы в странах-участницах проекта.

Отчёт включает:

- оценку состояния развития инфраструктуры для заправки КПГ и СПГ в странах-участницах проекта;
- анализ жизненного цикла конкурирующих видов топлива (дизельное, природный газ, электричество, водород) в странах проекта;
- сравнительный анализ требований безопасности к автомобильным заправочным станциям (АЗС) как одного из наиболее серьёзных барьеров на пути развития рынка;
- тематические исследования с эффективными нормативными, правовыми, экономическими, техническими и общественными

мероприятиями по пропаганде в целях увеличения доли транспортных средств, работающих на КПП/СПГ, в автопарках лёгкой и тяжёлой грузоподъёмности;

- исследование общественного мнения о внедрении природного газа в качестве моторного топлива;
- сборник тематических исследований (реклама, видео, фильмы) по популяризации использования природного газа на транспортных средствах;
- рекомендации по устранению нормативных, правовых, экономических, технических и общественных барьеров, препятствующих использованию газа в качестве топлива для транспорта.

В отчёте указывается, что страны-участницы проекта находятся на разных этапах экономического развития, имеют различную форму транспортного рынка, а также политику в области энергетики и транспорта. Рынки газомоторного топлива в странах проекта можно разделить на три группы:



- 1) начальный этап развития рынка;
- 2) развивающиеся рынки;
- 3) зрелые рынки.

Начальный этап развития свидетельствует о том, что число АГНКС в стране меньше десяти, а динамика газомоторного парка достаточно низкая. Развивающийся рынок подразумевает большее количество станций, варьирующееся от десяти до ста. Зрелый рынок газомоторного топлива характеризуется высоким уровнем насыщенности АГНКС и низким потенциалом для дальнейшего роста. Значительно различается и использование природного газа в энергетическом и топливном секторах. Основным показателем для рынка газомоторного топлива является количество автозаправочных станций и транспортных средств, использующих природный газ.

ЕЭК ООН при поддержке Российского энергетического агентства Министерства энергетики Российской Федерации, ПАО «Газпром» и Национальной газомоторной ассоциации организовали семинар по декарбонизации транспорта с использованием природного газа. На семинаре были обсуждены выводы аналитического отчёта ЕЭК ООН, его ключевые рекомендации и руководящие принципы для конкретных стран. Основное внимание было уделено состоянию дел в развитии рынка КПП и СПГ, перспективам развития рынка газомоторного топлива в условиях декарбонизации транспортного сектора для снижения углеродного следа транспортных услуг. Был рассмотрен опыт других стран в продвижении использования КПП и СПГ и его применимость в странах-участницах проекта.

По теме «Деятельность ООН по декарбонизации транспорта природным газом» выступили Бранко Миличевич и Надежда Хамракулова, представители отдела устойчивой энергетики ЕЭК ООН. Об использовании природного газа в транспорте секторе доложили Флавио Мериго, технический директор из Всемирного совета по

газовой мобильности, Мариароза Барони, президент NGV Italy (Италия), Дмитрий Тисной, руководитель комитета по тяжёлым двигателям NGV America (США). Также в этой сессии выступил Василий Зинин, исполнительный директор НГА, с докладом о развитии газомоторного рынка в странах, охваченных проектом ЕЭК ООН.

Во второй половине дня семинар продолжил свою работу. О развитии газомоторного рынка в РФ рассказали Михаил Лебедев, руководитель отдела по связям с общественностью «Газпром газомоторное топливо», Михаил Гузенко, министр энергетики Сахалинской области, и Эльдар Адеев, помощник премьер-министра Республики Татарстан.

По теме «Перспективы развития газомоторного рынка в странах ЕЭК ООН» выступили Талгат Арыстанбаев, председатель правления Газомоторной ассоциации Казахстана, и Даниил Марченков, заместитель генерального директора «Газпром трансгаз Беларусь»

В заключительном слове советник генерального директора Российского энергетического агентства Министерства энергетики Российской Федерации Ольга Юдина и Бранко Миличевич отметили важность подобных мероприятий. Участники семинара выражали надежду на развитие такого формата встреч и в дальнейшем.

Поддержка декарбонизации транспорта в Казахстане

Второе мероприятие под эгидой ЕЭК ООН и с участием НГА состоялось 24-25 ноября 2021 года в Алма-Ате. Бывшая столица Казахстана собрала специалистов на семинар «Поддержка декарбонизации транспорта в Казахстане». Мероприятие проходило в двух форматах – очно в Алма-Ате и онлайн. Благодаря возможностям интернета в семинаре смогли принять участие представители многих стран.

Семинар был организован Министерством экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан, ЕЭК ООН, АО «КазТрансГаз», Газомоторной ассоциацией Казахстана и АО «Жасыл Даму». Были определены следующие темы обсуждения:

- текущие отраслевые политики и проблемы, связанные с темой семинара;
- нормативно-правовое обеспечение;
- состояние и перспективы развития рынка газомоторного топлива в Казахстане в контексте снижения углеродного следа транспортных услуг в республике;
- необходимые меры государственной поддержки;
- синхронизация планов действий всех заинтересованных сторон.

Одним из основных направлений декарбонизации является переход от сжигания угля и нефтепродуктов на природный газ, в том числе и на транспорте. Говоря о природном газе, нельзя исключать биогаз, угольный метан и свалочный метан, которые идентичны по химическому составу и свойствам природному газу.



На семинаре обсуждение строилось вокруг перехода на компримированный (КПГ) и сжиженный (СПГ) природный газ, которые практически соответствуют требованиям к моторному топливу экологического класса Евро-5 и Евро-6.

За годы независимости парк автомобилей в Казахстане вырос с 1,2 до 4,5 млн единиц, главным образом, за счёт бензиновых и дизельных. Соответственно увеличились и выбросы парниковых газов от автотранспорта более чем в 3 раза (на 4 млн т CO₂-экв.). Поэтапный перевод значительной доли действующего автопарка на природный газ и увеличение его за счёт газомоторных автомобилей позволят не только снизить выбросы парниковых газов, но и улучшить качество воздуха в населённых пунктах. Это положительно отразится на здоровье населения, производительности его труда, приведёт к снижению расходов домохозяйств, работодателей и государства на здравоохранение. Наряду с положительным социальным эффектом газификация транспорта позволит снизить расходы (в том числе из госбюджета) на его обслуживание и ремонт, поскольку газовый транспорт реже нуждается в этих мерах в сравнении с бензиновым и дизельным. Также значительно смягчится негативное воздействие транспортного сектора на флору и фауну.

Массовый перевод транспорта на КПГ и СПГ требует формирования в Казахстане доступной высокотехнологичной безопасной инфраструктуры и соответствующего нормативно-правового обеспечения, синхронизации развития не только газозаправочной инфраструктуры и технического обслуживания газобаллонного оборудования (ГБО), но и расширения автопарка, использующего газ в качестве моторного топлива. В связи с этим требуется развитие газового сегмента автомобильного машиностроения, а также сервиса, связанного с переоборудованием (установкой ГБО) находящихся

в эксплуатации бензиновых и дизельных транспортных средств. А поскольку соответствующее технологическое оборудование в Казахстане не производится, необходима стимулирующая импортная политика, которая позволит ускорить декарбонизацию транспорта.

Все эти проблемы характерны для экономики любой страны, которая встала на путь декарбонизации. Об этом говорят тезисы прозвучавших на семинаре выступлений.

В первой сессии «Декарбонизация транспорта: переход на природный газ» выступили Бранко Миличевич, секретарь Группы экспертов по газу ЕЭК ООН, который рассказал о роли природного газа в транспорте в свете Повестки дня ООН до 2030 года, Надежда Хамракулова, сотрудник отдела устойчивой энергетики ЕЭК ООН, с докладом «Повышение потенциала государств-членов ЕЭК ООН по декарбонизации транспортного сектора за счёт увеличения использования природного газа» и другие участники.

Во второй сессии «Передовой опыт регулятивной, нормативно-правовой, экономической и технической деятельности, меры господдержки по увеличению доли автомобилей на CNG и LNG», которая продолжалась два дня, тоже было много интересных докладов. С большим вниманием участники семинара встретили выступление Бориса Максияна, члена бюро группы экспертов ЕЭК ООН по газу, о лучших практиках в продвижении использования КПГ/СПГ в странах ЕЭК ООН. Даниил Марченков, начальник Минского филиала УМГ ОАО «Газпром Трансгаз Беларусь», рассказал о развитии рынка ГМТ в Белоруссии и газификации международного транспортного маршрута Европа–Китай. Также во второй сессии были представлены доклады специалистов из Канады, России, Казахстана.

Большой интерес вызвало выступление исполнительного директора НГА Василия Зинина о мерах поддержки, преференциях и субсидировании участников рынка ГМТ в Российской Федерации.

По итогам семинара была принята Резолюция, в которой предложены меры, в частности, по декарбонизации транспортного сектора Республики Казахстан путём его перевода на КПГ и СПГ. В документе обращается внимание финансовых институтов, государственных уполномоченных органов, банков и фондов развития на необходимость всесторонней финансовой и административной поддержки, в том числе государственной, создания благоприятных условий для предоставления займов, кредитов и грантов участникам данного рынка, а также о необходимости проведения научных исследований.

В совместном документе выражается благодарность ЕЭК ООН за внимание к процессам декарбонизации транспорта в Казахстане и поддержку стратегии Правительства РК по низкоуглеродному развитию экономики страны.

Позиция Национальной газомоторной ассоциации по вопросам совершенствования нормативного регулирования в сфере использования природного газа в качестве моторного топлива в Российской Федерации

О совершенствовании механизма субсидирования заправочной инфраструктуры

Национальная газомоторная ассоциация считает необходимым организовать работу по совершенствованию подходов к субсидированию развития заправочной инфраструктуры КПП и СПГ в Российской Федерации, которая включает следующие направления.



По вопросу совершенствования регулирования в части КПП

Для достижения национальных целей социально-экономического и экологического характера в Российской Федерации реализуется подпрограмма «Развитие рынка газомоторного топлива» государственной программы «Развитие энергетики» (далее – Подпрограмма, утверждена постановлением Правительства России от 02.03.2020 г. № 221). К сожалению, по результатам 2020-2021 гг. наблюдается низкий уровень реализации плановых показателей Подпрограммы (кассовое исполнение составляет порядка 65 % от общей суммы лимитов субсидирования). По мнению НГА, сформированному на основании обращений субъектов РФ и участников рынка газомоторного топлива, сложившаяся ситуация явилась следствием следующих факторов:

- отсутствие чётких требований к объектам – получателям субсидии на вход в реализацию Подпрограммы;
- отсутствие штрафных санкций при невыполнении заявленных планов по созданию газозаправочной инфраструктуры;
- отсутствие прозрачных правил включения субъектов Российской Федерации в перечень регионов, в которых формирование газозаправочной инфраструктуры осуществляется в первоочередном порядке (далее – Перечень приоритетных регионов);
- отсутствие специальных кредитных продуктов для реализации проектов по созданию газозаправочной инфраструктуры.

Для повышения эффективности исполнения Подпрограммы предлагаем внести в правила предоставления и распределения субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации в целях софинансирования расходных обязательств по развитию заправочной инфраструктуры компримированного природного газа (приложение № 28 к государственной программе «Развитие энергетики», далее – Правила субсидирования) следующие изменения.

1

Дифференциация размера субсидий в зависимости от мощности автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС).

Существенная часть введённых в эксплуатацию АГНКС, не принадлежащих ООО «Газпром газомоторное топливо», оснащена оборудованием минимальной мощности, предусмотренной Правилами субсидирования – 500 нм³/ч. Такая мощность не обеспечивает надлежащую скорость заправки транспортных средств, что приводит к негативному опыту использования компримированного природного газа (КПГ) у потребителя и сдерживает массовый переход на использование КПГ в качестве моторного топлива.

В целях повышения качества предоставляемых услуг по заправке транспорта КПГ предлагается определить предельный размер субсидий на строительство АГНКС в размере до 15 млн рублей при вводе станции мощностью до 1000 нм³/ч и до 60 млн рублей при вводе станции мощностью от 1000 нм³/ч.

2

Соглашение с инвестором, предполагающее поэтапный мониторинг статуса реализации проекта и штрафные санкции за невыполнение.

Обязательным условием для подачи субъектом РФ заявки на предоставление субсидий должно быть наличие соглашения с каждым инвестором о предоставлении субсидии. Соглашение должно предусматривать обязательства инвестора по достижению установленного статуса реализации проекта к определённой дате, например:

- наличие проектной документации, оформленного земельного участка и действующего разрешения на строительство АГНКС – до 31 марта;
- наличие технических условий на подключение к газу и электроэнергии и старт строительного-монтажных работ на площадке – до 15 июня;
- ввод АГНКС в эксплуатацию – до 01 декабря.

Нарушение условий соглашения на любом этапе должно предполагать расторжение соглашения и штрафные санкции в размере 10 % от суммы субсидии, предусмотренной соглашением. В случае расторжения соглашения из-за несоблюдения сроков реализации проекта необходимо предусмотреть возможность перераспределения Минэнерго России лимитов субсидирования на иные проекты в других субъектах РФ. Данный механизм позволит повысить точность финансового планирования и снизит риски срыва реализации Подпрограммы.



3

Исключение из Перечня приоритетных регионов субъектов Российской Федерации, сорвавших по итогам года выполнение заявленных планов по вводу АГНКС.

Отсутствие штрафных санкций за невыполнение заявленных планов по развитию газозаправочной инфраструктуры приводит к декларации невыполнимых планов со стороны отдельных субъектов РФ, недополучению средств другими регионами и снижению эффективности Подпрограммы в целом.

4

Описание условий включения субъектов РФ в план субсидирования создания газозаправочной инфраструктуры.

В настоящее время отрабатывается механизм перераспределения Минэнерго России лимитов субсидирования строительства АГНКС в пользу субъектов РФ, не входящих в Перечень приоритетных регионов. На наш взгляд, критерии отбора субъектов Федерации для предоставления субсидий должны быть явно обозначены. Предлагаем сформировать перечень критериев следующим образом:

- утверждена схема размещения объектов газозаправочной инфраструктуры;
- принят региональный закон о «нулевой» ставке налога на имущество на срок не менее 5 лет для объектов газозаправочной инфраструктуры (АГНКС, КриоАЗС или МАЗС, включающих заправку КПП или СПГ);
- принят региональный закон о «нулевой» ставке земельного налога на срок не менее 5 лет для объектов газозаправочной инфраструктуры (АГНКС, КриоАЗС или МАЗС, включающих заправку КПП или СПГ);
- принят региональный закон о «нулевой» ставке транспортного налога для транспортных средств с оборудованием для работы на КПП или СПГ на срок не менее 5 лет;
- принят региональный закон о «нулевой» ставке налога на прибыль, зачисляемого в бюджет субъекта Федерации, для юридических лиц, осуществляющих установку на транспортные средства оборудования для работы на КПП или СПГ;
- принят региональный закон, предусматривающий упрощённый порядок предоставления земельных участков в аренду без торгов для строительства объектов газозаправочной инфраструктуры (АГНКС, КриоАЗС или МАЗС, включающих заправку КПП или СПГ);
- принят региональный закон о преимуществах для транспорта на КПП и СПГ при проведении конкурсных процедур на предоставление транспортных услуг, в том числе организацию пассажирских перевозок.

5

Развитие специальных кредитных продуктов.

Одной из ключевых проблем на ранней стадии развития рынка газомоторного топлива является ограниченный доступ инвесторов к дешёвым кредитным ресурсам. В целях укрепления рыночных

механизмов развития инфраструктуры газомоторного топлива предлагаем предусмотреть предоставление субсидий кредитным организациям на возмещение недополученных ими доходов по кредитам, выданным на строительство объектов газозаправочной инфраструктуры, предусматривающим для инвестора льготную процентную ставку по кредиту в размере не более 2 % годовых на срок до 10 лет.



По вопросу совершенствования регулирования в части СПГ

В настоящее время развитие заправочных комплексов СПГ на трассах сдерживает постановление Правительства Российской Федерации от 29.08.2020 г. № 1308 «Об утверждении правил предоставления субсидий из федерального бюджета юридическим лицам на возмещение части затрат на реализацию инвестиционных проектов по строительству объектов производственной и заправочной инфраструктуры сжиженного природного газа», которое **до настоящего времени не реализуется из-за отсутствия нормативно-регламентной документации и неготовности участников рынка следовать требованиям, предложенным регулятором.**

Общее мнение участников рынка, подтверждённое на рабочих совещаниях, проводимых Минэнерго России, заключается в том, что в указанное постановление Правительства необходимо внести следующие правки:

- предусмотреть возможность принятия инвестором решений о расположении, мощности и техническом оснащении объектов заправки исходя из анализа и прогнозирования рыночной среды, в том числе без прямого примыкания в автомагистрали;
- пересмотреть требования по локализации оборудования с учётом реальной доступности и качества необходимого оборудования отечественного производства;
- предусмотреть возможность субсидирования мобильных и модульных заправочных решений на существующих автозаправочных станциях и объектах придорожной инфраструктуры для заправки СПГ на ключевых автомагистралях;
- описать отдельные меры поддержки строительства объектов малотоннажного производства СПГ.



По вопросу организации субсидирования МАЗС

Ключевым фактором для создания условий развития транспортных перевозок на альтернативных видах топлива (в том числе на природном газе) является обеспечение возможности заправки всеми доступными видами топлива на основных транспортных магистралях, соединяющих регионы Российской Федерации.

Опыт развития рынка газомоторного топлива как в РФ, так и в других странах показал, что строительство обособленной инфраструктуры альтернативных видов топлива на ранних этапах развития рынка не привлекательно для инвесторов из-за отсутствия устойчивого

спроса на топливо. Данный барьер может быть преодолен, во-первых, за счёт внедрения инструментов государственной поддержки соответствующей деятельности, а во-вторых, за счёт развития инфраструктуры альтернативных видов топлива на базе существующей традиционной заправочной инфраструктуры.

Бизнес-модель многотопливных автозаправочных станций (МАЗС) позволяет инвесторам окупать вложения в инфраструктуру заправки альтернативными видами топлива за счёт доходов от традиционных видов топлива и сопутствующей торговой инфраструктуры. При этом использование существующих площадок традиционных заправочных станций позволяет ускоренными темпами (без подготовки нового земельного участка) создать необходимую плотность МАЗС на протяжении всех ключевых транспортных магистралей.

Для создания благоприятных условий развития МАЗС в Российской Федерации предлагается предусмотреть отдельный механизм их субсидирования, то есть **предлагается внедрить новый инструмент государственной поддержки и подготовить для этого весь комплект необходимых документов.**

Целевая модель регулирования деятельности многотопливных заправочных станций формируется на основе факторов, а также целевых значений показателей, отражающих степень обеспечения каждого из факторов.

- Ключевым фактором является обеспеченность инфраструктуры автомобильных дорог объектами МАЗС.
- Целевым показателем данного фактора выступает число МАЗС на километр автомобильной дороги. Предлагается ориентироваться на целевое значение одна МАЗС на 150 км дороги.
- Получателем субсидии является оператор МАЗС – лицо, осуществляющее реализацию топлив через имущественный комплекс МАЗС.
- Субсидии предоставляются из федерального бюджета на возмещение части затрат на создание инфраструктуры МАЗС при реализации мероприятий по достижению целевых показателей.
- Субсидии, которые соответствуют количеству и требованиям к размещению инфраструктуры МАЗС, предоставляются операторам МАЗС, признанным победителями отбора получателей субсидий, по результатам конкурса, по критерию максимального срока предоставления субсидии.

Критерий в виде максимального срока предоставления субсидии позволяет максимизировать период, в течение которого оператор МАЗС будет гарантированно осуществлять заправку транспортных средств альтернативными видами топлива, поскольку при нарушении своих обязательств он лишится права на получение оставшейся части субсидии. Данный подход гарантирует бесперебойное предоставление возможности заправки со стороны оператора.

Ключевые требования к осуществлению деятельности получателем субсидии – оператору МАЗС на срок предоставления субсидии:

- а) обязательство оператора МАЗС обеспечить в круглосуточном

режиме заправку транспортных средств альтернативными видами топлива (СПГ, КПП), соответствующими техническим требованиям и показателям качества;

б) обязательство оператора МАЗС обеспечить возможность мониторинга ответственным Федеральным органом исполнительной власти на основе данных объективного контроля выполнения обязательства, путём обеспечения непрерывной видеотрансляции с объектов заправочной инфраструктуры, а также контроля за местом нахождения передвижных автозаправочных станций (в случае их использования) за счёт оснащения их спутниковой навигацией ГЛОНАСС и предоставления доступа к информации об их местонахождении;

в) обязательство оператора МАЗС в течение срока действия соглашения о предоставлении субсидии и одного года после окончания этого срока передавать в органы власти информацию об объёмах реализации альтернативных видов топлива (СПГ, КПП, в перспективе – и водорода) на каждой автозаправочной станции по форме и в сроки, которые определяются Федеральным органом исполнительной власти.

Разработка основных параметров указанной программы является составной частью последующей работы в рамках реализации мер поддержки МАЗС в Российской Федерации. Одним из ключевых этапов этой работы должна быть подготовка комплекта обосновывающей документации для субсидирования деятельности МАЗС в РФ, включая его финансово-экономическое обоснование.

Разработанная концепция субсидирования деятельности МАЗС, включающих заправку КПП, СПГ и водородом, может быть утверждена по мере завершения государственной подпрограммы развития рынка газомоторного топлива.

О совершенствовании механизма субсидирования переоборудования транспорта

Приложение № 2 к Правилам предоставления и распределения субсидий из Федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации в целях софинансирования расходных обязательств субъектов РФ, возникающих при поддержке переоборудования существующей автомобильной техники, включая общественный транспорт и коммунальную технику, для использования природного газа в качестве топлива (Приложение № 29 к государственной программе «Развитие энергетики», далее – Правила субсидирования переоборудования) устанавливает максимальный размер субсидии на переоборудование транспорта и техники, а также повышающие коэффициенты для физических лиц и субъектов малого и среднего предпринимательства. В связи с ростом цен на ГБО, а также стоимости услуг центров по переоборудованию транспорта и испытательных лабораторий, необходимо увеличить размер субсидий на переоборудование транспорта для работы на природном газе на 30 % с установлением на постоянной основе коэффициента 2 для транспортных средств, принадлежащих физическим лицам и субъектам малого и среднего предпринимательства.

Также актуальная редакция государственной программы «Развитие энергетики» предполагает введение с 2022 года ограничения по году выпуска автомобиля (не ранее, чем за 5 лет до года предоставления субсидии) для предоставления субсидии на переоборудование транспорта для работы на природном газе (пп. «в» п. 4 Правил субсидирования переоборудования). Вместе с тем, существенную долю рынка переоборудования занимают более старые транспортные средства (в возрастной структуре транспорта во владении физических лиц более 50 % приходится на автомобили старше 10 лет). Именно эта категория граждан заинтересована в возможности экономии на топливе и не имеет средств на замену автомобиля. И именно для этой категории транспорта наиболее существенен экологический эффект от перехода на природный газ в качестве моторного топлива. По этим причинам Ассоциация предлагает снять возрастные ограничения при субсидировании переоборудования существующего транспорта для работы на природном газе.

Учитывая вышеизложенное, а также во исполнение поручений Президента Российской Федерации В.В. Путина на обращение Председателя Совета директоров ПАО «Газпром» В.А. Зубкова от 03.09.2021 г. № 1-1254 считаем необходимым:

1. внести изменения в приложение № 2 к Правилам субсидирования переоборудования об увеличении размера субсидий на переоборудование транспорта для работы на природном газе на 30 % с установлением на постоянной основе коэффициента 2 для транспортных средств, принадлежащих физическим лицам и субъектам малого и среднего предпринимательства;

2. исключить пп. «в» п. 4 Правил субсидирования переоборудования о возрастных ограничениях при субсидировании переоборудования существующего транспорта для работы на природном газе и рекомендовать органам власти субъектов Российской Федерации внести соответствующие изменения в нормативно-правовые акты субъектов РФ.

О снижении административных барьеров в сфере переоборудования транспорта для использования природного газа в качестве моторного топлива

На основании обращения Председателя Совета директоров ПАО «Газпром» В.А. Зубкова от 03.09.2021 г. №1-1254 Президент России В.В. Путин поручил Правительству России (Пр-1687 от 10.09.2021 г.) проработать вопрос о снижении административных барьеров при переоборудовании транспортных средств для использования природного газа в качестве моторного топлива.


27.10.2021 г. организациям-членам технического комитета по стандартизации «Дорожный транспорт» ТК 056 / МТК 56 разослан проект нового ГОСТ Р «Транспортные средства. Внесение изменений в конструкцию транспортных средств, находящихся в эксплуатации. Технические требования, технический контроль и методы испытаний» (далее – проект ГОСТ Р).

