

транспорт на альтернативном топливе →



5

Финансовые инструменты для стимулирования реализации проектов в сфере газомоторного топлива

9

Сахалинская область развивает рынок ГМТ

63

Инновационный прорыв Китая в беспилотном вождении электромобилей



ISSN 2073-1329



В НОМЕРЕ

- 03** Члены Национальной газомоторной ассоциации, 2021 год
- 05** Финансовые инструменты для стимулирования реализации проектов в сфере газомоторного топлива
- 06** «Газпром», Минпромторг России, КАМАЗ и правительство Санкт-Петербурга объединят усилия по развитию экологичного транспорта
- 07** В ООО «Газпром трансгаз Ухта» обсудили новые возможности техники на КПП
- 09** Сахалинская область развивает рынок ГМТ
- 11** Развитие сети АГНКС в Краснодарском крае и Республике Адыгея
- 17** В Волгограде развивается газозаправочная инфраструктура
- 17** «НОВАТЭК» и Uniper подписали Меморандум о взаимопонимании в области производства и поставок водорода

- 18** Обзор российских и зарубежных СМИ
- 21** **Д.В. Василенко, Н.С. Сараханова, В.Л. Зинин**
Декарбонизация транспортного сектора в странах Северного измерения
Перспективы декарбонизации грузового автомобильного транспорта
- 38** **В.И. Ерохов**
Конструктивные особенности, безопасность и эффективность эксплуатации наземных транспортных средств при работе на СПГ
Продолжение
- 54** **В.С. Зарубин, Я.Г. Осадчий**
Численное моделирование теплового режима металлокомпозитного шарового баллона при заполнении водородом
- 63** **А.А. Маслов, С.Л. Саонов**
Китай совершает инновационный прорыв в области беспилотного вождения электромобилей
- 78** ABSTRACTS OF ARTICLES
- 80** АВТОРЫ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛЕ № 2 (80) 2021 г.

Международный научно-технический журнал
«Транспорт на альтернативном топливе» № 2 (80) | 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

Фото на обложке
Максима Крылова, ООО «Газпром газомоторное топливо»

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

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

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

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

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

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

С.И. Козлов
д.т.н.

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

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

Ю.В. Панов
профессор МАДИ, к.т.н.

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

Е.Н. Пронин
координатор проекта «Голубой коридор»

Н.Г. Рыбальский
профессор МГУ, д.б.н.

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

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

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

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

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

ПЕРЕВОД
А.И. Хлыстова

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА
И.В. Шерстюк

Отпечатано с представленного электронного оригинал-макета в типографии «ТалерПринт» 109202, г. Москва, ул. 1-ая Фрезерная, д. 2/1
Номер заказа
Сдано на верстку 15.02.2021 г.
Подписано в печать 15.03.2021 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** Financial instruments to stimulate the implementation of projects in the NGV fuel field
- 06** Gazprom, Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation, KAMAZ and Government of St. Petersburg to join forces for the development of sustainable transport
- 07** Gazprom Transgaz Ukhta discussed new opportunities for CNG technology
- 09** Sakhalin Region develops the NGV fuel market
- 11** Development of the CNG filling station network in the Krasnodar Territory and the Republic of Adygea
- 17** Gas filling infrastructure is developing in Volgograd
- 17** NOVATEK and Uniper signed a Memorandum of Understanding for the production and supply of hydrogen
- 18** Review of Russian and foreign media
- 21** **Dmitry Vasilenko, Natalya Sarakhanova, Vasily Zinin**
Decarbonization of the transport sector in the Northern Dimension countries
- 38** **Viktor Erokhov**
Design features, safety and efficiency of ground vehicles operation when working on liquefied natural gas
- 54** **Vladimir Zarubin, Yakov Osadchy**
Numerical simulation of thermal conditions of a metal-composite spheric balloon filled with hydrogen
- 63** **Maslov Alexey, Sazonov Sergey**
China makes innovative breakthrough in the field of EM driverless driving
- 78** ABSTRACTS OF ARTICLES
- 80** CONTRIBUTORS TO JOURNAL ISSUE № 2 (80) 2021

«Alternative Fuel Transport»
international science and technology journal, No. 2 (80) | 2021

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

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

PUBLISHED
6 issues a year

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

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

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

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

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

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

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

Kozlov, S.I.
Doctor of Engineering

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

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

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

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

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

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

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

Zinin, V.L.
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 15.02.2021
Endorsed to be printed on 15.03.2021
Format 60x90 1/8 Circulation 3,000
copies Enamel paper
Offset printing, 10,5 conditional
printed sheets
When copying materials, a reference
«Alternative Fuel Transport»
International Scientific and Technical
Magazine is obligatory.
The editors are not responsible for
accuracy of the information contained
in advertising matter.

Члены Национальной газомоторной ассоциации, 2021 год

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

АГРЕГАТОРЫ ТАКСИ

ООО «Яндекс Такси»

ВЛАДЕЛЬЦЫ ГАЗОЗАПРАВОЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

ООО «Ванкорское УТТ»

ООО «Газпром газомоторное топливо»

ООО «Газпром СПГ-технологии»

ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»

ООО «Новатэк-АЗК»

ВЛАДЕЛЬЦЫ ГАЗОЗАПРАВОЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ БУНКЕРОВКИ СУДОВ

ООО «Газпромнефть Марин Бункер»

ИНОСТРАННЫЕ КОМПАНИИ (НЕРЕЗИДЕНТЫ ЕАЭС)

Fornovo Gas S.p.a.

KOA ENG Co., LTD

Kwangshin Machine Industry Co., LTD

АО UNIDOM Co., LTD

Газпром ЭП Интернэшнл Б.В.

Представительство Юнипер Глобал Коммодитиз СЕ (Германия)

ВЛАДЕЛЬЦЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГАЗОЗАПРАВОЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ (ДО ДВУХ СУБЪЕКТОВ РФ)

ООО «Корпорация Роснефтегаз»

АО «МГПЗ»

ООО «Региональная газовая компания»

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

АО «Газпром газораспределение Белгород»

ООО «Газпром межрегионгаз Иваново»

ООО «Газпром межрегионгаз Москва»

ООО «Газпром межрегионгаз Пермь»

ООО «Газпром межрегионгаз Самара»

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ, НИИ, ВУЗЫ

АО «ВНИКИ»

ООО «ИЛ-16»

ООО «НИИгазэкономика»

ООО «НИИ экологии НГП»

ООО «Эйдос-Инновации»

КОНСУЛЬТАЦИОННЫЕ УСЛУГИ

АО «Агентство прямых инвестиций»

ЛОГИСТИЧЕСКИЕ / ЭКСПЕДИТОРСКИЕ КОМПАНИИ

ООО «Алмаздортранс»

ООО «ИТЕКО Россия»

НЕФТЕГАЗОВЫЕ КОМПАНИИ

ООО «Газпром добыча Иркутск»

ООО «Газпром добыча Краснодар»

ООО «Газпром добыча Надым»

ООО «Газпром добыча Уренгой»

ООО «Газпром добыча Ямбург»

ООО «Газпром переработка»

ООО «Газпром ПХГ»

ООО «Газпром трансгаз Волгоград»

ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»

ООО «Газпром трансгаз Казань»

ООО «Газпром трансгаз Краснодар»

ООО «Газпром трансгаз Махачкала»

ООО «Газпром трансгаз Москва»

ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород»

ООО «Газпром трансгаз Самара»

ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург»

ООО «Газпром трансгаз Ставрополь»

ООО «Газпром трансгаз Сургут»

ООО «Газпром трансгаз Томск»

ООО «Газпром трансгаз Уфа»

ООО «Газпром Трансгаз Чайковский»

ППТО (ПУНКТ ПО ПЕРЕБОРУДОВАНИЮ И ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ)

ИП Остапенко

ООО «Автогазоборудование»

ООО «БелТракСервис»

ООО «Гарант-Газ»

ООО «Метанмастерсервис»

ООО «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 ППТО (В ТОМ ЧИСЛЕ ГБО)

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

ПРОИЗВОДИТЕЛИ КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГАЗОЗАПРАВОЧНЫХ ОБЪЕКТОВ

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

ПРОИЗВОДИТЕЛИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГАЗОЗАПРАВОЧНЫХ ОБЪЕКТОВ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ГАЗОЗАПРАВОЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

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

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

ФИНАНСОВЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ИНСТИТУТЫ РАЗВИТИЯ

АО «Сбербанк Лизинг»
ПАО «ГТЛК»

ФИНАНСОВЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ИНСТИТУТЫ РАЗВИТИЯ

АО «Сбербанк Лизинг»
ПАО «ГТЛК»

ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОММУНАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

ООО «ТК «Экотранс»

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

ООО «АК-БУР Сервис»

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОМПАНИИ

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

Финансовые инструменты для стимулирования реализации проектов в сфере газомоторного топлива

Развивающийся рынок газомоторного топлива всё больше привлекает внимание профессиональных участников финансового рынка: коммерческие банки, лизинговые компании, институты развития. К сожалению, потенциальные инвесторы в сфере использования метана на транспорте зачастую не обладают информацией о существующих возможностях использования финансовых инструментов при реализации проектов. А между тем данные инструменты могут существенно повысить расчётные показатели экономической эффективности как новых, так и уже реализуемых проектов.

К инструментам, которые могут быть интересны участникам рынка газомоторного топлива, можно отнести следующие:

- кредиты для строительства газозаправочной инфраструктуры;
- кредиты для реализации проектов по расширению производственных мощностей;
- кредиты для пополнения оборотных средств от институтов развития;
- кредиты на осуществление экспортной деятельности;
- лизинг транспорта и техники на метане;
- лизинг оборудования при строительстве газозаправочной инфраструктуры;
- лизинг оборудования для реализации проектов по расширению производственных мощностей;
- долгосрочный факторинг при реализации проектов по расширению производственных мощностей;
- банковские гарантии для обеспечения экспортной деятельности;
- субсидии при реализации производственных и экспортно-ориентированных проектов;
- целевое финансирование для проектов, решающих экологические, социально-экономические и иные общественно значимые задачи;
- иные инструменты.



С 2020 года Национальная газомоторная ассоциация осуществляет содействие участникам рынка в подборе необходимых финансовых продуктов для реализации проектов в сфере газомоторного топлива. Для распространения информации о доступных финансовых продуктах осенью 2020 года Ассоциация провела очный бизнес-семинар «Финансовые инструменты для стимулирования реализации проектов в сфере газомоторного топлива». Подписчикам журнала «Транспорт на альтернативном топливе» предоставляется уникальная возможность ознакомиться с полной видеозаписью прошедшего семинара. Для этого наведите камеру вашего смартфона или планшета на QR-код слева.

«Газпром», Минпромторг России, КАМАЗ и правительство Санкт-Петербурга объединят усилия по развитию экологичного транспорта

15 марта председатель правления ПАО «Газпром» Алексей Миллер, министр промышленности и торговли Российской Федерации Денис Мантуров, губернатор Санкт-Петербурга Александр Беглов и генеральный директор ПАО «КАМАЗ» Сергей Когогин подписали соглашение. Документ нацелен на развитие в Санкт-Петербурге комфортной городской среды и снижение воздействия на окружающую среду. Стороны объединят усилия для поэтапного перевода в 2021-2023 гг. автомобильного и водного пассажирского транспорта, коммунальной техники на природный газ – самое экологичное и экономичное топливо.

Согласно документу, «Газпром» продолжит развивать в Санкт-Петербурге собственную газозаправочную сеть. Планируется, что к 2024 году она вырастет в 2,5 раза – до 25 объектов. В основном это будут автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС). Дополнительно компания прорабатывает варианты создания инфраструктуры для заправки городского и водного транспорта сжиженным природным газом (СПГ), а также изучит возможность долгосрочной, до конца 2030 года, фиксации стоимости реализации в Санкт-Петербурге газомоторного топлива на уровне не более 50 % стоимости дизельного топлива.

Правительство Санкт-Петербурга, в свою очередь, планирует расширять парк муниципальной газомоторной техники, стимулировать перевод коммерческого и частного автомобильного транспорта на газ. Кроме того, подготовит и направит в Министерство транспорта РФ предложения об упрощённом порядке согласования и регистрации переоборудования судов для работы на СПГ. Будут проработаны меры поддержки предприятий, использующих водный транспорт для перевозки пассажиров.

КАМАЗ произведёт автомобильный пассажирский транспорт и коммунальную технику на природном газе в необходимом городе количестве и ассортименте. На базе учебного центра в Санкт-Петербурге будет организовано обучение персонала городских предприятий правилам эксплуатации, обслуживания и ремонта газомоторной техники. Также в сфере ответственности автопроизводителя – развитие существующей системы сервисно-технического обслуживания такой техники дилерской сетью ПАО «КАМАЗ» в Санкт-Петербурге.

Минпромторг России рассмотрит возможность предоставления мер государственной поддержки, включая субсидии. Они могут применяться как для разработчиков и производителей автомобильных и водных транспортных средств, работающих на природном газе, так и для предприятий, приобретающих такую технику либо переоборудующих существующий водный транспорт.

Перечень конкретных мероприятий и сроки их реализации будут закреплены в четырёхсторонней Дорожной карте по реализации проекта «Развитие рынка газомоторного топлива в Санкт-Петербурге» на 2021-2023 гг.

Справка

Между «Газпромом» и правительством Санкт-Петербурга действует Дорожная карта мероприятий по реализации пилотного проекта «Развитие рынка газомоторного топлива в Санкт-Петербурге» на 2019-2023 гг.

В настоящее время газозаправочная сеть «Газпрома» в Санкт-Петербурге включает 10 объектов: семь АГНКС, многотопливную автомобильную заправочную станцию и две площадки для передвижных автогазозаправщиков.

В ООО «Газпром трансгаз Ухта» обсудили новые возможности техники на КПГ

26 февраля в Ухте состоялись мероприятия, направленные на популяризацию использования газомоторного топлива. В рамках выставки-презентации и рабочего совещания «КПГ для ЖКХ. Новые возможности» участники ознакомились с современными образцами техники на компримированном природном газе, обсудили вопросы расширения использования природного газа в качестве моторного топлива на территории Республики Коми.



Рабочее совещание
«КПГ для ЖКХ. Новые возможности»

В мероприятиях приняли участие заместитель председателя правительства Республики Коми Ирина Бахтина, генеральный директор ООО «Газпром трансгаз Ухта» Александр Гайворонский, представители муниципалитетов региона, производители техники, специалисты ПАО «Газпром» и ООО «Газпром газомоторное топливо».

На выставке были представлены шесть моделей техники, приобретённой ООО «Газпром трансгаз Ухта» по программе «Расширение использования природного газа в качестве моторного топлива на транспорте и технике специального назначения». Машины на данный момент не имеют аналогов по своим характеристикам. Представленные образцы используются для коммунальных работ на территории производственных объектов ООО «Газпром трансгаз Ухта», их возможности

также опробованы на социально важных объектах Ухты.

Выставку посетили представители органов власти и предприятий коммунального хозяйства города.

«Новая городская инфраструктура требует новых подходов в её обслуживании и применения современной качественной техники. Образцы, которые мы сегодня увидели, – это, безусловно, техника будущего. Вопрос



Экспонат выставки –
мусоровоз КО-440-ВГ на шасси КАМАЗ 65115-PM

её применения в жилищно-коммунальной сфере необходимо рассматривать в свете создания соответствующих условий для возможности её бесперебойного функционирования», – отметила заместитель председателя правительства Республики Коми Ирина Бахтина.

«Малогобаритная техника на компримированном природном газе – не только сокращение топливных затрат, но и новая культура производства, многие работы можно сделать гораздо быстрее и качественнее. Сегодня мы можем говорить не только об экологичности, экономичности, но ещё и об эффективности», – отметил генеральный директор ООО «Газпром трансгаз Ухта» Александр Гайворонский.

ООО «Газпром трансгаз Ухта» является лидером среди предприятий Республики Коми по использованию автотранспорта на КПГ: из 514 транспортных средств, имеющихся



**Вакуумная подметальная машина
МК 2000–02 (изготовитель –
ПАО «МЗИК», Екатеринбург)**

в регионе, 405 эксплуатируются в газотранспортной компании.

По итогам совещания принято решение продолжить работу с производителями по созданию новых моделей техники, работающей



**Погрузчик телескопический
JCB TLT30G TCR 4×4 и газодизельный
экскаватор-погрузчик JCB 3CX**

на КПП, обобщить опыт эксплуатации имеющейся техники для возможности тиражирования практики её применения на объектах группы «Газпром».

Справка

ООО «Газпром трансгаз Ухта» – 100%-ное дочернее предприятие ПАО «Газпром», обеспечивающее поставки газа потребителям Северо-Запада России. Эксплуатируемая газотранспортная система проходит через территорию Северо-Запада Российской Федерации, от Бованенковского месторождения и самой северной в мире компрессорной станции «Байдарацкая» на полуострове Ямал – до центральных регионов России.

В границах производственной деятельности компании эксплуатируется 16 тыс. км магистральных газопроводов (МГ). В 2019 году объём транспортируемого предприятием газа составил более 187,1 млрд кубометров.

В структуре компании 24 филиала, в том числе 14 линейных производственных управлений МГ, 44 компрессорные станции, в составе которых работают 89 компрессорных цехов. Транспорт газа обеспечивают 442 газоперекачивающих агрегата общей установленной мощностью 6 396,6 МВт. Распределение газа потребителям осуществляется через 175 газораспределительных станций.

Коллектив предприятия насчитывает более 13 тыс. человек. Головной офис расположен в Ухте, Республика Коми.

Управление информации ПАО «Газпром»

Сахалинская область развивает рынок ГМТ

Согласно Парижскому соглашению, Россия должна достичь к 2030 году уровня выбросов парниковых газов не более 70 % от уровня 1990 года. Сейчас в стране готовятся проект стратегии долгосрочного развития с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года и проект национального плана адаптации экономики к неблагоприятным изменениям климата.

В настоящее время правительством Сахалинской области совместно с ФГБУ «Институт глобального климата и экологии им. академика Ю.А. Израэля» разрабатывается региональная система мониторинга выбросов и поглощений парниковых газов. При поддержке администрации президента и правительства Российской Федерации уже начата подготовка Федерального закона «О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для внедрения в Сахалинской области технологий, направленных на сокращение выбросов парниковых газов».

В складывающихся условиях Сахалинская область, как изолированная островная территория, может стать в РФ регионом опережающего устойчивого развития с низкими выбросами парниковых газов, зоной международного сотрудничества в сфере низкоуглеродных технологий, своего рода полигоном для пилотирования лучших отечественных и мировых решений.

Глобальные и национальные энергетические компании, в том числе представленные на Сахалине, в своих стратегиях и планах делают всё больший упор на снижение углеродного следа традиционной ископаемой продукции и увеличение доли возобновляемых энергоресурсов, а страны-импортёры намерены создавать барьеры для углеродоёмкой продукции.

Транспорт является одним из основных источников загрязнения окружающей среды

и выбросов углекислого газа. На долю автомобильного транспорта в Сахалинской области приходится 41 % суммарного выброса всех загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а в г. Южно-Сахалинске – 90 %. Поэтому в регионе ведётся активная работа по обеспечению поэтапного перехода автотранспортных средств на использование газомоторного топлива.

С целью снижения выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников с 2016 года в Сахалинской области реализуется подпрограмма «Расширение использования природного газа в качестве моторного топлива в Сахалинской области» в рамках государственной программы «Развитие энергетики Сахалинской области». Сахалин на сегодняшний день является одним из лидеров в Российской Федерации по мерам поддержки перевода автотранспорта на газомоторное топливо и развитию газозаправочной инфраструктуры.

В области создан комплекс региональных мер поддержки перевода автотранспорта на газомоторное топливо и развития газозаправочной инфраструктуры, который включает следующие мероприятия:

- компенсация затрат граждан на переоборудование автотранспорта на газомоторное топливо в размере 100 %, но не более 150 тыс. руб.;
- компенсация затрат сельскохозяйственным предприятиям и предприятиям пищевой промышленности на приобретение



Новая АГНКС в Южно-Сахалинске

новой газомоторной техники и переоборудование действующего автотранспорта в размере 70-90 %;

- компенсация затрат на переоборудование на газомоторное топливо автотранспорта предприятий (МСП) в размере 70 %, но не более 150 тыс. руб. на один автомобиль и не более 1,5 млн руб. на одну организацию;
- льгота по транспортному налогу для всех видов автотранспорта, использующего природный газ в качестве моторного топлива, в размере 50 %.

Меры поддержки развития газозаправочной инфраструктуры и сервисных центров:

- выделение земельных участков под строительство АГНКС в аренду без проведения торгов для реализации масштабных инвестиционных проектов;
- компенсация 70 % затрат на оборудование АГНКС при реализации инвестиционных проектов по развитию газозаправочной инфраструктуры;
- компенсация 90 % затрат без учёта НДС на передвижные автомобильные газовые заправщики (ПАГЗ);
- компенсация затрат на оснащение сервисных центров по установке и обслуживанию газобаллонного оборудования в размере 70 %, но не более 1 млн руб. на один сервисный центр.

В 2020 году на меры поддержки перевода автотранспорта на газомоторное топливо и

развитие газозаправочной инфраструктуры были выделены из бюджета Сахалинской области 268,5 млн руб., в том числе:

- на меры поддержки для населения – 92,8 млн руб.;
- на приобретение/переоборудование автотранспорта и спецтехники предприятий – 71,3 млн руб.;
- на развитие газозаправочной инфраструктуры (приобретение ПАГЗ) – 104,4 млн руб.

Данные меры позволят сделать переоборудование автотранспорта на газомоторное топливо более доступным для сахалинцев и увеличить количество автотранспорта, переведённого на ГМТ.

В регионе на сегодняшний день уже около 1,5 тыс. единиц автотранспорта используют газомоторное топливо. За 5 лет реализации подпрограммы «Расширение использования природного газа в качестве моторного топлива в Сахалинской области» государственной программы «Развитие энергетики Сахалинской области» введены в работу три АГНКС, приобретены семь ПАГЗ, переведены на ГМТ 1,5 тыс. единиц автотранспорта (0,7 % от общего количества автотранспорта в регионе).

В соответствии с поручением правительства Сахалинской области планируется к 2025 году перевести 50 % автотранспорта региона на экологически чистые виды топлива, что составит порядка 100 тыс. единиц.

Развитие сети АГНКС в Краснодарском крае и Республике Адыгея

М.Ю. Фесенко,

заместитель начальника управления ООО «Газпром трансгаз Краснодар», филиал Краснодарское ЛПУМГ

Наша страна обширна и разнообразна и для того, чтобы обеспечить надёжные грузопассажирские потоки внутри неё, нужна такая же мощная сеть заправок комплексов.

Если обратиться к статистике¹, то становится очевидным, что несмотря на довольно раннее и бурное развитие использования природного газа в качестве моторного топлива, для нашей страны движение к будущему с экологичным моторным топливом только начинается. В России на сегодняшний день насчитывается более 30 тыс. автозаправочных станций и только немногим более 630 из них это АГНКС, то есть около 2 %.

Учитывая огромный имеющийся потенциал развития сети АГНКС с опорой на существующую разветвлённую газотранспортную систему России и богатые запасы природного газа, можно выделить несколько регионов, которые на сегодняшний день находятся в авангарде этого движения (табл. 1).

Регион РФ	Число АЗС	В том числе АГНКС	АГНКС от общего числа АЗС, %
Московская область	1 491	19	1,27
Краснодарский край	1090	19	1,74
Республика Дагестан	1254	39	3,11

ТАБЛИЦА 1

Количество АГНКС от общего количества АЗС в регионах РФ

Примечание. Выборка регионов проведена по двум условиям: общее число АЗС превышает 1000 ед. и общее число АГНКС превышает 10 ед.

Большой интерес представляет подробный анализ структуры рынка природного газа в качестве топлива и география размещения АГНКС на территории Краснодарского края и Республики Адыгея, поскольку в указанных регионах существует большой внешний грузопассажирский поток, характеризующийся как сезонными пиками, связанными с усилением туристических направлений, так и постоянной составляющей, представляющей собой грузовые перевозки для перевалки товара в портах Чёрного и Азовского морей.

В регионе проживает немногим более 5,7 млн человек, при этом насчитывается более 1,89 млн легковых автомобилей, что позволяет краю занимать третье место в РФ по размеру автопарка. Кроме того, и по количеству грузовых автомобилей (их более 144,2 тыс.) край замыкает тройку регионов-лидеров². Также столица Кубани город Краснодар является лидером среди российских городов-миллионников по темпам роста автопарка³. Если добавить ко всему этому наличие

¹ https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/business/trans-sv/azs.xls

² <https://kuban.rbc.ru/krasnodar/freenews/5e86d4879a794758f0bbd5d9>

³ <https://kuban.rbc.ru/krasnodar/29/07/2020/5f213d039a7947362f25ee9cs>

девяти морских портов, разветвлённую транспортную сеть и туристический поток со всей России (в том числе на курорты Крыма через территорию Кубани и Крымский мост), то становится очевидным, насколько здесь может быть велик спрос на газомоторное топливо⁴.

Руководство Краснодарского края и ПАО «Газпром» также видят перспективы развития данного направления в регионе. Так, в государственной программе Краснодарского края «Развитие топливно-энергетического комплекса», утверждённой постановлением губернатора Краснодарского края от 12.10.2015 г. № 961, в Подпрограмме 4 «Развитие рынка газомоторного топлива Краснодарского края» предусмотрен очень амбициозный план по увеличению числа АГНКС в 2024 году до 95 ед. в сравнении с 19 в настоящее время⁵.

Тем не менее даже в этом регионе движение в сторону голубого топлива для моторов только набирает обороты. В связи с этим интересно рассмотреть структуру распределения АГНКС по основным населённым пунктам края и условную доступность метановых заправок для их жителей.

Для наглядности будем использовать показатель условной загрузки АГНКС, представляющий собой число автомобилей на одну станцию в конкретном населённом пункте. Таким образом, полученный результат показывает, сколько автомобилей должно регулярно заправляться на одной АГНКС при условии выполнения заправки в данном населённом пункте. Результаты представлены в табл. 2.

ТАБЛИЦА 2

Расчёт условной загрузки АГНКС Юга России

Населённый пункт	Число авто в зоне обслуживания, тыс. ед.	Число АГНКС, ед.	Общее число авто на 1 АГНКС, тыс. ед.	Число авто с ГБО на 1 АГНКС, ед.
Краснодар	355,0	2	177,5	2865
Кущёвская	11,2	1	11,2	181
Майкоп	86,7	2	19,2	423
Каневская	16,9	1	16,9	272
Ейск	29,1	2	14,5	235
Армавир	66,1	2	33,1	534
Тахтамукай	48,0	1	24,9	469
Лазаревское	26,5	1	26,5	427
Крымск	20,3	1	20,3	327
Усть-Лабинск	13,8	3	4,6	74
Кропоткин	27,2	1	27,2	439
Тихорецк	20,2	1	20,2	326
Белореченск	18,1	1	18,1	291
Кореновск	14,8	1	14,8	240
Тимашевск	17,8	1	17,8	287
Новопетровская	1,7	1	1,7	28
Краснодарский край и Адыгея, среднее значение	2 324,9	1224 (АЗС)	1,9 (авто на 1 АЗС)	Всего: 11625

⁴ <https://mt.krasnodar.ru/ministerstvo/ekonomika-otrasley-i-investitsii/o-transportnom-komplekse/>

⁵ <https://mintekgkh.krasnodar.ru/upload/iblock/6f7/430643125.pdf>

⁶ <https://rosstat.gov.ru/folder/23455>

Примечание. Количество автомобилей по населённым пунктам определено расчётным методом исходя из данных аналитических агентств «Автостат» и Russian Automotive Market Research, а также по данным госстатистики⁶

Для анализа полученных данных необходимо определить нормальное значение условной загрузки АГНКС. В реальных условиях, с учётом необходимости обеспечения максимальной загрузки газонаполнительных станций, оно должно быть равно или выше проектной производительности АГНКС (в расчёте на число заправок за сутки). Также за ориентир, к которому стоит стремиться, возьмём фактическое значение условной загрузки АЗС в целом по краю, так как имеющееся количество станций полностью обеспечивает потребности автомобилистов без серьёзных задержек и очередей при обслуживании. Полученное среднее значение составляет 1,9 тыс. автомобилей на одну АЗС, причём оно хорошо коррелируется со средними показателями по России и Европе.

Расчёт общего количества автомобилей на одну АГНКС (см. табл. 2) предполагает, что ГБО будет установлено на 100 % автопарка. Такое допущение явно невыполнимо в ближайшие десятилетия. В среднем по России оборудование для работы на природном газе установлено только на 0,3 % общего количества транспортных средств. В Южном федеральном округе показатели немного выше – ГБО установлено на 0,5 % транспортных средств. С учётом того, что заправляться природным газом такие транспортные средства могут только на АГНКС, в табл. 2 общее количество автомобилей с ГБО в регионе распределено пропорционально между указанными газонаполнительными станциями. На рис. 1 показано соотношение проектной и фактической загрузки АГНКС на юге России.

При анализе полученных данных видно, что рассчитанная условная загрузка по АГНКС г. Краснодара в несколько раз превышает её производительность и выше среднего значения по АЗС, что может повлечь за собой образование очередей и невозможность обслужить всех

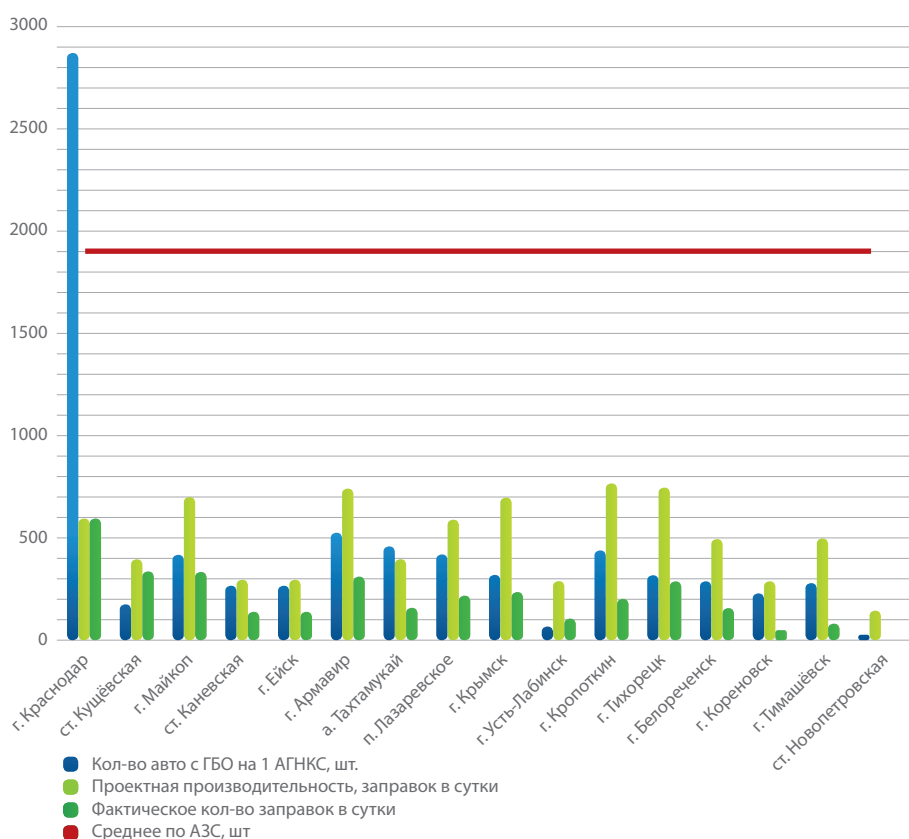


РИС. 1

Сравнительная характеристика проектного и фактического количества заправок на АГНКС Юга России

желающих. Также можно определить, что указанные станции уже работают на максимальных режимах. По остальным АГНКС прослеживается чёткая динамика – проектная производительность значительно превышает условную загрузку, что говорит о невозможности обеспечения работы данных станций на режимах, близких к максимальной проектной производительности.

Следует обратить внимание, что в предложенной системе расчётов не учтено влияние транзитного транспорта, которое может быть весьма значительным. Именно этим фактором объясняется превышение количества фактически выполняемых заправок в сутки над значением рассчитанной условной загрузки на АГНКС в ст. Кущёвская и в г. Усть-Лабинск, а также аномально высокий процент годовой загрузки АГНКС в ст. Кущёвская. Станции в этих населённых пунктах расположены в непосредственной близости от федеральных трасс, и значительную часть их клиентов обеспечивает транзитный транспорт.

Данные о фактической загрузке всех АГНКС представлены на рис. 2.

Фактическая загрузка большей части станций находится в диапазоне от 20 до 50 %, что сопоставимо с полученными результатами по условной загрузке (с допущением, что не все транспортные средства заправляются ежедневно).

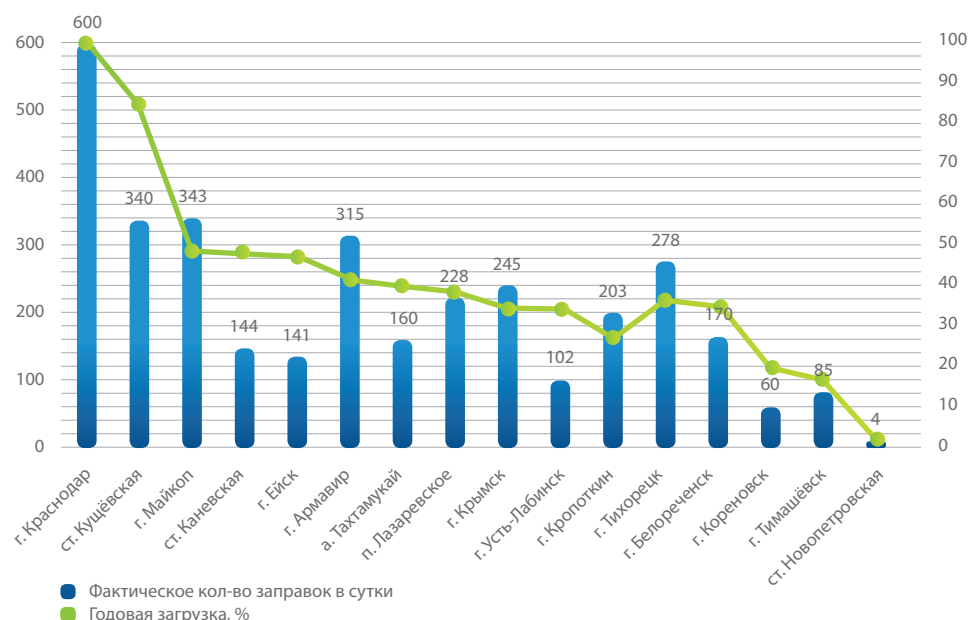
В целом предложенная система определения наиболее подходящих мест для строительства новых газонаполнительных станций имеет право на существование, хоть и нуждается в доработке в части определения влияния транзитного транспорта. Кроме того, указанный расчётный подход даёт базу для определения требуемых характеристик вновь проектируемых АГНКС, исключая необходимость несения затрат на невостребованные производственные мощности.

Необходимо учитывать, что транспорт, оборудованный ГБО, не будет появляться там, где нет соответствующей инфраструктуры. То есть сначала необходимо построить АГНКС, а затем уже ждать развития применения данного вида моторного топлива в конкретной местности.

Из проведённого анализа можно сделать вывод, что в регионах

РИС. 2

График фактической загрузки АГНКС



с высоким уровнем автомобилизации⁷ наиболее оптимальным местом для размещения новых газонаполнительных компрессорных станций являются автодороги федерального и регионального значения, проходящие в непосредственной близости от населённых пунктов с населением не менее 40 тыс. человек.

Общеизвестно, что для владельцев перевод автомобиля на природный газ – выгодное решение. В крупных городах это уже давно оценили автотранспортные предприятия и таксисты. Но доступность газа заставляет желать лучшего. В настоящее время одним из основных сдерживающих факторов широкого применения природного газа в качестве газомоторного топлива является как раз слабо развитая заправочная сеть.

Судя по последним введённым в эксплуатацию в Краснодарском крае газозаправочным комплексам, ПАО «Газпром» делает ставку на размещение АГНКС вдоль автомагистралей рядом с крупными населёнными пунктами, что соответствует сделанному нами выводу. В отличие от варианта с размещением внутри поселений, где топливо в основном используют местные автомобилисты, расчёт на магистральный транспорт является более прагматичным в долгосрочной перспективе. Для широкого использования газомоторного топлива в грузовом транзитном транспорте строительство сети придорожных АГНКС является первоочередной задачей.

При подробном анализе мест расположения АГНКС в Краснодарском крае и Республике Адыгея⁸ видно, что любой транспорт на метане может легко проехать по основным транспортным магистралям (М4, Е50, Е115) от границы края до Черноморского побережья с возможностью дозаправки. Расстояния между населёнными пунктами с АГНКС в Краснодарском крае и Республике Адыгея в большинстве случаев не превышают 300 км (табл. 3).

Трудности могут возникнуть при движении в сторону г. Сочи. Ближайшая от Краснодара АГНКС в этом направлении находится в п. Лазаревском, то есть в 220 км. Расстояние вполне преодолимое при полной заправке автомобиля. Только здесь необходимо делать поправку на реальные условия проезда, особенно в летнее время – многочасовые пробки и медленная скорость движения. Таким образом может получиться, что метана будет недостаточно для проезда до следующей АГНКС.

Ещё более интересен вариант, когда местом назначения транспортного средства на природном газе является населённый пункт до Сочи (например, г. Туапсе). В таком случае начальной заправки будет недостаточно для возвращения в пункт отправления, а для дозаправки будет необходимо преодолеть дополнительные 100 км. Эти проблемы решатся в ближайшие годы – на данном направлении планируется ввести в эксплуатацию несколько АГНКС (Горячий Ключ, Адыгейск, Сочи).

Наиболее проблемным на сегодняшний день является маршрут на Крым. Здесь крайний пункт, в котором можно произвести заправку природным газом, находится в Крымске, то есть в 120 км от ст. Тамань.

В целом Краснодарский край является в нашей стране одним из лидеров по обеспеченности инфраструктурой для заправки транспорта газомоторным топливом. Уже сегодня большую часть региона можно без проблем пересечь на автомобиле, работающем на природном газе. При этом сеть АГНКС продолжает активно расширяться. В рамках этой

⁷ https://www.napinfo.ru/infographics/segmenty-rynka/uroven-avtomobilizatsii-v-rossii?utm_source=Sendsay&utm_medium=email

⁸ https://agnks.com/agnks_map/23/

работы ООО «Газпром газомоторное топливо» планирует в среднесрочной перспективе выполнить строительство на юге не менее пяти АГНКС⁹. Ввод в эксплуатацию этих объектов позволит нескольким крупным городам, в том числе на черноморском побережье, начать перевод общественного транспорта на экологически чистое топливо.

К плюсам, которые даёт использование природного газа в качестве моторного топлива, прежде всего можно отнести его относительную дешевизну и минимальное влияние на окружающую среду. В ближайшем будущем тенденция на его более широкое применение сохранится. Сейчас необходимо правильно расставить приоритеты и развивать сеть АГНКС в первую очередь в крупных городах, где спрос на газовое топливо будет расти с каждым днём.

В качестве наиболее привлекательных локаций для строительства АГНКС целесообразно рассматривать следующие:

- Краснодар – одна АГНКС для обеспечения потребностей имеющегося транспорта с ГБО и увеличения его количества.
- Темрюк – одна АГНКС в рамках развития инфраструктуры и обеспечения возможности использования метана при движении в сторону Крыма.
- Анапа – одна АГНКС в рамках развития инфраструктуры и перевода общественного транспорта на экологичное топливо.
- Геленджик – одна АГНКС в рамках развития инфраструктуры и перевода общественного транспорта на экологичное топливо.
- Славянск-на-Кубани – одна АГНКС в рамках развития инфраструктуры и перевода общественного транспорта на экологичное топливо.