Представленный проект ГОСТ Р не решал ни задачи упрощения процедур и снятия административных барьеров, ни задачи повышения уровня безопасности при переоборудовании транспортных средств для использования природного газа в качестве моторного топлива. В частности, проект ГОСТ Р устанавливал обязательный выезд сотрудника испытательной лаборатории с испытательным оборудованием на место проведения работ по внесению изменений в конструкцию. Кроме того, устанавливались дополнительные требования к пунктам по переоборудованию (ППТО) по закупке систем измерения и найму дополнительных специалистов. Процедура контроля в процессе внесения изменений в конструкцию происходит многократно (до этого ГБО проходит обязательную сертификацию): на этапе предварительной экспертизы испытательной лабораторией, самостоятельно ППТО при установке газобаллонного оборудования (ГБО), в рамках оформления протокола проверки безопасности испытательной лабораторией, в рамках технического осмотра органами ГИБДД. Подобный порядок не только приводит к удорожанию и повышению длительности переоборудования, но и размывает ответственность за качество проведённых работ.

Национальная газомоторная ассоциация, являясь членом технического комитета по стандартизации «Дорожный транспорт» ТК 056 / МТК 56, проголосовала против утверждения представленного проекта ГОСТ Р.

Свою позицию ассоциация аргументировала тем, что в соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза ТР/ТС 018/2011 «О безопасности колёсных транспортных средств» под технической экспертизой конструкции транспортного средства понимается анализ конструкции и технической документации **без проведения испытаний**. Таким образом, экспертиза внесения изменений в конструкцию при установке ГБО должна легитимно **производиться в дистанционном формате**, что необходимо было отразить в новой редакции проекта ГОСТ Р.

18.11.2021 г. и 22.11.2021 г. состоялись согласительные совещания во ФГУП «НАМИ» с участием представителей Российского газового общества, ООО «Газпром газомоторное топливо» и Национальной газомоторной ассоциации. По результатам этих совещаний достигнута договорённость о внесении изменений в проект ГОСТ Р о дистанционном участии испытательных лабораторий при оформлении установки ГБО на транспортное средство. Актуализированная редакция ГОСТ Р направлена в Росстандарт для последующего утверждения и публикации, что **позволит снять основную проблему на рынке переоборудования транспорта**, заключающуюся в необходимости очного представления транспортного средства в испытательную лабораторию при установке ГБО.



ПРОТОКОЛ
согласительного совещания секретариата ТК 056 «Дорожный транспорт» и
Ассоциации организаций в области газомоторного топлива «Национальная газомоторная
ассоциация» по рассмотрению доработанного с учетом замечаний/предложений
Ассоциации (письмо № 11-05 от 03.11.2021) проекта национального стандарта ГОСТ Р
«Транспортные средства. Внесение изменений в конструкцию транспортных средств,
находящихся в эксплуатации. Технические требования, технический контроль и методы
испытаний»

22.11.2021 г.

Обсудили доработанную с учетом замечаний/предложений Ассоциации (полученных при проведении заочного голосования организациями-членами ТК 056 письмо № 11-05 от 03.11.2021) редакцию проекта ГОСТ Р «Транспортные средства. Внесение изменений в конструкцию транспортных средств, находящихся в эксплуатации. Технические требования, технический контроль и методы испытаний».

Решили:

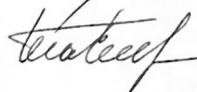
1. Считать оптимально доработанной редакцию проекта ГОСТ Р «Транспортные средства. Внесение изменений в конструкцию транспортных средств, находящихся в эксплуатации. Технические требования, технический контроль и методы испытаний» и согласованной Ассоциацией организаций в области газомоторного топлива «Национальная газомоторная ассоциация».
2. Ассоциации организаций в области газомоторного топлива «Национальная газомоторная ассоциация» бюллетень голосования с положительным решением по доработанной редакции проекта ГОСТ Р направить в адрес ТК 056 в возможно короткий срок.

Председатель ТК 056/МТК56
«Дорожный транспорт»



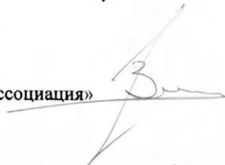
С.А. Аникеев

Ответственный секретарь ТК 056/МТК56
«Дорожный транспорт»



П.Г. Шачнев

Исполнительный директор
Ассоциации организаций в области
газомоторного топлива «Национальная газомоторная ассоциация»



В.Л. Зинин

Протокол совещания ТК

22.11.2021 г.

Утверждение нового ГОСТ Р потребует также в ближайшее время внесения изменений в ряд нормативных актов. Особенном важным для снятия административных барьеров на рынке переоборудования является внесение в кратчайшие сроки изменений в ряд документов, находящихся в ведении Минэкономразвития России:

- в приказы Минэкономразвития России от 31.07.2020 г. № 477 и от 26.10.2020 г. № 707 в части нераспространения ГОСТ 33670-2015 на транспортные средства, находящиеся в эксплуатации;
- в постановление Правительства Российской Федерации от 06.04.2019 г. № 413 и приказ Минэкономразвития России от 31.07.2020 г. № 477 в части проведения предварительной экспертизы и проверки безопасности в дистанционном формате, описания требований к цифровым интерфейсам внесения данных в реестр заключений предварительной технической экспертизы конструкции транспортного средства на предмет возможности внесения изменений, а также протоколов проверки безопасности конструкции транспортного средства после внесения в неё изменений.

Для дальнейшего упрощения процедур и снятия административных барьеров при переоборудовании транспортных средств в рамках целевой программы Российского газового общества «Совершенствование нормативного правового регулирования отношений в области газоснабжения» Национальной газомоторной ассоциацией разрабатывается методика, которая будет применяться ППТО как стандарт предприятия. Данный стандарт предприятия будет базироваться на ГОСТ Р 58697-2019 «Автомобильные транспортные средства. Порядок и процедуры методов контроля установки газобаллонного оборудования», который позволяет при установке ГБО с наличием сертификата по Правилам ЕЭК ООН № 115 применять п. 77 Технического регламента Таможенного союза ТР/ТС 018/2011 «О безопасности колёсных транспортных средств», то есть **проводить оформление переоборудования в упрощённом порядке без участия испытательных лабораторий**. Данный алгоритм действий в НГА считают наиболее приемлемым, соответствующим требованиям технического регулирования и учитывающим интересы профессионального сообщества. По мере разработки указанного документа и его согласования в Росстандарте будет инициирована процедура внесения изменений в п. 4 Приложения № 29 к государственной программе «Развитие энергетики» в части требований к предоставляемым документам при оформлении субсидий на переоборудование.

В рамках плана работ Национальной газомоторной ассоциации на 2022 год будет также организована работа по следующим направлениям совершенствования нормативно-правового регулирования в сфере переоборудования транспорта:

- разработка проекта изменений в Техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колёсных транспортных средств» (далее – Техрегламент), направленных на исключение внутренних противоречий по тексту Техрегламента, пересмотр перечня стандартов, обязательных к применению во исполнение Техрегламента, упрощение требований к сертификации комплектов ГБО, в том числе за счёт описания понятия «семейство транспортных средств»;
- разработка проекта Постановления Правительства РФ, устанавливающего правила и алгоритм работы единого Реестра баллонов высокого давления для использования природного газа в качестве моторного топлива и орган власти, ответственный за контроль обращения баллонов высокого давления для использования природного газа в качестве моторного топлива;
- разработка проекта ГОСТ, устанавливающего требования к ППТО, осуществляющим установку ГБО, а также требования к специалистам, выполняющим установку ГБО на транспортные средства и технику.

Примечание.

Предложения о разработке стандартов в сфере переоборудования транспорта Национальная газомоторная ассоциация направила руководителю Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии А.П. Шалаеву и генеральному директору Государственного научного центра Российской Федерации ФГУП «НАМИ» С.В. Гайсину (исх. от 03.11.2021 г. № 11-05).



Итоги автопробега «Голубой коридор – газ в моторы 2021»

Миасс – Тольятти – Набережные Челны – Нижний Новгород – Владимир – Москва – С.-Петербург, 2021 г.

В.Л. Зинин,
исполнительный директор НГА

М.В. Лебедев,
начальник отдела по работе со СМИ
ООО «Газпром газомоторное топливо»

Е.Н. Пронин,
координатор проекта
«Голубой коридор»,
председатель Совета ветеранов
газомоторной отрасли

А.Е. Михайлов,
заместитель начальника управления –
начальник отдела ПАО «Газпром»

А.Е. Тавдишвили,
руководитель направления внешних
коммуникаций и спецпроектов НГА

Новые реалии устанавливают и новые правила для привычных в прошлом традиций. Так, в уходящем году пробег автомобилей на газомоторном топливе проведён в новом формате, который учитывал пожелания автопроизводителей газомоторной техники, необходимость противодействия распространению коронавирусной инфекции и соображения по оптимизации бюджетов мероприятия.

Согласно подпункту «А» пункта 1 раздела IV Программы научно-технического сотрудничества между ПАО «Газпром» и «Юнипер СЕ» на 2021–2023 гг., автопробег стартовал 12 сентября 2021 года на площадке Автозавода «УРАЛ» в г. Миасс (Челябинская область). По предложению автопроизводителя старт автопробега перенесён из Оренбурга в Миасс и приурочен к юбилейным мероприятиям в честь 80-летия со дня основания АЗ «УРАЛ».

Ключевыми пунктами маршрута автопробега стали: Миасс (АЗ «Урал», «Ивеко-АМТ»), Тольятти (АО «АвтоВАЗ», Группа компаний «АТС»), Набережные Челны (ПАО «КАМАЗ», АО «Раритэк»), Нижний Новгород («Группа ГАЗ»), Владимир (Холдинг «БМГ» – бренд «Volgabus»), Москва (МГИМО). Финишировала автоколонна 7 октября 2021 года в Санкт-Петербурге во время работы Петербургского международного газового форума (ПМГФ).



Во время автопробега реализованы следующие задачи

- На площадках автозаводов и газового форума проведены выставки газовых транспортных средств различных классов, с различными двигателями, газозаправочным и емкостным оборудованием.
- В общей сложности автозаводы продемонстрировали более 70 автотранспортных средств (ТС) основных классов, работающих на КПП и СПГ: легковые пассажирские и легковые коммерческие автомобили, грузовики, автобусы на КПП и СПГ. Кроме того, продемонстрированы опытные образцы тракторов и экскаватора на СПГ.
- Организованы девять круглых столов и конференций по актуальным проблемам развития газомоторного рынка России.



Один из этапов пробега

- Проведены консультации с руководителями предприятий-участников газомоторного рынка по дальнейшим векторам его развития.
- Информационное обеспечение автопробега осуществляли центральные и региональные СМИ, Национальная газомоторная ассоциация, автоблогеры, коммуникационные службы компаний-участниц автопробега, профессиональных сообществ в России и за рубежом.
- Впервые в автопробеге 2021 года проводились онлайн видеотрансляции дискуссионных мероприятий с приглашением российских и зарубежных экспертов. При этом была обеспечена возможность интерактивного диалога с удалённой аудиторией.
- Впервые в автопробеге 2021 года на заводских площадках представителям СМИ была предоставлена возможность совершить тест-драйвы на газовых машинах для оценки их ходовых качеств и общих потребительских свойств.
- Для максимально широкого охвата аудитории организована работа по созданию дополнительных подробных видеоматериалов о каждом мероприятии для последующего распространения в социальных сетях, средствах массовой информации и адресно среди потенциально заинтересованных участников рынка.



По итогам серии деловых мероприятий можно сделать следующие выводы

- Ключевые российские автопроизводители (за исключением ООО «УАЗ», автохолдинга «Соллерс») освоили серийное производство автомобильной техники в газомоторном (метан) исполнении.

-
- Ассортимент предлагаемой техники на метане покрывает различные сегменты рынка (магистральные тягачи, автобусы, лёгкий коммерческий транспорт, дорожно-строительная, коммунальная, сельскохозяйственная и спецтехника) и позволяет потребителям эффективно решать практически любые задачи с применением природного газа в качестве моторного топлива.
 - Представляется целесообразным продолжать и расширять систему мер государственного стимулирования всех ключевых сегментов газомоторного рынка. Субсидии существенно способствуют его развитию. За прошедшие пять лет (2016 – конец 2020 гг.) были следующие достижения:
 - национальная сеть газовых заправок расширилась более чем на 70 %, а в настоящее время насчитывает порядка 620 стационарных и мобильных объектов различных форм собственности;
 - общий парк автомобилей на КПП и СПГ также увеличился на 134 тыс. ед. и превысил значение 220 тыс.;
 - спрос на природный газ вырос почти в 2 раза и к концу 2020 года составил 1,1 млрд кубометров; прогнозируется, что по результатам 2021 года данный показатель может превысить 1,3 млрд кубометров.
 - Активную и успешную деятельность по созданию перспективных образцов специализированного оборудования для технического обслуживания газобаллонных автомобилей (ГБА) ведут независимые предприятия (АО «Раритэк», Группа компаний «АТС»), интегрированные в производственные цепочки автозаводов. Представляется целесообразным провести работу по включению таких предприятий в систему государственного стимулирования инновационной деятельности.
 - Удалось выявить следующие основные факторы, ограничивающие рост транспортного парка новой техники на природном газе в Российской Федерации и требующие активной позиции участников рынка газомоторного топлива:
 - потребность в локализации технологий производства газовых двигателей большой мощности;
 - необходимость в актуализации нормативно-правовой базы, связанной с сертификацией, регистрацией и эксплуатацией транспорта и техники на природном газе во всех сегментах транспортного сектора;
 - ограниченность заправочной инфраструктуры на основных автомагистралях, а также недостаточный уровень покрытия крупнейших городских агломераций заправочными станциями природного газа;
 - целесообразность актуализации существующих механизмов государственной поддержки участников рынка, в первую очередь расширение мер поддержки владельцев транспорта и техники на природном газе.



Разбирая более детально мероприятия, проведённые в рамках автопробега «Голубой коридор – газ в моторы 2021», необходимо отметить следующее:

АЗ «Урал»

- АЗ «Урал» активно восстанавливается после периода спада (чередa смены владельцев и соответствующие потери существенной части рынка), однако требуется нарастить мощности в чрезвычайно значимой сфере – услуги по системному и оперативному обслуживанию поставляемой техники (недостаточно широко развёрнута сеть ремонтной базы).
- Техника на природном газе имеет дополнительные преимущества при работе в тяжёлых климатических условиях (в особенности в сравнении с электротранспортом). Вопросы, связанные с эксплуатацией метановой техники в условиях Крайнего Севера, производителями решены.
- Налажены и усилены прямые оперативные каналы связи с организациями Группы Газпром, эксплуатирующими технику АЗ «Урал».

IVECO

- Пример компании «Ивеко-АМТ» позволяет сделать вывод о перспективности локализации производства зарубежной техники при условии организации ключевых компонентов на территории России и ведения НИОКР по созданию нового перспективного оборудования.
- Стоит отдельно отметить, что производитель всячески готов к выпуску на рынок значительного количества техники в СПГ-исполнении.
- Необходимо отметить, что ставка на производство техники на СПГ является базовым элементом глобальной стратегии крупной международной компании CNH Industrial, что подтверждает глобальные перспективы развития рынка газомоторного топлива.

АВТОВАЗ / ГК «АТС»

- Ситуация с производством заводской легковой техники в газомоторном (метановом) исполнении весьма сложная. АВТОВАЗ отгружает в три раза меньше автомобилей, чем ожидалось ГК «АТС»: на данном этапе ежемесячно в цеха ГК «АТС» поступает всего 200 единиц из ожидаемых 600, которые необходимы в деятельности по оснащению транспортных средств ГБО.
- В 2021 году предприятия по переоборудованию фиксировали существенное падение объёма заказов на установку метанового оборудования. Более того, участились случаи обращений с просьбой демонтировать ранее установленное оборудование для КПП. Это вызвано чрезмерно жёсткими требованиями к сертификации и регистрации переоборудованных машин. Необходимо продолжить диалог с ФОИВ по упрощению административных процедур

при внесении изменений в конструкцию ТС.

- В рамках круглого стола в «Жигулёвской долине» руководство транспортных предприятий обозначило приближающиеся проблемы недостатка мощностей по техническому обслуживанию ГБО и периодическому переосвидетельствованию баллонов на фоне роста количества ТС на метане.
- Необходимо в ближайшем будущем провести работу по расширению сети пунктов технического обслуживания ТС с ГБО и переосвидетельствованию баллонов.
- Была сформулирована просьба: рассмотреть возможность государственной поддержки крупных компаний, эксплуатирующих газомоторную (метановую) технику, в организации и приобретении соответствующих центров, которые в последующем оказывали бы услуги по переосвидетельствованию ГБО. Представитель Министерства транспорта и автомобильных дорог Самарской области выразил готовность поддержать подобное обращение, если оно будет сформулировано участниками рынка.
- В целях повышения безопасности газомоторной техники следует уделить дополнительное внимание исключению из оборота контрафактных документов на газовые автомобили и баллоны на рынке.
- Представляется целесообразным создать на основе IT-технологий национальную систему мониторинга газовых баллонов.
- Представители автомобильных СМИ указали на недостаток возможностей составлять обзоры метановых автомобилей, которые могли бы значительно повысить привлекательность газомоторной техники для конечного потребителя и, как минимум, повысить степень осведомленности общественности в области газомоторной техники. Все желающие автоблогеры и журналисты, проявившие живой интерес, получили полный доступ к представленным автомобилям и технике.

ПАО «КАМАЗ»

- Привлекла внимание разработка ПАО «КАМАЗ» – газовый двигатель. Его востребованность не вызывает сомнений, как и то, что в ближайшем будущем им будет оснащаться значительное количество выпускаемой автопроизводителем техники.
- Производитель очерчивает свой путь развития как движение от монополии жидкого топлива к полигамии более чистых альтернатив: природный газ, электричество и водород.
- Автопроизводитель активно развивает партнёрские проекты с энергетическими компаниями (такими как ПАО «НОВАТЭК» и ПАО «Татнефть») по расширению сети, позволяющей заправляться СПГ.
- Топливная компания «Татнефть» обнародовала свои планы по расширению метановой заправочной инфраструктуры: СПГ – 3 КриоАЗС в 2021 году и 11 КриоАЗС в 2022-м; КППГ – 4 АГНКС в 2021 году и ещё 3 АГНКС в 2022-м.
- Начало строительства КриоАЗС (станция для заправки автомобилей СПГ), а таких комплексов в настоящее время построено 15, расширяет использование природного газа на транспорте. По состоянию на конец III кв. 2021 года спрос на автомобильный СПГ составил

5000 тонн, что эквивалентно 7 млн кубометров. Ввод в ближней перспективе ещё 10 КриоАЗС позволяет рассчитывать на существенный рост реализации СПГ в сегменте тяжёлой техники.

- Достижению этой цели будет способствовать выведение на рынок магистральных тягачей с топливной автономией тысяча и более километров. Были продемонстрированы значительные наработки в сфере СПГ-техники, благодаря которым дальность хода седельных тягачей может составить более 1500 км.
- Национальной газомоторной ассоциацией была представлена концепция развития многотопливных заправочных станций (МАЗС), включающих в себя заправку КПП и СПГ. Данная концепция может быть использована в качестве базового подхода к поддержке участников топливного рынка после окончания выполнения государственной подпрограммы развития рынка ГМТ. Реализация концепции позволит создать базовую инфраструктуру заправки альтернативными видами топлива на основных автомагистралях.

РариТЭК

- Компания РариТЭК продолжает комплексно подходить к вопросу развития рынка ГМТ, начиная активно расширять применение природного газа на сельскохозяйственной технике.
- Необходимо отметить наработки компании в сфере производства мобильных станций по освидетельствованию баллонов КПП для транспорта. Данное решение может сделать существенный вклад в решение проблемы ближайших лет, связанной с нехваткой пунктов по освидетельствованию баллонов.
- В своей стратегии РариТЭК стремится предложить потребителю максимально широкий ассортимент решений, связанных с использованием природного газа на транспорте, в том числе комплексные решения «под ключ».

Группа ГАЗ

- Группа ГАЗ продемонстрировала успешно налаженную работу по производству техники на природном газе и её стабильной реализации.
- Компания является безоговорочным лидером на российском рынке в сегменте автобусов – важное место в стратегии занимают автобусы на КПП и СПГ. При этом сегмент СПГ становится всё более привлекательным для потенциальных потребителей.
- Группа ГАЗ наращивает компетенции не только в производстве техники, но и в производстве модульных заправочных решений.
- Национальной газомоторной ассоциацией была представлена концепция мобильного заправщика, которая может быть реализована в городских агломерациях, в которых пока отсутствует или недостаточно развита метановая заправочная инфраструктура, но стоит задача оперативного покрытия территории города с привлечением частных инвестиций и вовлечением в её решение малого и среднего бизнеса.

Волгабас

- Компания «Волгабас» продемонстрировала успешно налаженную работу по производству техники на природном газе и её стабильной реализации.
- Было высказано желание автопроизводителя прямо на территории завода установить блок производства малотоннажного СПГ и соответствующую заправочную инфраструктуру.

МГИМО МИД России

- Было выявлено, что абсолютное большинство автопроизводителей проявляет интерес к экспортному потенциалу газомоторной техники.
- Российским экспортным центром (ВЭБ.рф) и компанией «Нацпромлизинг» (группа «Ростех») были представлены существующие меры поддержки экспортных инициатив российских производителей газомоторной техники.
- Требуется продолжить и активизировать работу по повышению осведомленности участников рынка в вопросах экспортного потенциала российской газомоторной техники и комплектующих для поставки на зарубежные рынки сбыта.
- Следует закреплять понимание того, что модные альтернативы – электричество и водород – не способны в полной мере обеспечить быстрое и эффективное решение экологических проблем транспорта.
- Имеется необходимость активизировать работу по продвижению разумного баланса различных видов моторного топлива в среднесрочной перспективе. Реализация идеи ускоренного отказа от углеводородных видов топлива и двигателей внутреннего сгорания чревата негативными экономическими и социальными последствиями.
- Также был зафиксирован тезис о том, что развитие рынков газомоторного топлива активно способствует комплексному достижению от 8 до 11 «Целей устойчивого развития», из имеющихся 17, которые были утверждены Генеральной Ассамблеей ООН ещё в 2015 году. Правильное отражение компаниями данного фактора в нефинансовой отчётности ESG в значительной мере может содействовать привлечению «зелёного финансирования» для реализации газомоторных проектов и повышению инвестиционной привлекательности участников рынка.



В заключение можно резюмировать, что автопробег позволяет:

- по-прежнему формировать информационные поводы, необходимые для повышения степени осведомленности общественности о преимуществах газомоторной техники;
- укреплять сотрудничество с зарубежными партнёрами и достигать прогресса в обсуждении совместных инициатив (например, потенциала развития МТМ «Европа – Западный Китай»);
- получать объёмную и точную картину текущего состояния

газомоторного рынка Российской Федерации;

- продолжать системную работу над инфраструктурными, техническими, правовыми и прочими вопросами развития рынка газомоторного топлива.

На основании всего вышесказанного представляется целесообразным продолжить работу по организации ежегодного проведения автопробега, адаптируя его мероприятия в соответствии с актуальной повесткой дня, использовать современные средства коммуникации для формирования контента, востребованного потенциальными потребителями и участниками рынка.



Санкт-Петербург

Москва

Владимир

Нижний Новгород

Набережные Челны

Тольятти

Миасс



Международная конференция «Водород Россия и СНГ»

**ВОДОРОД
РОССИЯ
И СНГ 2021**



Более 350 руководителей предприятий по производству водорода собрал в Москве международная конференция и выставка «Водород Россия и СНГ 2021», организованная компанией Vostock Capital. Мероприятие прошло 20-21 октября в отеле «Балчуг Kempinski» и стало высокоуровневой экспертной площадкой по обмену опытом и поиску решений для развития водородной индустрии.



Конференция и выставка были посвящены вопросам развития водородной индустрии в России и странах СНГ, реализации инвестиционных проектов в данной отрасли, технического и технологического совершенствования производства, использования, хранения и транспортировки водорода. Мероприятие прошло при поддержке лидеров индустрии: Siemens Energy, Газпромбанка, Rosen Group, Brunel. Свои экспозиции представили следующие компании: Yokogawa, FESCO «Дальневосточное морское пароходство», TGE Gas Engineering, Krohne, Pesco, НИАП-КАТАЛИЗАТОР, СК Инжиниринг.

Конференцию посетило более 350 участников. Это делегации во главе с руководителями и техническими директорами от крупнейших

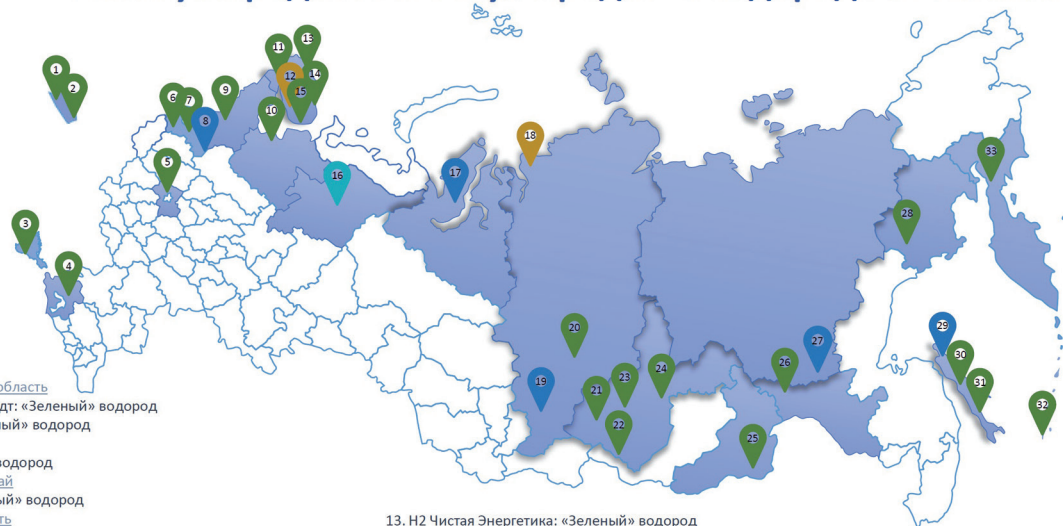
компаний, среди которых: ПАО «Газпром», Росатом, Роскосмос, Русатом Оверсиз и многие другие!

В ходе мероприятия делегаты получили множество важной и эксклюзивной информации. В пленарной сессии обсуждались драйверы и механизмы развития отрасли, среднесрочные и долгосрочные цели, планы правительства, производителей водорода и инициаторов проектов.

Открыл конференцию с докладом «О развитии водородной энергетики» начальник отдела развития инжиниринга и водородной промышленности департамента машиностроения для ТЭК Минпромторга России Матвей Айрапетов. Представитель министерства доложил, что, согласно Концепции развития водородной энергетики в Российской Федерации, потенциальные объёмы экспорта водорода из РФ на мировой рынок могут достичь следующих показателей: до 200 тыс. тонн в 2024 году, 2-12 млн тонн в 2035 году, 15-50 млн тонн в 2050 году. Также вниманию делегатов был представлен Атлас российских проектов по производству низкоуглеродного и безуглеродного водорода и аммиака с указанием всех проектов и их инициаторов.



Атлас российских проектов по производству низкоуглеродного и безуглеродного водорода и аммиака



Калининградская область

1. Группа Кронштадт: «Зеленый» водород
2. Росатом: «Зеленый» водород

Республика Крым

3. Н2: «Зеленый» водород

Краснодарский край

4. Лукойл: «Зеленый» водород

Московская область

5. НИЦ РКП: «Зеленый» водород

Ленинградская область

6. Агентство экономического развития Ленинградской области: «Зеленый» водород
7. Агентство экономического развития Ленинградской области: «Зеленый» водород

8. Агентство экономического развития Ленинградской области: «Голубой» водород / аммиак

Республика Карелия

9. En+ Group: «Зеленый» водород / аммиак

Архангельская область

10. Агентство регионального развития Архангельской области: «Зеленый» водород

Мурманская область

11. Роснано: «Зеленый» водород

12. Росатом: Низкоуглеродный водород

13. Н2 Чистая Энергетика: «Зеленый» водород

14. Н2: «Зеленый» водород

15. Газпром энергохолдинг: «Зеленый» водород / аммиак

Республика Коми

16. Коми Центр развития предпринимательства: «Бирюзовый» водород

Ямало-ненецкий автономный округ

17. НОВАТЭК: «Голубой» водород / аммиак

Красноярский край

18. Северная Звезда: Низкоуглеродный водород

19. СУЭК: «Голубой» аммиак

20. En+ Group: «Зеленый» водород / аммиак

Иркутская область

21. En+ Group: «Зеленый» водород / аммиак

22. En+ Group: «Зеленый» водород / аммиак

23. En+ Group: «Зеленый» водород / аммиак

24. Н2 Чистая Энергетика: «Зеленый» водород

Забайкальский край

25. Юнигрин Энерджи: «Зеленый» водород

Амурская область

26. Агентство Амурской области по привлечению инвестиций: «Зеленый» водород

Республика Саха (Якутия)

27. СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ АЛЬЯНС: «Голубой» аммиак

Магаданская область

28. Н2 Чистая Энергетика: «Зеленый» водород

Сахалинская область

29. Росатом: «Голубой» водород / аммиак

30. Росатом: «Зеленый» водород

31. Н2 Чистая Энергетика: «Зеленый» водород

32. Н2: «Зеленый» водород

Пенжинская губа, Камчатский край

33. Н2 Чистая Энергетика: «Зеленый» водород

Источник: <https://minpromorg.gov.ru>

Константин Романов, генеральный директор ООО «Газпром водород», рассказал о пилотных проектах компании «Газпром», в том числе о пилотной водородной заправочной станции, перспективах использования низкоуглеродного водорода в металлургии, возможностях использования и утилизации CO₂ для получения продуктов газохимии путём закачки CO₂ в подземное хранилище газа (буферный газ). Он добавил, что на сегодняшний день ежегодно на предприятиях ПАО «Газпром» вырабатывается 21 тыс. тонн водородсодержащего газа (сюда входят гидроочистка бензиновых, керосиновых и дизельных фракций, получение аммиака, бензола, спиртов и др.). То есть потенциал при 100%-й загрузке мощностей и/или выделении водорода из сбросного газа составляет 26 тыс. тонн водорода в год.

Своё видение развития отрасли представил Антон Москвин, вице-президент по маркетингу и развитию бизнеса АО «Русатом Оверсиз». Он рассказал, что Росатом работает над экспортоориентированными перспективными проектами и коммерческим производством водорода в местах потребления. Подробнее он остановился на проекте строительства завода по производству водорода на о. Сахалин, проекте по производству водорода на Кольской АЭС, а также на локальных транспортных проектах по водородному транспорту и заправочной инфраструктуре. Не был обойден вниманием и проект «водородного» поезда, который компания реализует совместно с РЖД и другими партнёрами.

Модератором сессии был Олег Жданев, заместитель генерального директора ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Министерства энергетики. Кроме того, среди почётных гостей, докладчиков и участников дискуссий пленарной сессии были: Евгений Гетц, заместитель министра цифрового и технологического развития правительства Сахалинской области; Олег Назаров, заместитель начальника департамента технической политики РЖД; Вячеслав Соломин, операционный директор EN+Group; Елена Баранчук, заместитель начальника управления Газпромбанка; Эрик Циндель, вице-президент по продажам и глобальному развитию водородного бизнеса Siemens Energy и многие другие.

На пленарном заседании обсуждались многие вопросы. В частности, речь шла о прогнозах производства и потребления водорода.

Так, в августе 2021 года распоряжением правительства РФ утверждена концепция развития водородной энергетики. Данный документ направлен на реализацию национального потенциала в области производства, экспорта и применения водорода. Большое внимание в документе уделено развитию технологий производства, хранения, транспортировки и применения водорода. Согласно существующим планам, объёмы поставок водорода на мировой рынок могут достигнуть 15-50 млн тонн.

Для покрытия своих потребностей европейские страны планируют импортировать водород. Страны АТР также заявили о планах по импорту водорода и низкоуглеродного аммиака. При этом на сегодняшний день низкоуглеродные технологии являются наиболее экологичными и дорогими способами производства водорода, планируемые производственные мощности по которым значительно выросли в 2021 году. Прогнозы по развитию водородной энергетики таковы:

стоимость «зелёного» водорода со временем будет снижаться за счёт более низкой стоимости электролизёров и энергии от ВИЭ. «Синий» водород будет снижаться в цене за счёт увеличения скорости улавливания CO₂ в сочетании с потенциальным сокращением стоимости капиталовложений. Стоимость «серого» водорода будет расти в связи с введением налогов на выбросы CO₂ в будущем.

Также разговор вращался вокруг водородного кластера в Сахалинской области, который сейчас создаётся в рамках эксперимента по достижению углеродной нейтральности и в будущем создаст большой потенциал для экспортных поставок в Японию, Южную Корею, Сингапур и Китай.

Специальная сессия была посвящена инновационным разработкам и лучшим технологиям для производства водорода. Максим Вальковский, директор по сотрудничеству и партнёрству компании LLC Haldor Topsoe, представил обзорный доклад о производстве водорода, рассказав о традиционных проектах и новых перспективах. Максим Артемьев, региональный менеджер в странах Восточной Европы и СНГ компании Nel Hydrogen, выступил с докладом о роли водорода в декарбонизации промышленности. Вадим Боровков, представитель московского офиса Johnson Matthey (Moscow office), в своей презентации охарактеризовал технологию LCH для низкоуглеродного производства водорода. Ян-Яап Рихман, инженер по разработке продуктов Technip Benelux B.V., рассказал о технологиях для декарбонизации производства водорода. Лочин Юсупов, ведущий инженер НПП «КуйбышевТелеком-Метрология», представил вниманию делегатов инновационный проект в области создания высокоточных кориолисовых и ультразвуковых расходомеров газов и жидкостей, в том числе, водорода.

Также обсуждён был статус проектов по строительству и расширению площадок по производству водорода в России и СНГ. Среди докладчиков этой сессии была Анна Урумьян, глава представительства федеральной земли Нижняя Саксония в РФ. Её доклад «Практические примеры использования водорода в Нижней Саксонии (Германия). Водородное сотрудничество Севера Германии» вызвал большой интерес у слушателей. Владимир Полунин, заместитель генерального директора по развитию компании Черноморнефтегаз, в своей презентации сделал акцент на формировании международного рынка водорода и необходимых конкурентных преимуществах для эффективной работы на нём.

Фокус конференции затем сместился на проблемы, связанные со спросом на водород. В ходе сессии было рассмотрено существующее и возможное промышленное использование водородного топлива. Так, Игорь Юрьев, заместитель генерального директора по научной работе ФКП «НИЦ РКП», рассказал о масштабном опыте предприятия в области реализации водородных технологий, а Дайске Харада, директор проекта компании Jorgmes, сделал акцент на увеличивающемся потоке энергоресурсов из России. В ходе живой дискуссии было поднято множество вопросов и высказаны предположения касательно экспорта водорода в страны АТР.

Во второй день делегатов ждала интереснейшая сессия

«Инвестиции, привлечение финансирования и монетизация водорода». Среди докладчиков был Андрей Михайлов, начальник лаборатории водородных технологий ООО «Газпром ВНИИГАЗ», поднявший тему правовых основ низкоуглеродного водорода как товарной категории. Ольга Ревзина, представитель международной юридической фирмы Herbert Smith Freehills, выступила с презентацией о водородной энергетике и инвестициях. Она рассказала также о механизмах стимулирования и господдержки. Артём Матюшок, управляющий партнёр H₂Transition Capital LLP, привёл примеры практик государственного стимулирования Великобритании и ЕС в целях поддержки развития отрасли водородной энергетике.

Продолжила программу конференции сессия с практическими примерами планирования, проектирования и реализации проектов строительства, модернизации и расширения производства. В этой сессии Евгений Чернов, директор представительства Air Liquide Global E&C Solutions Germany GmbH, рассказал об опыте компании на рынке водорода и водородной энергетике, также были представлены комплексные решения группы Линде для инфраструктурных проектов водородной энергетике. Иван Гонзалес, директор по продажам Siemens Energy, выступил с докладом об использовании водорода в аспекте ускоренного перехода к углеродной нейтральности.

Важнейшим вопросам безопасности было уделено особое внимание в сессии, посвящённой накоплению и хранению водорода. Были подняты и рассмотрены вопросы транспортировки. В этой сессии делегаты отметили ценность доклада Гаффара Мирзоева, руководителя направления компании ROSEN Group, который рассказал о системном подходе к обеспечению целостности трубопроводов, транспортирующих водород.

Завершил программу круглый стол по повышению эффективности производства водорода.

Насыщенная деловая программа, а также неформальное бизнес-общение во время кофе-брейков, обедов и вечернего коктейльного приёма позволили гостям мероприятия завязать новые деловые знакомства и встретить давних коллег. На конференции в течение двух дней было проведено более 400 встреч, которые, безусловно, стали основой для длительного сотрудничества участников мероприятия. Участники отметили высокий уровень организации мероприятия и важность такого рода международных встреч в деле развития альтернативной энергетике.

Организаторы планируют и в дальнейшем развивать этот формат международного сотрудничества. Следующая 2-я ежегодная международная Конференция и выставка «Водород Россия и СНГ» пройдёт в Москве 19-20 октября 2022 года. Официальный сайт мероприятия: <https://hydrogenru.com/>.

По материалам <https://gasworld.ru/ru/news/russia/>

В России будет развиваться водородная энергетика

Водород может стать одной из экологически чистых альтернатив нефти и природному газу, от которых ряд стран может отказаться из-за негативного влияния этих энергоносителей на климат и окружающую среду. Состоявшаяся 15 октября стратегическая сессия по развитию в России водородной энергетики показала, что и в России этому энергоносителю отводится важная роль в экономике страны.

Премьер-министр Михаил Мишустин, выступая на сессии, отметил нацеленность правительства на создание масштабных производств для удовлетворения спроса на водород и овладения существенной долей рынка. Он заявил, что на это направление в рамках одной из 42 инициатив социально-экономического развития, которые были поддержаны президентом и утверждены правительством, выделят более 9 млрд рублей. По его словам, эти средства в ближайшие три года направят на разработку конкурентоспособных отечественных технологий производства, транспортировки и хранения водорода. Деньги также будут способствовать созданию полигонов по апробации технологий для водородной энергетики, в том числе в арктической зоне.

Вице-премьер Александр Новак в своём выступлении на сессии отметил, что российские компании активно прорабатывают различные возможности производства водорода из воды с использованием электроэнергии атомных электростанций и возобновляемых источников энергии. По его словам, водородное топливо позволит России диверсифицировать экспорт при уменьшении доли углеводородов на мировом энергетическом рынке. Россия, по его оценке, может занять не менее 20 % водородного рынка в будущем.

В настоящее время российские компании разрабатывают более 20 проектов в области водородной энергетики и планируют заключить соглашения о сотрудничестве в этой области с Францией, Австралией и Южной Кореей. В августе 2021 года правительство утвердило концепцию развития водородной энергетики. Её первый этап рассчитан на ближайшие 3,5 года. Он предполагает создание профильных кластеров и реализацию пилотных проектов по производству и экспорту водорода, а также применение водородных энергоносителей на внутреннем рынке. На следующих этапах (до 2035 г. и до 2050 г.) планируется создать крупные производства, ориентированные на экспорт, и перейти к серийному применению водородных технологий в различных секторах экономики, включая нефтехимию и жилищно-коммунальное хозяйство.

Как сообщал кабмин, предусматривается создание минимум трёх территориальных производственных кластеров: северо-западного, который будет специализироваться на экспорте водорода в страны Европы, восточного – для поставок водорода в Азию и развития водородной инфраструктуры в сфере транспорта и энергетики, арктического – для обеспечения низкоуглеродного электроснабжения российского Заполярья. Представителям отрасли будут доступны специальные инвестиционные контракты, субсидии на изготовление пилотных партий

продукции и компенсации за проведение научных исследований.

Напомним, что 13 октября на форуме «Российская энергетическая неделя» между правительством страны и ПАО «Газпром» было подписано соглашение о намерениях в целях развития водородной энергетики в России и декарбонизации промышленности и транспорта на основе природного газа.

Ранее Президент России Владимир Путин отмечал, что в ближайшие десятилетия в мировой энергетике ожидается усиление позиций водорода и аммиака. По словам главы государства, у России есть научные, ресурсные и логистические возможности, чтобы занять весомую долю на этих перспективных рынках.

В мероприятии также приняли участие первый вице-премьер Андрей Белоусов, зампреды кабмина Виктория Абрамченко и Дмитрий Чернышенко, министр природных ресурсов и экологии Александр Козлов, глава Министерства экономического развития Максим Решетников, министр транспорта Виталий Савельев, глава Министерства образования и науки Валерий Фальков, министр энергетики Николай Шульгинов и представители крупных энергетических компаний.

По материалам tass.ru

<https://gasworld.ru/ru/news/russia/>

Строительство инфраструктуры ГМТ – часть Стратегии социально-экономического развития РФ

Утверждённая правительством Российской Федерации Стратегия социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года предусматривает ряд мероприятий на транспорте, в том числе с использованием природного газа. Это строительство газомоторной инфраструктуры для различных категорий транспорта, масштабная газификация общественного транспорта, развитие полномасштабной отрасли по производству комплектующего оборудования для автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС).

Тенденция строительства объектов газозаправочной сети компании «Газпром газомоторное топливо» говорит о росте в 2,3 раза начиная с 2020 года и на перспективу до 2023 года. За последние два года на трассах было введено в эксплуатацию почти в 2 раза больше новых объектов, чем за четыре предыдущих года. Благодаря поддержке правительства РФ и глав регионов ежегодно наращивается инфраструктура для реализации метана в качестве газомоторного топлива.

В планах компании строительство 82 газозаправочных станций на 2022 год и 109 объектов на 2023 год.

Сокращение прямых выбросов парниковых газов от сжигания топлива вносит существенный вклад в экологическое благополучие городов. По оценке Программы ООН по населённым пунктам (ООН-Хабитат), до 70 % глобальных антропогенных выбросов парниковых газов



приходится именно на города. В нашей стране за пять лет использования метана в качестве моторного топлива снижение парниковых газов составило свыше 7 млн тонн CO₂-эквивалента.

Принятая Стратегия определяет меры по обеспечению к 2030 году сокращения выбросов парниковых газов до 70 % относительно уровня 1990 года. Положениями Стратегии будут руководствоваться федеральные органы власти при разработке и реализации отраслевых документов стратегического планирования, государственных программ (подпрограмм) Российской Федерации. Ежегодно до 30 ноября Минэкономразвития России будет представлять в правительство РФ доклад о ходе реализации Стратегии, включая оценку прогресса в достижении целей и индикаторов Стратегии, уточнение долгосрочного прогноза выбросов парниковых газов.

По материалам <https://gmt.gazprom.ru/press/news/2021/11/112/>

На Сахалине появятся поезда на водородных топливных элементах

В октябре было принято совместное решение ОАО «РЖД», правительства Сахалинской области, государственной корпорации «Росатом» и АО «Трансмашхолдинг» о переходе к этапу реализации проекта запуска на Сахалине поездов, работающих на водородных топливных элементах (ТЭ).

Поезда на водородном топливе оказывают минимальное влияние на окружающую среду. Развитие транспорта на водородных ТЭ является приоритетом многих стран, нацеленных на борьбу с изменением климата и декарбонизацию. Рассмотрев концепцию и результаты комплексной финансовой модели, ОАО «РЖД», правительство Сахалинской области, государственная корпорация «Росатом» и АО «Трансмашхолдинг» подписали протокол о признании проекта организации железнодорожного сообщения с применением поездов на водородных топливных элементах на Сахалине целесообразным и технически осуществимым. Подписи под протоколом поставили губернатор Сахалинской области Валерий Лимаренко, генеральный директор и председатель правления ОАО «РЖД» Олег Белозёров, генеральный директор АО «Трансмашхолдинг» Кирилл Липа и первый заместитель генерального директора, директор блока по развитию и международному

бизнесу государственной корпорации «Росатом» Кирилл Комаров.

Для достижения целевых экономических показателей проекта стороны намерены принять меры по организации и проведению соответствующей работы с федеральными органами исполнительной власти, финансовыми институтами и заинтересованными организациями.

Губернатор Сахалинской области Валерий Лимаренко отметил, что наступает время проектирования и изготовления опытной партии из семи поездов. Непосредственно на Сахалине предстоит создать малотоннажное производство водорода и сеть топливозаправочных комплексов, сформировать пилотный полигон и запустить регулярное пассажирское железнодорожное сообщение. На базе островного университета появится центр компетенций для подготовки необходимых кадров. Таким образом, Сахалинская область выходит в лидеры новой для России и очень перспективной отрасли экономики, связанной с производством и использованием водорода. Для региона и его жителей это означает увеличение налоговых поступлений, сохранение экологии, создание дополнительных высокотехнологичных рабочих мест. Многим сахалинцам и курильчанам предоставится шанс стать ценными востребованными специалистами в новой перспективной отрасли, в новой профессии.

Олег Белозёров добавил, что ведётся системная работа над повышением экологичности подвижного состава. Поезда на водороде являются уже не фантастикой, а технологиями ближайшего будущего. Благодаря им удастся свести к нулю вредные выбросы в атмосферу. Конечно, предстоит ещё долгий путь по отработке технологических и экономических моментов, но в результате будет найдено комфортное для всех решение. Опыт показывает, что востребованные инновационные технологии предлагают приемлемые варианты реализации в достаточно короткие сроки.

Генеральный директор АО «Трансмашхолдинг» Кирилл Липа подчеркнул, что компания инвестирует значительные ресурсы в проект. К решению этой задачи привлечены лучшие инженерно-конструкторские кадры холдинга, уже определён технический облик будущего подвижного состава. Успех этого проекта и его масштабирование не только способны существенно повлиять на экологическую составляющую перевозок рельсовым транспортом, но и дать толчок развитию технологий в целом. АО «Трансмашхолдинг» рассчитывает на активную позицию государства, которая способна серьёзно ускорить реализацию проекта по внедрению водородной тяги и в перспективе привести к заметному расширению сферы её применения.

В настоящий момент государственная корпорация «Росатом» и правительство Сахалинской области прорабатывают всесторонние меры поддержки проекта запуска поездов на водородных топливных элементах на Сахалине, в том числе связанные с вопросом организации на острове водородно-производственного комплекса, где будут получать водород для нужд транспортного сектора. В рамках проекта «Росатом» отвечает за производство и поставку водородного топлива, организацию и эксплуатацию систем заправочной инфраструктуры для проекта водородного поезда. С учётом масштабной программы корпорации по развитию водородных технологий рассматривается перспектива применения отечественных решений для обеспечения водородным топливом будущих поездов.

Источник: infomach.ru



Альтернативные виды топлив для устойчивого развития транспортного сектора

Часть 3. Биотопливо

И.В. Пискунов,
соискатель, РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина, к.т.н.

М.А. Ершов,
доцент РГУ нефти и газа (НИУ)
им. И.М. Губкина, генеральный
директор Центра мониторинга
новых технологий, к.т.н.

О.Ф. Глаголева,
профессор кафедры технологии
переработки нефти РГУ нефти и газа
(НИУ) имени И.М. Губкина, д.т.н.

Окончание. Начало в №№ 4 (82), 5 (83) 2021 г.

Представлен краткий обзор развития альтернативных видов топлив.

Первые две части обзора были посвящены газомоторному и водородному топливам. В представленной третьей части более подробно рассмотрены биотоплива, позволяющие достичь нулевого углеродного следа за счёт использования для их производства продуктов биологического связывания углекислого газа из атмосферы (растительное сырьё, биомасса).

Топлива на основе биокомпонентов широко используются по всему миру, причём, как правило, в виде смесей с традиционными топливами. Это позволяет повысить экологичность транспорта, снизить затраты на топливо, а также обеспечить межотраслевую синергию между нефтепереработкой, сельским и лесным хозяйством.

Введение

Производство и сжигание углеродсодержащих топлив из ископаемого сырья приводит к выбросам более 32 млрд т CO₂ в год, что превышает 60 % от суммы ежегодных антропогенных выбросов этого газа (50 млрд т) [1, 2]. Существенная часть углекислого газа поглощается гидро- и биосферой, однако разные расчёты расходятся в оценке этих объёмов [3]. Количество выбрасываемого диоксида углерода зависит от общего потребления энергии, типа используемых топлив (соотношения C:H), а также эффективности двигателей или энергетических установок. Например, перевод ТЭЦ с угля на природный газ позволяет снизить углеродный след топлив в полном жизненном цикле почти в 1,5 раза – с 0,98 до 0,67 т CO₂-экв./кВт·ч. Углеродный след также снижается при переходе с бензина (5,0 т CO₂-экв./т н.э.) или дизельного топлива (4,0 т CO₂-экв./т н.э.) на КПГ (2,3 т CO₂-экв./т н.э.) [4]. Применение в ДВС современных технологий (например, HCCI, SPCCI, EI) позволяет сократить расход топлив и соответственно выбросы в атмосферу на 20...30 % [5].

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

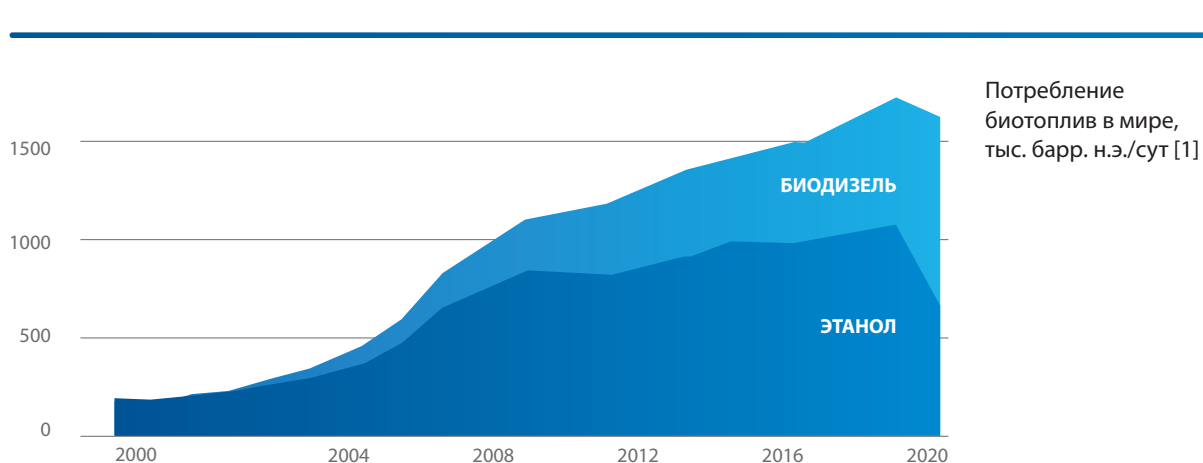
биотоплива, биоэтанол, биодизель, FAME, HVO.