Сейчас мы находимся на пороге пересмотра отношения к экологии и воздействию на окружающую среду в масштабе всей планеты. Для осуществления этих целей газомоторное топливо может и должно составлять прямую конкуренцию бензину, а этого можно добиться только путём повсеместного развития сети газонаполнительных станций!

⁹ <https://gazprom-gmt.ru/development/331>

ТАБЛИЦА 3

Расстояния между АГНКС в Краснодарском крае и Республике Адыгея

Населённый пункт	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Куцёвская		86	120	150	95	57	140	150	220	170	200	220	230	260	270	410
2. Каневская	86		120	65	130	110	110	190	260	150	130	150	200	230	190	370
3. Ейск	120	120		180	210	170	220	270	340	260	250	270	320	350	310	490
4. Тимашёвск	150	65	180		140	150	57	210	250	100	70	93	160	190	130	300
5. Тихорецк	95	130	210	140		57	95	62	140	110	150	170	170	190	260	360
6. Новопетровская	57	110	170	150	57		110	120	190	140	160	180	200	220	270	370
7. Кореновск	140	110	220	57	95	110		110	200	46	110	88	110	130	170	280
8. Кропоткин	150	190	270	210	62	120	110		78	82	150	160	130	140	260	340
9. Армавир	220	260	340	250	140	190	200	78		150	220	220	140	120	330	390
10. Усть-Лабинск	170	150	260	100	110	140	46	82	150		69	77	63	88	170	270
11. Краснодар	200	130	250	70	150	160	10	150	220	69		21	100	130	100	220
12. Тахтамукай	220	150	270	93	170	180	88	160	220	77	21		96	120	97	210
13. Белореченск	230	200	320	160	170	200	110	130	140	63	100	96		27	190	180
14. Майкоп	260	230	350	190	190	220	130	140	120	88	130	120	27		220	190
15. Крымск	270	190	310	130	260	270	170	260	330	170	100	97	190	22		260
16. Лазаревское	410	370	490	300	360	370	280	340	390	270	220	210	180	190	260	

В Волгограде развивается газозаправочная инфраструктура

АО «Волгоградгоргаз» осуществил технологическое присоединение автомобильной газонаполнительной компрессорной станции к газовым сетям. В рамках комплекса работ специалистами построен и введён в эксплуатацию полиэтиленовый газопровод среднего давления диаметром 225 мм протяжённостью 1,6 км в Тракторозаводском районе Волгограда.

Врезка газопровода выполнена специалистами газовой службы без отключения потребителей от газоснабжения. Более 1 км газовых сетей проложено методом наклонно-направленного бурения. Данная АГНКС предусматривает шесть заправочных постов.



«НОВАТЭК» и Uniper подписали Меморандум о взаимопонимании в области производства и поставок водорода

29 января ПАО «НОВАТЭК» и Uniper заключили Меморандум о взаимопонимании в целях изучения и оценки возможностей развития производственно-сбытовой цепочки поставок водорода.

В соответствии с подписанным Меморандумом стороны намерены развивать интегрированную цепочку производства, транспортировки и поставок водорода, в том числе на электростанции Uniper в России и Западной Европе. Рассматриваются поставки «голубого» водорода, произведённого из природного газа с дальнейшим улавливанием и хранением CO₂, а также «зелёного» водорода, полученного с использованием возобновляемых источников энергии.

«Водородная энергетика способствует предотвращению изменений климата и является перспективным направлением долгосрочной стратегии развития «НОВАТЭКа», – отметил председатель правления компании Леонид Михельсон. – Развитие коммерчески эффективного производства «низкоуглеродного водорода» находится в начальной стадии, и наше совместное сотрудничество в этой области с Uniper, одной из ведущих международных энергетических компаний, позволит заложить надёжную основу для дальнейшего выстраивания долгосрочных отношений».

https://www.novatek.ru/ru/press/releases/index.php?id_4=4239

Обзор российских и зарубежных СМИ

Автопарк

В Екатеринбурге появятся 60 новых газомоторных автобусов. Новую пассажирскую технику выделяют в рамках проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги».

Транспорт, который работает на газомоторном топливе, появится в Екатеринбурге ближе к сентябрю текущего года. Автобусы будут вместительными, удобными и безопасными. Оснащена техника по последнему слову: тут есть Wi-Fi, тахограф, высококачественная система наблюдения за пассажирами и водителем, кондиционер, система пожаротушения. Также в автобусах будет специальное оборудование, чтобы в них могли передвигаться люди с ограниченными возможностями.

Как подчеркнул Алексей Бубнов, заместитель главы города по вопросам транспорта, экологии и благоустройства, изначально планировалось приобрести 58 единиц техники, но Минтранс России увеличил это число до 60.

В ноябре 2020 года Екатеринбург уже получил 57 новых автобусов, которыми очень довольны местные жители. В них много места, никто не толкается, есть возможность посадки в транспорт детей в колясках, а также людей, которые в силу состояния здоровья используют для передвижения вспомогательное оборудование.

<https://ekb.info-leisure.ru/2021/01/25/>



На предприятие «Надымгравтодор» поступила новая техника, приобретённая за счёт окружного бюджета. Шесть полноприводных самосвалов позволят более оперативно справиться с вывозом снега. Кузов каждого самосвала вмещает 20 кубометров снега. Автомобили работают на газомоторном топливе. Об этом сообщает пресс-служба главы региона.

Парки дорожной техники обновляются по всему ЯНАО. Из окружного бюджета были выделены средства на 90 единиц: комбинированные дорожные машины для борьбы с гололёдом, техника для уборки тротуаров,

самосвалы, снегопогрузчики, автогрейдеры. Это позволит повысить качество содержания улично-дорожной сети как в зимнее, так и в летнее время. При этом постоянно расширяется линейка техники на экологичном газомоторном топливе. Эксплуатируются четыре АГНКС: в Салехарде, Надыме, Новом Уренгое и посёлке Ягельный Надымского района. Всего с 2017 по 2020 год за счёт субсидий и дотаций приобретено 143 единицы техники.

<https://sever-press.ru/2021/02/09/>

Инфраструктура

АО «Мострансавто» привлекло инвестора для развития сети автомобильных газозаправочных станций на территории Московской области. Соглашение о долгосрочном сотрудничестве уже подписано: Мострансавто передаст в аренду земельные участки, на которых за счёт средств инвестора будет проводиться строительство АГЗС. Первые объекты планируют ввести в эксплуатацию до конца этого года, а в 2022-м число станций может быть увеличено с трёх до 14 ед.

Развитие сети специализированных газозаправочных станций станет первым шагом для перевода автопарка Мострансавто на ГМТ. Строительство стационарных заправочных комплексов с высокой пропускной способностью непосредственно на базе филиалов компании – стимул для закупки техники в газомоторном исполнении. Ожидается, что при использовании транспортных средств, работающих на газе, расходы на топливо сократятся не менее чем на 30 %.

Мострансавто – один из крупнейших автобусных перевозчиков в Московской области. Ежедневно на более чем 1 270 маршрутов компании выходят свыше 4 000 автобусов. Транспортными услугами предприятия ежедневно пользуются более 1 млн пассажиров.

<http://inklincity.ru/novosti/aktualno/>



В Ставропольском крае в 2021 году на строительство АГНКС будет направлено 288 млн руб., сообщила пресс-служба регионального министерства энергетики, промышленности и связи. Из них более 270 млн руб. – средства федерального бюджета, выделенные по программе «Развитие рынка газомоторного топлива». Ещё более 17 млн будут выделены из краевого бюджета в виде софинансирования.

Господдержка будет предоставлена инвесторам, которые построят пункты заправки метаном в 2021 году. Субсидии из краевого бюджета выделяются на компенсацию части затрат по строительству. Объём субсидирования составит не более 36 млн руб. на один объект вне зависимости от стоимости инвестиционного проекта.

До конца 2022 года при господдержке на Ставрополье планируется запустить 14 новых АГНКС.

<https://expertsouth.ru/news/>



До 2025 года в Новосибирске планируют закупить 250 новых газомоторных автобусов. По подсчётам специалистов, для их бесперебойной работы в городе нужно построить 12 газозаправочных станций. Мэрия Новосибирска вместе с ПАО «Газпром» уже разработала схему расположения новых заправок на территории города.

Как сообщили в департаменте транспорта и дорожно-благоустроительного комплекса мэрии Новосибирска, сейчас в городе пассажирскими перевозками занимаются 305 газомоторных автобусов.

Напомним, в январе в Новосибирске запустили 15 новых газомоторных автобусов, привезённых из Минска. Они курсируют в Советском и Первомайском районах города.

<https://nsk.aif.ru/avto/>

Морской транспорт

Министерство транспорта и цифровой инфраструктуры Германии (BMVI) продлило срок предоставления грантов на оснащение и переоборудование морских судов для использования СПГ в качестве судового топлива

до 31 декабря 2021 года. Руководящие принципы финансирования СПГ предусматривают субсидии на инвестиции в силовые установки СПГ для океанских судов в размере от 40 до 60 %.

BMVI инвестирует 30 млн евро в 12 проектов по оборудованию и модернизации судов.



Первый в России бункеровщик для заправки грузовых и пассажирских судов сжиженным природным газом по технологии ship-to-ship спущен на воду. В короткий срок завершён основной этап строительства судна, в том числе сбор корпуса, монтаж резервуаров для СПГ-топлива и других вспомогательных систем. После спуска на воду бункеровщик перемещён в док для проведения финальных работ по монтажу навигационных систем и органов управления, оснащению технологических помещений. Ходовые испытания судна запланированы на весну 2021 года.

СПГ-бункеровщик получил имя в честь великого русского учёного-химика Дмитрия Менделеева. Новое судно войдёт в состав флота «Газпром нефти» во втором полугодии 2021 года и обеспечит транспортировку и бункеровку малотоннажным СПГ-топливом в портах Финского залива и Балтийского моря – Санкт-Петербурге, Усть-Луге, Приморске.

В новом судне использованы передовые технологии судостроения, хранения и транспортировки сжиженного газа. Его оборудование соответствует требованиям международной конвенции MARPOL и сертифицировано по экологическому стандарту ECO-S. Судно спроектировано с учётом принципа нулевого сброса, а его энергетическая установка использует в качестве моторного топлива СПГ.

Длина судна составляет 100 м, ширина – 19 м. СПГ-бункеровщик сможет перевозить до 5800 кубометров природного газа. Усиленный корпус соответствует ледовому классу Arc4 и позволяет выполнять самостоятельное плавание в однолетних льдах толщиной до 0,8 м. Благодаря цифровой интегрированной системе судном сможет управлять один человек непосредственно с навигационного мостика.

<https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/>



В 2021-2023 гг. субсидии судоверфи «Звезда» на строительство 15 судов-газовозов для «Арктик СПГ 2» и сопутствующих судов превысят 31 млрд рублей, сообщил замминистра промышленности и торговли России Алексей Беспрозванных. «В части строительства крупнотоннажных судов, обеспечивающих круглогодичную транспортировку СПГ в восточном направлении через Северный морской путь, Минпромторгом России с 2020 года «Звезде» будут оказываться меры поддержки на строительство 15 судов-газовозов для проекта «Арктик СПГ 2» и трёх судов-продуктовозов типа «MR» на газомоторном топливе. Проектом федерального закона «О федеральном бюджете на 2021 год и плановый период 2022 и 2023 годов» уже предусмотрен общий объём запланированных инвестиций более 31 млрд рублей», – сказал он, выступая на форуме «Арктика: настоящее и будущее».

http://topneftegaz.ru/news/view/121687/?utm_source

Биогаз

Франция

Total приобретает компанию Fonroche Biogaz, которая является лидером французского рынка по производству биогаза с долей более 10 % благодаря портфелю из семи действующих и четырёх планируемых проектов.

Сделка позволит Total стать крупным игроком на рынке биогаза во Франции и Европе, значительно усилить своё присутствие в этом секторе благодаря дочерним компаниям Méthanergy (комбинированное производство тепла и электроэнергии из биогаза), PitPoint и Clean Energy (производство и продажа биометана через сеть станций Bio-CNG / Bio-LNG) в странах Бенилюкса и США. В декабре 2020 года Total подписала меморандум о взаимопонимании с Clean Energy о создании совместного предприятия (50/50) для развития проектов по производству биогаза в США. К 2030 году Total планирует производить от 4 до 6 ТВт/ч биометана в год.

«Приобретение соответствует нашей стратегии и нашим климатическим амбициям по

достижению нулевых выбросов к 2050 году. Мы считаем, что биогаз должен сыграть ключевую роль в энергетическом переходе, поскольку способствует снижению углеродоёмкости природного газа, и мы поддерживаем внедрение биогаза в сети природного газа», – подчеркнул Филипп Соке, президент компании Total по газовым, возобновляемым и энергетическим ресурсам.

Водород

В городах России с населением более миллиона человек будут открыты первые водородные автозаправки. По мнению старшего научного сотрудника Института катализа Сибирского отделения Российской академии наук Павла Снытникова, подобные технологии можно реализовать в ближайшие три года, поскольку транспорт, работающий с использованием водорода, имеет перспективу.

Эксперт Сергей Городишенин (общественник, индивидуальный предприниматель, член Союза перевозчиков Вологды, координатор движения «Антиплатон» по Вологодской области) прокомментировал эту идею. По его мнению, появление первых водородных заправок в России, пусть даже в городах-миллионниках, можно отнести, скорее, к экспериментальному периоду. Безусловно, это положительное направление в развитии транспортной системы страны. Но, на его взгляд, внедрение энергоэффективных и экологически безопасных видов топлива в нашей стране наступит не скоро, и потребуются больше времени, чем в других странах. У нас до сих пор достаточно низкий процент тех, кто перешёл на газомоторное топливо. Только-только начинает развиваться газомоторная инфраструктура. Поэтому первое, как минимум, десятилетие водородные заправки будут для россиян, пусть даже проживающих в городах-миллионниках, скорее экзотикой, нежели потребностью. Если только стоимость такого рода топлива не будет в разы ниже, чем привычный бензин или тот же пока только набирающий популярность газ.

<https://davydov.in/everything/>



Декарбонизация транспортного сектора в странах Северного измерения

→ Продолжение. Начало в №№ 4 (76), 5 (77), 6 (78) 2020 г.

Д.В. Василенко
проректор СПбГЭУ
по международным связям, к.э.н.,

Н.С. Сараханова
доцент кафедры экономики
и управления предприятиями
и промышленными комплексами СПбГЭУ,
к.э.н.

В.Л. Зинин
исполнительный
директор НГА,
к.э.н.

Перспективы декарбонизации грузового автомобильного транспортного сегмента

Процессы декарбонизации автомобильного пассажирского транспорта, описанные в первой части исследования «Декарбонизация сегмента автомобильного транспорта в регионе Северного Измерения», имеют многолетнюю историю и обрели чёткие технологические, организационные и регуляторные контуры.

Декарбонизации грузового транспорта и специальной техники, которой посвящена вторая часть исследования, до 2016-2017 гг. не уделялось существенного внимания как со стороны регулирующих органов, так и со стороны автопроизводителей. Несмотря на значительную роль в выбросах транспортного сектора отсутствие экономически обоснованных и эффективных решений не позволяли широко обсуждать проблематику и преобразовывать сектор.

Ситуация изменилась, и в последние годы в рассматриваемых странах появились законодательные и бизнес-инициативы по декарбонизации грузового транспорта и специальной техники. Причинами являются не только высокий уровень обязательств, взятых в рамках межправительственных и европейских климатических соглашений, но и ряд экономических факторов, которые будут изложены в исследовании.

Драйверами декарбонизации грузового транспортного сегмента выступают постепенно появляющиеся следующие факторы:

- национальные нормы углеродного налогообложения и регулирования, вводимые странами для выполнения взятых в рамках Парижского соглашения климатических обязательств;
- локальные регуляторные меры территорий по ограничению использования высокоэмиссионных транспортных средств;
- требования клиентов логистических компаний по снижению углеродного следа при оказании услуг транспортировки¹;
- технологические альтернативы и инфраструктура.

¹ Инициатива RE100 мировых компаний.

Особенностью сегмента грузового транспорта и специальной техники является их фрагментированность и разнообразие типов и моделей (табл. 1). К грузовому транспорту относятся коммерческие легкогрузные, среднетоннажные и большегрузные дальнобойные транспортные средства. К специальной технике относятся уборочная техника и транспорт специальных служб, а также карьерная, портовая, сельскохозяйственная, строительная техника.

ТАБЛИЦА 1

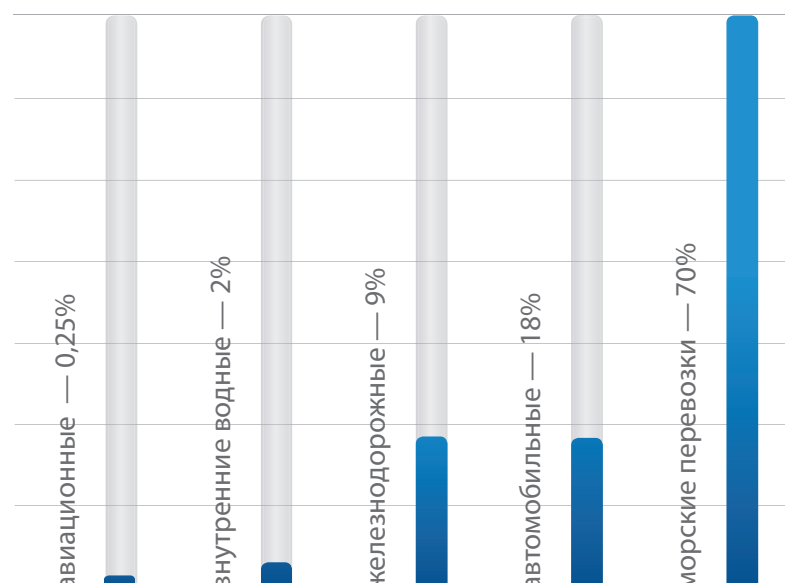
Виды грузовых транспортных средств

Группы	Назначение	Характеристики
Коммерческие легкогрузные транспортные средства	Почтовые Доставка	Масса < 3,5 т Тоннаж < 2 т Расстояние < 50 км
Среднетоннажные грузовые транспортные средства	–	Масса < 3,5...12 т Тоннаж 2,5...8 т
Большегрузные дальнобойные транспортные средства	Грузовики Контейнеровозы Самосвалы	Масса 12 т Тоннаж > 8 т Расстояние > 1000 км
Специальная техника	Карьерная Скорая помощь Строительная Портовая Сельскохозяйственная	–

Доля автомобильного транспорта в мировом грузообороте составляет 18 % (рис. 1), формируя при этом 29 % эмиссии транспортного сектора (ITF, 2019) и 6 % глобальной эмиссии (МЭА, 2019).

РИС. 1

Распределение грузооборота в процентном отношении по видам перевозок (МЭА, 2019)



В 2018 году выбросы всего транспортного сектора составили 8 млрд т CO₂-экв. Для развития экономики по траектории «ниже 2 °С» требуется уменьшение эмиссии до уровня 3 млрд т CO₂-экв. в год. В текущих прогнозах значения выбросов варьируются от 5 до 12 млрд т CO₂-экв. Таким образом, даже оптимистические сценарии не приближают сектор к траектории «2 °С».