Поскольку промышленность и транспорт продолжают развиваться, и по многим прогнозам потребление энергии в мире будет только расти [6], добиться кардинального снижения выбросов CO₂ или даже обеспечить снижение его концентрации в атмосфере можно только путём улавливания углекислого газа, например, за счёт перечисленных ниже мер.

- **Поглощение CO₂ природными ресурсами** – лесами, растениями, болотами и т.д. Известно, что 1 га леса потребляет до 3...27 т CO₂ в год в зависимости от типа деревьев [2]. Однако выращивание лесов или других растений требует больших территорий (для 32 млрд т CO₂ – более 1 млрд га леса, что сопоставимо с площадью суши РФ), кроме того, их жизненный цикл имеет периодический характер. Также необходимо проводить мероприятия по защите лесов от пожаров и лесовосстановлению. К примеру, лесные пожары в 2021 году в Якутии, по оценке [7], принесли более 30 % (0,8 млрд т) антропогенных выбросов CO₂ в РФ, а также снизили поглощающую способность лесов.
- **Выращивание специально культивируемых растений**, продукты которых используют для переработки с целью получения биотоплив, например, этанола. При получении 1 кг сухой биомассы связывается около 2 кг CO₂. Если нет конкуренции с производством пищевых продуктов, это направление очень перспективно. При этом оно позволяет обеспечить синергию нефтяной отрасли с агропромышленным хозяйством.
- **Использование биотехнологий** (Bio-Energy with Carbon Capture and Storage – BECCS), основанных на искусственном выращивании биомассы для последующей переработки в бионефть, биотоплива и другие продукты на её основе. Такое выращивание биомассы имеет более высокую производительность по сравнению с традиционным сельским хозяйством, однако требует применения специального оборудования и, следовательно, больших затрат.
- **Использование промышленного оборудования** (технология Direct air capture – DAC) для абсорбционного или адсорбционного поглощения CO₂ из отходящих с производства дымовых газов (например, из печей или блоков очистки водородсодержащего газа путём КЦА), либо же непосредственно из атмосферы. Преимуществами является возможность обеспечения высокой мощности улавливания CO₂, а также хорошая управляемость, однако эффективность процесса зависит от возможности утилизации получаемых продуктов – например, при производстве цемента, удобрений, метанола и других химических продуктов [8, 9]. Также на основе уловленного CO₂ и «зелёного» водорода можно получать синтетическое низкоуглеродное «e-топливо», имеющее большие перспективы в ЕС.

Перспективы использования биотоплив

По оценке [10], общий объём биомассы в мире составляет около 2000 млрд т, из них около 60...70 % – это леса, которые во многом определяют круговорот углерода в атмосфере. Мировое производство зерновых культур в мире превышает 2,5 млрд т в год, и их избытки



широко используются для переработки, в том числе с целью получения топлив.

По итогам 2020 года потребление биотоплив в мире превысило 1,6 тыс. барр. н.э. в сутки, причём с 2000 года эта цифра выросла более чем в 8 раз (рисунок). Наиболее широко используется биоэтанол – в качестве замены автомобильного бензина. Основными его потребителями были США (45 %), Бразилия (32 %) и страны АТР (10 %). Биодизель наиболее широко распространён в ЕС (41 %), странах АТР (25 %) и США (15 %) [1].

По разным прогнозам, к 2050 году доля биотоплив в мировой структуре потребления первичной энергии будет составлять около 7...15 % [2, 11].

Потребление биотоплив в ЕС в 2020 году составило около 6 % объёма всех моторных топлив. Отмечена низкая стоимость биодизельного топлива – 8-11 центов за литр [12]. На законодательном уровне в рамках Директивы RED II заложено увеличение доли топлив из возобновляемого сырья к 2030 году до 26 % [13]. В соответствии с прогнозом FuelsEurope, потребление биотоплив и синтетических низкоуглеродных е-топлив к 2050 году может вырасти до 54 % [14].

В России ежегодный прирост биомассы в стране составляет порядка 7 млрд т у.т., при этом экономически целесообразно использовать не более 10...12 % этого объёма. В среднем в РФ образуется около 800 млн т органических отходов, к числу которых относятся отходы деревообрабатывающей и лесной промышленности (опилки и т.д.), сельского хозяйства и животноводства (солома, кожура и т.д.), торф и активный ил, но лишь малая часть их подвергается переработке [15]. В настоящее время в России биотоплива практически не применяются на транспорте.

В мировой практике основными сырьевыми ресурсами для получения биоэтанола стали кукуруза (особенно в США), зерновые культуры и сахарный тростник, а для биодизельного топлива – растительные масла (например рапсовое, пальмовое), а также энергетические леса (плантации быстрорастущих пород деревьев и кустарников, выращиваемых для энергетических нужд) и отработанные растительные масла. Использование непищевого сырья имеет существенное преимущество, поскольку не влияет на получение продовольственных товаров.

Выделяют следующие поколения биотоплив в зависимости от используемых сырьевых ресурсов и технологий производства [16]:

- 0. Первичные биотоплива – дрова и т.д. для непосредственного сжигания.
- 1. Из традиционного растительного сырья – зерновых культур (путём ферментации) или масляных культур и растительных масел (путём этерификации или гидропроцессов).
- 2. Из высокотехнологичных культур, лигниноцеллюлозных отходов, отработанных растительных масел и жиров.
- 3. На основе водорослей и микроорганизмов.
- 4. На основе генетически модифицированных микроорганизмов (фотосинтез).
- 5. На основе специальных микроорганизмов (электробиосинтез).

С учётом того, что объём экономически оправданных для переработки биоресурсов оказывается ниже, чем текущая выработка углеводородного сырья, биотоплива целесообразно использовать в качестве добавок или компонентов для традиционных моторных топлив, причём некоторые из этих продуктов можно перерабатывать на оборудовании НПЗ совместно с нефтяными топливами. Пример интегрированной схемы НПЗ по переработке нефти и биомассы представлен в [17].

Применяют следующие способы переработки биомассы [17-21]:

- **Биохимическая конверсия.** Традиционный способ, основанный на ферментации, гидролизе или брожении сахаро- и крахмалосодержащего сырья с получением спиртов (биоэтанол, бутанол), биогаза и других продуктов.
- **Термохимическая конверсия.** Применяют технологии быстрого или медленного пиролиза, торрефикации, гидротермального ожигения и карбонизации, с получением бионефти, компонентов биотоплив, биоугля, которые далее могут подвергаться фракционированию и гидроочистке или непосредственному сжиганию. Биомассу можно также газифицировать с получением синтез-газа и топлив по Фишеру–Тропшу.
- **Химическая конверсия.** Основана на выделении из биомассы растительных масел с их последующей этерификацией/переэтерификацией или гидрообработкой. Как правило, используется для получения биодизельного топлива.

Биоэтанол

Этанол является наиболее широко используемым биотопливом для добавления в автомобильный бензин (или его заменителем) [22]. Это экологически чистый высокооктановый компонент, производство которого в мире по итогам 2019 года составило около 87 млн т [23]. В мировой практике его, как правило, используют в смеси с традиционным автобензином в концентрации до 4...27 %, что не требует

существенной модификации топливных систем автомобилей. Основным ограничением является высокая агрессивность этанола к пластиковым и резиновым деталям топливных систем, а также его меньшая калорийность. Многотопливные автомобили (Flex Fuel) позволяют использовать высокоэтанольные топлива. Известны этанол-бензиновые смеси: E-10, E-15, E-22, E-25, E-30, E-85, E-95, где цифра указывает на содержание этанола в топливе.

Наибольшую эффективность по увеличению детонационной стойкости автомобильного бензина этанол показывает при добавлении в количестве 30...40 % с получением средне-этанольных гибридных топлив, например E-25 [5, 23, 24]. Этанол в таких концентрациях позволяет использовать в качестве основы недорогие низкооктановые углеводородные компоненты (гидроочищенный прямогонный бензин, бензин гидрокрекинга или синтеза Фишера–Тропша и др.). Выявлено, что в таких смесях октановое число смешения (ОЧИ) этанола может достигать 130...156 пунктов [24].

Переход к производству таких топлив приведёт к кардинальным изменениям в подходах к переработке нефти. Пример схемы НПЗ для производства гибридных низкоуглеродных топлив представлен в [5]. Освобождающиеся при этом сырьевые компоненты для получения высокооктановых топлив (алкилат, МТБЭ) можно использовать в процессах нефтехимического синтеза. Например, процесс риформинга бензиновой фракции переориентировать на получение ароматических соединений, а жирный газ каталитического крекинга использовать в качестве сырья для получения полимеров и других продуктов. В связи с растущим спросом на продукты нефтехимии такой сценарий может стать достаточно актуальным. Кроме того, использование топлива E-25 позволяет снизить выбросы: CO на 10 %, углеводородов на 20,7 %, оксидов азота на 6,4 %, при этом расход топлива увеличивается всего на 2,5 % [5]. Важно отметить, что во избежание расслаивания топлив и их насыщения водой наиболее целесообразно вводить этанол на терминалах смешения непосредственно перед отправкой на АЗС.

Производство биоэтанола может быть организовано с использованием незадействованных мощностей спиртовых заводов на юге РФ. По оценке [23], получение этанола на основе глубокой переработки зерна становится эффективным при условии крупнотоннажного производства (более 100...200 тыс. т/год), снятия ограничений на содержание спирта в топливе (до 10 %), а также при обеспечении фискальной поддержки. В качестве примера перспективного проекта по переработке пшеницы мощностью 200 тыс. т/год с получением широкого ассортимента продуктов можно отметить запланированный к строительству завод ГК «Титан» в Воронежской области [25].

Получение биоэтанола на основе продуктов переработки пищевого сырья (1-го поколения) позволяет обеспечить синергию нефтепереработки с сельским хозяйством (переработка избытков продуктов и дозагрузка неиспользуемых мощностей), диверсифицировать сырьевые источники для получения моторных топлив, а также снизить их себестоимость и объёмы получаемых при сгорании выбросов. Использование непищевого сырья для получения передовых биотоплив поколений 2+, например, на основе целлюлозы (гидролизный

этанол), сейчас рассматривается как ещё более перспективное направление, особенно за рубежом. Этот способ позволяет снизить до 90 % выбросы парниковых газов [18].

Биодизельное топливо

К группе биокомпонентов, которые можно использовать в дизельных двигателях, относятся **FAME** (метиловый эфир жирных кислот), **HVO** (гидрированные растительные масла), синтетическое топливо **VtL** (синтез жидких топлив по Фишеру–Тропшу).

Наиболее широко используется FAME (35 % всех биотоплив в 2019 году [18]), получаемый на основе растительных масел – рапсового (ЕС), соевого (страны Америки), пальмового – путём переэтерификации с получением метилового эфира жирных кислот и глицерина. Также биодизельное топливо может быть получено из липидов, выделенных при переработке микроводорослей, например, хлореллы или спирулины [26]. Водоросли имеют существенно бóльшую производительность по сравнению с рапсом (12 тыс. и 1,2 тыс. л/ч соответственно), а получаемая сухая биомасса содержит более 80 % масел. Однако эта технология всё ещё находится на ранней стадии промышленного применения.

Без существенной модификации автомобилей FAME может использоваться в виде смесей с традиционным дизельным топливом (марки B5, B7, B10, B20). Использование этого компонента ограничено из-за проблем стабильности получаемых смесей, ухудшения низкотемпературных свойств, снижения калорийности топлив, а также их повышенной коррозионной агрессивности. При этом переход на эти топлива позволяет снизить выбросы CO на 12 %, углеводородов на 35 %, а сажи – на 50 % [27, 28].

Наибольшими перспективами роста обладает зелёное дизельное топливо 2-го поколения (Green-Diesel): HVO на основе гидрированных растительных масел и HEFA на основе гидрообработанных сложных эфиров и жирных кислот, отличающиеся наименьшим углеродным следом [18, 23]. Их можно смешивать с традиционным дизельным топливом в широком диапазоне концентраций без необходимости доработки автомобилей (drop-in топливо), кроме того, они обладают большей стабильностью, в том числе микробиологической, и хорошими низкотемпературными свойствами.

В качестве добавки для дизельного топлива может использоваться также и метанол. Например, в [29] предложена рецептура метанолатопливной эмульсии (МТЭ) с вовлечением 25 % метанола, позволяющей снизить выбросы сажи на 85 % и CO на 45 %.

Другие биотоплива

Биобутанол имеет более высокую калорийность по сравнению с этанолом (29,2 и 19,6 МДж/л соответственно), при этом его производство, как правило, ориентировано на переработку более доступного непищевого сырья (целлюлоза). Технологическая цепочка производства включает в себя предварительную обработку для удаления лигнина

и ферментативный гидролиз с использованием микроорганизмов [18].

Биометанол. Из-за высокой токсичности и коррозионности его вовлечение в топлива, как правило, ограничено величиной в 3 %. Энергоёмкость в 2 раза ниже, чем у автобензина.

«Зелёное» авиатопливо – SAF (Sustainable aviation fuel). Может быть получено путём химического синтеза (синтетическое) или из растительного сырья по технологиям, сертифицированным ATM D7566, например, HEFA-SPK (на основе гидрированных эфиров и жирных кислот), и позволяет снизить выбросы парниковых газов на 80 %. Список потенциальных проектов по производству биокеросина, а также пример технологической схемы для его получения на основе процесса гидрокрекинга представлен в [30].

Биогаз. Как правило, это смесь метана с углекислым газом, получаемая при переработке отходов сельского хозяйства и животноводства путём биохимической конверсии. Широко используется для автономного энергоснабжения, в том числе через этап очистки и получения биометана [18]. Утилизация метана, получаемого из отходов животноводства, представляется важной задачей, поскольку аграрный сектор ответственен за более чем 50 % выбросов этого парникового газа в атмосферу [31].

Заключение

Проведённый обзор показал, что биотоплива являются широко используемыми видами альтернативных топлив, доля потребления которых на транспорте, например, в ЕС, уже сейчас составляет около 6 %. К 2050 году их потребление в мировом энергобалансе может достигнуть 7...15 %.

Наибольшее распространение получило применение биоконпонентов в виде смесей с традиционными топливами, причём при добавлении в небольшом количестве (до 20...27 % для этанола, до 7 % для биодизельного топлива FAME) их использование не требует модернизации автомобилей. Большие перспективы имеют топлива на основе продуктов гидропереработки масел и эфиров (HVO и HEFA), отличающиеся большей стабильностью и лучшей смешиваемостью, а также переход на переработку непищевого растительного сырья (целлюлоза из отходов деревообработки, водоросли и т.д.). В РФ, как одном из крупнейших производителей пшеницы в мире, биоэтанол можно получать при переработке избытков урожая и дозагрузке существующих спиртовых производств.

С учётом совместимости био- и традиционных топлив их можно производить совместно – на НПЗ и биозаводах (biorefinery). Однако в случае этанола его смешение с автомобильным бензином для снижения проблем фазовой нестабильности предпочтительнее проводить на специальных терминалах смешения непосредственно перед отправкой на АЗС.

Основными преимуществами биотоплив являются их экологическая безопасность и низкий углеродный след. Кроме того, их использование позволяет диверсифицировать сырьевые источники для производства топлив, в ряде случаев снизить их себестоимость, обеспечить

устойчивое развитие топливного производства и транспорта за счёт синергии между нефте- и газопереработкой, сельским и лесным хозяйством (вместе с другими видами альтернативных топлив, в частности, газомоторным и водородным). Для организации бесперебойного снабжения всеми указанными видами топлив могут быть использованы многотопливные автозаправочные станции (МАЗС) [32].

Использованные источники

1. BP. Statistical Review of World Energy 2021. 70th edition. – 72 p. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics.html>
2. Основные тенденции развития мирового рынка жидких углеводородов до 2035 г. Лукойл. 2019 г. – 110 с. <https://lukoil.ru/Business/Futuremarkettrends>
3. The giant accounting problem that could hamper the world's push to cut emissions. 26.04.21 <https://www.washingtonpost.com/climate-environment/2021/04/26/greenhouse-accounting-problem/>
4. Аксютин О.Е., Ишков А.Г., Романов К.В. и др. Экологическая эффективность производства и использования природного газа на основе оценки полного жизненного цикла // Газовая промышленность. – 2017. – Спецвыпуск №1. – С.18-25.
5. Ершов М.А. Революционные изменения для НПЗ. Будущее рынка бензинов – гибридные низкоуглеродные топлива // Нефтегазовая вертикаль. – 2020. – №17. – С.39-49
6. Глаголева О.Ф., Пискунов И.В. Энергосбережение – приоритетная задача современной нефтегазопереработки // Neftegaz.ru. – 2021. – №1 (109). – С. 32-35.
7. Эксперт: выбросы CO2 от пожаров в Якутии в 2021 году достигли 800 млн тонн. 09.10.2021. <https://tass.ru/obschestvo/12619889>
8. Афанасьев С.В. Углекислый газ как сырье для крупнотоннажной химии // Деловой журнал Neftegaz.ru. – 2019. – №9. – С. 94-106.
9. Усманов М.Р., Гросул М.В., Валеев С.Ф. и др. Роль ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднинефтепроект» в реализации экологической стратегии ПАО «ЛУКОЙЛ» // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2021. – №3 (300). – С. 5-14.
10. Ресурсы живой природы. https://www.aboutecology.ru/biosfera_i_chelovek/
11. BloombergNEF. New energy outlook 2021. Executive summary. 07.2021. <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>
12. Kalinenko E. Consciousness is the driving force of global oil // Refining & Petrochemicals. 09.01.21. <https://europetro.com/media/2020/consciousness-is-the-driving-force-of-global-oil>
13. ЕС ужесточает борьбу за экологию. Обзор Argus. https://view.argusmedia.com/FSU-EMD-2021-07-EMI-WPEUtaxcarbon.ImpactonRussia_01-DownloadWPInternal.html
14. FuelsEurope. Vision 2050. <https://www.fuelsEurope.eu/clean-fuels-for-all/vision-2050/>
15. Чернышева Е.А., Кожевникова Ю.В., Сердюкова Е.Ю., Столоногова Т.И. Возможные компоненты для увеличения ресурсов автомобильных бензинов // Химия и технология топлив и масел. – 2020. – №4. – С. 12 – 15.
16. Чернышева Е.А., Кожевникова Ю.В., Сердюкова Е.Ю., Моисеенко В.Е. Аспекты использования биокомпонентов в топливных смесях для автомобильного транспорта // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2020. – №1. – С.23-30.
17. Beller M., Centi G., Sun L. Chemistry Future: Priorities and Opportunities from the Sustainability Perspective // ChemSusChem. – 2017. – №10. – P.6-13.
18. Стратегическая программа исследований по биоэнергетике. ТП «Биоэнергетика» 15.02.2021 http://tp-bioenergy.ru/upload/file/spi_bioenergy_2021.pdf
19. Паланков Т.А., Дементьев К.И., Хаджиев С.Н. Оптимизация совместного каталитического крекинга вакуумного дистиллята и биооксигенатов в присутствии цеолита ZSM-5 с помощью двухфакторного регрессионного анализа // Нефтехимия. – 2019. – Т.59, №4. – С.388-395.
20. Власкин М.С., Григоренко А.В., Чернова Н.И. и др. Получение бионефти путём гидротермального сжижения влажной биомассы микроводорослей // Альтернативная энергетика и экология. – 2018. – № 22-24. – С. 68-79.
21. Крылова А.Ю., Куликова М.В., Крысанова К.О., Куликов А.Б. Получение экологически чистых CO2-нейтральных синтетических топлив из биомассы // Материалы XII конф. «Актуальные проблемы нефтехимии», 5-9 октября 2021 г., ИНХС РАН, 2021. – 776 с.
22. Капустин В.М. Производство бензинов. – М.: Химия, 2015. – 254 с.
23. Ершов М.А., Савеленко В.Д., Махова У.А., Капустин В.М. Низкоуглеродные моторные топлива // Neftegaz.ru. – 2021. – №10 (118). – С. 14-22.
24. Ershov M.A., Grigorieva E.V., Abdellatif T.M.M., Chernysheva E.A. et al. A new approach for producing mid-ethanol fuels E30 based on low-octane hydrocarbon surrogate blends // Fuel Processing Technology. – 2021. – V.213. – P. 106.
25. Вложения ГК «Титан» в воронежский завод по переработке пшеницы могут составить 20 млрд рублей. 04.06.2021. <https://www.kommersant.ru/doc/4845461>
26. Dehaghani A.H.S., Pirouzfard V. Производство биодизельного топлива из микроводорослей Chlorella sp. и Spirulina // Нефтехимия. – 2018. – Т.58, №4, – С.496-502.
27. Biodiesel (FAME) production and use in Europe. <https://www.etipbioenergy.eu/value-chains/products-end-use/products/fame-biodiesel>
28. Биодизель влияние на двигатель и экологию http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=1203
29. Лиханов В.А., Лопатин О.П. Повышение экологической безопасности дизельных двигателей путём использования топлив на основе метилового спирта // Транспорт на альтернативном топливе. – 2018. – №6 (66). – С.61-67.
30. Махова У. Авиатопливо и SAF // Fuel Digest. – 2021. – №4. – С.11-14
31. Махмудова А. Газомоторное топливо: СУГ, КПГ, СПГ, Биогаз // Fuel Digest. – 2021. – №4. – С.28-33.
32. Зинин В.Л., Машканцев М.А., Курин А.В., Кузина Е.А. Оптимизация требований нормативного и технического регулирования к многотопливным автозаправочным станциям, включающим заправку СПГ // Транспорт на альтернативном топливе. – 2021. – №5 (83). – С. 35-52.



На пути к низкоуглеродной мобильности

А.М. Абакумов,

инженер ООО «Криогаз моторное топливо»

Целью данной статьи является анализ данных о текущей европейской и российской «зелёной» повестке, возможных инженерных решениях в области ДВС, удовлетворяющих действующим и перспективным нормам по эмиссии углекислого газа. В работе также представлены сведения, связанные с проблематикой хранения водорода на борту транспортных средств и достижениями в этой области.

В июле 2021 года Европарламент принял пакет революционных законов Fit for 55 (FF55), направленных на адаптацию политики в области климата, энергетики, транспорта и сельского хозяйства с целью сокращения выбросов парниковых газов (ПГ) на 55 % к 2030 году (рис. 1) по сравнению с уровнями 1990 года. Кроме этого, к 2050 году Европейский союз намерен достичь нулевых выбросов парниковых газов, что сделает Европу первым климатически нейтральным континентом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

парниковые газы, углеродный след, сжиженный природный газ, водород, способы хранения водорода.

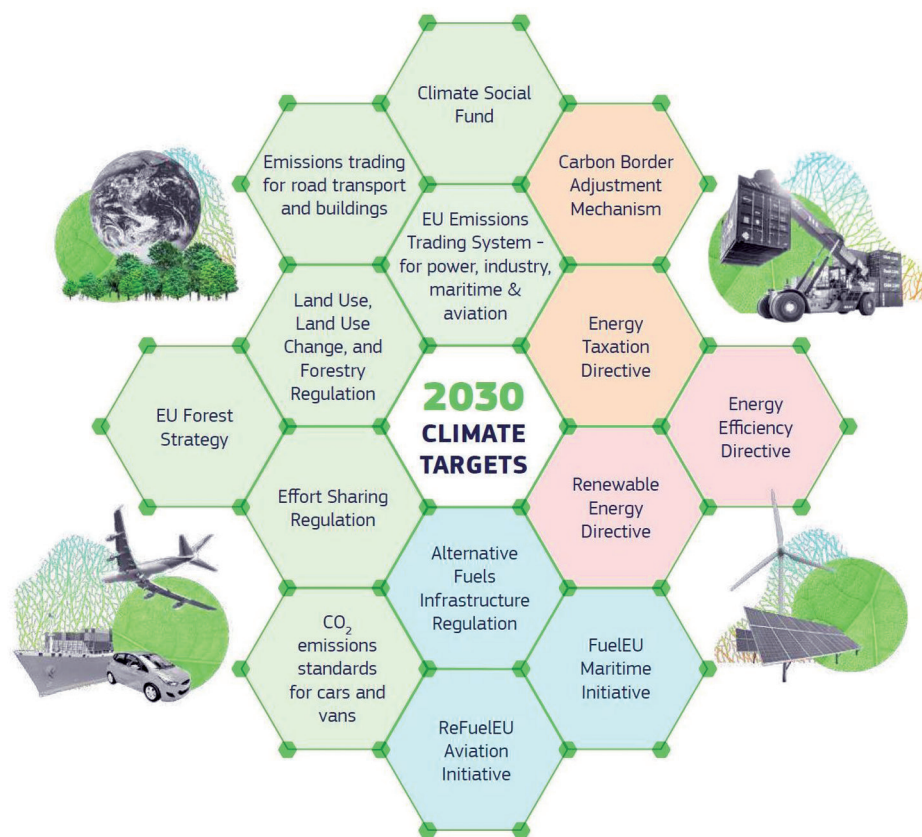


РИС. 1

Основные законодательные инициативы из пакета FF55

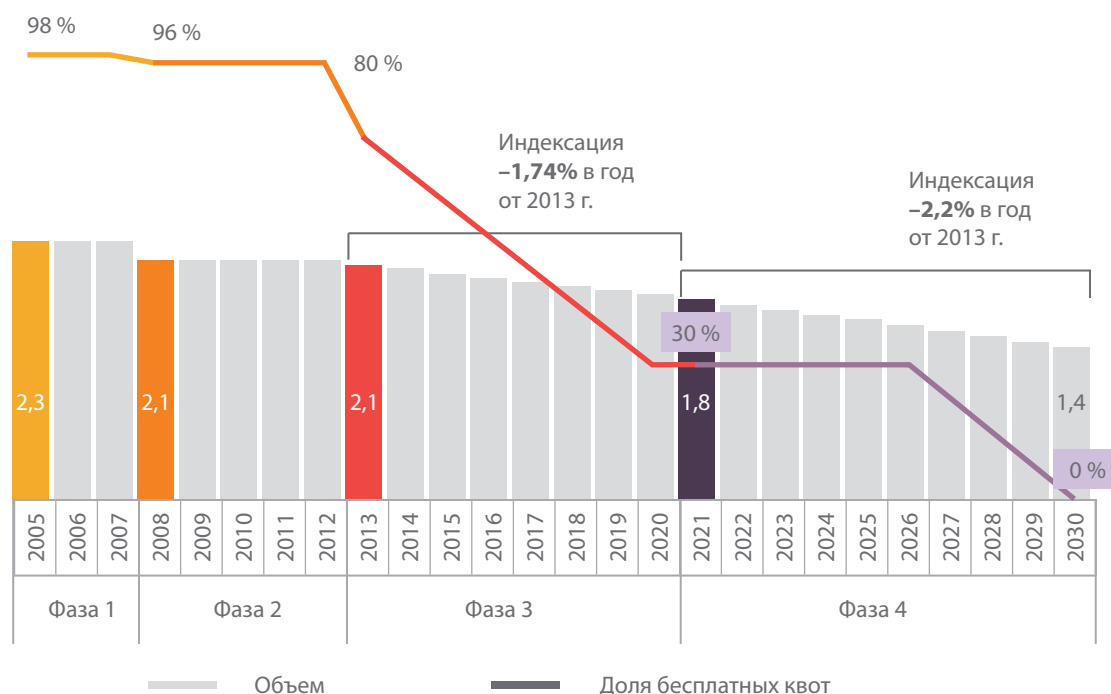
Источник: Европарламент

Кнут и пряник климатической нейтральности

Ключевым механизмом климатической политики объявляется Emission Trading Scheme (ETS) – механизм сокращения выбросов парниковых газов в ряде секторов экономики группы стран, включающей в себя ЕС-27, Лихтенштейн, Исландию и Норвегию. В число секторов, на которые распространяет свое действие ETS, входят энергетика (объекты мощностью более 20 МВт), нефтепереработка, нефтехимия, металлургия и целый ряд других сфер деятельности. FF55 добавляет к ETS новые отрасли и существенно уменьшает долю бесплатно распределяемых углеродных квот (рис. 2).

РИС. 2

Динамика бесплатных квот на выбросы



Источник: Петромаркет

Транспортный сектор (исключая морской транспорт) пока не участвует в ETS, но ожидается, что это произойдет до 2030 года.

Революционные изменения ожидают сектор морских перевозок. Все суда с водоизмещением свыше 5000 тонн будут участвовать в ETS независимо от их регистрации. С 2023 по 2026 год доля выбросов, относящаяся к ETS, вырастет с 20 до 100 %. В свою очередь базовый уровень бесплатных выбросов будет каждый год уменьшаться с 2 % в 2025 году до 75 % в 2050-м.

Принимается система специального налогообложения для морских топлив (The Energy Taxation Directive – ETD), имеющая карательную тенденцию для топлив с высоким углеродным следом. Разработаны и приняты правила Fuel EU Maritime Initiative – обязательное использование портовой энергетики на стоянке.

Для легковых автомобилей, а также малотоннажных грузовых автомобилей (Light Commercial Vehicle – LCV) FF55 предлагает к 2030 году сократить выбросы CO₂ на 55 % по сравнению с 2021 годом. FF55 также предложила к 2035 году прекращение продаж автомобилей с ненулевой эмиссией углекислого газа.

Инициатива из пакета FF55 Alternative Fuels Infrastructure Directive (AFID) предлагает существенно увеличить инвестиции в заправочную инфраструктуру.

Трансграничное углеродное регулирование для России: принять нельзя отказаться

Трансграничный углеродный налог СВАМ (EU Carbon Border Adjustment, или в русском варианте сокращённо ТУР) представляет собой новый инструмент политики ЕС, который призван достичь климатических целей с помощью мер международной торговли (рис. 3). С помощью СВАМ предлагается ввести цену на углерод, взимаемую с определённых товаров, ввозимых в ЕС. Его цель – предотвратить утечку углерода, то есть перемещение производства за пределы ЕС в страны, где нет жёсткой политики в отношении климата.

РИС. 3

Стадии внедрения СВАМ (ТУР)



Источник: Петромаркет

Импортный углеродный сбор будет взиматься с углеродного следа ввозимого на территорию ЕС товара, который включает в себя:

- прямые выбросы парниковых газов в процессе производства товара (так называемый охват 1);
- прямые выбросы в процессах производства сырья и/или полупродуктов, которые были использованы при производстве товара (охват 3).

При этом не учитываются косвенные выбросы парниковых газов, связанные с выработкой электрической и/или тепловой энергии, которая была закуплена у сторонних компаний для целей производства товара (охват 2). СВАМ распространяется на импорт продукции следующих отраслей: чёрная металлургия, производство алюминия, цементная промышленность, газохимия и электроэнергетика. Планируется расширение отраслей, подпадающих под действия СВАМ.

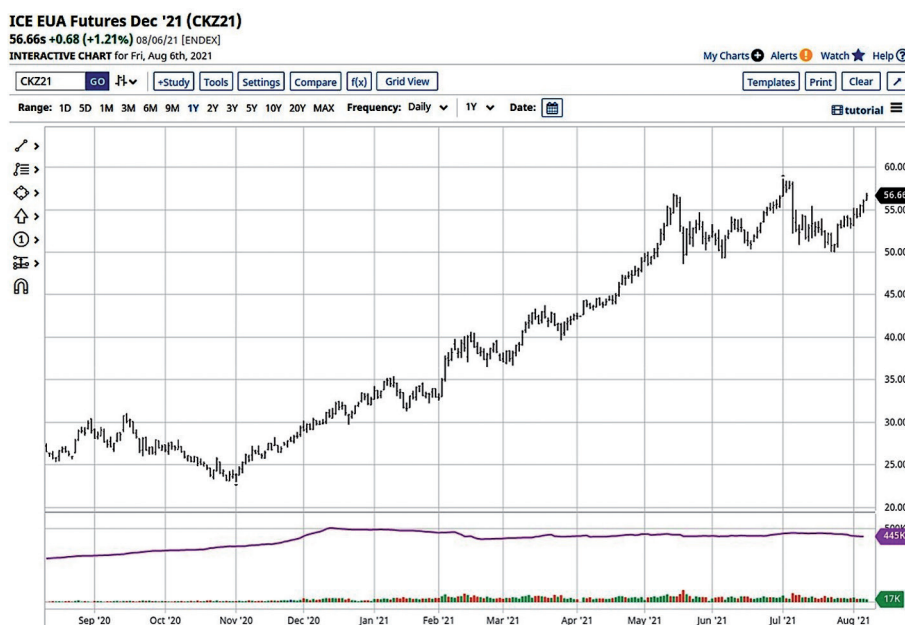
В период с 1 января 2026 года по 31 декабря 2034-го сбором будет облагаться углеродный след продукции за вычетом определённой необлагаемой части выбросов. С момента начала взимания сбора до 31.12.2034 г. необлагаемая часть будет непрерывно снижаться и 1 января 2035 года она обнулится.

Ставка сбора будет рассчитываться как произведение углеродного следа импортируемой продукции, сниженного на величину необлагаемой части выбросов, и стоимости квот на выбросы ПГ в Системе торговли выбросами ЕС (СТВ ЕС).

На рис. 4 показана динамика роста стоимости углеродных единиц в ETS за последние 12 месяцев.

РИС. 4

Стоимость углеродных единиц в ETS выросла за год с 20 до почти 60 евро



Взимание импортного сбора с углеродного следа начнется с 1 января 2026 года. Предшествовать этому будет переходный период (1.01.2023 г. – 31.12.2025 г.), в течение которого импортёрам необходимо будет декларировать полный углеродный след ввозимой продукции (охваты 1, 2, 3) без уплаты импортного углеродного сбора.

Оценки годового платежа по СВМ для России (рис. 5) существенно разнятся:

- Минэкономразвития – 1,1 млрд долл. США в год;
- ИПЕМ – 2,2 млрд евро в год;
- КРМГ – 3,9 млрд евро в год;
- ВСГ – 3-4,8 млрд евро в год.

Кроме России, существенные платежи по СВМ ожидаются на Украине, в Белоруссии и Китае.

Россия имеет всего две опции:

- потерять часть рынка для своих товаров, избегая экспорта в страны ЕС, или оплачивать СВМ, что автоматически делает Российские товары более дорогими;
- принять предлагаемые правила игры, создав национальную систему, аналогичную ETS.

**ОЦЕНКА РАЗМЕРА ПЛАТЕЖЕЙ УГЛЕРОДНОГО НАЛОГА ПО ВИДАМ ЭКСПОРТА РФ В ЕС
(€ МЛРД, В ЦЕНАХ 2020 ГОДА, ОБЪЕМ ЭКСПОРТА С ЕС ЗАФИКСИРОВАН
НА УРОВНЕ 2019 ГОДА) ИСТОЧНИКИ: MCKINSEY, РОССТАТ.**

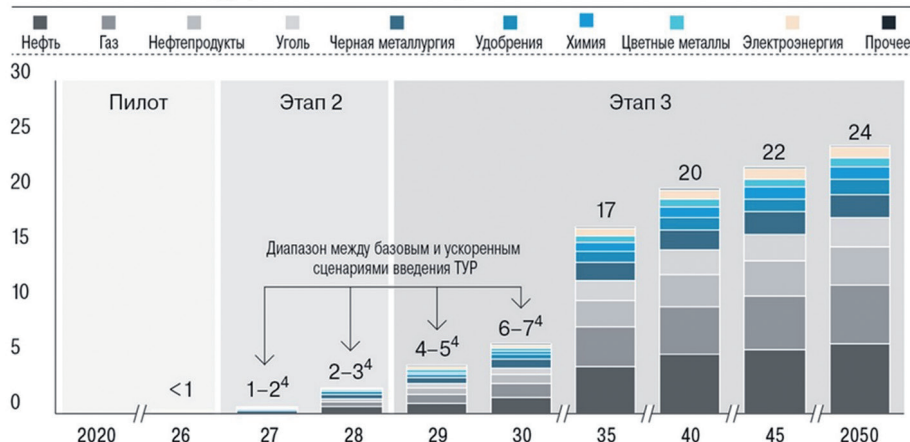


РИС. 5

Оценка размера платежей СВММ

Источник: Коммерсант

Если ничего не делать, то плательщиками СВММ выступают не российские компании, а европейские компании-импортёры. Формально Россия ничего не платит, но должна либо потерять часть своих рынков сбыта за счёт подорожания продукции, либо предоставить коммерческую скидку на сумму уплаченного СВММ. Этот вариант маловероятный, так как фактически означает частичную потерю экономического суверенитета России.

В случае создания системы, аналогичной ETS, компании могут:

- провести мероприятия по снижению своего углеродного следа (например, путём перевода ТС на газовый или газодизельный режим), верифицировать их и избежать уплаты СВММ (пропорционально снижению выбросов);
- купить на локальном рынке квоты на выброс, правда, в этом случае пока не решён вопрос разной стоимости углеродных единиц на европейском и локальном рынках.

Исходя из текущей законотворческой активности можно предположить, что Россия выбрала путь не конфронтации, а сотрудничества по климатическим вопросам со странами ЕС.

2 июля 2021 года был принят Федеральный закон «Об ограничении выбросов парниковых газов» (вступает в силу 30 декабря 2021 года), направленный на создание условий для устойчивого и сбалансированного развития экономики России при снижении уровня выбросов парниковых газов. Закон, в частности, предусматривает государственный учёт выбросов парниковых газов, установление целевых показателей их сокращения, поддержку деятельности по сокращению выбросов и увеличению поглощения парниковых газов, введение рынка обращения и зачёта углеродных единиц.

В июле Минэкономразвития России внесло в правительство законопроект «О проведении эксперимента по установлению специального регулирования выбросов и поглощения парниковых газов в Сахалинской области». Целью законопроекта является достижение на территории участника эксперимента углеродной нейтральности до 31 декабря 2025 года. Эксперимент планируется проводить

с 1 января 2022 года по 31 декабря 2025 года. По сути, предлагается внедрить региональный аналог ETS.

5 августа 2021 года правительство России приняло «Концепцию развития водородной энергетики РФ», в которой наметила амбициозные планы по экспорту водорода. К 2050 году планируется достигнуть 50 млн тонн экспортных поставок водорода. Также ставятся задачи по скорейшему созданию нормативной базы, необходимой для проектирования, производства и эксплуатации транспортных средств с водородными двигателями внутреннего сгорания и топливными элементами.

Оценка углеродного следа и возможностей его снижения для сегмента коммерческого транспорта

Грузовые автомобили и автобусы несут ответственность почти за четверть выбросов CO₂ автомобильным транспортом в ЕС и около 6 % от общего объёма выбросов в Евросоюзе. Поэтому, начиная с 2025 года, производители должны будут выполнять целевые показатели, установленные в отношении средних выбросов углекислого газа для всего парка своих новых грузовиков, зарегистрированных в данном календарном году. Более строгие требования начнут применяться с 2030 года.

ТАБЛИЦА 1

Оценка углеродного следа для седельного тягача Евро-5, 440 л.с., без использования водорода

Топливо	Потребление на 100 км	CO ₂ , кг/км	Стоимость выбросов CO ₂ , евро/км	Стоимость выбросов CO ₂ , евро/год	Экономия на выбросах CO ₂ , евро/год	Уменьшение выбросов CO ₂ , %
ДТ, л	32	0,8448	0,05238	7856,6		
СПГ 100%, кг	27,9	0,7433	0,04608	6912,4	944,2	12,02
СПГ ГД 60%, ДТ, л	12,80	0,3379	0,02095	3142,7		
СПГ ГД 60%, кг	14,21	0,3779	0,02343	3514,8		
СПГ ГД 60%, итого		0,7159	0,04438	6657,4	1199,2	15,26
СПГ ГД 70%, ДТ, л	9,6	0,2534	0,01571	2357,0		
СПГ ГД 70%, кг	16,6	0,4409	0,02734	4100,6		
СПГ ГД 70%, итого		0,6944	0,04305	6457,6	1399,1	17,81
СПГ ГД 85%, ДТ, л	4,8	0,1	0,0	1178,5		
СПГ ГД 85%, кг	20,1	0,5	0,0	4979,3		
СПГ ГД 85%, итого		0,7	0,0	6157,8	1698,9	21,62
СПГ ГД НРДИ 92%, ДТ, л	2,56	0,0676	0,00419	628,5		
СПГ ГД НРДИ 92%, кг	21,79	0,5795	0,03593	5389,3		
СПГ ГД НРДИ 92%, итого		0,6471	0,04012	6017,9	1838,8	23,40

Постановление (ЕС) 2019/1242, устанавливающее нормы выбросов CO₂ для большегрузных транспортных средств, вступило в силу 14 августа 2019 года. За базовый уровень принят 2019 год. К 2025-му эмиссия углекислого газа должна уменьшиться в среднем на 15 %, а к 2030 году – на 30 %. Уровень штрафов установлен в размере 4250 евро за гCO₂/т·км¹ в 2025 году и 6800 евро за гCO₂/т·км в 2030 году.

В связи с вышеизложенным произведём оценку углеродной эмиссии и её потенциального сокращения при использовании СПГ в качестве моторного топлива на примере стандартного седельного тягача Евро-5, 440 л.с. в части соответствия действующим и перспективным нормам ЕС по эмиссии CO₂.

Эмиссия углекислого газа напрямую связана с топливной экономичностью. Зависимость проста – 1 л сожжённого дизельного топлива (ДТ) приводит к эмиссии 2,64 кг CO₂, а сжигание 1 кг метана приводит к эмиссии 2,66 кг CO₂, потому что содержание водорода в чистом метане составляет 25 % по массе, а в дизеле только 13,77 %.

Ожидаемый переход на использование газомоторного топлива, к сожалению, практически ничего не даст с точки зрения снижения эмиссии CO₂ из-за существенно более низкого КПД двигателя с искровым зажиганием по сравнению с КПД двигателя с компрессионным зажиганием. Большой интерес представляют газодизельные двигатели, работающие с высоким КПД и использующие преимущественно менее углеродное топливо – метан. И здесь следует выделить наиболее совершенную на сегодняшний день газодизельную систему (табл. 1, см. стр. 54) HPDI (Volvo, Westport).

¹ https://ec.europa.eu/clima/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/reducing-co2-emissions_en.

ТАБЛИЦА 2

Оценка углеродного следа для седельного тягача Евро-5, 440 л.с., с использованием 20 % водорода

Топливо	Потребление на 100 км	CO ₂ , кг/км	Стоимость выбросов CO ₂ , евро/км	Стоимость выбросов CO ₂ , евро/год	Экономия на выбросах CO ₂ , евро/год	Уменьшение выбросов CO ₂
ДТ, л	32	0,8448	0,05238	7856,6		
СПГ 100%, нм ³	35,0					
СПГ 100%, Н₂ нм³	8,8	0,6898	0,04276	6414,7	1441,9	18,35%
СПГ ГД 60%, ДТ, л	12,8	0,3379	0,02095	3142,7		
СПГ ГД 60%, нм ³	17,82	0,3507	0,02174	3261,7		
СПГ ГД 60%, Н ₂ , нм ³	4,45					
СПГ ГД 60%, итого		0,6886	0,04270	6404,4	1452,3	18,48%
СПГ ГД 70%, ДТ, л	9,6	0,2534	0,01571	2357,0		
СПГ ГД 70%, нм ³	20,8	0,4092	0,02537	3805,3		
СПГ ГД 70%, Н ₂ , нм ³	5,2					
СПГ ГД 70%, итого		0,6626	0,04108	6162,3	1694,3	21,57%
СПГ ГД 85%, ДТ, л	4,8	0,1267	0,00786	1178,5		
СПГ ГД 85%, нм ³	25,2	0,4969	0,03081	4620,8		
СПГ ГД 85%, Н ₂ , нм ³	6,3					
СПГ ГД 85%, итого		0,6236	0,03866	5799,3	2057,4	26,19%

Как и ожидалось, тягач на 100%-ном СПГ выигрывает у своего дизельного собрата всего 12 % по эмиссии CO₂. Компания Volvo оценивает выигрыш от перехода на газ несколько более оптимистично – в 13 %, но расхождение, на наш взгляд, не принципиальное. Газодизельные решения интересней, но позволяют выполнить только нормы 2025 года, уверенно обеспечивая снижение на 15 %.

Для выполнения перспективных норм 2030 года представляется многообещающим решение по добавлению водорода в природный газ. Практически все производители двигателей заявили, что успешно протестировали 20%-ную (по объёму) добавку водорода к метану (табл. 2). Такая добавка возможна без внесения изменений в двигатель. Объём топливной смеси должен быть увеличен примерно на 16 % из-за того, что объёмный показатель энергоёмкости у водорода очень низкий.

Количество выбрасываемого углекислого газа уменьшилось, но нормы 2030 года пока недостижимы.

В некоторых литературных источниках имеются указания на возможность использования большего количества водорода (табл. 3) без внесения изменений в двигатель. Так, например, компания Jenbacher заявила, что успешно протестировала и допускает к коммерческому использованию 25 % водорода.

ТАБЛИЦА 3

Оценка углеродного следа для седельного тягача Евро-5, 440 л.с., с использованием 30 % водорода

Топливо	Потребление на 100 км	CO ₂ , кг/км	Стоимость выбросов CO ₂ , евро/км	Стоимость выбросов CO ₂ , евро/год	Экономия на выбросах CO ₂ , евро/год	Уменьшение выбросов CO ₂
ДТ, л	32	0,8448	0,05238	7856,6		
СПГ 100%, нм ³	33,3					
СПГ 100%, H₂, нм³	14,3	0,6556	0,04064	6096,7	1759,9	22,40%
СПГ ГД 60%, ДТ, л	12,8	0,3379	0,02095	3142,7		
СПГ ГД 60%, нм ³	16,93	0,3333	0,02067	3100,0		
СПГ ГД 60%, H ₂ , нм ³	7,26					
СПГ ГД 60%, итого		0,6713	0,04162	6242,7	1614,0	20,54%
СПГ ГД 70%, ДТ, л	9,6	0,2534	0,01571	2357,0		
СПГ ГД 70%, нм ³	19,8	0,3889	0,02411	3616,7		
СПГ ГД 70%, H ₂ , нм ³	8,5					
СПГ ГД 70%, итого		0,6423	0,03982	5973,7	1882,9	23,97%
СПГ ГД 85%, ДТ, л	4,8	0,1267	0,00786	1178,5		
СПГ ГД 85%, СПГ, нм ³	24,0	0,4722	0,02928	4391,7		
СПГ ГД 85%, H ₂ , нм ³	10,3					
СПГ ГД 85%, итого		0,5989	0,03713	5570,2	2286,4	29,10%

При добавлении 30 % водорода по объёму нормы 2030 года также недостижимы, количество топливного газа должно быть увеличено в 1,26 раза, что уже может быть проблемой с точки зрения воздушно-го тракта и турбокомпрессора. И намечается интересная тенденция – чисто газовый двигатель начинает выигрывать по показателю эмиссии CO₂ у газодизельного двигателя. Пропустим для экономии времени фазу 60 % метана и 40 % водорода и сразу рассмотрим соотношение 50 % водорода и 50 % метана (табл. 4).

ТАБЛИЦА 4

Оценка углеродного следа для седельного тягача Евро-5, 440 л.с., использующего 50% водорода и 50 % метана

Топливо	Потребление на 100 км	CO ₂ , кг/км	Стоимость выбросов CO ₂ , евро/км	Стоимость выбросов CO ₂ , евро/год	Экономия на выбросах CO ₂ , евро/год	Уменьшение выбросов CO ₂
ДТ, л	32	0,8448	0,05238	7856,6		
СПГ 100%, нм ³	29,1					
СПГ 100%, Н₂, нм³	29,1	0,5723	0,03548	5322,5	2534,1	32,25%
СПГ ГД 60%, ДТ, л	12,8	0,3379	0,02095	3142,7		
СПГ ГД 60%, нм ³	14,78	0,2910	0,01804	2706,4		
СПГ ГД 60%, Н ₂ , нм ³	14,78					
СПГ ГД 60%, итого		0,6289	0,03899	5849,0	2007,6	25,55%
СПГ ГД 70%, ДТ, л	9,6	0,2534	0,01571	2357,0		
СПГ ГД 70%, нм ³	17,2	0,3395	0,02105	3157,4		
СПГ ГД 70%, Н ₂ , нм ³	17,2					
СПГ ГД 70%, итого		0,5929	0,03676	5514,4	2342,2	29,81%
СПГ ГД 85%, ДТ, л	4,8	0,1267	0,00786	1178,5		
СПГ ГД 85%, нм ³	20,9	0,4123	0,02556	3834,0		
СПГ ГД 85%, Н ₂ , нм ³	20,9					
СПГ ГД 85%, итого		0,5390	0,03342	5012,5	2844,1	36,20%

Принципиальным моментом в смеси 50×50 % является возможность выполнить нормы 2030 года с определённым запасом при использовании 100%-го газового двигателя. Газодизельные двигатели представляются менее перспективными из-за отсутствия уверенности в возможности достижения большого замещения из-за высоких детонационных свойств водорода.

Общие соображения по конструкции и характеристикам ДВС для соответствия требованиям 2030 года по эмиссии CO₂

Наиболее вероятное топливо – комбинированное: 50 % СПГ, 50 % водорода. Из-за чрезвычайно малой энергии воспламенения, высокой скорости сгорания и широких концентрационных пределов горючести водородных смесей появится возможность работать на супер-обеднённых смесях и повысить степень сжатия до 14...16 ед. Такая высокая степень сжатия возможна потому, что детонационная стойкость водорода сильно зависит от степени обогащения смеси и по некоторым данным может достигать ОЧ 130 для очень бедных смесей. Во многом характеристики перспективного ДВС будут напоминать лучшие образцы газопоршневых машин с форкамерным зажиганием. Ожидается рост КПД до 40...45 %.

Работа на супер-обеднённых смесях позволит удерживать максимальные параметры цикла на относительно низких уровнях, что позволит выполнить нормы Евро-6 и перспективные Евро-7 по NO_x с существующими системами нейтрализации выхлопных газов.