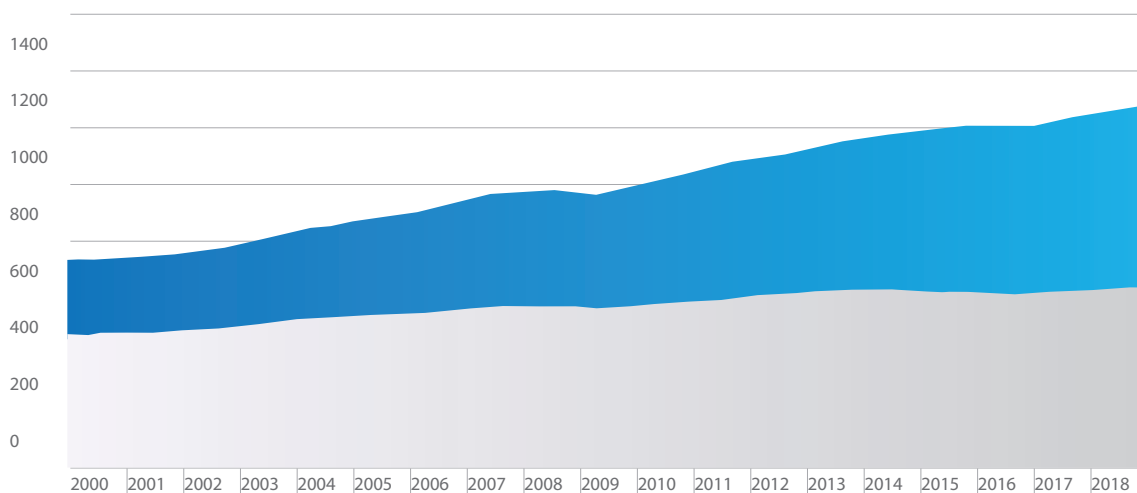
Несмотря на относительно невысокую долю эмиссии грузового транспорта в общем объёме выбросов в абсолютном выражении она составляет 1,5 млрд трудноуловимых тонн CO₂-экв.

Ожидается, что спрос на международные грузовые перевозки утроится к 2050 году по сравнению с 2015-м². В связи с чем рост транспортной эмиссии составит примерно 60 %, при этом одним из основных секторов роста будет являться высокоэмиссионный грузовой автомобильный транспорт.

Сектор грузового автомобильного транспорта относится к категории сложных для декарбонизации наряду с такими сегментами как морское судоходство, авиация, производство цемента. Наиболее проблемными сегментами для реализации перспектив по снижению выбросов являются большегрузные дальнобойные и среднетоннажные транспортные средства (рис. 2).

РИС. 2

Динамика выбросов CO₂ большегрузных дальнобойных и среднетоннажных транспортных средств (МЭА, 2019³)



Поиск новых решений в области снижения или хотя бы сдерживания роста эмиссии от грузовых перевозок является необходимым условием для выполнения климатических обязательств. Рост объёмов перевозок и отсутствие явных рыночных механизмов по изменению сегмента будут формировать политическую повестку для его трансформации.

Подходы к регулированию декарбонизации грузового транспорта

Целью регулирования эмиссии грузового транспортного сегмента является создание условий для его устойчивого развития, что подразумевает снижение энергоёмкости (МДж/т·км) и углеродоёмкости (CO₂/т·км) транспортировки при сохранении или увеличении объёмов перевозок и стоимости.

² Towards Road Freight Decarbonisation Trends, Measures and Policies, 2018. https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/towards-road-freight-decarbonisation_0.pdf.

³ <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/co2-emissions-from-heavy-duty-vehicles-in-the-sustainable-development-scenario-2000-2030>

В отчёте МГЭИК ООН AR5⁴ отмечается, что в ряде наиболее развитых стран отмечается следующее:

- достигнуты пики числа коммерческих легкогрузных транспортных средств;
- возвращается интерес к применению метана в качестве моторного топлива, в том числе в сжиженном виде;
- достигнуты определённые результаты в снижении углеродоёмкости грузовых операций логистических компаний;
- совершенствуется методология учёта выбросов парниковых газов на транспорте;
- постепенно развиваются механизмы регулирования энергоёмкости и углеродоёмкости грузовых транспортных средств.

Обзор современных практик позволяет сделать вывод, что регулирование эмиссии грузового транспорта может быть реализовано в следующих направлениях.

Совершенствование транспортных средств за счёт:

- повышения эффективности двигателей внутреннего сгорания;
- совершенствования конструкции корпуса автомобиля – улучшение аэродинамики, удлинение прицепа, снижение массы автомобиля, увеличение его грузоподъёмности, улучшение качества шинной резины;
- совершенствование топливной системы автомобиля и переход на альтернативные виды топлива (КПГ, СПГ, биотопливо, водород и метановодородные смеси, электричество).

Модернизация инфраструктуры за счёт:

- комплексного пересмотра схем территориального планирования развития городских агломераций с оптимизацией логистических маршрутов и используемых видов транспорта;
- развития автозаправочной инфраструктуры для альтернативных видов топлива;
- улучшения качества дорожного покрытия автострад;
- электрификации.

⁴ R. Sims, R. Schaeffer, F. Creutzig, X. Cruz-Núñez, M. D'Agosto, D. Dimitriu, M.J. Figueroa Meza, L. Fulton, S. Kobayashi, O. Lah, A. McKinnon, P. Newman, M. Ouyang, J.J. Schauer, D. Sperling and G. Tiwari, 2014: Transport. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter8.pdf

Повышение эффективности логистических операций за счёт:

- модернизации логистики грузопотока путём внедрения интеллектуальных моделей управления потоками данных, снижения порожнего пробега, что может обеспечить экономию всех видов ресурсов до 30 %;
- развития электронной торговли;
- развития технологий 3D-печати⁵;
- платоонинга⁶;
- автономного вождения;
- формирования культуры бережливого вождения.

При этом развитие инновационных подходов к организации транспортного сегмента может обеспечить до 50 % снижения углеродоёмкости перевозок.

При этом необходимо отметить следующие основные факторы сдерживания декарбонизационных мер в отношении грузового транспорта.

Отсутствие единых технологий, что не позволяет предложить для всего сегмента универсальное технологическое решение, как в сегменте легковых автомобилей.

Участники сектора (от автопроизводителей до эксплуатирующих транспортных компаний), которые стремятся к снижению расходов на топливо и расходов самого топлива, оказывают предпочтение дизелю, как наиболее удобному в использовании и эффективному виду топлива, без оглядки на экологические критерии. Единственной экономически обоснованной альтернативой нефтяным видам топлива рассматривается метан, в том числе биометан, который является менее эмиссионным видом топлива и при этом способен снизить операционные затраты владельцев транспортных средств.

Фрагментарность собственников грузовых транспортных средств. Автомобильные грузоперевозчики представляют собой малые и средние компании, не зависящие от правительственных заказов и общественного мнения и не являющиеся по отдельности значимыми эмиссионерами парниковых газов. Вследствие подобной фрагментированности сегмента политическое и общественное давление оказывает на них несущественное влияние.

Ввиду частного характера компаний-перевозчиков возникают сложности в сборе отчётности об энергоэффективности и эмиссионности транспортных операций. Компании не готовы подавать сведения об энергоёмкости и углеродоёмкости своих операций из-за отсутствия подобного учёта в своих организациях, а также из-за конфиденциальности

⁵ Потенциал для снижения объёмов эмиссии от транспортировки составляет 27 %. Towards Road Freight Decarbonisation Trends, Measures and Policies, 2018. https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/towards-road-freight-decarbonisation_0.pdf

⁶ Платоонинг – сцепленные транспортные средства.

коммерческой информации. Вследствие чего возникают определённые препятствия для понимания экономики сегмента и его регулирования.

Длительные сроки службы автотранспорта. Средний срок владения коммерческим легкогрузным автомобилем составляет 10,4 года, среднетоннажным и большегрузным – 12,4 года (АСЕА). Переход на альтернативные системы даже при наличии экономически обоснованного решения будет иметь отложенный характер исполнения. Ускоренный переход на альтернативные виды топлива, предполагающий значительные капитальные инвестиции транспортных компаний в обновление своих парков ввиду их частного характера, малоперспективен.

Недостаточная развитость инфраструктуры. Развитие альтернативных сегментов требует масштабных инвестиций в низкоуглеродную заправочную инфраструктуру, что отвлекает национальные ресурсы на дублирующую инфраструктуру.

С учётом изложенных выше сдерживающих факторов регуляторные меры, направленные на ужесточение нормативной базы в части экологии транспорта, включая углеродное налогообложение и различного рода ограничения, без создания привлекательных условий для снижения себестоимости транспортных услуг приведут к увеличению расходов на транспортировку, но не будут способствовать переходу на более экологичные виды топлива. Грузовой транспорт зачастую является транспортом последней мили, следовательно, увеличение стоимости транспортировки может быть чувствительно для поставок товаров и особенно социально значимых продуктов.

Таким образом, стимулирование внедрения экологических решений в сегменте грузового транспорта и специальной техники невозможно без создания экономических предпосылок, в том числе за счёт прямого финансового стимулирования со стороны регуляторов.

Грузовой сегмент в странах региона Северного Измерения

В странах Северного Измерения сегменты грузовых автомобильных перевозок имеют различные масштабы, экономическое значение и экологическое влияние. Отличаются масштабы парка грузовых автомобилей, их доля в национальном парке транспортных средств, степень износа.

В странах региона Северного Измерения зарегистрировано 16 млн грузовых автомобилей: 11 млн коммерческих легкогрузных и 5 млн среднетоннажных и большегрузных дальнобойных транспортных средств. Основными производителями техники являются шесть европейских и пять российских производителей большегрузной техники⁷.

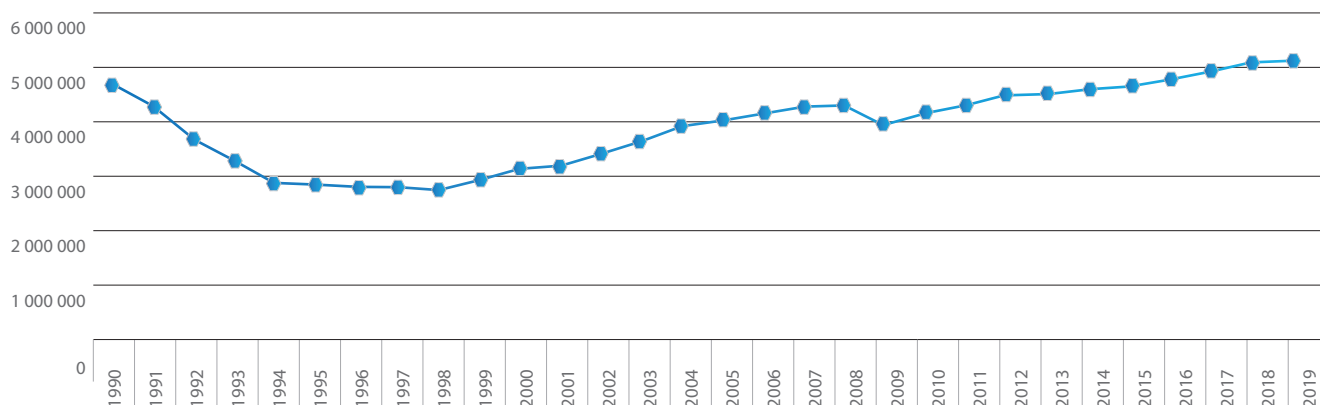
Регион стран Северного Измерения характеризуется высокоразвитой транспортной инфраструктурой морских, речных и железнодорожных объектов. В то же время страны отличаются интенсивностью трафика внутренних и транзитных транспортных маршрутов.

⁷ КАМАЗ, ГАЗ, ВАЗ, УАЗ, Урал

Общий рост совокупного грузооборота за период с 1990 года по 2019 год в странах региона составил 13 % (рис. 3). Два периода снижения грузооборота связаны с падением грузооборота в РФ в период с 1991 по 1998 г. и мировым кризисом 2008 года.

РИС. 3

Динамика совокупного грузооборота в странах региона Северного Измерения, млн т·км

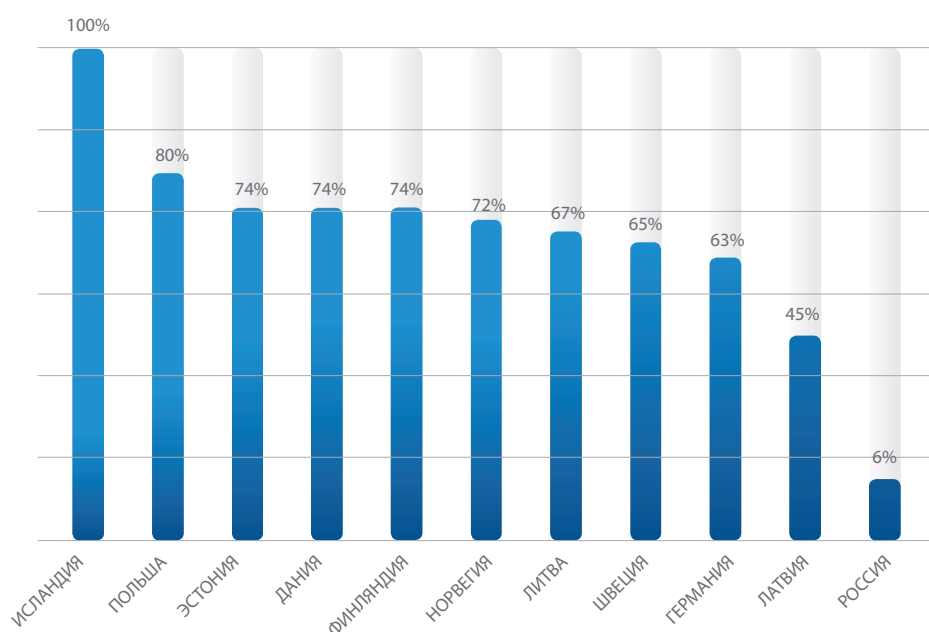


Абсолютное падение грузооборота за этот период произошло в Эстонии (40 %), рост в пределах 30 % отмечен в Дании, Финляндии, Латвии и Швеции, в Германии рост составил 65 %, в Литве и Норвегии – более 150 %. Лидер прироста грузооборота в объеме 238 % – Польша.

Автомобильный транспорт играет доминирующую роль во внутренних перевозках в большинстве стран региона Северного Измерения (рис. 4). Исключение составляет РФ, где 94 % совокупно приходится на транспортировку по железным дорогам, трубопроводам, водным путям, а на долю автомобильного транспорта остаётся лишь 6 %. Особенности распределения обоснованы структурой российской экономики, значительным транспортным плечом и большим объёмом перевозки тяжелых грузов.

РИС. 4

Доля автомобильного транспорта во внутренних грузоперевозках (ОЭСР, 2020), %

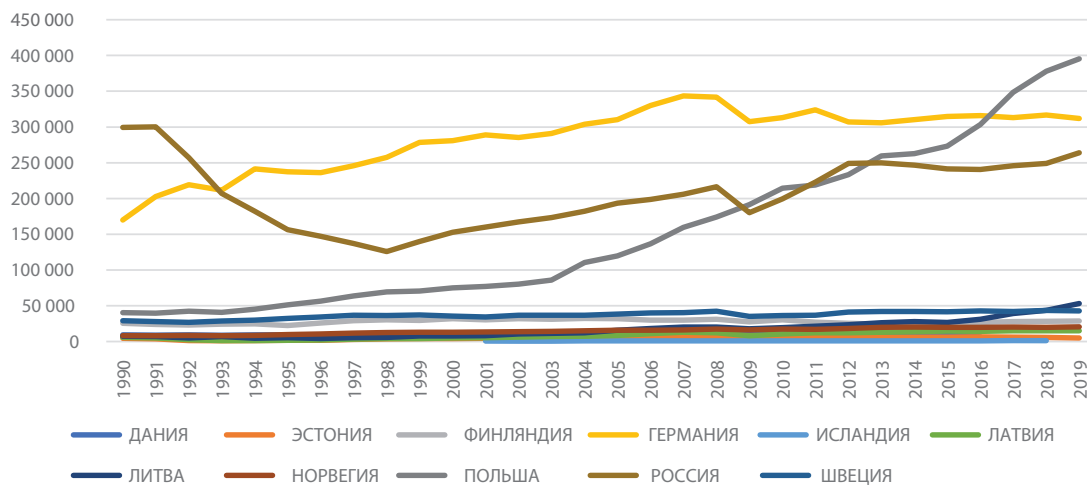


При росте грузооборота во всех странах региона за период с 1990 по 2019 год на 13 % грузооборот автомобильным транспортом вырос на 89 %.

Крупнейшими странами по автомобильным грузоперевозкам являются: Германия, Польша и Россия (рис. 5). В России на фоне восстановления общего грузооборота автомобильные грузоперевозки не достигли уровня 1990 года. Прирост в пределах 20 % произошёл в Финляндии и Эстонии. Более существенный прирост наблюдается в Дании (38 %), Швеции (46 %), Германии (84 %) и Исландии (86 %). В полтора раза выросли автомобильные перевозки в Латвии и Норвегии. В 7 раз увеличились перевозки в Литве и практически в 10 раз в Польше.

РИС. 5

Грузооборот грузового автомобильного транспорта в странах региона Северного Измерения (МТФ, ОЭСР, 2019), млн т·км

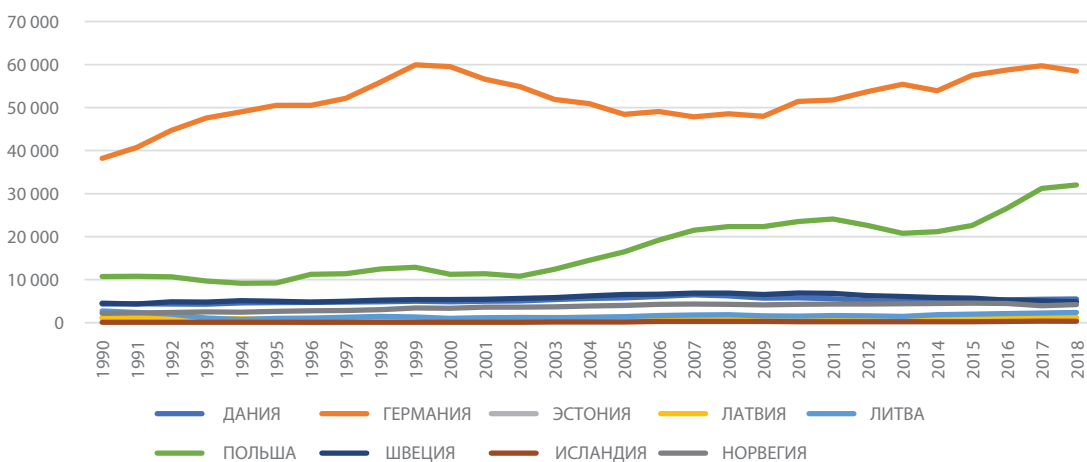


Автомобильный транспорт в большинстве случаев замещал другие виды транспортировки даже при падающих общих объёмах грузоперевозок.

В перспективе до 2050 года ожидается рост грузооборота в странах ЕС на 60 %. Ожидаемый рост перевозок в странах региона Северного Измерения обусловлен как ростом товарооборота, так и тем, что многие страны являются транзитными хабами глобальных логистических маршрутов.

РИС. 6

Эмиссия грузового автомобильного транспорта в странах Северного Измерения (Евростат, тыс. т CO₂-экв⁸)



⁸ Данные представлены без Финляндии и России.

Динамика выбросов в сегменте грузового транспорта (рис. 6) отражает периоды экономических кризисов, которые приостанавливали объём мировой торговли и перевозок. Наибольший рост эмиссии наблюдается в Польше и связан с ростом грузовых автомобильных перевозок. Лидером эмиссии является Германия, что обусловлено масштабами экономики и транспортного сегмента.

Основными топливом как для коммерческих легкогрузных, так и для среднетоннажных и большегрузных дальнобойных автомобилей является дизельное топливо (табл. 2, 3).