Чистый водород и водородно-метановые смеси с высокой концентрацией H₂ порождают проблему обратной вспышки топлива во впускном коллекторе. Использование фазированного впрыска существенно снижает вероятность вспышки, но полностью не исключает её. Решением проблемы является впрыск топлива под давлением непосредственно в цилиндр, по типу бензиновых инжекторов.

Очевидно, что по мере удешевления водорода и совершенствования бортовых систем его хранения будут перспективными 100%-ные водородные ДВС.

Хранение водорода на борту транспортного средства. Обзор существующих решений

Приведём существующие методы хранения водорода на борту транспортного средства.

→ 1. В баллонах (тип 3 или 4) под давлением 35 или 70 МПа (табл. 5).

ТАБЛИЦА 5

Характеристики коммерчески доступных систем хранения сжатого водорода

Способ	D, мм	L, мм	Масса, кг	Тип	H ₂ , кг	H ₂ , % по массе	Давление, МПа	Объём, л	H ₂ , г/л
Worthington	455	2048	170	3	8,3	4,66	70	273	30,40
Worthington	419	2667	117	3	6,4	5,19	35	197	32,49
Agility	NA	NA	1191	4	32,9	2,69	35	1400	23,50
LUXFER	415	2110	95	3	4,96	4,96	35	205	24,20

Большая проблема при хранении водорода под давлением – это нагрев его при заправке из-за теплообмена со стенками баллона и высокого давления, что приводит к 30%-му снижению вместимости

для системы типа 3, 50%-му для системы типа 4, либо к ожиданию 30...60 мин при заправке или необходимости предварительного захлаживания водорода до -30...-80 °С.

У водорода низкая массовая и объёмная плотность хранения. Однако есть доступные коммерческие решения.

→ **2. В сжиженном виде (табл. 6).**

Система	Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг	H ₂ масс, кг	H ₂ , %	Объём, л	H ₂ , г/л
SAG	711	2500	400	40	9,09	989	40,44

При таком хранении характерны следующие недостатки: большие потери на испарение – 3 % в день, как следствие – непродолжительное бездренажное хранение 7-9 дней; низкая скорость заправки из-за малой объёмной плотности; низкая массовая и объёмная плотность хранения. Все это обуславливает чрезвычайные технические сложности. Коммерческие решения ожидаются в 2022 году.

→ **3. Жидкие органические носители (Liquid Organic Hydrogen Carrier – LOHC).**

ЛОHC – это органические жидкости (табл. 7), которые могут легко присоединять и отдавать H₂. Например, метилциклогексан распадается на толуол и H₂:

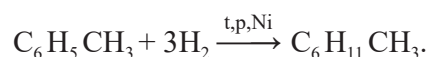
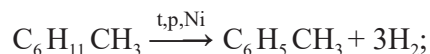


ТАБЛИЦА 6

Характеристики перспективной системы хранения криогенного водорода

ТАБЛИЦА 7

Характеристики некоторых LOHC

Энергоноситель	Формула	Плотность, кг/м ³ или нм ³	Массовое содержание H ₂ , %	Коэффициент налива, %	Объём бака	Запасенный водород в топливном баке, кг	Масса бака, нетто, кг	Масса бака с энергоносителем, кг	H ₂ масс., %	H ₂ , г/л
Метилциклогексан	C ₇ H ₁₄	0,77	6,25	90,00	800	35	100	654,40	5,29	43
Этилкарбазол	C ₁₄ H ₁₃ N	1	5,80	100,00	800	46	60	860,00	5,40	58

Основные недостатки LOHC – это высокая температура гидрирования, нестабильность катализаторов гидрирования, загрязнение водорода продуктами распада, неотработанность бортовых сепараторов H₂, низкая массовая плотность.

→ **4. Гидриды металлов и интерметаллических соединений.**

Известно более 400 соединений, способных обратимо поглощать и выделять водород, в том числе с высокой массовой и объёмной плотностью, однако никому не удалось получить материал для хранения водорода, который удовлетворял бы требования DOE (США)

по водородоёмкости систем хранения H₂ (не менее 9 (wt.))% и температуре его выделения при дегидрировании (60...120 °C) с высокой долговечностью при циклировании.

Лучшие стабильные соединения имеют массовое содержание H₂ 5 %.

→ 5. NH₃ (аммиак) – новая надежда водородной энергетики.

Практически идеальный носитель водорода. Относится к малоопасным веществам (4-й класс опасности). При 20 °C жидкость с давлением насыщенных паров 0,08 МПа, что позволяет использовать существующую архитектуру СУГ. Не может гореть в двигателе с искровым зажиганием, но хорошо горит в газодизельном двигателе (MAN, коммерчески доступен для судов 2024 г.). Разлагается на водород и азот:

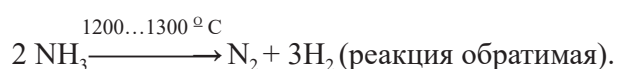


ТАБЛИЦА 8

Характеристики аммиака, как перспективного носителя водорода

Энергоноситель	Формула	Плотность кг/м ³ или нм ³	Массовое содержание H ₂ , %	Кэф- фициент налива, %	Объём бака	Запасенный водород в топливном баке, кг	Масса бака, нетто, кг	Масса бака с энергоно- сителем, кг	H ₂ , % масс.	H ₂ , г/л
Аммиак	NH ₃	0,61	17,65	90,00	800	78	200	639,20	12,13	97

Очевидно, что аммиак в ближайшем будущем (табл. 8) будет основным крупнотоннажным носителем водорода, однако для бортового применения имеются следующие ограничения:

- реактор разложения аммиака конструктивно сложен, так как требует дорогих катализаторов и высоких температур от 450 до 700 °C;
- не удаётся разложить аммиак на 100 %, остаточный аммиак разрушает мембрану топливных элементов;
- аммиак разрушает цветные металлы и резину, прямое сжигание в существующих двигателях невозможно;
- аммиак на 83 % состоит из азота, его прямое сжигание в ДВС потребует очень большого размера системы SCR для предотвращения выбросов NO_x;
- аммиак не загорается от искры, возможны только газодизельные двигатели;
- есть сомнения относительно КПД ДВС на аммиаке, скорее всего будет ниже дизельного двигателя.

→ 6. Экзотические и малоизученные способы хранения водорода.

Для полноты картины упомянем следующие:

1. В стеклянных микросферах или капиллярах, под давлением 60...70 МПа. Основная проблема – микросферы быстро разрушаются.
2. Адсорбция H₂ на цеолитах, металлоорганических каркасах или нанотрубках. Основная проблема – адсорбция идёт только при криогенных температурах.

3. Сильно охлажденный сжатый водород. Сложность реализации и не даёт большого выигрыша по массе хранимого H_2 .

4. Энергоаккумулирующие вещества (Al, губчатое Fe). Не подлежат регенерации.



Таким образом, не один из известных на сегодняшний день способов бортового хранения водорода не может обеспечить ни в настоящее время, ни в перспективе приемлемых технико-экономических характеристик.

Сжиженный метан как носитель водорода. Возможные направления НИР и НИОКР

Высокое массовое содержание водорода 25 %, относительно высокая плотность в сжиженном состоянии и малый вес криогенного бака позволяют достичь абсолютного рекорда по его массовому и объёмному содержанию в общей массе и объёме сжиженного природного газа (СПГ). С энергетической точки зрения на водород приходится 60 % энергии, содержащейся в природном газе (табл. 9, 10). Вторым компонентом метана – технический углерод (годовое производство 10 млн т) – имеет коммерческую цену.

ТАБЛИЦА 9

Характеристики криогенного метана как перспективного носителя водорода

Баллон	Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг	Масса H_2 , кг	H_2 , %	Объём, л	H_2 , г/л
AUYAN	850	2100	450	84,15	15,75	850	99,00

Форма хранения водорода	H_2 , % масс.	H_2 , г/л
Сжатый 30 МПа	2,6	20
Сжатый 70 МПа	4,6	30
Криогенный	9	40
Органические носители	6,25	43
Металлогидриды	5	80
Аммиак	12,13	97
Метан (СПГ)	15,75	99

ТАБЛИЦА 10

Сравнение различных носителей водорода с учётом массы бака для бортового хранения и норм налива (по массовой и объёмной доле H_2)

Сжиженный криогенный метан является уникальным носителем водорода как по массовому, так и по объёмному содержанию. Системы хранения СПГ массово и коммерчески доступны, сравнительно недороги.

На наш взгляд, большим потенциалом будут обладать технологии, позволяющие проводить пиролиз метана непосредственно на борту транспортного средства. Пиролиз метана является альтернативным подходом к получению водорода из природного газа без образования CO_2 в ходе реакции: $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C} \downarrow + 2\text{H}_2 \uparrow$. Причём полученный технический углерод является товарным продуктом и имеет стоимость.

Метан имеет очень стабильную молекулу, поэтому для её расщепления требуется температура 1000...1500 К. Существующие технологии, предлагающие разлагать метан с помощью высокой температуры, катализаторов и плазмы, неудовлетворительны и не могут быть сейчас рассмотрены из-за ограниченного объёма журнальной статьи.

Возможно, успешное направление научных поисков связано с процессами технологического горения, тем более, что российский приоритет в фундаментальной науке, описывающей процессы технологического горения – структурной макрокинетики, имеет мировое признание.

Заключение

Российская Федерация обладает самыми большими запасами природного газа в мире (24,5 % от мировых), занимает 2-е место в мире по добыче газа, имеет уникальную газотранспортную систему и научную базу. Полагаем, в таких условиях было бы неразумно пойти на поводу европейских политиков, навязывающих всему миру свою картину технологического будущего.

Россия может и должна разработать и предложить миру собственные «зелёные» технологии, делающие окружающий нас мир чище и безопасней для всех стран и народов.

В Ленинградской области будет развиваться водородная энергетика

Правительство Ленинградской области резервирует площадки под размещение инфраструктуры по хранению, производству и отгрузке водорода в районе порта Усть-Луга. Недавно состоялась закладка резервов земли для проектов, связанных с водородной энергетикой, производством водорода на юге и севере области, а также в особой экономической зоне, которая создаётся вокруг «Балтийской химической компании» и компании «Русхимальянс» в районе порта Усть-Луга.

Пока конкретных инвесторов под данные проекты нет, но уже ведутся активные переговоры о создании ветропарков, которые позволят вырабатывать экологически чистую энергию. При этом основную массу водорода в области предполагается производить из природного газа, получая так называемый «синий» водород.

Следует отметить, что две трети себестоимости экспортного водорода будут составлять издержки на его хранение и транспортировку. В настоящее время в мире заявлены водородные проекты на общую сумму в 260 млрд долл. Финальные инвестиционные решения по проектам приняты на общую сумму 40 млрд долл.

Источник: portnews.ru



Определение показателя преломления защитного стекла батареи фотоэлектрических преобразователей электромобиля

В.Н. Козлов,

главный специалист ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ»

В связи с необходимостью снижения норм выбросов углекислого газа и других вредных веществ в выхлопных газах ведущие мировые автопроизводители переходят на производство автомобилей с тяговым электроприводом: электромобили или транспортные средства с комбинированными энергоустановками. Основная проблема электромобиля в том, что запас энергии на борту несоразмерен с аналогичным показателем автомобилей на традиционных видах топлива, равно как и скорость восполнения запаса электроэнергии. Частично данные проблемы можно решить путём использования батарей фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) в электромобилях. Но автомобильные батареи ФЭП не могут быть плоскими, поскольку кузов должен иметь аэродинамический силуэт для обеспечения необходимого уровня энергоэффективности. Поэтому для корректного расчёта эффективности электромобиля с ФЭП необходимо создание математической модели неплоской батареи ФЭП, устанавливаемой на поверхность крыши. Поскольку батарея оснащается защитным остеклением, то необходимо уделить большое внимание коэффициенту отражения солнечного света от защитного стекла. Коэффициент отражения необходимо учитывать, поскольку при углах падения света до 90° он может достигать 1,0. Таким образом, его никак нельзя отнести к величинам, которыми можно пренебречь. Для вычисления зависимости коэффициента отражения от угла падения света необходимо знать показатель преломления защитного стекла, но производители автомобильных триплексов не дают эту информацию. Поэтому появилась необходимость разработки метода экспериментального измерения показателя преломления защитного стекла неплоской батареи ФЭП. Целью исследования является эта задача.

Научная новизна работы состоит в проведении измерений угла Брюстера без применения микроскопа, рефрактометра, спектрометра, оптических тел с калиброванным показателем преломления, источников поляризованного света и поляризаторов. Разработанную методику измерения и стенд можно использовать в учебном процессе

для демонстрации эффекта поляризации света при отражении, измерения угла Брюстера, показателя преломления и диэлектрической проницаемости как оптически прозрачных, так и непрозрачных сред. Например, фотоэлектрических преобразователей электромобилей, автомобильных стёкол, горюче-смазочных материалов, в том числе и отработанных как в лабораторных, так и в полевых условиях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

электромобиль, батарея ФЭП, защитное стекло, коэффициент отражения, показатель преломления, угол Брюстера.

Введение

В последние годы развитие промышленности во всём мире привело к увеличению выбросов CO₂ и других вредных веществ (ВВ). Производители автотранспорта стремятся выполнить решения по снижению выбросов углекислого газа и других ВВ в соответствии с Рамочной конвенцией ООН об изменении климата, Киотским Протоколом и Парижским соглашением.

В мире наблюдается тренд по переходу с автомобилей на транспортные средства (ТС) с комбинированными энергоустановками и электромобили [1-3]. Но при имеющихся в настоящее время источниках электроэнергии её не хватает на то количество электромобилей, которое могло бы заменить автотранспорт с ДВС. Электромобили не достигли запаса хода, сопоставимого с аналогичным параметром автомобилей на традиционном топливе, а электроэнергия в большинстве случаев генерируется с выбросами углекислого газа, за исключением возобновляемых источников и АЭС.

Одним из технических решений, увеличивающих запас хода электромобилей и снижающих нагрузку на электросети, является размещение батарей ФЭП на электромобилях. При этом автомобильные батареи ФЭП не могут быть плоскими и ориентированными, что снижает их энергоотдачу. Математические модели систем ФЭП часто не учитывают их кривизну и рассчитываются, как для плоских. Уменьшение энергоотдачи батареи ФЭП игнорируется, что снижает точность вычислений [4].

Для создания более точной математической модели неплоской батареи ФЭП с учётом геометрии и коэффициента отражения солнечного света от защитного стекла такой батареи необходимо экспериментальное измерение показателя преломления, поскольку производители автомобильных стёкол не указывают этот параметр [5].

Постановка задачи

Коэффициент отражения солнечного света от защитного стекла батареи ФЭП в диапазоне углов падения от 0° до 90° может достигать 1,0 (рис. 1) и таким образом не является величиной, которой можно пренебречь [6].

Коэффициент отражения (см. рис. 1)

$$C_{refl}=(R_s+R_p)/2,$$

где R_s – коэффициент отражения s-поляризации (перпендикулярной плоскости падения и отражения света), который равен

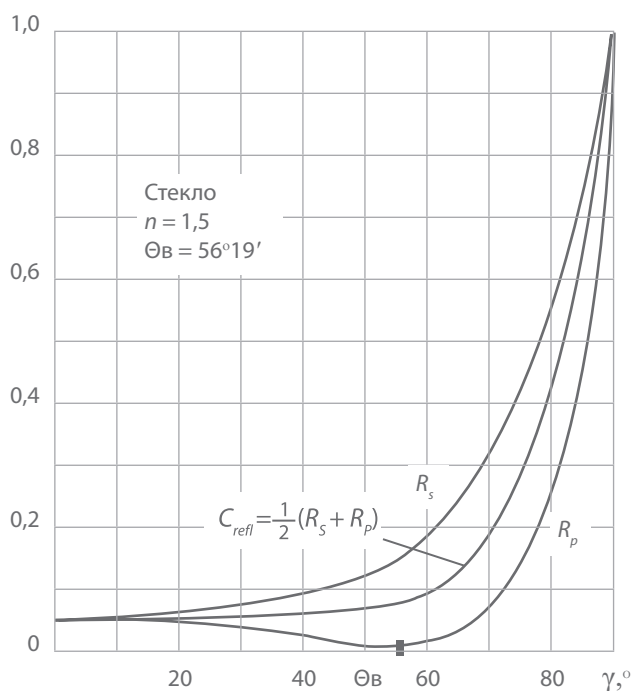


РИС. 1

Коэффициент отражения от границы воздуха со стеклом:
 n – коэффициент преломления стекла;
 Θ_B – угол Брюстера;
 γ – угол падения лучей света на границу воздуха со стеклом

$$R_s = \frac{\sin^2(\gamma - \gamma_2)}{\sin^2(\gamma + \gamma_2)};$$

R_p – коэффициент отражения p -поляризации (в плоскости падения и отражения света), который равен

$$R_p = \frac{\text{tg}^2(\gamma - \gamma_2)}{\text{tg}^2(\gamma + \gamma_2)}, \text{ где } \gamma_2 \text{ – угол преломления, равный}$$

$$\gamma_2 = \arcsin\left(\frac{\sin \gamma}{n}\right);$$

где n – коэффициент преломления защитного стекла, равный $n = \text{tg } \Theta_B$, где Θ_B – угол Брюстера, при отражении под которым происходит полная поляризация отражённого света в плоскости, перпендикулярной плоскости падения [7-10].

Таким образом, для построения математической модели батареи ФЭП с защитным стеклом необходимо экспериментально измерить показатель преломления конкретного стекла n . Показатель преломления стекла можно найти, измерив угол Брюстера.

Угол Брюстера можно найти экспериментально, используя поляризацию света от неполяризованного источника при его отражении от диэлектрического зеркала. Это позволяет установить максимальную поляризацию по резкому снижению яркости источника во втором диэлектрическом зеркале, используемом в качестве поляризатора при отражении света под углом Брюстера и установленном перпендикулярно плоскости поляризации первого зеркала.

Ход эксперимента

Автор ставил перед собой задачу определить показатель преломления защитного стекла неплюской батареи ФЭП путём измерения угла Брюстера.



a



б

РИС. 2

a – конструкция измерительного стенда эксперимента;
б – измерительный стенд с источником света

РИС. 3

Отражение источника света под углом Брюстера (обведено красным)



В ходе эксперимента была использована экспериментальная установка (рис. 2*a*) с двойным отражением от диэлектрических зеркал, имеющих свойства поляризаторов.

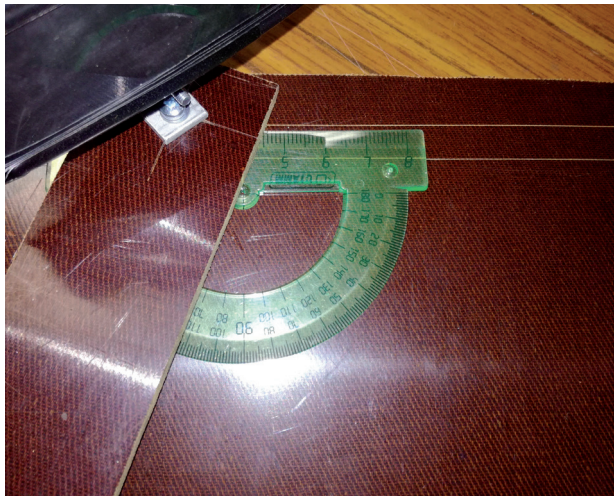
Конструкция стенда состоит из основания, поворотной штанги и двух диэлектрических зеркал на поворотных кронштейнах. Измерение угла Брюстера производится транспортиром.

Измерительный стенд ориентирован под нулевым углом относительно источника света (рис. 2*б*). В этом случае задача определения угла Брюстера сводится к подбору угловых положений обоих диэлектрических зеркал по минимизации яркости отражения источника света во втором зеркале (рис. 3).

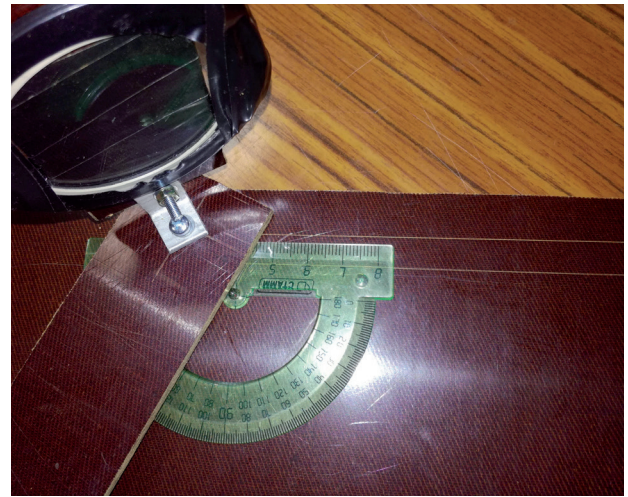
Результаты

Были проведены два измерения угла Брюстера:

- с лабораторным зеркалом, изготовленным из прозрачного пластика (рис. 4*a*);
- с образцом силикатного стекла, аналогичным используемому в батарее ФЭП (рис. 4*б*).



a



б

РИС. 4

a – сумма углов падения и отражения лабораторного зеркала равна 112°; *б* – сумма углов падения и отражения испытываемого стекла равна 120°

Проведём вычисления. Угол Брюстера:

$$\theta_B = \frac{112^\circ}{2} = 56^\circ.$$

Перевод градусов в радианы:

$$\frac{56^\circ}{180^\circ} \cdot 3,1415926 = 0,9774 \text{ рад.}$$

Показатель преломления лабораторного зеркала:

$$n = \text{tg}(0,977384364 \text{ рад}) = 1,4826.$$

Угол Брюстера:

$$\theta_B = \frac{120^\circ}{2} = 60^\circ.$$

Перевод градусов в радианы:

$$\frac{60^\circ}{180^\circ} \cdot 3,1415926 = 1,0472 \text{ рад.}$$

Показатель преломления испытываемого стекла:

$$n = \text{tg}(1,0472 \text{ рад}) = 1,7321.$$

Закключение

В ходе эксперимента измерен показатель преломления испытываемого стекла n , аналогичного защитному стеклу батареи ФЭП, необходимый для проведения численного эксперимента. Показатель составил $n = 1,7321$.

Разработан стенд для измерения показателя преломления образцов оптических материалов. Данный стенд можно использовать в программе обучения в технических вузах для демонстрации студентам эффекта полной поляризации света при отражении, измерения угла

Брюстера и показателя преломления, а также для представления диэлектрической проницаемости различных материалов, в том числе непрозрачных.

Эту методику можно также использовать для измерения диэлектрической проницаемости горюче-смазочных материалов, а возможно, и для диагностирования наличия воды и топлива в масле [11].

Использованные источники

1. Гайсин С.В., Бахмутов С.В., Ендачёв Д.В., Мезенцев Н.П. Развитие интеллектуальных систем помощи водителю (ADAS) в Российской Федерации // Труды НАМИ. – 2016. – № 2 (265). – С. 6-12.
2. Нагайцев М.В., Эйдинов А.А. АТС с комбинированными энергоустановками (КЭУ) – М: ООО «ТРП», 2014.
3. Стручков В.С., Курмаев Р.Х. Разработка перспективной системы термостатирования для электромобильного транспорта // Труды НАМИ. – 2019. – № 1 (276). – С. 29-35.
4. Галушак В.С., Атрашенко О.С., Хавроничев С.В., Донченко А.М. Светодиодный уличный фонарь с цилиндрической солнечной батареей / Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики. Материалы XII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием в рамках III Всероссийского светотехнического форума с международным участием. Отв. редактор О.Е. Железникова. Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2015. – С. 33-38.
5. Козлов В.Н., Колбасов А.Ф., Карпухин К.Е., Катанаев Н.Т. Математическая модель электромобиля с неплоской батареей фотоэлектрических преобразователей / В сборнике: Технологии и компоненты интеллектуальных транспортных систем. Материалы Международного автомобильного научного форума МАНФ-2019. – С. 012-014.
6. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. 4. Оптика. 3-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 792 с.
7. Савельев И.В. Курс общей физики. В 3-х томах. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – СПб.: «Лань», 2018.
8. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Изд. центр «Академия», 2016.
9. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1989.
10. Борисенко С.И. Показатель преломления света и методы его экспериментального определения. Учеб.-метод. пособие / С.И. Борисенко, О.Г. Ревинская, Н.С. Кравченко, А.В. Чернов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014.
11. Власов Ю.А. Метод идентификации охлаждающей жидкости в смазочном масле агрегатов транспортных средств // Фундаментальные исследования. – 2013. – №11. – С. 1113-1117.



Модернизация системы подачи топлива транспортных средств КАМАЗ на СПГ

А.А. Чекрызов,
слесарь-ремонтник 6-го разряда
УТТИСТ ООО «Газпром трансгаз Уфа»

А.В. Алексеев,
начальник УТТИСТ
ООО «Газпром трансгаз Уфа»

А.Е. Каплин,
зам. начальника по эксплуатации
УТТИСТ ООО «Газпром трансгаз Уфа»

Двигатели автомобилей, представляющие основу мобильного обеспечения производства России, являются одним из источников загрязнения окружающей среды и потребителями моторных нефтяных топлив. В связи с тем, что дизели, кроме определённого экологического преимущества (меньшая эквивалентная токсичность по сравнению с бензиновыми двигателями), имеют высокую топливную экономичность (выше на 20...25 %), этот тип ДВС необходимо рассматривать как наиболее перспективный практически во всех отраслях хозяйства. Однако не менее важное направление автомобильной промышленности – это освоение альтернативных видов топлива. Большое влияние на совершенствование методов и средств технической эксплуатации автомобилей оказывает развитие научных исследований в этой области, разработка режимов технического обслуживания, нормирования, надёжности и долговечности автомобилей. В данной работе главным предметом для проведения научных исследований в рамках эксплуатации транспортных средств выступает газобаллонное оборудование.

Повышение надёжности автомобилей и снижение затрат на их содержание представляют одну из сложных проблем в настоящее время. Решение этой проблемы с одной стороны обеспечивается автомобильной промышленностью за счёт выпуска автомобилей новых конструкций, обладающих большей эксплуатационной надёжностью и технологичностью (ремонтпригодность), с другой – за счёт средств технической эксплуатации автомобилей в результате совершенствования её методов, повышения производительности труда (внедрение научных методов), снижения трудоёмкости технического обслуживания и ремонта, увеличения межремонтных пробегов автомобилей и их агрегатов. Всё это обеспечивается развитием материально-технической базы автомобильного транспорта, широкого применения средств механизации и автоматизации производственных процессов.

Анализ передовых направлений научных исследований, посвящённых данной проблеме, позволяет сделать вывод, что для практической реализации в двигателях транспортных средств, и в первую очередь в дизелях, возможно использование таких видов топлива, как природный газ.

В последние годы количество автомобилей и автобусов, автопоездов, тракторов, использующих в качестве топлива компримированный (КПГ) и сжиженный (СПГ) природный газ, резко увеличилось.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

сжиженный природный газ, газобаллонное оборудование, система подачи топлива.

Перевод на КПП коснулся и автомобилей с дизелями. Такой перевод обеспечивает экономию за счёт меньшей стоимости газа, а двигатели легко поддаются модернизации при переводе на газ. Кроме этого, автомобиль, работающий на газе, менее токсичен, чем обычный. В качестве топлива, а также при хранении и транспортировке природный газ может применяться как в жидком, так и в газообразном состоянии.

Газобаллонная установка, вне зависимости от вида применяемого газа, состоит из баллонов для хранения и транспортировки газа, испаряющего или подогревающего устройства, газового редуктора, дозирующего устройства, смесителя, трубопровода и контрольных приборов.

Приборы и аппараты, применяемые для любого вида газа, не имеют существенных отличий по принципу действия. Исключение составляют баллоны для хранения и транспортировки газа. Это объясняется тем, что сжатый природный газ хранится при высоком давлении (до 20 МПа) и требует толстостенных сосудов. Жидкий метан содержится при температуре кипения ($-161\text{ }^{\circ}\text{C}$) в изотермических сосудах.

СПГ представляет собой бесцветную жидкость без запаха, плотность которой в два раза меньше плотности воды. На 75...99 % состоит из метана. В жидком состоянии не горюч, нетоксичен, неагрессивен. Для использования подвергается испарению до исходного состояния.

Система питания обеспечивает нормальную работу двигателя при условии подачи газа к редуцирующему устройству в парообразном состоянии. Испарение сжиженного газа в системе питания происходит за счёт тепловыделения из системы охлаждения двигателя.

Основными элементами газобаллонного оборудования (ГБО), которые наиболее подвержены обмерзанию, являются форсунки и редуктор.

Одной из проблем при низких температурах является долгий переход на газ. Если форсунки недостаточно прогреты, то их открывание затруднено, и в момент открытия электромагнитного клапана газ, дойдя до форсунок, не может пройти через форсунки (так как они открываются неполностью или вообще не открываются), а тот, что попадает во впускной коллектор, очень холодный и его количества мало для топливного смесеобразования. Это будет происходить, пока не прогреется газовая рампа с форсунками. Вследствие вышеперечисленного может возникнуть неисправность цилиндров двигателя.

Газовый редуктор – устройство, которое создаёт правильное рабочее давление газового топлива и затем поддерживает его во время работы двигателя. Газовый редуктор входит в комплект газобаллонного оборудования 1-4-го поколений. Состоит из ряда последовательно соединённых камер, разделённых клапанами. Конструкция и методы работы, то есть как именно этот прибор превращает метан в топливо, зависят от генерации ГБО.

К основным причинам, по которым обмерзает газовый редуктор, можно отнести следующие:

- **Низкий уровень охлаждающей жидкости (ОЖ).** При такой ситуации в системе охлаждения могут возникать воздушные пробки, от радиатора поступает непрогретый (холодный) поток воздуха на холостых оборотах и т.д.
- **Водяная насос.** Неисправность элемента системы охлаждения

может привести к тому, что антифриз прекращает циркулировать в системе охлаждения, в результате чего замерзает редуктор ГБО.

- **Термостат.** Нерабочий термостат может стать причиной плохого охлаждения редуктора, однако на практике встречается нечасто. Если термостат неисправен, то, кроме замерзшего редуктора, будет серьёзная проблема, связанная с циркуляцией в целом по системе охлаждения. Признаки неисправного термостата – слишком долгий прогрев, повышенная температура двигателя, повышение температуры ОЖ при рабочем вентиляторе и холодном нижнем патрубке.
- **Элементы подачи воздуха.** Порой циркуляция охлаждающей жидкости через редуктор затруднена по причине неправильно выбранного диаметра шлангов или из-за их загрязнения. Если шланг подачи антифриза к редуктору холодный, вероятнее всего он забит, поэтому ОЖ не циркулирует, в результате редуктор ГБО обмерзает.
- **Неисправность газового редуктора.** В случае повреждения диафрагмы газового редуктора может наблюдаться обмерзание газового редуктора.
- **Неисправности электромагнитного газового клапана.** В случае нарушений в работе электромагнитного клапана (соленоида) нередко наблюдается ситуация, когда замерзает редуктор ГБО. Причём сам клапан может быть вполне исправным, а основная проблема может заключаться в плохом питании или контакте.
- **Попадание жидкой фазы СПГ в двигатель автомобиля.** Попадания жидкой фазы СПГ в двигатель автомобиля при недостаточной температуре охлаждающей жидкости в системе приводит к обмерзанию элементов ГБО. Это наиболее актуальная причина неисправности элементов оборудования, которая рассматривается в данной работе.

Для предотвращения попадания жидкой фазы СПГ в двигатель автомобиля и обмерзания элементов ГБО при недостаточной температуре охлаждающей жидкости в системе предлагается использование блока управления, с помощью которого будет осуществляться контроль температуры теплообменника СПГ и температуры испаренного газа.

В терморегуляторе предусмотрена система защит:

- от переплюсовки;
- от обрыва датчика температуры;
- от короткого замыкания датчика температуры.

Принцип работы системы следующий: водитель нажимает кнопку переключения КПП – СПГ, включается режим контроля температуры охлаждающей жидкости в теплообменнике СПГ (кнопка начинает моргать с периодом один раз в секунду). Данные температуры теплообменника сравниваются с заданными в контроллере¹ (при 40 °С), и при достижении порога переключения происходит включение реле, отключающего питание электромагнитных клапанов баллонов КПП. При этом подаётся питание на клапаны подачи СПГ (кнопка начнёт светиться постоянно, дополнительно прозвучит короткий звуковой сигнал).

¹ Температуры переключения вычисляются экспериментально (по умолчанию для ОЖ 40°С, для газа 0°С).

Переключение на КПП происходит при выключении кнопки либо в автоматическом режиме при снижении температуры газа до установленной в настройках² (при 0 °С).

Контроллер имеет функцию самодиагностики датчиков температуры. При возникновении неисправностей электрической цепи датчика температуры теплообменника или датчика температуры газа произойдёт переключение топлива на КПП, одновременно с этим кнопка начинает моргать, выводя код неисправности: для датчика температуры теплообменника – три вспышки; для датчика температуры газа – пять вспышек (световая индикация дублируется звуковым сигналом). При возникновении неисправностей одновременно двух датчиков приоритет индикации будет иметь датчик температуры газа.

В данной работе были рассмотрены факторы, по которым происходит обмерзание элементов ГБО, возможный вариант предотвращения попадания жидкой фазы СПГ в двигатель автомобиля, а также исключение обмерзания элементов ГБО при недостаточной температуре охлаждающей жидкости в системе.

Безопасность ГБО является ключевой задачей при использовании автомобилей на газомоторном топливе. Результаты экспериментальных исследований прототипа и опыт эксплуатации автомобильного транспорта с новым оборудованием подтвердили целесообразность его использования для решения проблемы обмерзания элементов ГБО при работе на СПГ.

² См. сноску 1.

Потребление метана в виде ГМТ неуклонно растёт

В Минэнерго России создаётся Единый центр координации работы по развитию инфраструктуры ГМТ, также ведётся работа по упрощению правил строительства СПГ-заправочных станций. Об этом недавно сообщил министр энергетики Николай Шульгинов.

В 2018 году запущена поддержка населения по переводу автомобилей на метан, к настоящему моменту просубсидирован переход на ГМТ более 10 тыс. таких автовладельцев, сообщил Н. Шульгинов. Также была запущена соответствующая государственная программа развития заправочной инфраструктуры, в настоящий момент ведётся её доработка под формат Федерального проекта.

«Министерство энергетики поддерживает расширение списка регионов, участвующих в программе», – подчеркнул глава Минэнерго России.

Успешность реализации программы по использованию природного газа в качестве газомоторного топлива напрямую зависит от заинтересованности региональных властей. Субъекты, где внедрены дополнительные стимулирующие меры, демонстрируют наиболее высокие показатели перехода на ГМТ.

По словам министра, параллельно с развитием рынка компримированного природного газа (КПП) растёт спрос на сжиженный природный газ (СПГ).

«Ожидаем, что количество транспорта на СПГ к 2030 году увеличится до 30 тысяч, что даст хороший экологический эффект – это сократит выбросы CO₂ более чем на 1,5 млн тонн ежегодно. Вместе с тем к 2030 году число автомобилей на КПП превысит 700 тыс. единиц по сравнению с текущими 230 тыс.», – подчеркнул Николай Шульгинов

<https://minenergo.gov.ru/node/21703>



О возможности заполнения без компрессора металлокомпозитного водородного баллона высокого давления

В.С. Зарубин,

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

С.В. Зарубин,

доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.т.н.

Я.Г. Осадчий,

генеральный директор
ЗАО НПП «МАШТЕСТ», д.т.н.

Представлена приближённая математическая модель, количественный анализ которой позволяет оценить возможность заполнения металлокомпозитного баллона высокого давления жидким водородом с его последующей газификацией до достижения в баллоне рабочего давления. При реализации такой возможности отпадает необходимость в использовании высокотехнологичного и дорогостоящего компрессорного оборудования, обеспечивающего достаточно высокий расход водорода на входе в баллон при давлении, превышающем рабочее значение. Заполнение баллона жидким водородом путём его дозирования обеспечивает расчётное значение его плотности в баллоне в отличие от процесса заполнения газообразным водородом, сопровождаемого повышением его температуры и снижением плотности, что в итоге при достижении рабочего давления приводит к уменьшению массы водорода по сравнению с её регламентированным значением.

Введение

Водород в силу высокого энергосодержания и отсутствия вредных выбросов в атмосферу является перспективным топливом для широкого использования в энергетических установках различного назначения [1, 2]. В настоящее время расширяется применение водорода в качестве энергоносителя на различных видах транспорта [3-5]. Газообразный водород находит применение на автомобилях с электродвигателями, получающими энергию от водородных топливных элементов. Вместе с тем использование газообразного водорода в автомобилях требует создания значительных по объёму и массе баллонов высокого давления и наличия высокотехнологичного и дорогостоящего компрессорного оборудования для их заполнения.

Процесс заполнения металлокомпозитного водородного баллона высокого давления газообразным водородом сопровождается интенсивным выделением тепловой энергии. Аккумулирующая способность тонкостенного металлического лайнера такого баллона мала для поглощения этой энергии, а при значительной толщине армирующего слоя со сравнительно низкой теплопроводностью его композиционного материала отвод этой энергии через оболочку баллона является недостаточным. Поэтому в процессе заполнения баллона происходит существенное возрастание температуры водорода.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

металлокомпозитный
цилиндрический баллон,
заполнение баллона
жидким водородом,
математическая модель
тепловых процессов
в баллоне.

Известными стандартами и протоколами заправки [6, 7] предусмотрено предварительное охлаждение заправляемого водорода до температуры 233 К. Но при регламентированном темпе заполнения баллона температура водорода в нём приближается к установленному пределу, равному 358 К [2, 5]. В итоге плотность водорода при достижении в баллоне принятого в настоящее время наибольшего значения избыточного по отношению к атмосферному рабочего давления 70 МПа [6, 7] оказывается заметно ниже регламентированного значения 40 кг/м³ [2], что снижает прогнозируемый пробег автомобиля на одной заправке.

Достижение расчётного значения плотности газообразного водорода в баллоне возможно путём его дозированного заполнения жидким водородом, масса которого в сумме с первоначальной массой находившегося до заполнения газообразного водорода должна обеспечить регламентированное значение его плотности. Предварительные оценки показывают, что тепловой энергии, накопленной при температуре окружающей среды в лейнере металлокомпозитного баллона типа 3, достаточно не только для полного испарения жидкого водорода в полости баллона, но и для некоторого повышения температуры газифицированного водорода, что сопровождается увеличением давления в баллоне. Условием для определения количества заправляемого жидкого водорода является достижение предельного значения рабочего давления в заправляемом баллоне при повышении в нём температуры газифицированного водорода до уровня температуры окружающей среды.

В данной работе построена приближённая математическая модель, позволяющая оценить время, необходимое для повышения до заданного рабочего значения давления газифицированного водорода в цилиндрическом металлокомпозитном баллоне типа 3, первоначально заполненном жидким водородом. При таком способе заполнения баллона нет необходимости располагать высокотехнологичным и дорогостоящим компрессорным оборудованием для обеспечения значительного расхода водорода на входе в баллон при высоком давлении, превышающем рабочее значение.

Построение приближённой математической модели

Пусть металлокомпозитный баллон типа 3 вместимостью V предназначен для заполнения газообразным водородом до рабочего значения давления p_* при температуре T_* , совпадающей с температурой среды, окружающей баллон. Перед заполнением этого баллона все элементы его конструкции имеют температуру T_* , и в нём находится некоторое количество газообразного водорода массой m_0 при той же температуре T_* и давлении p_0 , существенно меньшем значения p_* и равном согласно уравнению состояния водорода

$$p_0 = (m_0 / V)zRT_*$$

где z – коэффициент сжимаемости водорода; R – газовая постоянная (для водорода $R \approx 4,1242$ Дж/(кг·К) [8]).

Для достижения при заполнении указанных конечных значений параметров газообразного водорода необходимо, чтобы в баллоне находилась масса водорода

$$m_* = p_* V / (zRT_*) .$$

Следовательно, при заполнении баллона жидким водородом его масса должна составить $m = m_* - m_0$.

Жидкий водород, поступающий в баллон при его заполнении и имеющий температуру $T_0 \ll T_*$, будет контактировать с внутренней поверхностью лайнера и переходить в газообразное состояние. При температуре $T_0 = 20,38$ К и давлении 0,1013 МПа теплота испарения жидкого водорода равна $H' = H_g - H_f \approx 454,2$ кДж/кг [8], где H_g и H_f – энтальпии единицы массы водорода в газообразном и жидком состояниях соответственно. Это значение убывает по мере возрастания температуры и давления и стремится к нулю по мере приближения параметров водорода к критической точке. Если воспользоваться указанным значением H' , то получим оценку завышенной величины $Q = H'm$ количества тепловой энергии, необходимой для испарения жидкого водорода, поступившего в баллон при его заполнении. Если принять, что эту энергию испаряющийся при температуре T_0 жидкий водород отбирает только у лайнера массой m' , материал которого имеет удельную массовую теплоёмкость c' , то это приведёт к снижению температуры лайнера на величину не более

$$\Delta T' = Q / (m'c') = H'm / (m'c') .$$

Тогда в результате испарения жидкого водорода температура лайнера уменьшится и при условии $\Delta T' < T_* - T_0$ станет не менее $T'_0 = T_* - \Delta T'$. При $m_0 \ll m \approx m_*$ допустимо считать, что после испарения жидкого водорода температура газообразного водорода сохранит значение T_0 , а давление в баллоне будет равно

$$p'_0 = (m / V) zRT_0 .$$

Проведённые выше оценки позволяют более строго подойти к построению математической модели, описывающей наступающий после завершения испарения жидкого водорода процесс повышения температуры T и давления p газообразного водорода в баллоне. Если температурные состояния газообразного водорода, лайнера и слоя армирующего материала характеризовать средними значениями температур соответственно T , T' и T_a , то их изменение по времени t будет в первом приближении описывать система трёх дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned}
 m_* c_v \frac{dT}{dt} &= \alpha(T' - T)S; \\
 m' c' \frac{dT'}{dt} &= \alpha(T - T')S + \lambda_a \frac{T_a - T'}{\frac{h_a}{2}} S'; \\
 m_a c_a \frac{dT_a}{dt} &= \lambda_a \frac{T' - T_a}{h_a/2} S' + \frac{T_* - T_a}{1/\alpha_* + h_a/(2\lambda_a)} S_*,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где c_v – зависящая от температуры T и давления p удельная массовая теплоёмкость газообразного водорода при постоянном объёме; α – коэффициент теплообмена между газообразным водородом и внутренней поверхностью лайнера общей площадью S , определяемый по методике, изложенной в работе [9]; λ_a – коэффициент теплопроводности материала армирующего слоя толщиной h_a ; S' – площадь поверхности контакта лайнера с армирующим слоем массой m_a и удельной массовой теплоёмкостью c_a ; α_* – коэффициент теплообмена окружающей среды с армирующим слоем на его внешней поверхности общей площадью S_* .

В качестве начальных условий для этой системы уравнений при $t = 0$ примем $T = T_0$, $T' = T'_0$ и $T_a = T_*$.

Результаты расчётов

Для оценки влияния на процесс заполнения водородом металлокомпозитного баллона его вместимости и рабочего давления рассмотрим цилиндрические баллоны с вместимостью 50 и 100 л и внешним диаметром лайнера 300 мм и вместимостью 185 л с внешним диаметром лайнера 370 мм. Лейнеры всех трёх рассматриваемых баллонов выполнены из алюминиевого сплава АД33 и имеют обечайку толщиной 5,5 мм. Остальные параметры баллонов, необходимые для проведения расчётов, приведены в таблице.

ТАБЛИЦА

$V, \text{ м}^3$	$m', \text{ кг}$	$S, \text{ м}^2$	$S', \text{ м}^2$	$p_*, \text{ МПа}$	$m_*, \text{ кг}$	$h_a, \text{ м}$	$S_*, \text{ м}^2$	$T'_0, \text{ К}$	$p'_{0r}, \text{ МПа}$
0,05	14,6	0,817	0,848	35,1	1,186	0,007	0,888	253,4	1,994
				70,1	1,988	0,014	0,927	227,4	3,341
0,10	25,0	1,507	1,565	35,1	2,372	0,007	1,638	246,7	1,994
				70,1	3,975	0,014	1,711	216,4	3,341
0,185	47,0	3,158	3,255	35,1	4,388	0,008	3,395	248,5	1,994
				70,1	7,356	0,016	3,536	218,4	3,341

Следует отметить, что удельная массовая теплоёмкость c' сплава АД33 уменьшается со снижением температуры (рис. 1). Поэтому вычисление значений T'_0 , представленных в таблице, было проведено последовательными приближениями с учётом зависимости величины c' от температуры.

На рис. 2 в полулогарифмических координатах представлены результаты, полученные для баллонов вместимостью 50 л численным интегрированием системы дифференциальных уравнений (1), а также построены графики изменения по времени давления p водорода и коэффициента теплообмена α в таком баллоне. Аналогичные результаты для баллонов вместимостью 100 и 185 л приведены на рис. 3 и 4.

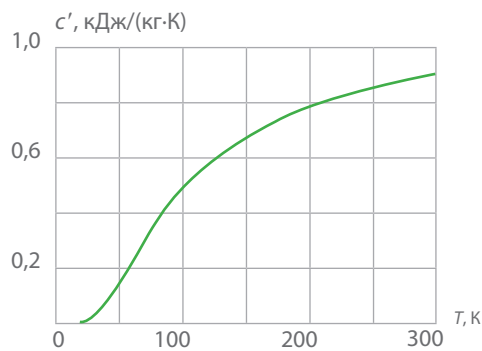


РИС. 1

Зависимость от температуры удельной массовой теплоёмкости материала лейнера

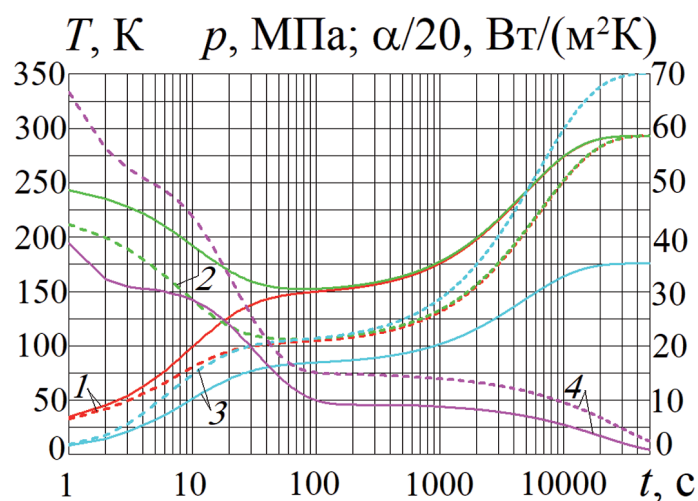


РИС. 2

Изменение во времени температур водорода (кривые 1) и лейнера (кривые 2), давления (кривые 3) коэффициента теплообмена (кривые 4) в баллоне вместимостью 50 л (сплошные кривые для $p_0 = 35,1$ МПа, штриховые для $p_0 = 70,1$ МПа)

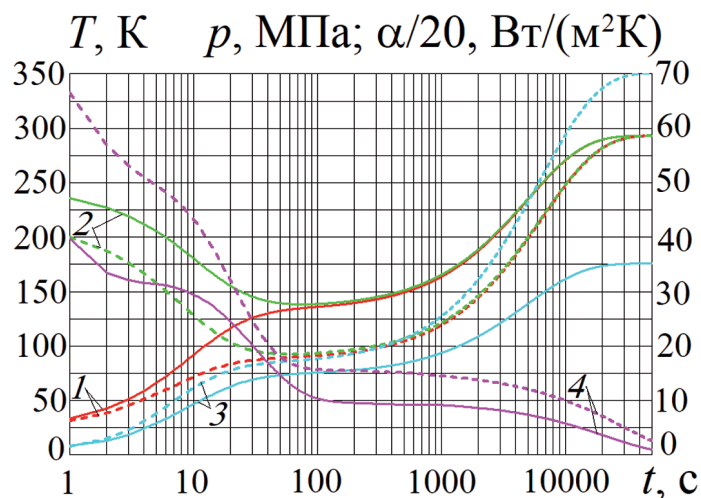
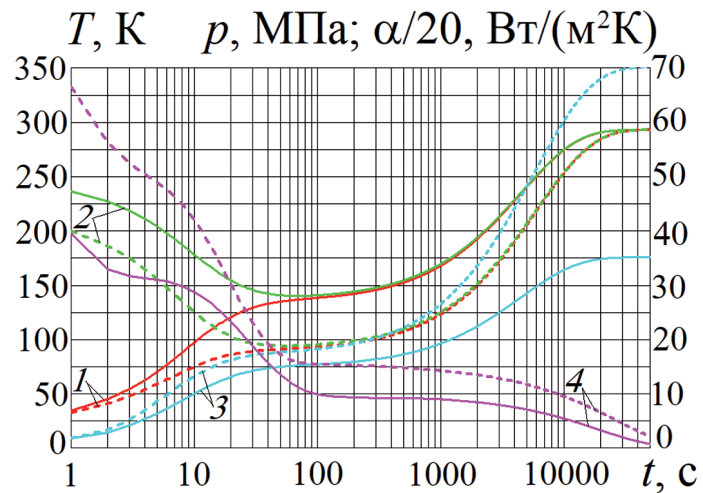


РИС. 3

Результаты расчётов для баллонов вместимостью 100 л (обозначения см. рис. 2)

РИС. 4

Результаты расчётов для баллонов вместимостью 185 л (обозначения см. рис. 2)



Для баллонов с абсолютным значением рабочего давления 70,1 МПа выравнивание с точностью до 1 К температуры T водорода с температурой T_* окружающей среды происходит не менее чем за 10 часов, поскольку армирующий слой обладает значительным термическим сопротивлением. За это время давление водорода в баллоне практически достигает расчётного значения p_* . Толщина и термическое сопротивление армирующего слоя на обечайке баллонов с рабочим давлением 35,1 МПа вдвое меньше. Поэтому для выравнивания в таких баллонах температуры водорода с температурой окружающей среды и практического достижения расчётного значения давления достаточно примерно пяти часов.