Страна	Бензин	Дизель	Гибридные	Электромобили	СУГ и метан	Нет данных
Дания	10	89,3	0,4	0,2		
Эстония	16,1	83,6			0,3	
Финляндия	3,1	96,6		0,1	0,2	
Германия	5	93,3		0,6	1,1	
Латвия	3	94,8			1,8	
Литва	3	94,9				2
Норвегия	5,2	93,7		1,1		
Польша	2	69,9			6,1	3,9
Швеция	7,4	90,5		0,4	1,4	0,30

ТАБЛИЦА 2

Доли использования различных видов топлива для коммерческих легкогрузных транспортных средств, % (ACEA, 2020)

Страна	Бензин	Дизель	Гибридные	Электромобили	СУГ и метан	Нет данных
Дания	0,7	99,0	0		0,3	
Эстония	15,4	84,5	0		0,1	
Финляндия	1,6	98,1	0		0,1	0,2
Германия	0,2	99,5	0	0,1	0,1	
Латвия	1,5	97,4	0		1,1	
Литва	1,9	95,7	0			2,4
Норвегия	3,5	96			0,4	0,1
Польша	2,7	78,8	1		1	17,4
Швеция	3,5	96,0			0,4	

ТАБЛИЦА 3

Доли использования различных видов топлива для среднетоннажных и большегрузных транспортных средств, % (ACEA, 2020)

Использование нефтяных видов топлива при текущих характеристиках углеродоёмкости грузовых транспортных средств на фоне стабильного роста грузооборота, преимущественно обеспеченного ростом автомобильного грузооборота, будет неизбежно вести к росту выбросов в большинстве стран региона Северного Измерения.

Декарбонизация сегмента специальной техники в странах региона Северного Измерения

Помимо грузового автомобильного транспорта, существует также сегмент специальной техники, который заслуживает отдельного рассмотрения в связи с высоким уровнем потребления топлива. Несмотря на то, что логистические маршруты подобной техники весьма ограничены, специфика её работы зачастую предполагает постоянную загрузку, в том числе на низких оборотах двигателя, что обуславливает достаточно высокий уровень выбросов выхлопных газов. Большинство типов специальной техники используется в черте города либо на территориях, чувствительных к экологической обстановке, например, в сельском хозяйстве.


Вместе с тем комплексных исследований о совокупном уровне выбросов от специальной техники и адресного подхода к их сокращению со стороны регулирующих органов в настоящее время не наблюдается. Это может быть связано с неготовностью производителей специальной техники к перестройке производства двигателей и топливных систем в целях декарбонизации.

Определённой сложностью для исследования также является то, что сегмент специальной техники неоднороден и состоит из целого ряда разнообразных подгрупп. В целом при выделении специальной техники как объекта можно использовать два основных критерия:

- выполнение техникой не только транспортной функции, но и иной производственной;
- выполнение техникой транспортной функции для особого типа грузов, предполагающих специфические требования к организации данной перевозки.

В разных странах используют разные классификации. В настоящем исследовании к специальной относятся следующие типы техники:

- коммунальная, в первую очередь связана с уборкой улиц;
- мусоровозы;
- строительная, используемая как для транспортировки строительных материалов, так и для проведения строительных работ;
- транспорт специальных служб — скорая помощь, пожарная и аварийно-спасательная техника, школьные автобусы, полиция и силовые ведомства;

-
- 
- карьерная;
 - портовая и складская;
 - сельскохозяйственная.

Во всех странах указанные типы техники выходят за рамки автомобильного транспорта и не рассматриваются регулирующими органами, ответственными за автомобильный транспорт и его мониторинг. В связи с этим рассматриваемый сегмент не обладает достаточным статистическим описанием, что создаёт предпосылки для его дальнейшего детального изучения.

С точки зрения решения задач декарбонизации для всех указанных выше групп можно выделить два наиболее востребованных механизма сокращения вредных выбросов:

- оптимизация самого производственного процесса – совершенствование режимов эксплуатации, исключение простоев при работающем двигателе, внедрение бережливого вождения, в том числе за счёт автоматизации и использования беспилотных технологий и т.д.;
- модернизация технологий двигателя и топливной системы, использование альтернативных видов топлива.

Причём и первое, и второе имеет не только экологические, но и существенные экономические стимулы по сокращению операционных затрат. Необходимо отметить, что возможности оптимизации производственного процесса неограничены. И если мы говорим о высококонкурентных отраслях, в которых используется карьерная, строительная, портовая и складская техника, то с высокой долей вероятности оптимизация происходит в них и без задач по декарбонизации – исключительно в экономических целях. В таких отраслях потенциал дополнительной оптимизации крайне невелик, а вопросы перехода на альтернативные виды топлива требуют детальной проработки. Для каждого типа транспортных средств декарбонизация предполагает некоторые особенности, о которых будет сказано ниже.

До настоящего времени основным видом топлива для специальной техники во всём мире остаётся дизельное топливо, которое позволяет обеспечивать наиболее высокий КПД. Стоит отметить, что документами ЕС Regulation 2016/1628⁹ и Regulation 2017/654¹⁰ предусмотрено ограничение на использование дизельного топлива для всех типов техники.

На первом этапе данные меры предполагают использование низкосернистых типов топлива, а в перспективе – переход на альтернативные виды топлива (природный газ, водород). Также документами введены требования к двигателям для специальной техники. Таким образом, декарбонизация специальной техники в странах Европейского Союза, так же как и для грузового автотранспорта, имеет регуляторное основание.

⁹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R1628&from=EN>

¹⁰ https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2017/654/oj/fin

С учётом вышеизложенного в настоящее время существует проблематика разработки двигателей новых типов на альтернативных топливах. Такие двигатели должны обеспечивать соизмеримо высокий уровень мощности и КПД и могут быть использованы на технике специального назначения различных видов. В сложившихся условиях разработки подобных двигателей активно претендуют на финансовую поддержку со стороны регулирующих органов.

Коммунальная техника

Поскольку деятельность по благоустройству общественного пространства является социально значимой функцией, коммунальная техника во всех странах в той или иной степени находится в ведении органов власти и местного самоуправления. Данная конфигурация позволяет использовать директивные методы принятия решений по декарбонизации коммунального сегмента – от прямых указаний до специфических требований при проведении соответствующих конкурсных процедур.

Кроме того, для коммунальной техники характерен замкнутый логистический контур, что упрощает требования к заправочной инфраструктуре при переводе техники на альтернативные виды топлива, например, КПГ и СПГ. Вместе с тем, ограниченный пробег в процессе ежесуточной эксплуатации создаёт предпосылки и для использования электрических аккумуляторов в качестве источника энергии. Поэтому ключевыми факторами при принятии решения о целевом источнике энергии для коммунальной техники являются ценовые параметры топливного рынка конкретной местности, требуемая мощность двигателя и возможность длительной зарядки в рамках существующего операционного цикла.

Мусоровозы

Характер работы с бытовыми отходами сам по себе носит экологический характер, поэтому декарбонизация техники по сбору и вывозу мусора привлекает внимание общественности, и подобные проекты часто имеют ярко выраженную имиджевую составляющую.

В настоящее время, линейка мусоровозов на альтернативных видах топлива достаточно развита. С учётом замкнутого, но протяжённого характера логистических маршрутов подобной техники, а также высокой грузоподъёмности и, соответственно, высокого требуемого уровня мощности двигателя эффективным решением по декарбонизации мусоровозов принято считать их перевод на сжатый природный газ (СПГ).

Кроме того, использование природного газа (метан) в качестве моторного топлива позволяет структурировать комплексные проекты, связанные с переработкой мусора и использованием свалочного газа в качестве источника топлива. Метан является одним из компонентов свалочного газа, и при создании необходимой инфраструктуры по сбору свалочного газа и его переработке метан может быть получен в процессе утилизации бытовых отходов. Такой газ является разновидностью биометана, полученного в результате процессов гниения. Подобные комплексные проекты, безусловно, являются достаточно

капиталоёмкими, но при определённом уровне экологических субсидий со стороны регулятора, а также при включении в тариф для населения части расходов по созданию и эксплуатации всей требуемой инфраструктуры данные проекты могут быть вполне жизнеспособными. Примеры реализации подобных проектов уже существуют в европейской практике.

Строительная техника

Данный тип техники характеризуется либо очень высокой требуемой грузоподъёмностью, либо значительным временем работы на низких оборотах двигателя. Эти факторы заставляют решать задачи декарбонизации путём перевода техники на природный газ (КПГ и в большей степени на СПГ), а в перспективе для данного типа техники будет интересен водород в качестве моторного топлива.

Логистические маршруты для строительной техники принципиально не могут быть ограниченны – техника должна быть готова к выезду на любой объект. Данное условие создаёт дополнительные требования к обеспечению заправочной инфраструктуры – требуется сетевое покрытие обширных территорий либо использование мобильного решения под каждый строительный объект. Также существует проблема с ассортиментом строительной техники на КПГ и СПГ.

Транспорт специальных служб

Одно из основных требований к данному типу транспорта – возможность быстрой заправки. В связи с этим среди существующих экологически привлекательных топливных альтернатив природный газ является более предпочтительной опцией по сравнению с электротранспортом. Основное требование при переводе указанного типа транспорта – наличие заправки на территории постоянного базирования техники.

Карьерная техника

С учётом развитого сектора добычи полезных ископаемых с использованием карьерной техники в Польше, Швеции, Финляндии, России данный тип техники весьма важен при рассмотрении вопроса декарбонизации в странах Северного Измерения.

Карьерная техника характеризуется огромной мощностью двигателя, замкнутой логистикой, постоянной эксплуатацией и очень высоким уровнем расхода топлива. Электрический привод не позволяет эффективно достигать требуемых технических характеристик, поэтому основной топливной альтернативой на сегодняшний день для карьерной техники является природный газ (СПГ), а в перспективе – водород.

В мире существуют три основных производителя мощной карьерной техники: Caterpillar, Mitsubishi и БелАЗ. Из названных компаний в настоящее время лишь БелАЗ ведёт разработки техники на СПГ. Коммерческая возможность приобрести заводскую карьерную технику на СПГ с обеспечением полной гарантии и соответствующего сервисного обслуживания в настоящее время отсутствует. Это является главным ограничивающим фактором перевода карьерной техники на СПГ.

Однако экономический стимул, выраженный в потенциальном сокращении затрат на топливо, заставляет добывающие компании

рассматривать возможность самостоятельной реализации комплексных проектов по переоборудованию существующей карьерной техники на СПГ.

В качестве примера можно привести проект компании «Сибирь Энерго», занимающейся разработкой угольных месторождений на Кузбассе (Россия). Компания самостоятельно провела необходимые технические изыскания, переоборудовала собственную технику, построила небольшой завод по производству СПГ для собственных нужд, организовала систему эксплуатации и обслуживания техники. В настоящее время «Сибирь Энерго» успешно обслуживает свой парк карьерной техники на сжиженном природном газе.

Портовая и складская техника

Для данной группы характерны работа в замкнутых пространствах и требования к габаритам самой техники. Такие условия определяют выбор в пользу электрических аккумуляторов. Сегодня на рынке появляется всё больше предложений электрической техники для проведения погрузочно-разгрузочных работ в портах, логистических центрах и на складах. Выбор в пользу электрической тяги здесь обусловлен также и удобством эксплуатации подобной техники в замкнутом контуре.

Сельскохозяйственная техника

Данная группа очень разнородна сама по себе – для разных видов сельскохозяйственной техники могут быть эффективны разные технологические решения. Однако если говорить о группе сельскохозяйственной техники в целом, то для неё свойственны замкнутые логистические циклы с одной стороны и ярко выраженная сезонность – с другой. Данная специфика создаёт особые требования к заправочной инфраструктуре и её эксплуатации, например, отсутствие заправки станций в течение холодного сезона.

Для сельскохозяйственной техники существуют технологические варианты двигателя как на электротяге, так и на природном газе. Важными факторами при принятии решения являются габариты техники и возможность компоновки топливной системы для её удобной эксплуатации, а также требуемая мощность, параметры заправки и ценовая ситуация на топливном рынке конкретной местности.

Как и отрасль сбора и переработки бытовых отходов, сельское хозяйство имеет дело с сырьём, которое при определённых условиях может быть источником биометана. Данное обстоятельство создаёт предпосылки для реализации экологически направленных комплексных имиджевых проектов, когда биологические отходы сельского хозяйства перерабатываются, а биометан используется в качестве топлива для сельскохозяйственной техники. Такой замкнутый цикл является весьма привлекательным для целей декарбонизации. Хотя, безусловно, реализация подобных проектов в сегодняшних условиях предполагает финансовую поддержку со стороны государства.

Перевод различных типов специальной техники на альтернативные виды топлива – важнейший фактор декарбонизации, он требует отдельного тщательного рассмотрения и изучения на уровне

конкретных бизнес-кейсов с учётом специфики регуляторной среды и ценовой конъюнктуры.

Как и для остальных сегментов транспортного сектора, перевод специальной техники на использование альтернативных видов топлива – это комплексная проблема, связанная с образованием новой цепочки создания стоимости. Одновременно необходимо создать соответствующую нормативную базу, заправочную и сервисную инфраструктуру, систему мониторинга промышленной безопасности, расширить доступную линейку транспорта и техники на альтернативном топливе, подготовить специалистов для работы на каждом из перечисленных выше участков. Организация подобной трансформации – это сложная управленческая задача, которая требует политической воли, аккумуляции ресурсов, комплексного подхода и отлаженных механизмов координации.

Регулирование декарбонизации грузового транспорта в странах региона Северного Измерения

В 2019 году страны региона Северного Измерения приняли на себя обязательства по снижению углеродоёмкости своих экономик и транспортных систем (табл. 4).

Страны	Национальные цели	Цели в области транспорта
Дания	Углеродная нейтральность к 2050 году	Снижение на 39 % выбросов сегментов, не входящих в СТВ, к 2030 г. по сравнению с 2005 г.
Германия	Углеродная нейтральность к 2050 году	См. цели Дании
Исландия	Углеродная нейтральность к 2040 году	См. цели Дании
Латвия	Углеродная нейтральность к 2040 году	См. цели Дании
Литва	Углеродная нейтральность к 2050 году	См. цели Дании
Норвегия	Углеродная нейтральность к 2050 году	См. цели Дании
Польша	Углеродная нейтральность к 2050 году	См. цели Дании
Россия ¹¹	Сокращение выбросов парниковых газов до 70 % к 2030 году по отношению к 1990 году	Цели к 2030 г. по отношению к 2011 г.: <ul style="list-style-type: none"> ● снижение объёма выбросов CO₂ на один приведённый т·км на 20 %; ● снижение объёма выбросов загрязняющих веществ на один приведённый т·км на 40 %; ● доля альтернативных видов топлива на уровне 27 % (в том числе газомоторного топлива 21 %); ● доля парка ТС с гибридными, электрическими двигателями и двигателями на альтернативных видах топлива в общей численности парка ТС – 49 %
Швеция	Углеродная нейтральность к 2045 году	См. цели Дании
Финляндия	Углеродная нейтральность к 2035 году	См. цели Дании
Эстония	Углеродная нейтральность к 2045 году	См. цели Дании

ТАБЛИЦА 4

Декарбонизационные цели стран региона Северного Измерения

¹¹ Указ Президента Российской Федерации от 04.11.2020 г. № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов». Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 г., утв. Распоряжением Правительства РФ от 22 ноября 2008 г. № 1734-р.

Выполнение принятых климатических обязательств потребует от большинства стран региона Северного Измерения декарбонизации всех отраслей экономики.

Для Российской Федерации снижение выбросов в сегменте грузового транспорта не имеет критического значения для достижения планируемых обязательств¹² в рамках Парижского соглашения. Тем не менее транспортная стратегия России до 2030 года предусматривает существенное снижение вредных выбросов и увеличение доли парка транспортных средств на альтернативных видах топлива (см. табл. 4). В РФ действует программа развития рынка газомоторного топлива с 2019 года, что способствует снижению эмиссионности грузового сегмента транспортного сектора.

В остальных странах региона Северного Измерения стратегии в отношении снижения эмиссионности коммерческого легкогрузного транспорта были установлены значительно раньше, чем в отношении большегрузных транспортных средств.

По аналогии с регулированием нормативов по эмиссионности пассажирского транспорта в 2011 году были утверждены Правила регистрации новых коммерческих легкогрузных транспортных средств¹³, в которых были указаны следующие максимальные нормативы: 175 г CO₂/км на период 2017-2019 гг., 147 г CO₂/км к 2020 году. В 2019 году были выпущены обновлённые Правила¹⁴, которые утвердили снижение углеродоёмкости к 2025 году на 15 % и к 2030 году на 31 %.

В 2014 году ЕК приняла стратегию по сокращению эмиссии в сегменте большегрузных транспортных средств. Таким образом национальные обязательства стран ЕС обрели рамочные цели по снижению эмиссионности транспортного сегмента без конкретных планов по снижению углеродоёмкости грузовых перевозок или производству менее эмиссионных видов техники.

На первом этапе были введены мероприятия по развитию системы учёта выбросов CO₂, так как препятствием для реализации каких-либо декарбонизационных мероприятий являлось отсутствие стандартов по учёту эмиссии. В этой связи была инициирована разработка системы, охватывающей большое разнообразие транспортных средств с различными характеристиками массы, мощности и других параметров. Внедряемая система мониторинга VECTO для учёта выбросов является ключевым шагом для формулирования целей повышения эффективности двигателей. Учёт эмиссии в сегменте позволил сформулировать обязательства стран ЕС по сокращению выбросов транспортного сектора.

На втором этапе (2018-2019 гг.) приняты три пакета мобильности, в которых были введены эмиссионные стандарты для производителей новых большегрузных транспортных средств. Европейское углеродное регулирование сфокусировалось на четырёх группах транспортных средств¹⁵ с массой более 16 т, которые формируют 75 % выбросов CO₂ сегмента.

В частности, установлены цели по снижению средних выбросов грузовиков на 15 % к 2025 году и на 25 % к 2030 году в обоих случаях по отношению к 2019 году. В случае нарушения регулятивных мер штраф составляет 4500 евро с 2025 года и 6800 евро с 2030 года

¹² Стратегия долгосрочного развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года находится на стадии согласования.

¹³ Regulation (EU) No 510/2011

¹⁴ Regulation (EU) 2019/631

¹⁵ Всего выделено 18 групп

за каждый г/т·км, что делает использование подобных транспортных средств экономически нецелесообразным.

В дополнение к ограничительным мерам предусмотрены льготы для безуглеродных и низкоуглеродных автомобилей. Введён принцип определения степени безуглеродности нового транспортного средства как уровень эмиссии ниже 50 % от референтного значения в группе. Предполагается, что данная мера будет способствовать развитию инноваций и конкуренции среди производителей.

Основными целями расширения обязательств в области декарбонизации грузового сегментами транспортного сектора являются:

- создание условий для выполнения обязательств по Парижскому соглашению – ожидается сокращение выбросов на 54 млн т в период 2020-2030 гг.;
- сокращение топливных расходов логистических компаний – ожидается сокращение потребления нефтяных топлив на 200 млн т до 2040 года;
- стимулирование безуглеродных и низкоуглеродных инноваций среди европейских производителей в области производства грузовых транспортных средств.

Законодатель обосновывает стратегию декарбонизации сегмента как климатическими, так и экономическими аргументами. Автопроизводители США, Японии, Китая и Канады развивают низкоуглеродные и безуглеродные технологии для большегрузной техники. На их фоне европейские автопроизводители, не имея достаточных рыночных стимулов для модернизации, не внедряют даже имеющиеся технологии. Задержка обновления модельного ряда европейских автопроизводителей может создать условия, при которых они в будущем потеряют не только зарубежные рынки, но и европейский.

Программа модернизации подлежит дальнейшей адаптации. Предполагается пересмотр целей на 2030 год в 2022-м.

Ввиду существенных различий интенсивности грузовых потоков, величин грузового автопарка и, соответственно, грузовой эмиссии в странах региона Северного Измерения формируются национальные декарбонизационные повестки в сфере грузовых автомобильных перевозок.



По мере поступления новых частей этого документа редакция будет публиковать их в следующих номерах.



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

В.И. Ерохов,

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

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

Окончание. Начало см. в № 1 (79) 2021 г.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

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

В США фирма Kaiser Brencaг изготавливает газовую аппаратуру и криогенное оборудование для перевода на сжиженный природный газ. Аналогичные работы ведутся фирмами LandiHartog (Нидерланды), MAN (Германия), Saviem (Франция), ToyoMenka (Япония).

Строительство криогенного заправочного комплекса для использования СПГ в качестве моторного топлива осуществляется в г. Москве и других городах РФ. В РФ разрабатываются экономичные технологии получения СПГ непосредственно на Крио-АГНКС. Подобные работы проводят ООО «Лентрансгаз» и ООО «Уралтрансгаз».

Принципиальная схема газового баллона с насосом приведена на рис. 10.

Применение бортовой топливной системы СПГ с насосом *1* позволяет увеличить давление подачи топлива до требуемых показателей, исходя из давления насыщения СПГ в баке транспортного средства. Подобная система в баллоне заданного размера позволяет хранить больший объем топлива. Насосная система с предварительной подготовкой СПГ необходима для двигателей с искровым зажиганием ПГ.

Хранение топлива при низком давлении обеспечивает увеличение массового расхода топлива на борту автомобиля.

Основное отличие баллона связано с преимуществом расположения холодного элемента конструкции насоса СПГ внутри топливного бака.

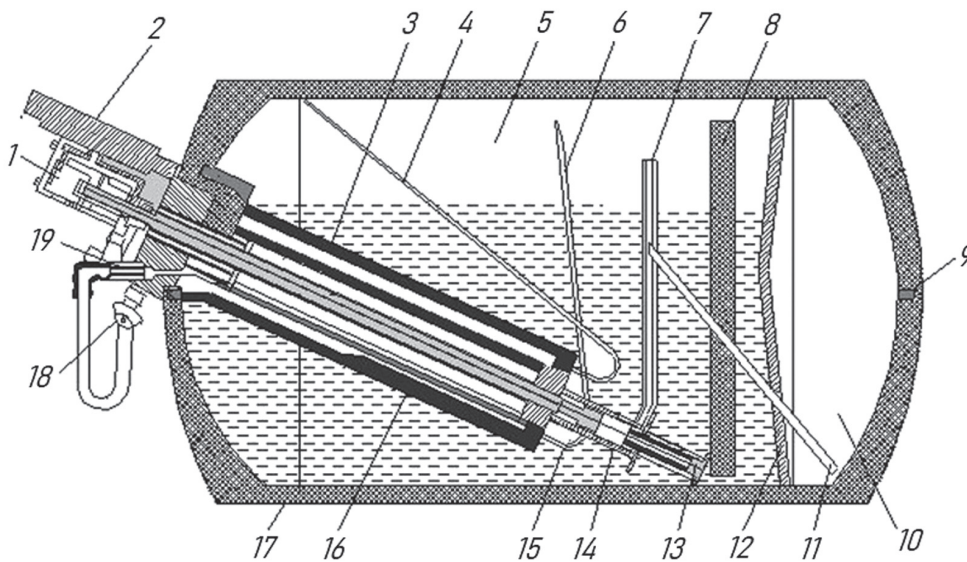


РИС. 10

Принципиальная
схема газового баллона
с насосом

1 – топливный насос; 2 – гидравлический привод насоса; 3 – наружный приводной вал насоса; 4 – вторая выпускная труба; 5 – газовая фаза; 6 – вытяжная труба; 7 – линия заправки; 8 – датчик уровня заправки; 9 – подвесное устройство сосуда; 10 – свободный объём бака; 11 – сливная трубка жидкости; 12 – перегородка; 13 – сопло Вентури; 14 – цилиндр насоса; 15 – сливная трубка жидкости; 16 – вакуумная рубашка насоса; 17 – криогенный баллон; 18 – вентиль; 19 – газовый фильтр высокого давления

Холодный элемент помещается в СПГ, в то время как привод насоса 2 находится снаружи бака 17. Это позволяет не тратить время на охлаждение насоса, быстрее доставлять топливо под высоким давлением во время запуска двигателя при образовании меньшего объёма паровой фазы.

Конструкция криогенного баллона соответствует нормативным требованиям эксплуатации криогенных сосудов. Внутренний и наружный баллоны выполнены из нержавеющей стали. Пространство между ними является вакуумным, имеется многослойная изоляция (MLI). Максимально допустимое рабочее давление бака составляет 1,47 МПа, а внутренний резервуар выполнен в соответствии со стандартом по резервуарам высокого давления. Внешний баллон выдерживает атмосферное давление снаружи при вакууме внутри без деформации. На нём установлено специальное устройство для сброса в случае, если внутреннее давление превышает атмосферное (например, в случае утечки во внутреннем баллоне).

Внутренняя поперечная перегородка 12 создаёт незаполненный объём 10, который составляет 11 % от общего объёма бака. При первом открытии предохранительного клапана давление равно максимально допустимому рабочему давлению в 1,47 МПа. Это позволяет заполнять бак СПГ с относительно низким давлением насыщения. Жидкость медленно поступает из основного бака в незаполненное пространство через небольшое отверстие в перемычке. Основной бак не заполняется полностью жидкостью, поскольку перенос тепла в жидкость повышает её давление насыщения и сокращает плотность. Во время заправки

частично заполненного баллона жидкость из незаполненного объёма выпускается через трубу, которая входит в этот отсек через отверстие в перемычке. Для завершения выпуска жидкости из незаполненного объёма применяется всасывание, поскольку сливная труба соединена с соплом Вентури линии заправки, что создаёт низкое давление во время заправки. Эта функция дренажа свободного пространства гарантирует достижение соответствующего объёма в нём во время заправки независимо от уровня жидкости в основном баллоне и свободном пространстве в начале заправки.

Уровень жидкости в баке СПГ измеряют емкостным датчиком 8. Сигнал от этого устройства обрабатывается в электронном блоке преобразования сигналов, расположенном внутри кожуха, и конвертируется в сигнал в 0,5...4,5 В до датчика уровня в салоне ТС. Электронный блок преобразования сигналов делает различные поправки, чтобы учесть сдвиги в калибровке и другие эффекты, например, электромагнитные помехи.

СПГ под высоким давлением идёт от испарителя насоса через фильтр в 0,3 микрон, расположенный в районе кожуха. Данный фильтр предупреждает попадание абразивных частиц в СПГ на пути к топливным инжекторам системы непосредственного впрыска при высоком давлении. В число других компонентов топливной системы СПГ входят контрольный клапан заправочной линии, жидкостный и паровой затворы, расположенные внутри кожуха, клапаны сброса давления.

Применение бортовой топливной системы СПГ с насосом является прогрессом. Система позволяет увеличить давление подачи до требуемых показателей, исходя из давления насыщения СПГ в баллоне ТС. При такой системе в баке заданного размера можно хранить большой объём топлива, а конструкция Крио-АГНКС значительно упрощается. Насосная система с предварительной подготовкой СПГ необходима для систем впрыска топлива во впускные каналы.

Преимуществом возможности хранить топливо под низким давлением является увеличение массового расхода топлива и более простое устройство Крио-АГНКС по сравнению с системами высокого давления.

Электронная система управления современного газового двигателя при работе на СПГ приведена на рис. 11.

Система управления транспортного газового двигателя включает: датчик температуры воздуха во впускном трубопроводе 16, педальный модуль 24, датчик углового положения коленчатого вала 27, датчик фазы 28, датчик температуры охлаждающей жидкости 14, электропривод 17 дроссельной заслонки 13, датчик давления воздуха во впускном коллекторе (40...250 кПа) 15, датчик температуры газа 7, датчик давления газа (40...400 кПа) 6, жгут проводов, электронный блок управления 21, электромагнитную газовую форсунку 4, катушки зажигания и высоковольтные провода 23 [4, 5].

Жгут проводов соединяет элементы системы управления с электронным блоком 21, шиной питания и шиной заземления. Применяемые электрические соединители обеспечивают надёжность соединений и их защиту от влияния внешних условий. Расположение жгута проводов на установках должно исключать опасность его перелома при вибрации или повреждения острыми или нагретыми частями.

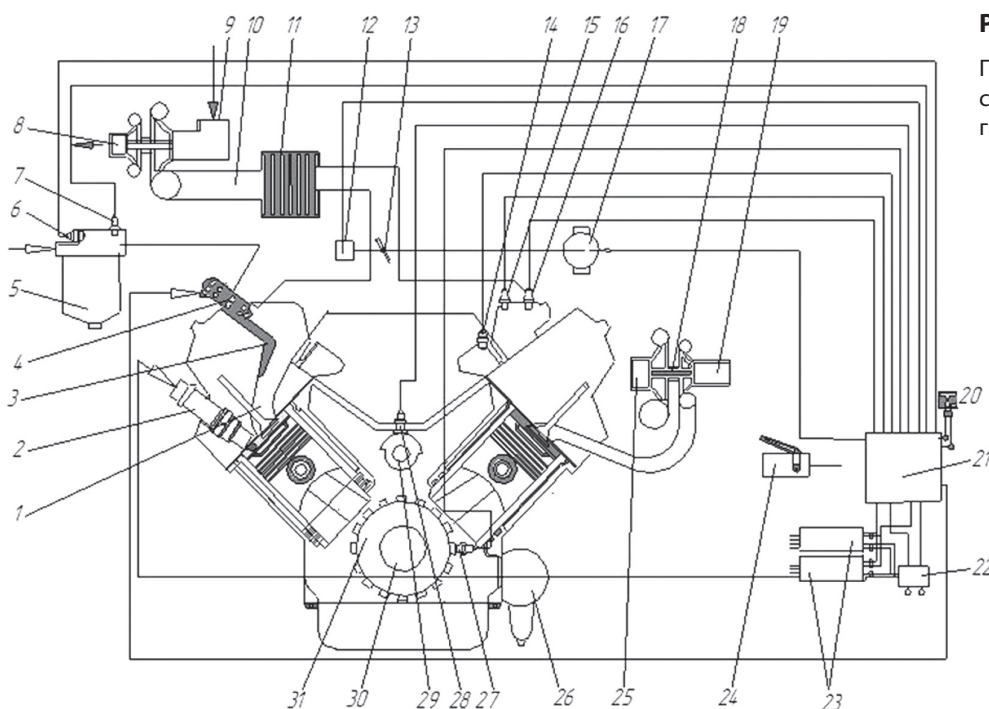


РИС. 11
Принципиальная схема системы управления газового двигателя

1 – впускной канал; 2 – свеча зажигания; 3 – хвостовик ЭМФ; 4 – ЭМФ; 5 – фильтр очистки газа; 6 – датчик давления газа; 7 – датчик температуры газа; 8 – турбокомпрессор; 9 – воздушный патрубок; 10 – воздушный канал; 11 – охладитель наддувочного воздуха; 12 – датчик углового положения дроссельной заслонки; 13 – дроссельная заслонка; 14 – датчик температуры ОЖ; 15 – датчик абсолютного давления на впуске; 16 – датчик температуры на впуске; 17 – электропривод дроссельной заслонки; 18 – турбокомпрессор; 19 – патрубок ОГ; 20 – диагностический разъём; 21 – ЭБУ газовым двигателем; 22 – питание 24 В; 23 – катушка зажигания; 24 – педальный модуль; 25 – патрубок; 26 – масляный фильтр; 27 – блок-датчик угловой скорости и положения КВ; 28 – датчик углового положения распредвала (фазы); 29 – колесо датчика фазы; 30 – коленчатый вал; 31 – зубчатый венец

Датчики системы управления обеспечивают получение информации, необходимой для выработки сигналов управления газовым двигателем. Электропривод 17 дроссельной заслонки 13 обеспечивает управление положением дроссельной заслонки по сигналам от электронной педали. Электромагнитный дозатор газа осуществляет фазированную подачу необходимого количества топлива по сигналам блока управления. Электромагнитная форсунка 4 осуществляет отключение подачи газа при выключении системы управления и аварийных ситуациях.

Датчики температуры полупроводникового типа и предназначены для определения температурного состояния систем двигателя (система охлаждения, система питания воздухом, система питания газом). Электронный блок по измеренным показателям температуры корректирует значения угла опережения зажигания, положения дросселя и топливоподачи. Датчик температуры охлаждающей жидкости установлен на корпусе термостатов двигателя, датчик температуры воздуха – на передней стенке впускного трубопровода, датчик температуры газа

– на корпусе газового фильтра с электромагнитным клапаном. Датчики подключаются к жгуту проводов посредством двухконтактного соединителя.

В системе управления применяют датчик давления газа в системе питания и датчик абсолютного давления газа во впускном трубопроводе. Первый установлен на корпусе фильтра очистки газа, второй – за дроссельным пространством впускного трубопровода. По измеренным значениям давлений блок управления определяет количество воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, и количество газа, необходимое для обеспечения режимов работы двигателя.

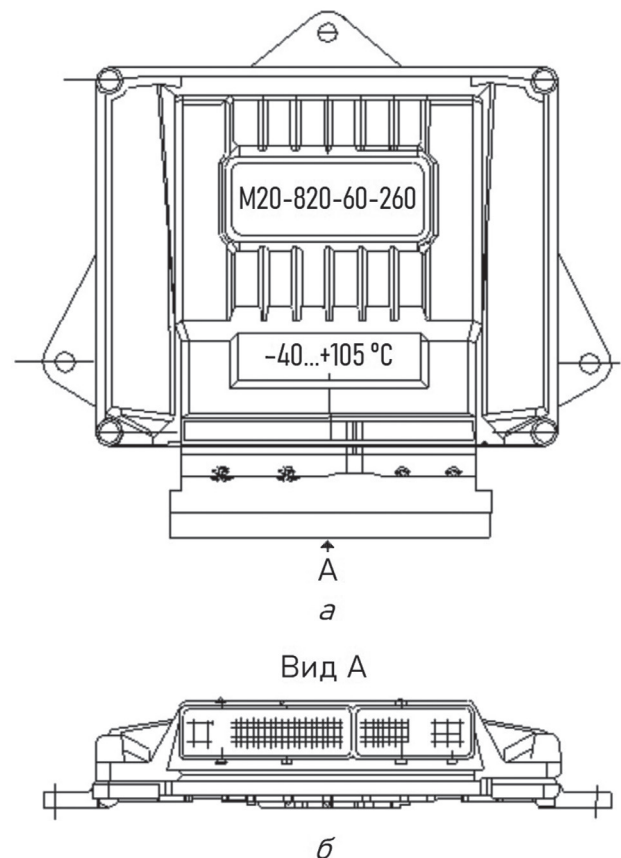
Датчик питается стабилизированным напряжением 5 В и имеет линейную характеристику зависимости выходного напряжения от величины измеряемого давления. Датчик подключается к жгуту проводов через трёхконтактную вилку.

Датчик положения коленчатого вала (ДПКВ) представляет собой катушку с магнитным сердечником. ДПКВ индуктивного типа и установлен на передней крышке двигателя. Для нормальной работы системы управления необходимо, чтобы зазор между датчиком и зубьями диска составлял 0,5...1,2 мм. Наличие посторонних частиц (загрязнения) в зазоре не допускается. Соединительный кабель датчика должен быть надёжно закреплён во избежание его повреждения вращающимися деталями двигателя. При неисправном датчике положения КВ и повреждениях соединительного жгута эксплуатация двигателя невозможна.

Внешний вид электронного блока управления М20 двигателем семейства КАМАЗ приведен на рис. 12.

РИС. 12

Внешний вид электронного блока управления двигателем М20:
а – общий вид;
б – вид А



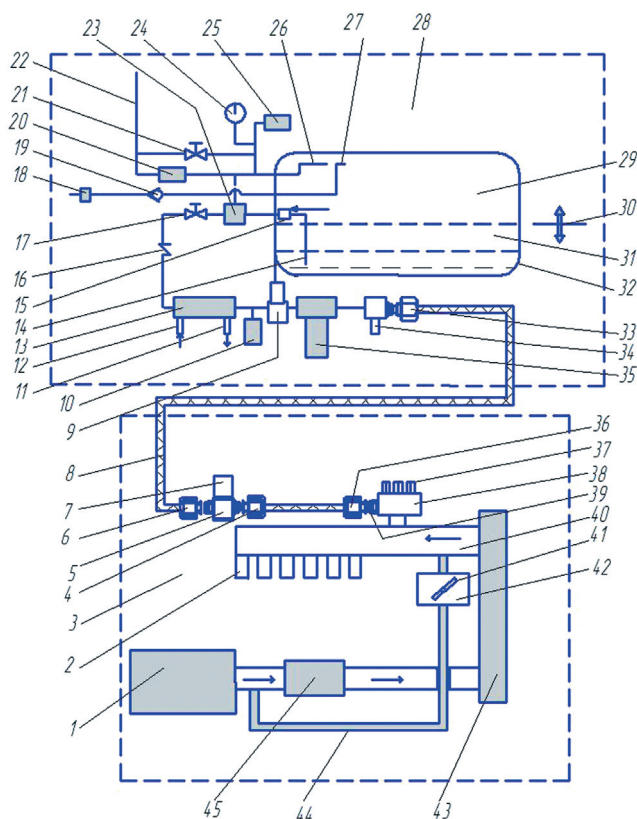


РИС. 13

Принципиальная
схема двухтопливной
системы СПГ

1 – воздушный фильтр; 2 – дозаторы газа; 3 – двигатель; 4, 6, 33, 36 – накидная гайка; 5, 9, 19 – обратный клапан; 7 – газовый фильтр; 8 – шланг низкого давления; 10 – перепускной клапан; 11 – штуцер отвода ОЖ; 12 – штуцер подвода ОЖ; 13 – испаритель газа; 14 – трубопровод подачи жидкой фазы; 15 – запорный клапан; 16 – перепускной клапан; 17, 21 – вентиль; 18 – заправочный клапан; 20 – основной перепускной клапан; 21 – отсечной клапан; 22 – вентиляционная трубка; 23 – экономайзер; 24 – манометр; 25 – дополнительный перепускной клапан; 26 – трубопровод отбора паровой фазы; 27 – наполнительный трубопровод жидкой фазы; 28 – система подачи СПГ; 29 – криогенный бак; 30 – указатель фазы; 31 – парообразная фаза; 32 – жидкая фаза; 34 – штуцер; 35 – дозатор; 37 – газовые форсунки; 38 – топливная рампа; 39 – топливный фильтр; 40, 44 – трубопровод; 41 – дроссельная заслонка; 42 – смесительная камера; 43 – промежуточный теплообменник; 45 – турбокомпрессор

Микропроцессорный блок управления М20 двигателем семейства КАМАЗ предназначен для выработки сигналов управления катушками зажигания, приводом дроссельной заслонки, электромагнитными дозаторами газа и электромагнитным клапаном высокого давления на основе информации, получаемой от датчиков ЭСУД, также он определяет неисправности в системе управления и предупреждает о них водителя включением диагностической лампы Check Engine («проверь двигатель») в комбинации приборов.

Принципиальная схема двухтопливной системы подачи СПГ [14, 15] фирмы Volvo приведена на рис. 13.

СПГ хранится в вакуумном изолированном резервуаре при температуре не выше $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$ под давлением $0,65\text{ МПа}$. Теплоизоляция обеспечивается вакуумом между двумя оболочками из нержавеющей стали.

СПГ в резервуаре всегда незначительно нагревается и испаряется, формируя паровой слой в резервуаре. При продолжении процесса испарения давление в резервуаре повышается, обеспечивая подачу газа в двигатель.

В штатном режиме работы давление паровой фазы поддерживают при помощи экономайзера, что обеспечивает подачу из резервуара как сжиженной, так и паровой фазы газа при давлении $0,72\text{ МПа}$ [2]. При давлении ниже $0,72\text{ МПа}$ используют только сжиженный газ, при этом в резервуаре сохраняется давление, достаточное для подачи горючего. Как только давление паров превысит $1,6\text{ МПа}$, часть паров горючего удаляется в атмосферу через первичный предохранительный клапан и вентиляционную трубку.

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

Затем давление газа снижается при помощи регулятора давления ($0,8\text{ МПа}$) и подаётся к отсечному клапану по трубопроводу из нержавеющей стали. Отсечной клапан открывается и подаёт газ на блок газовых форсунок через короткий шланг. Конечный фильтр расположен на конце короткого шланга в месте его соединения с блоком газовых форсунок. Отсечной клапан кратковременно открывается по команде ЭБУ в момент запуска двигателя, затем он снова открывается при переходе двигателя в режим работы на двойном топливе. Газ поступает в смесительный патрубок, а затем в смесительную камеру. В смесительной камере газ перемешивается с воздухом, а образовавшаяся смесь подаётся в цилиндры.