Заключение

Представлена приближённая математическая модель, описывающая тепловой режим металлокомпозитного баллона типа 3 при заполнении жидким водородом и его последующей газификации. С использованием этой модели проведены расчёты изменения во времени температуры газифицированного водорода до уровня, близкого к температуре окружающей среды. Получены оценки времени повышения давления до близкого к рабочему значению в цилиндрических баллонах вместимостью 50, 100 и 185 л с абсолютными значениями рабочего давления 35,1 и 70,1 МПа. При рассмотренном способе заполнения водородных баллонов высокого давления нет необходимости в использовании компрессорного оборудования с выходным давлением выше, чем рабочее давление в баллоне.

Использованные источники

1. Козлов С.И., Фатеев В.Н. Водородная энергетика: современное состояние, проблемы, перспективы / Под ред. Е.П. Велихова. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. – 520 с.
2. Фатеев В.Н., Алексеева О.К., Коробцев С.В., Серегина Е.А., Фатеева Т.В., Григорьев А.С., Алиев А.Ш. Проблемы аккумуляции и хранения водорода // *Kimya Problemleri – Chemical Problems*. – 2018. – Vol. 16, no 4. – P. 453-483.
3. Todorovic R. Hydrogen Storage Technologies for Transportation Application // *Journal of Undergraduate Research*. – 2015. – Vol. 5, no. 1. – P. 56-59.
4. Скрипко Л.А. Время заправляться водородом // *Транспорт на альтернативном топливе*. – 2020. – № 6 (78). – С. 72-77.
5. Зарубин В.С., Осадчий Я.Г. Численное моделирование теплового режима металлокомпозитного шарового баллона при заполнении водородом // *Транспорт на альтернативном топливе*. – 2021. – № 2 (80). – С. 54-62.
6. <https://avtonov.info/standarty-zapravki-vodorodom/> Стандарты заправки водородом. Дата обращения 21.09.2021.
7. <https://saemobilus.sae.org/content/j2601-201407/> Протоколы заправки транспортных средств газообразным водородом. Дата обращения 21.09.2021.
8. Справочник по физико-техническим основам криогеники / М.П. Малков, И.Б. Данилов, А.Г. Зельдович, А.В. Фрадков; под ред. М.П. Малкова. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 432 с.
9. Зарубин В.С., Зарубин С.В., Зимин В.Н., Осадчий Я.Г. Численное моделирование процесса заполнения водородного баллона, охлаждаемого жидким азотом // *Тепловые процессы в технике*. – 2021. – Т. 13. – № 7. – С. 308-317.

На строительство газовых заправок в Якутии направят 24 млн рублей

До конца 2021 года на строительство автомобильных газозаправочных станций в Якутии направят около 24 млн рублей. Инвесторы смогут получить возмещение части затрат на возведение объектов. Это поможет компаниям окупить убытки от работы станций в первые годы их существования и сократить срок окупаемости.

«Переход на метан выгоден не только для граждан, но и для многих предпринимателей. Ключевыми факторами этого являются более низкая цена на природный газ и улучшение экологической обстановки в регионе. Поэтому необходимо создать привлекательные условия для инвестиций в этой сфере, чтоб наш бизнес смог активнее участвовать в проектах по развитию рынка газомоторного топлива», – сообщил первый заместитель министра промышленности и геологии Якутии Михаил Кириллин.

Следует отметить, что на сегодня правительством региона поддержан законопроект, допускающий предоставление земельных участков под строительство газозаправочной инфраструктуры без торгов. Кроме того, для стимулирования перевода автомобиля на газ гражданам, индивидуальным предпринимателям и организациям снижен транспортный налог до 50 %. Также от уплаты налога на имущество освобождены организации, занятые строительством газовых заправок.

Поддержка, которую оказывает республика инвесторам, должна стать катализатором для улучшения жизни местного населения и снижения транспортных расходов граждан и предприятий. Именно поэтому ведётся работа по формированию дополнительных возможностей для привлечения новых инвестиций.

Ранее руководство Минпромгеологии Якутии предложило муниципальным властям содействовать переводу на газ всей техники и машин малого и среднего бизнеса. По словам экспертов, на сегодня в районах республики активно развиваются перевозки (промышленная техника, таксопарки, муниципальные автобусы). В этой связи назрела необходимость в снижении затрат на топливо. Массовый переход на газ позволит избавиться от проблем, связанных с использованием бензина.

<https://www.sakha.gov.ru/news/front/view/id/3289709>

P. 39

Alternative Fuels for Sustainable Development of the Transport Sector

Part 3. Biofuels

Ivan Piskunov, Ershov Michael, Olga Glagoleva

KEYWORDS:
biofuels, bioethanol, biodiesel, FAME, HVO.

A brief overview of alternative fuels development is presented. The first two parts of the review were devoted to gas vehicle and hydrogen fuels. In the presented third part, biofuel is considered in more detail, specifically its opportunities to achieve a zero-carbon footprint due to the use of biological binding products of carbon dioxide from the atmosphere (plant raw materials, biomass) for the production.

Fuels based on bio components are widely used all over the world, most commonly, as mixtures with traditional fuels. Biofuel enables the improvement of the environmental friendliness of transport, reduction of fuel costs and assurance of cross-sectoral synergy between oil refining, agriculture and forestry.

Reference

- BP. Statistical Review of World Energy 2021.70th edition. – 72 p. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics.html>
- Main trends in the development of the global liquid hydrocarbon market until 2035 Lukoil. 2019 - 110 p. <https://lukoil.ru/Business/Futuremarketrends>
- The giant accounting problem that could hamper the world's push to cut emissions. 04/26/21 <https://www.washingtonpost.com/climate-environment/2021/04/26/greenhouse-accounting-problem/>
- Aksyutin O.E., Ishkov A.G., Romanov K.V. and others. Environmental efficiency of production and use of natural gas based on the assessment of the full life cycle // Gas industry. – 2017. – Special issue # 1. – P.18-25.
- Ershov M.A. Revolutionary changes for the refinery. The future of the gasoline market is hybrid low-carbon fuels // Oil and Gas Vertical. – 2020. – No. 17. – P. 39-49
- Glagoleva O.F., Piskunov I.V. Energy saving is a priority task of modern oil and gas processing // Neftegaz.ru. – 2021. – No. 1 (109). – P. 32-35.
- Expert: CO2 emissions from fires in Yakutia in 2021 reached 800 million tons. 09.10.2021. <https://tass.ru/obschestvo/12619889>
- Afanasyev S.V. Carbon dioxide as a raw material for large-scale chemistry // Business magazine Neftegaz.ru. – 2019. – No. 9. – P. 94-106.
- Usmanov M.R., Grosul M.V., Valeev S.F. and others. The role of LLC «LUKOIL-Nizhegorodniinefteproekt» in the implementation of the environmental strategy of PJSC «LUKOIL» // Environmental protection in the oil and gas complex. – 2021. – No. 3 (300). – P. 5-14.
- Wildlife resources. https://www.aboutecology.ru/biosfera_i_chelovek/
- BloombergNEF. New energy outlook 2021. Executive summary. 07.2021. <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>
- Kalinenko E. Consciousness is the driving force of global oil // Refining & Petrochemicals. 09.01.21. <https://europetro.com/media/2020/consciousness-is-the-driving-force-of-global-oil>
- The EU toughens the fight for the environment. Argus Review. https://view.argusmedia.com/FSU-EMD-2021-07-EMI-WPEUtaxcarbon.ImpactonRussia_01-DownloadWPInternal.html
- FuelsEurope. Vision 2050. <https://www.fuelsEurope.eu/clean-fuels-for-all/vision-2050/>
- Chernysheva E.A., Kozhevnikova Yu.V., Serdyukova E.Yu., Stolonogova T.I. Possible components for increasing the resources of motor gasolines // Chemistry and technology of fuels and oils. – 2020. – No. 4. – P. 12-15.
- Chernysheva E.A., Kozhevnikova Yu.V., Serdyukova E.Yu., Moiseenko V.E. Aspects of using biocomponents in fuel mixtures for road transport // Oil refining and petrochemistry. – 2020. – No. 1. – P.23-30.
- Beller M., Centi G., Sun L. Chemistry Future: Priorities and Opportunities from the Sustainability Perspective // ChemSusChem. – 2017. – No. 10. – P.6-13.
- Strategic Research Program for Bioenergy. TP «Bioenergy» 02/15/2021 http://tp-bioenergy.ru/upload/file/spi_bioenergy_2021.pdf
- Palankoev T.A., Dementyev K.I., Khadzhiiev S.N. Optimization of joint catalytic cracking of vacuum distillate and biooxygenates in the presence of ZSM-5 zeolite using two-factor regression analysis // Neftekhimiya. – 2019. – Vol.59, No. 4. – P. 388-395.
- Vlaskin M.S., Grigorenko A.V., Chernova N.I. et al. Obtaining bio-oil by hydrothermal liquefaction of wet biomass of microalgae // Alternative energy and ecology. – 2018. – No. 22-24. – P. 68-79.
- Krylova A.Yu., Kulikova M.V., Krysanova K.O., Kulikov A.B. Obtaining environmentally friendly CO2-neutral synthetic fuels from biomass // Proceedings of the XII Conf. «Actual problems of petrochemistry», October 5-9, 2021, TIPS RAS, 2021. - 776 p.
- Kapustin V.M. Gasoline production. – M.: Chemistry, 2015. – 254 p.
- Ershov M.A., Savelenko V.D., Makhova U.A., Kapustin V.M. Low-carbon motor fuels // Neftegaz.ru. – 2021. – No. 10 (118). – P. 14-22.
- Ershov M.A., Grigorieva E.V., Abdellatif T.M.M., Chernysheva E.A. et al. A new approach for producing mid-ethanol fuels E30 based on low-octane hydrocarbon surrogate blends // Fuel Processing Technology. – 2021. – Vol. 213. – P. 106.
- Investments of GC «Titan» in the Voronezh wheat processing plant may amount to 20 billion rubles. 04.06.2021. <https://www.kommersant.ru/doc/4845461>
- Dehaghani A.H.S., Pirouzfard V. Production of biodiesel from microalgae Chlorella sp. and Spirulina // Petrochemistry. – 2018. – Vol. 58, № 4. – P.496-502.
- Biodiesel (FAME) production and use in Europe. <https://www.etipbioenergy.eu/value-chains/products-end-use/products/fame-biodiesel>
- Biodiesel impact on the engine and the environment http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=1203
- Likhanov V.A., Lopatin O.P. Improving the environmental safety of diesel engines by using fuels based on methyl alcohol // Transport on Alternative fuel. – 2018. – No. 6 (66). – P. 61-67.
- Makhova U. Aviation fuel and SAF // Fuel Digest. – 2021. – No. 4. – P.11-14
- Makhmudova A. Gas engine fuel: LPG, CNG, LNG, Biogas // Fuel Digest. – 2021. – No. 4. – P.28-33.
- Zinin V.L., Mashkantsev M.A., Kurin A.V., Kuzina E.A. Optimization of regulatory and technical regulation requirements for multi-fuel filling stations, including LNG refueling // Transport on Alternative fuel. – 2021. – No. 5 (83). – P. 35-52.

P. 47

Towards low-carbon mobility

Alexey Abakumov

KEYWORDS:
greenhouse gases, carbon footprint, liquefied natural gas, hydrogen, hydrogen storage methods.

The purpose of this article is to analyze data on the current European and Russian 'green' agenda and possible engineering solutions in the field of internal combustion engines that meet the current and future standards for carbon dioxide emissions. The paper also presents information related to the problems of hydrogen storage on board vehicles and achievements in this area.

P. 61

Determining the refractive index of photoelectric converter battery's protective glass in e-vehicle

Vladimir Kozlov

KEYWORDS:
photovoltaic converter battery, PVC battery, protective glass, reflection coefficient, refractive index, Brewster's angle.

Following the need to reduce the emission standards for carbon dioxide and other harmful substances in exhaust gases, the world's leading car manufacturers are switching to the production of vehicles with traction electric drive: electric vehicles or vehicles with combined power plants. The main problem with an electric vehicle is that the onboard energy supply is disproportionate to that of conventional fuel vehicles, as well as the rate of electricity replenishment is relatively slow. Partially these problems can be solved by using PVC (photoelectric converter) cells in electric vehicles. But car PVC batteries cannot be flat because the body must have an aerodynamic silhouette to provide the required level of energy efficiency. Therefore, for the correct calculation of the efficiency of an electric vehicle with a PVC, it is necessary to create a mathematical model of a non-planar PVC battery installed on the roof surface. Since the battery is equipped with protective glass, it is necessary to pay great attention to the reflection coefficient of sunlight from the protective glass. The reflection coefficient must be taken into account because at angles of incidence of light up to 90° it can reach 1.0. Thus, it can in no way be attributed to negligible values. To calculate the dependence of the reflection coefficient on the angle of incidence of light, it is necessary to know the refractive

index of the protective glass, but the manufacturers of automotive triplexes do not provide this information. Which is why, it became essential to develop a method for experimental measurement of the protective glass' refractive index in a non-planar PVC battery.

The study aims to develop a technique for measuring the refractive index of protective glass in a non-planar PVC battery.

By measuring the Brewster angle, the refractive index of the glass is found. Using the available equipment and measuring instruments, the Brewster angle can be found by using two consecutive reflections in dielectric mirrors in mutually perpendicular polarization planes, using the property of polarization of reflected light at the Brewster angle. The available equipment consists of a stand and an angle meter and is described in the section «Experiment progress».

The scientific novelty consists in the measurement of the Brewster angle without the use of a microscope, refractometer, spectrometer, optical bodies with a calibrated refractive index, polarized light sources and polarizers.

The developed measurement method and stand can be used in the educational process to demonstrate the effect of light polarization during reflection, to measure the Brewster angle, refractive index, and permittivity of both optically transparent and opaque media. For example, photovoltaic converters of electric vehicles, car windows, fuel and lubricants, including used ones, both in the laboratory and in the field.

Reference

1. Gaisin S.V., Bakhmutov S.V., Endachev D.V., Mezentsev N.P. Development of intelligent driver assistance systems (ADAS) in the Russian Federation // Proceedings of NAMI. – 2016. – No. 2 (265). – P. 6-12.
2. Nagaitsev M.V., Eydinov A.A. Automatic telephone exchange with combined power plants (KEU) - M: LLC «TRP», 2014.
3. Pods V.S., Kurmaev R.Kh. Development of a promising thermostating system for electric vehicles // Proceedings of NAMI. – 2019. – No. 1 (276). – P. 29-35.
4. Galushchak V.S., Atrashenko O.S., Khavronichev S.V., Donchenko A.M. LED street lamp with a cylindrical solar battery / Problems and prospects for the development of domestic lighting engineering, electrical engineering and energy. Materials of the XII All-Russian scientific and technical conference with international participation in the framework of the III All-Russian lighting forum with international participation. Resp. editor O.E. Zheleznykov, Mordovia State University N.P. Ogareva, 2015. – P. 33-38.
5. Kozlov V.N., Kolbasov A.F., Karpukhin K.E., Katanaev N.T. Mathematical model of an electric vehicle with a non-planar battery of photoelectric converters / In the collection: Technologies and components of intelligent transport systems. Materials of the International Automotive Scientific Forum MANF-2019. – P. 012-014.
6. Sivukhin D.V. General course of physics. Vol. 4. Optics. 3rd ed. – M.: FIZMATLIT, 2005. – 792 p.
7. Saveliy I.V. General physics course. In 3 volumes. Vol. 2. Electricity and magnetism. Waves. Optics. – SPb.: «Lan», 2018.
8. Trofimova T.I. Physics course. – M.: Ed. center «Academy», 2016.
9. Detlaf A.A., Yavorsky B.M. Physics course: Textbook. manual for technical colleges. – M.: Higher school, 1989.
10. Borisenko S.I. Refractive index of light and methods of its experimental determination. Training method. allowance / S.I. Borisenko, O. G. Revinskaya, N.S. Kravchenko, A.V. Chernov; Tomsk Polytechnic University. – Tomsk: Publishing house of the Tomsk Polytechnic University, 2014.
11. Vlasov Yu.A. Method for identifying coolant in lubricating oil of vehicle aggregates // Fundamental research. – 2013. – No. 11. – P. 1113-1117.

P. 67

Modernization of the fuel supply system of KAMAZ vehicles on LNG

**Artem Chekryzhov,
Alexey Alekseev, Alexey Kaplin**

KEYWORDS:

liquefied natural gas,
gas equipment, fuel supply system.

Car engines being the basis for mobile production in Russia mostly run on motor oil fuels and are one of the sources of environmental pollution. Still, diesel have high fuel efficiency (by 20 ... 25%) in addition to a certain environmental advantage (lower equivalent toxicity compared to gasoline engines) and this type of internal combustion engine should be considered as the most promising in almost all sectors of the economy. However, an equally important area of the automotive industry is the development of alternative fuels. The scientific research in this area, advances in maintenance, standardization, reliability and durability of cars – these all influence the improvement of methods and means of technical operation of automobiles. In this work, the main subject for scientific research in the framework of the operation of vehicles is the gas equipment.

P. 71

Filling the high pressure metal composite hydrogen cylinder without a compressor

**Vladimir Zarubin,
Sergey Zarubin, Yakov Osadchy**

KEYWORDS:

metal composite cylinder,
filling the cylinder with liquid hydrogen,
mathematical model of thermal processes
in the cylinder.

An approximate mathematical model is presented and the quantitative analysis of which is carried out. It allows to assess the possibility of filling a high-pressure metal-composite cylinder with liquid hydrogen along its subsequent gasification until the working pressure in the cylinder. After the realization of this opportunity, there is no need to use high-tech and expensive compressor equipment that provides a sufficiently high hydrogen consumption at the cylinder inlet at a pressure exceeding the operating value. Filling the cylinder with liquid hydrogen by dosing it provides the calculated value of its density in the cylinder, in contrast to the process of filling with gaseous hydrogen, accompanied by an increase in its temperature and a decrease in density, which ultimately, when the working pressure is reached, leads to a decrease in the mass of hydrogen in comparison with its regulated value.

Reference

1. Kozlov S.I., Fateev V.N. Hydrogen Energy: Current State, Problems, Prospects / Ed. E.P. Velikhova. – M.: Gazprom VNIIGAZ, 2009. – 520 p.
2. Fateev V.N., Alekseeva O.K., Korobtsev S.V., Seragina E.A., Fateeva T.V., Grigoriev A.S., Aliev A.Sh. Problems of accumulation and storage of hydrogen // Kimya Problemleri – Chemical Problems. – 2018. – Vol. 16, No 4. – P. 453-483.
3. Todorovic R. Hydrogen Storage Technologies for Transportation Application // Journal of Undergraduate Research. – 2015. – Vol. 5, No. 1. – P. 56-59.
4. Skripko L.A. Time to refuel with hydrogen // Transport on alternative fuel. – 2020. – No. 6 (78). – P. 72-77.
5. Zarubin V.S., Osadchiy Ya.G. Numerical modeling of the thermal regime of a metal-composite spherical cylinder when filled with hydrogen // Transport on alternative fuel. – 2021. – No. 2 (80). – P. 54-62.
6. <https://avtonov.info/standarty-zapravki-vodorodom/> Hydrogen refueling standards. Date of access 09/21/2021.
7. <https://saemobilus.sae.org/content/j2601-201407/> Protocols for refueling vehicles with hydrogen gas. Date of access 09/21/2021.
8. Handbook on the physical and technical foundations of cryogenics / M.P. Malkov, I.B. Danilov, A.G. Zel'dovich, A.V. Fradkov; ed. M.P. Malkov. 3rd ed. – M.: Energoatomizdat, 1985. – 432 p.
9. Zarubin V.S., Zarubin S.V., Zimin V.N., Osadchiy Ya.G. Numerical modeling of the process of filling a hydrogen cylinder cooled with liquid nitrogen // Thermal processes in technology. – 2021. – Vol. 13. – No. 7. – P. 308-317.

АВТОРЫ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛЕ № 6 (84) 2021 г.

Абакумов Алексей Михайлович,
инженер ООО «Криогаз моторное топливо»,
e-mail: alex.abakumov@gmail.com

Алексеев Алексей Викторович,
начальник УТТИСТ ООО «Газпром трансгаз Уфа»,
тел. +7 917 418-08-00

Глаголева Ольга Федоровна,
д.т.н., профессор кафедры технологии
переработки нефти РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,
e-mail: ofprof@mail.ru

Ершов Михаил Александрович,
доцент РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина,
генеральный директор Центра мониторинга новых технологий,
к.т.н., +7 985 223-92-82, e-mail: m_ershov@ntwc.ru

Зарубин Владимир Степанович,
д.т.н., Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана, профессор кафедры
«Прикладная математика»,
м.т. (915) 427-36-11, e-mail: zarubin@bmstu.ru

Зарубин Сергей Владимирович,
доцент Московского государственного технического
университета имени Н.Э. Баумана, к.т.н., e-mail: sevlzaru@mail.ru

Зинин Василий Леонидович,
заместитель начальника управления –
начальник отдела ПАО «Газпром»,
исполнительный директор НГА, к.э.н.,
e-mail: v.zinin@ngvrus.ru

Каплин Алексей Егорович,
зам. начальника по эксплуатации УТТИСТ
ООО «Газпром трансгаз Уфа», тел. +7 917 750-29-89

Козлов Владимир Николаевич,
главный специалист ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ»,
v.kozlov@nami.ru, +7 (815) 272-80-12

Лебедев Михаил Владимирович,
начальник отдела по работе со СМИ
ООО «Газпром газомоторное топливо»,
e-mail: Lebedev-MV@gmt-gazprom.ru

Михайлов Александр Евгеньевич,
заместитель начальника управления –
начальник отдела ПАО «Газпром»

Осадчий Яков Григорьевич,
д.т.н., генеральный директор ЗАО МАШТЕСТ,
тел. 8 (495) 513-40-98, 511-00-99,
e-mail: mashtest@mashtest.ru

Пискунов Иван Васильевич,
соискатель, РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина, к.т.н.,
e-mail: piskunov.ivan.v@gmail.com

Пронин Евгений Николаевич,
координатор проекта «Голубой коридор»,
председатель Совета ветеранов газомоторной отрасли,
e-mail: e.pronin@mail.ru

Тавдиdishvili Александр Евгеньевич,
руководитель направления внешних коммуникаций
и специальных проектов Национальной газомоторной
ассоциации, тел.: +7 (931) 280-54-05,
e-mail: a.tavidishvili@ngvrus.ru

Чекрыжов Артём Алексеевич,
слесарь-ремонтник 6-го разряда УТТИСТ
ООО «Газпром трансгаз Уфа», тел. +7 987 618-01-28

CONTRIBUTORS TO JOURNAL ISSUE NO 6 (84) 2021

Abakumov Alexey, Engineer,
Cryogas Motor Fuel LLC, e-mail: alex.abakumov@gmail.com

Alekseev Alexey,
Head, Department of support service and specialty vehicles,
Gazprom Transgaz Ufa LLC, mob: +7 917 418-08-00

Chekryzhov Artem,
maintenance fitter, Department of support service and specialty
vehicles, Gazprom Transgaz Ufa LLC, mob: +7 987 618-01-28

Ershov Michael,
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Gubkin Russian State University of Oil and Gas,
General Director, Center for Monitoring New Technologies,
e-mail: m_ershov@ntwc.ru

Glagoleva Olga,
Doctor of Technical Sciences, professor,
National University of Oil and Gas «Gubkin University»,
e-mail: ofprof@mail.ru

Kaplin Alexey,
deputy Head of Operation, Department of support service and
specialty vehicles, Gazprom Transgaz Ufa LLC, mob: +7 917 750-29-89

Kozlov Vladimir,
Chief Specialist Federal State Unitary Enterprise
«Central Scientific Research Automobile
and Automotive Engines Institute» (FSUE «NAMI»),
e-mail: v.kozlov@nami.ru

Lebedev Michail,
Head of department, Gazprom Gas-Engine Fuel, LLC,
e-mail: Lebedev-MV@gmt-gazprom.ru

Mikhaylov Alexander,
Deputy Head of Department –
Head of Department of PJSC Gazprom

Piskunov Ivan,
Candidate of Technical Sciences, applicant,
National University of Oil and Gas «Gubkin University»,
e-mail: piskunov.ivan.v@gmail.com

Osadchy Yakov,
PhD, Engng, general manager, JSC Scientific and Production
Enterprise «Mashtest», phone: +7 (495) 513-40-98,
e-mail: mashtest@mashtest.ru

Pronin Eugene,
coordinator of the «Blue Corridor» project,
Council Chair of the Veterans in NGV sector,
e-mail: e.pronin@mail.ru

Tavidishvili Alexander,
Head of External Communications
and Special Projects, National Gas Vehicle Association,
e-mail: a.tavidishvili@ngvrus.ru

Sergey Zarubin,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
Bauman Moscow State Technical University,
e-mail: sevlzaru@mail.ru

Zarubin Vladimir,
Doctor of Technical Sciences, professor
of the Bauman Moscow State Technical University,
phone: +7 (915) 427-36-11, e-mail: zarubin@bmstu.ru

Zinin Vasily,
Deputy Head of Department –
Head of Department of PJSC Gazprom,
Executive Director of NGVA,
Candidate of economic sciences,
e-mail: v.zinin@ngvrus.ru