Газ поступает в смесительный патрубок, а затем в смесительную камеру. Запуск и прогрев двигателя осуществляются только в режиме работы на ДТ, а переход в режим работы на двойном топливе происходит только при достижении температуры охлаждающей жидкости $72\text{ }^{\circ}\text{C}$, после чего газовые форсунки прекращают работу.

Закон подачи запальной дозы топлива устанавливает общую закономерность и заключается в том, что впрыскивание запальной дозы следует производить ступенчато или применять предварительное её впрыскивание во время фазы задержки. В начале впрыскивания величина запальной дозы должна быть минимальной.

Вентиляционная труба обеспечивает удаление газа с помощью предохранительного клапана (давление $1,6\text{ МПа}$) или вентиляционного клапана с ручным управлением, если в баллоне СПГ не предусмотрено улавливание отходящих газа. Водоотделитель служит для удаления дождевой воды, попадающей через отверстие вентиляционной трубки.

Топливопровод, проходящий от баллона к электромагнитному клапану, защищён от повреждения с помощью перепускного клапана на давление $2,4\text{ МПа}$. СПГ под максимальным давлением до $0,3\text{ МПа}$ содержится в криогенном баллоне 29. Уровень 90 % заполнения баллона контролируется визуально по электронному манометру.

Давление в баллоне может контролироваться как электронным манометром, расположенным в кабине, так и механическим, размещённым на криогенном баллоне. Датчик электронного манометра 24 размещён также на криогенном баллоне.

Выход газа из баллона в систему питания осуществляется с помощью двух электромагнитных запорных клапанов жидкой 32 и паровой 31 фаз испарителя системы наддува. Давление в баллоне может устанавливаться в пределах от 0 до 0,3 МПа.

При хранении СПГ наблюдается естественный приток теплоты во внутренний сосуд, вследствие чего давление в нём повышается. С уменьшением количества СПГ в баллоне продолжительность бездренажного хранения (до начала выпуска газа) сокращается. Средняя масса газа, выпускаемого через предохранительный клапан криогенного баллона объёмом 150 л, составляет 80 г/ч.

Комплектуемое оборудование газового баллона включает заправочное устройство, датчик давления, клапан отключения подачи топлива с ручным управлением, вентиляционный клапан с ручным управлением, переливной клапан, основной предохранительный клапан, дополнительный предохранительный клапан, обратный клапан, регулятор давления топлива, передатчик давления газа в баллоне, дополнительный манометр, дополнительная вентиляционная трубка.

Газовый редуктор снижает давление газа для подачи в двухтопливную систему двигателя. Клапан баллона СПГ содержит узел клапанов, катушку соленоида, клапан на четверть баллона, плавкий предохранитель и разрывную мембрану.

Для компенсации охлаждающего эффекта расширяющегося газа регулятор должен получать тепловую энергию от охлаждающей жидкости двигателя.

Фильтр грубой очистки газа удаляет влагу и компрессорное масло из СПГ. Предохранительный клапан на 2,4 МПа устанавливают между испарителем и отсечным клапаном, стравливающим избыточное давление из системы.

В состав регулятора расхода топлива (РРТ) входят газовый редуктор ($p=0,8$ МПа) и фильтр грубой очистки. Предохранительный клапан, установленный на газовом редукторе, позволяет стравливать давление газа на случай замены фильтра. Соединения трубки выполнены с помощью обжимных соединений с двойным обжимным кольцом.

Каждый баллон оснащён электромагнитным клапаном, который открывается после запуска двигателя. Трубка соединяет ЭМК с заправочным разъёмом, датчиком давления и через фильтр грубой очистки с газовым редуктором.

Давление газа понижается до 0,8 МПа и подаётся на отсечной клапан СПГ. Отсечной клапан СПГ подаёт газ на блок газовых форсунок через короткий шланг. ОКПГ открывается по команде с ЭБУ при работающем двигателе, обеспечивая подачу газа. Конечный фильтр расположен на конце короткого шланга в месте его соединения с блоком газовых форсунок.

Скорость сгорания газового топлива и температура ОГ на 10 % меньше по сравнению с базовым топливом. Подобная особенность сопровождается снижением ударных нагрузок на поршневую группу,

коленчатый вал двигателя и способствует ровной и более мягкой работе двигателя, сопровождающейся снижением шума на 7...8 дБ(А).

Применение газодизельной аппаратуры обеспечивает снижение продуктов неполного сгорания СО и СН во всём диапазоне нагрузочной характеристики. Концентрация оксидов азота при смешанном регулировании возрастает, что связано с улучшением протекания процесса сгорания при коэффициентах избытка воздуха, близких к оптимальному. Массовые выбросы оксидов азота при ГД не увеличиваются из-за роста на больших нагрузках и снижении на малых.

При масштабном производстве СПГ удельные капитальные затраты ниже на 25...30 %, себестоимость производства на 40 %, а суммарные приведённые затраты (производство, доставка, распределение) для СПГ на 10...30 % меньше, чем на аналогичные системы для КПГ.

Система подачи СПГ содержит криогенный баллон, устройство наполнения, контроля и расхода газа. Баллон СПГ представляет собой криогенную ёмкость, предназначенную для хранения ПГ в жидком виде при температуре -130 °С и давлении 0,65 МПа. Теплоизоляция баллона обеспечивается путём создания вакуума между двумя его оболочками, выполненными из нержавеющей стали. СПГ в резервуаре всегда незначительно нагревается и испаряется, образуя в нём паровой слой. Продолжение процесса испарения сопровождается повышением давления в баллоне.

СПГ и его пары выходят из резервуара через клапан, ограничивающий расход через испаритель, использующий теплоту охлаждающей жидкости двигателя. Из испарителя газ проходит через блокирующий клапан LOV (открыт при включённом зажигании) и газовый фильтр.

В дальнейшем давление газа снижается при помощи регулятора давления (до 0,8 МПа) и подаётся по трубопроводу к отсечному клапану. Отсечной клапан ОКПГ, размещённый на лонжероне шасси автомобиля рядом с двигателем, открывается и подаёт газ на блок газовых форсунок через короткий шланг. Фильтр расположен на конце короткого шланга в месте его соединения с рампой 38 газовых форсунок. При давлении меньше 0,15 МПа электронный блок включает клапан жидкой фазы, а при давлении больше 0,18 МПа – клапан паровой фазы. Отбор газа (жидкой или паровой фазы) в систему питания автомобиля осуществляется через магистральный вентиль и штуцер. После испарения и нагревания в трубчатом испарителе газ по трубопроводу и гибкому шлангу поступает в подогреватель жидкостного типа, размещённый на двигателе.

Топливопровод, проходящий от баллона к электромагнитному клапану, защищён от повреждения с помощью перепускного клапана на давление 2,5 МПа. Клапан снижает давление, возникающее в топливопроводе в результате испарения сжиженного газа. В этом случае перекрыты ручной отсечной и электромагнитный клапаны.

Криогенные баки СПГ содержат экранно-вакуумную и вакуумно-порошковую теплоизоляцию, теплоизоляцию на базе вспененного пенополиуретана и комбинированную теплоизоляцию [2].

Принципиальная схема регулятора расхода СПГ приведена на рис. 14.

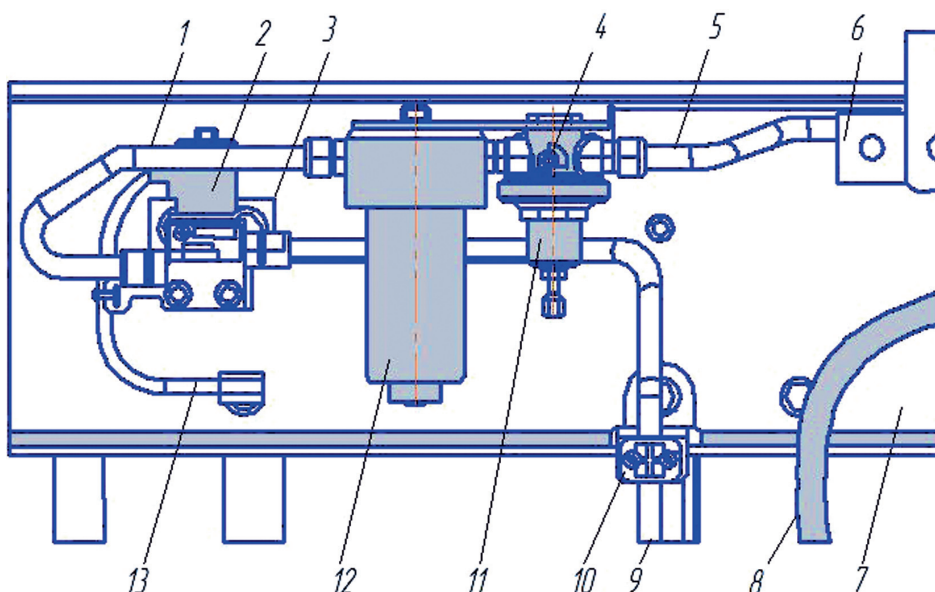


РИС. 14

Принципиальная схема регулятора расхода СПГ

1 – трубопровод низкого давления; 2 – электромагнитный клапан; 3 – отсечной клапан; 4 – предохранительный клапан; 5 – трубопровод от РРТ к двигателю; 6 – приемник; 7 – лонжерон; 8 – трубопровод подачи газа к ресиверу; 9 – трубопровод для заправки; 10 – крепление; 11 – газовый редуктор; 12 – фильтр грубой очистки; 13 – трубопровод

Регулятор расхода газа содержит газовый редуктор 11, фильтр грубой очистки 12, предохранительный клапан 4, электромагнитный клапан 2, сообщённый через трубопровод низкого давления 1 с фильтром 12. РВД обеспечивает снижение до 0,8 МПа. Предохранительный клапан позволяет снижать давление газа в РРТ на случай необходимости замены фильтра.

Регулятор расхода топлива включает газовый редуктор (номинальное давление 0,8 МПа), фильтр грубой очистки и предохранительный клапан, установленный на газовом редукторе и позволяющий стравливать давление газа. Соединения трубки выполнены с помощью обжимных соединений с двойным обжимным кольцом. Шланги подачи ОЖ на испаритель подключены к системе охлаждения двигателя и обеспечивают подачу ОЖ в испаритель. Функциональные компоненты баллона СПГ приведены на рис. 15.

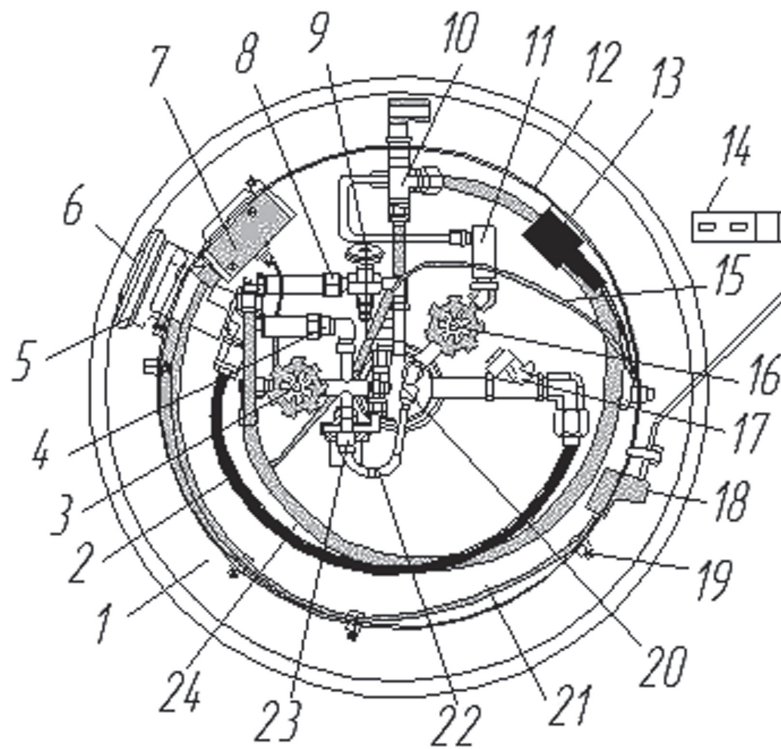
Заправочный разъём 5 обеспечивает подключение баллона к станции заправки СПГ. Он сообщён с обратным клапаном, установленным в заправочной трубке после заправочного разъёма, и служит для предотвращения обратного потока газа при поломке заправочного разъёма или ДТП.

При открытом лючке заправочного разъёма микровыключатель 7 заправочного разъёма активирует световой индикатор и зуммер, установленный в кабине. Подобное состояние блокирует стартёр. Предохранительное устройство предотвращает трогание автомобиля с места при подключении его к станции заправки СПГ.

Регулятор давления 23, получивший название экономайзер, обеспечивает давление 0,72 МПа. При превышении данного давления пар

РИС. 15

Функциональные
компоненты баллона СПГ



1 – днище баллона; 2 – трубопровод; 3 – вентиляционный клапан с ручным управлением; 4 – дополнительный предохранительный клапан; 5 – заправочный разъем; 6 – датчик давления; 7 – микро-выключатель заправочного устройства; 8 – основной перепускной клапан; 9 – дополнительный манометр; 10 – штуцер; 11 – переливной клапан; 12, 15 – электрическая цепь; 13 – датчик уровня топлива в баллоне; 14 – планка; 16 – клапан отключения подачи топлива с ручным управлением; 17 – обратный клапан; 18 – разъем клапана кабеля баллона в защитной оболочке; 19 – винт крепления; 20 – запорный клапан; 21, 22 – кабель; 23 – регулятор давления; 24 – пластмассовая вентиляционная трубка

поступает в топливопровод, снижая тем самым давление в баллоне. При падении давления ниже установленного клапан закрывается, а в трубопровод поступает только жидкое топливо.

Запорный клапан 20, рассчитанный на давление 0,015 МПа, расположен на линии отбора жидкости в горловине баллона. Он обеспечивает перепад давления между линиями отбора жидкости и пара при открытом экономайзере.

Вентиляционный клапан с ручным управлением 3 позволяет вручную стравливать давление из баллона. На клапане есть формуляр с надписью VENT (вентиляция).

Клапан отключения подачи топлива с ручным управлением 16 путём вращения против часовой стрелки полностью открыт для подачи газа из баллона СПГ. При вращении по часовой стрелке клапан полностью закрыт, обеспечивая прекращение подачи газа из баллона. Основной перепускной клапан 8 необходим в случае превышения установленного давления в баллоне СПГ (1,6 МПа).

Дополнительный предохранительный клапан 4 рассчитан на давление 2,4 МПа для данного баллона. Клапан предназначен для защиты

баллона от повреждения при выходе из строя основного перепускного клапана, ограничивающего давление до 1,6 МПа.

Переливной клапан 11 предотвращает потери содержимого баллона в результате повреждения трубки. Датчик давления показывает давление пара внутри баллона СПГ. Датчик получает сигнал и направляет его на указатель уровня топлива, расположенный в кабине. Дополнительный манометр 9, установленный на баллоне, показывает давление в нём газа. Датчик уровня СПГ 13 в баллоне установлен внутри баллона, поэтому не может быть отремонтирован или заменён. Датчик получает сигнал и направляет его на указатель уровня топлива, расположенный в кабине.

Дополнительный манометр 9 давления также установлен на баллоне. Разъём кабеля баллона 18 в защитной оболочке служит для соединения передатчика уровня топлива в баке и микропереключателя лючка с электрическим проходным разъёмом на защитной оболочке, к которому подключён соединительный канал.

Пластмассовая вентиляционная трубка 24 соединяется с дополнительным перепускным клапаном.

Внешний корпус изготавливается из алюминия или углеродистой стали. Вместимость баллона 160 л, масса пустого баллона составляет 75 кг. Рабочая температура во внутреннем сосуде составляет $-161\text{ }^{\circ}\text{C}$ (111 К), а давление 0,15 МПа. Теплоизоляция внутреннего сосуда выполнена слоисто-вакуумной.

Для поддержания в баллоне необходимого давления из внутреннего сосуда выведен испаритель, закрытый кожухом. Электромагнитный запорный клапан выполнен нормально закрытым и служит для дистанционного управления подачей сжиженного метана.

Электромагнитный переключающий клапан имеет запорный элемент с притёртой тарелкой, выполненной из коррозионностойкой стали.

Внутренний сосуд и корпус выполнены сварными из листового алюминиевого сплава и представляют собой ёмкости цилиндрической формы со сферическими днищами. Для поддержания требуемого вакуума на наружную поверхность внутреннего сосуда намотана угольная адсорбирующая ткань, образующая слоистую изоляцию.

На крышку баллона выведены заправочный, дренажный патрубки и патрубков выдачи газового топлива, на которые устанавливаются соответственно обратный клапан и клапаны электромагнитные. В средней части внутреннего сосуда баллона расположен датчик уровня емкостного типа, представляющий собой две коаксиально расположенные трубы.

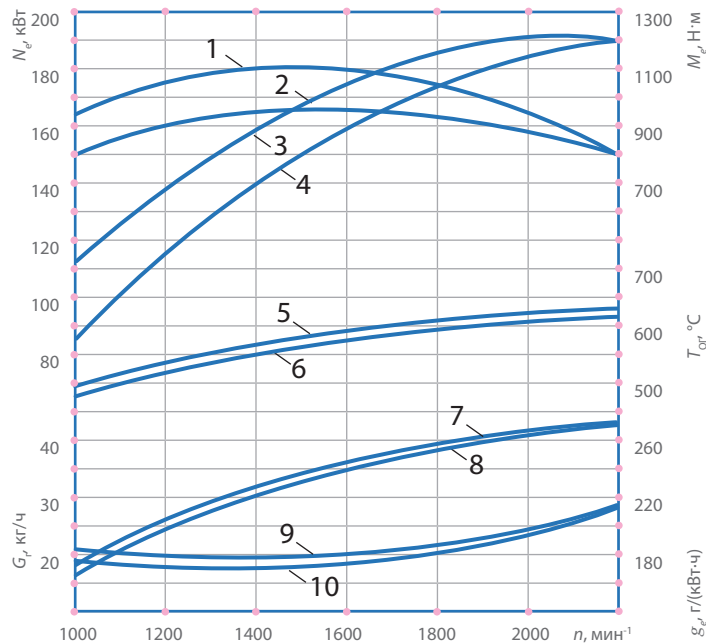
Автоматический переключатель фаз газового топлива имеет сильфонный привод. Через штуцеры автоматический переключатель соединён с газовой и жидкой фазами топлива. Если давление в баллоне менее 0,14...0,17 МПа, то усилие пружины достаточно для удержания клапана в закрытом положении, и в испаритель наддува поступает газ в жидкой фазе. При давлении больше 0,17 МПа усилие пружины сильфона недостаточно для закрытия клапана, и в систему начинает поступать газ.

Конструктивное выполнение функциональных элементов газовой аппаратуры СПГ отличается значительным разнообразием, что представляет больше возможностей для организации их эффективной эксплуатации.

РИС. 16

Внешняя скоростная характеристика двигателя 8VЧ (12/13) с принудительным воспламенением при работе на КПГ

Внешняя скоростная характеристика двигателя 8VЧ (12/13) с принудительным воспламенением при работе на СПГ приведена на рис. 16.



Двигатель КАМАЗ-820.60-260 (автомобиль КАМАЗ-65115): 1 – крутящий момент, M_e , Н·м; 3 – мощность двигателя, N_e , кВт; 5 – температура ОГ, °C; 7 – расход газа G_r , кг/ч; 9 – удельный эффективный расход топлива g_e , г/(кВт·ч); двигатель КАМАЗ-820.61-260 (автобус НЕФАЗ-5299): 2 – крутящий момент M_e , Н·м; 4 – мощность двигателя N_e , кВт; 6 – температура ОГ, °C; 8 – расход газа G_r , кг/ч; 10 – удельный эффективный расход топлива g_e , г/(кВт·ч)

Газовый двигатель 8VЧ (12/13) содержит систему подачи воздуха, газового топлива, устройство рециркуляции ОГ и электронную систему управления.

Значительная часть испытания проведена по методике РД 37.001.109–89 на автополигоне НИЦИАТМ ФГУП «НАМИ». В процессе проведения лабораторно-дорожных испытаний расход топлива измерялся с помощью расходомера модели F-116AI-ABD-44-V фирмы Bronkhost (Германия).

По данным ОАО «КАМАЗ», удельные расходы топлива автомобилей КАМАЗ -6520-38, КАМАЗ-65118-37 и КАМАЗ-65117-32 на перевозку 1 т груза на расстояние 100 км составил соответственно 4,88 л/100 км (1,85 кг/100 км), 5,83 л/100 км (2,21 кг/100 км), 4,98 л/100 км (1,88 кг/100 км). Приведённые результаты удельных расходов топлива являются объективными показателями для нормирования СПГ.

Дорожная экономическая характеристика автомобиля КАМАЗ-6520-38 при работе на СПГ приведена на рис. 17.

Измерение расхода СПГ проводилось в газовом состоянии топлива. Перерасчёт расхода топлива из газового состояния ($m^3/100$ км) в жидкое состояние (л/100 км) производилось по формуле

$$Q_{ж} = (\rho_{г} \cdot Q_{г}) / \rho_{ж}, \tag{10}$$

где $Q_{ж}$ – расход топлива в жидком состоянии, л/100 км; $Q_{г}$ – расход

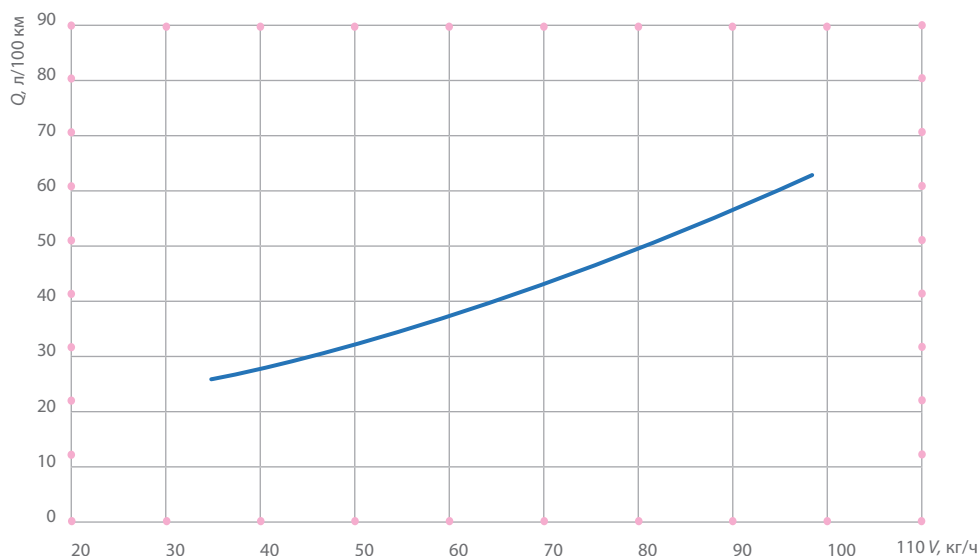


РИС. 17

Дорожная экономическая характеристика автомобиля КАМАЗ-6520-38 при работе на СПГ

топлива в газообразном состоянии, $\text{м}^3/100 \text{ км}$; $\rho_{\text{г}}$ – плотность метана при стандартных условиях по ГОСТ 30319.1–96 (0,66), $\text{кг}/\text{м}^3$; $\rho_{\text{ж}}$ – плотность метана в жидком состоянии по ТУ 51-03-03–85 (0,43 $\text{кг}/\text{л}$). $Q_{\text{ж}} = 1,54 \cdot Q_{\text{г}}$.

Результаты испытаний топливной экономичности автомобиля КАМАЗ-6520-38 при работе на СПГ приведены в табл. 2.

Скорость движения, км/ч	Расход топлива		Требования ТУ	
	л/100 км	$\text{м}^3/100 \text{ км}$	л/100 км	$\text{м}^3/100 \text{ км}$
40,0	42,8	27,6	–	–
50,0	54,0	34,8	–	–
60,0	68,2	41,3	71,0, не более	43,0, не более
70,0	73,5	47,4	–	–
80,0	86,0	52,0	86,0, не более	52,0, не более
90,0	89,8	57,9	–	–

ТАБЛИЦА 2

Показатели топливной экономичности автомобиля КАМАЗ-6520-38 при работе на СПГ

Расход топлива в городском и магистральном цикле газобаллонных автомобилей приведён в табл. 3.

Модель НТС	Цикл на дороге	Тип испытаний		
		Расход топлива		Средняя скорость, км/ч
		л/100 км	$\text{м}^3/100 \text{ км}$	
ЗИЛ-138П	Городской	44	27,9 кг	38,1
	Магистральный	48	42,5 кг	58,1
КАМАЗ-65117-32	Городской	83,6	54,3	33,5
	Магистральный	69,1	37,7	60,9
КАМАЗ-65115-37	Городской	83,6	54,2	32,6
	Магистральный	69,1	37,7	56,9
КАМАЗ-6520-38	Городской	108,6	70,5	31,2
	Магистральный	83,6	54,2	57,6

ТАБЛИЦА 3

Расход топлива в городском и магистральном цикле газобаллонных автомобилей

Средний эксплуатационный расход СПГ газобаллонными автомобилями приведён в табл. 4

ТАБЛИЦА 4

Средний эксплуатационный расход СПГ газобаллонными автомобилями

Модель	Расход топлива		Средняя скорость, км/ч
	л/100 км	кг/100 км	
ЗИЛ-138П	56,6	22,6	52
КАМАЗ-65117-32	74,2	28,2	53
КАМАЗ-65115-37	87,3	33,2	55
КАМАЗ-6520-38	97,6	37,1	58

Пробег на одной заправке (запас хода) автомобилей КАМАЗ-6520-38 (самосвал), КАМАЗ-65115-37 (самосвал) и автомобиля КАМАЗ-65117-32 (бортовой тягач) по контрольному расходу топлива при скорости 60 км/ч представлен в табл. 5.

ТАБЛИЦА 5

Пробег автомобиля на одной заправке СПГ

Модель автомобиля	Пробег км
ЗИЛ-Э138П	330
КАМАЗ-65117-32	611
КАМАЗ-65115-37	711
КАМАЗ-6520-38	631

Пробег на одной заправке газобаллонных автомобилей при работе на СПГ по сравнению с базовыми автомобилями, использующими в качестве моторного топлива КПГ, увеличился в 1,5 раза. Средняя эксплуатационная скорость автомобилей находится на одном уровне и составляет 55...58 км/ч.

Испытания по преодолению максимального подъёма показали, что автомобили КАМАЗ полной массой преодолевают подъём 30 % (ТУ 25 %) на первой низшей передаче в коробке передач при оборотах коленчатого вала 2200 мин⁻¹. Величина предельных углов преодолеваемых максимальных подъёмов одиночными автомобилями и автопоездами при работе на газовой аппаратуре нового поколения уменьшается на 30...40 %.

Управляемость, устойчивость, маневренность и плавность хода, а также удобство и лёгкость управления автомобилями КАМАЗ по субъективной оценке водителей в процессе эксплуатационных испытаний на дорогах общего пользования с твёрдым покрытием и грунтовых укатанных дорогах оцениваются как удовлетворительные. Автомобили преодолели с места 40%-й подъём на первой передаче с режима повышенной частоты вращения (3000 мин⁻¹) в момент включения сцепления.

Анализ температурных и концентрационных пределов позволяет обоснованно преодолевать психологический барьер. Концентрационные пределы характеризуются коэффициентом риска ($P_{пр}$) применения газового топлива. Величина пожарного риска может быть представлена зависимостью

$$P_{пр} = (K_{вкп} - K_{нкп}) / K_{нкп}, \quad (11)$$

где $K_{вкп}$, $K_{нкп}$ – верхний и нижний концентрационные пределы воспламенения газозвоздушной смеси, %.

Концентрационный предел характеризует численное значение риска. Чем выше значение, тем выше степень риска. В диапазоне, ограниченном верхним и нижним пределами, газовая смесь сгорает. Анализ показывает и практика подтверждает, что при соблюдении регламента применения СПГ газовое топливо более безопасно по отношению к базовым моторным энергоносителям.

Говоря об этом перспективном топливе, нельзя не отметить его высокие экологические показатели [16]. Результаты оценки выбросов вредных веществ автомобиля семейства КАМАЗ при работе на СПГ приведены на рис. 18.

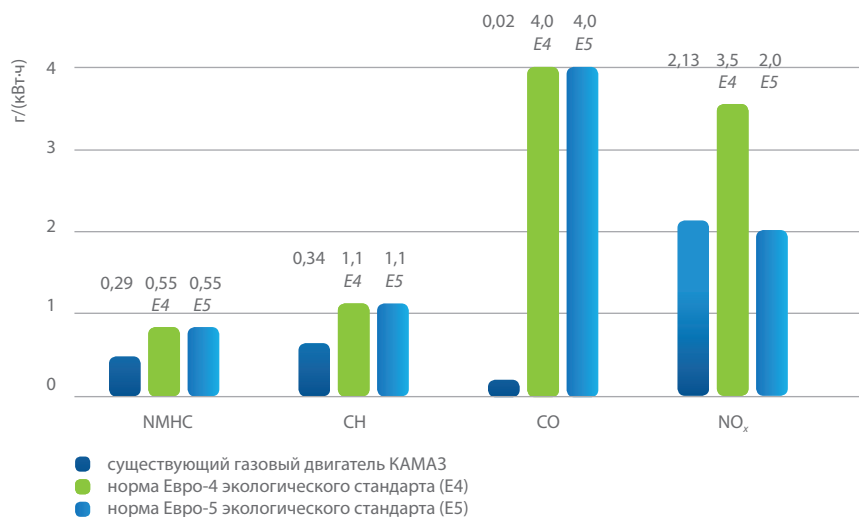


РИС. 18

Результаты оценки выбросов ВВ автомобиля КАМАЗ при работе на СПГ. Экологическая эффективность СПГ обусловлена свойствами газового топлива

Энергетическая безопасность страны остается приоритетной проблемой национальной экономики. Применение СПГ в качестве моторного топлива обеспечивает решение энергетических проблем автомобильного транспорта как на ближайшую перспективу, так и на отдаленное будущее. Необходимо преодолевать психологический барьер в отношении безопасной эксплуатации ТС на СПГ. Отечественной промышленностью созданы конструкции современных транспортных средств для работы на СПГ. Это топливо должно стать основополагающим при проектировании новой техники.

Использованные источники

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

Численное моделирование теплового режима металлокомпозитного шарового баллона при заполнении водородом

В.С. Зарубин,

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

Я.Г. Осадчий,

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

Представлена математическая модель тепловых процессов при заполнении газообразным водородом шарового баллона. Построена аппроксимация уравнения состояния нормального водорода, обеспечивающая связь термодинамических параметров газа и его теплофизических характеристик в широком диапазоне изменения давления, плотности и температуры газа. Оболочка баллона включает тонкостенный лейнер из алюминиевого сплава и армирующий слой из высокопрочного композиционного материала. Количественным анализом модели получены зависимости от времени параметров температурного состояния баллона в процессе его заполнения. Проведён сравнительный анализ влияния определяющих параметров на достижимую степень заполнения баллона.

Введение

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

математическая модель тепловых процессов, аппроксимация уравнения состояния нормального водорода, композитная оболочка шарового баллона.

Известно, что водород является экологически чистым энергоносителем, использование которого в энергетических установках не приводит к вредным выбросам в атмосферу. В связи с этим перспективным является применение водорода в качестве энергоносителя на транспорте, в том числе в автомобилях с электрическими двигателями.

При использовании газообразного водорода возникает проблема создания значительной по массе и объёму ёмкости для водорода с приемлемым отношением его массы к массе конструкции сосуда (так называемая гравиметрическая ёмкость [1]). В настоящее время принято считать оправданным минимальное значение этого соотношения, равное 0,055. Существуют различные способы хранения водорода, обеспечивающие выполнение такого условия [2-5]. Большинство этих способов связано с созданием устройств, требующих значительного времени для заполнения водородом и ещё большего времени для его извлечения. Например, при использовании двухступенчатого металлгидридного компрессора для повышения давления водорода от 0,4 до 16 МПа требуется несколько десятков минут [6]. В случае применения таких устройств на транспорте критичным может оказаться значительный период времени заполнения водородом по сравнению с использованием баллонов высокого давления.

Цилиндрические водородные баллоны с рабочим давлением 35 и 70 МПа с композитными оболочками, армированными углеродным волокном, сертифицированы в соответствии с европейским стандартом ISO 11439 и стандартом NGV-2 (США) [5]. Наличие у японского серийного автомобиля Toyota Mirai 2014 двух баллонов общим объёмом 0,1224 м³ позволяет иметь запас в 4,8 кг водорода, что предположительно обеспечивает пробег 650 км на одной заправке [7]. Добавление третьего баллона в модификации Toyota Mirai II увеличило запас водорода до 6 кг и прогнозируемый пробег до 845 км по циклу NEDC (Новый европейский цикл вождения) [8].

Однако при заполнении таких баллонов в их полости происходит значительный рост температуры водорода [9, 10]. Следует отметить, что аналогичный процесс характерен и для баллонов, заполняемых метаном [11, 12]. В процессе заправки при достижении предельного значения рабочего давления это приводит к сокращению массы газа в баллоне по сравнению с расчётной и, как следствие, к уменьшению реального пробега автомобиля по отношению к прогнозируемому.

В данной работе на примере процесса заполнения водородом баллона типа 3 шаровой формы (форма выбрана с целью сокращения количества задаваемых исходных параметров) построена математическая модель, позволяющая получить количественные оценки степени заполнения при различных сочетаниях определяющих параметров.

Термодинамические и теплофизические свойства водорода

Молекулы водорода могут существовать в двух аллотропических модификациях [13]: ортоводорода и параводорода. Отличие этих модификаций состоит в различной ориентации векторов полного момента количества движения ядер (ядерные спины) двух атомов водорода, образующих молекулу. В первом случае эти векторы направлены одинаково, а во втором имеют противоположные направления, что приводит к некоторым различиям термодинамических и теплофизических свойств этих модификаций. При температуре выше 200 К в газообразном водороде в условиях термодинамического равновесия примерно 3/4 ортоводорода и 1/4 параводорода [14]. При таком составе принято говорить о нормальном водороде или просто о водороде. Применительно к такому водороду рассмотрим термодинамические и теплофизические свойства, необходимые для количественного анализа процесса заполнения им баллона высокого давления.

Располагая уравнением состояния водорода, его давление $p(t)$ в баллоне в текущий момент времени t можно однозначно представить функцией текущих значений температуры $T(t)$ и плотности $\rho(t)$. При близкой к комнатной температуре (≈ 293 К) и близком к атмосферному давлению (примерно 0,1 МПа) для водорода справедливо уравнение состояния совершенного газа (уравнение Клапейрона – Менделеева) $p = \rho RT$, где R – газовая постоянная (для водорода $R \approx 4124,2$ Дж/(кг·К) [14]). Однако с повышением давления использование этого уравнения для водорода приводит к существенной погрешности.

Уточнённое уравнение состояния для водорода можно представить в виде

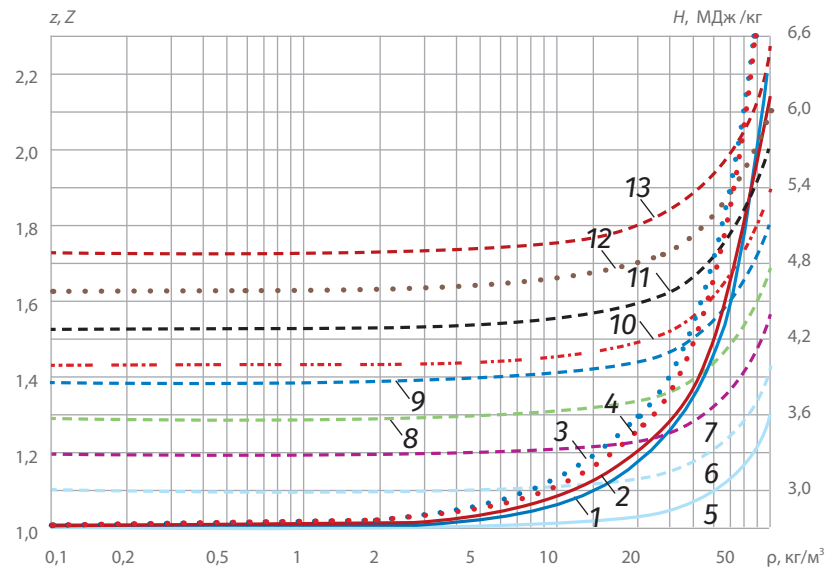
$$p = z(\rho, T)\rho RT,$$

где $z(\rho, T)$ – коэффициент сжимаемости.

Известные данные о термодинамических свойствах водорода [15, 16] позволяют установить, что этот коэффициент при слабой зависимости от температуры существенно возрастает с увеличением плотности в предполагаемом интервале её изменения при заполнении баллона высокого давления (рис. 1, позиции 1, 2).

РИС. 1

Зависимости коэффициента сжимаемости и энтальпии водорода от плотности при различных значениях температуры:
 для z : 1 – 213 К, 2 – 363 К;
 для Z : 3 – 213 К, 4 – 363 К;
 для H : 5 – 213 К, 6 – 233 К,
 7 – 253 К, 8 – 273 К,
 9 – 293 К, 10 – 303 К,
 11 – 323 К, 12 – 343 К,
 13 – 363 К



Следует отметить, что использованное в работе [17] для водорода известное уравнение Редлиха – Квонга состояния реального газа [14]

$$p = \rho RT / (1 - b\rho) - a\rho^2 / \sqrt{(1 + b\rho)^2 T},$$

где $a = 0,08664(R^2/p_c)\sqrt{T_c^5}$ и $b = 0,4275RT_c/p_c$ (индексом «с» отмечены параметры газа в критической точке, для нормального водорода $T_c = 33,18$ К, $p_c = 1,298$ МПа), приводит к соотношению для коэффициента сжимаемости в виде

$$Z(\rho, T) \approx 1 / (1 - b\rho)^2 T + 35523\rho / \sqrt{(1 + b\rho)^2 R^2 T^3}.$$

Результаты расчёта по этой зависимости близки к соответствующим значениям $z(\rho, T)$ при $\rho < 10$ кг/м³ (см. рис. 1, позиции 3, 4), но с возрастанием плотности водорода эта зависимость приводит к завышенным результатам.

В баллон по мере его заполнения водородом поступает в единицу времени энергия

$$(H'(\rho, T) + w^2/2)\dot{m}(t),$$

где $H'(\rho, T)$ – энтальпия единицы массы водорода, зависящая от его плотности и температуры перед поступлением в баллон; w – скорость потока водорода при входе в баллон; $\dot{m}(t)$ – масса водорода, поступающая в баллон в единицу времени. Часть этой энергии воспринимает

конструкция баллона, а оставшаяся часть вызывает повышение внутренней энергии массы $m(t)$ водорода в баллоне. Внутреннюю энергию U единицы массы водорода можно представить в виде [18]

$$U = H - p/\rho = H(\rho, T) - z(\rho, T)RT, \quad (1)$$

где $H(\rho, T)$ – энтальпия водорода при текущих значениях его плотности и температуры в баллоне.

Зависимость энтальпии от плотности при различных значениях температуры представлена на рис. 1 (позиции 5-13).

Математическая модель заполнения баллона

Рассмотрим вариант заполнения баллона водородом из диспенсера заправочной колонки с заданной по времени t программой секундного массового расхода $\dot{m}(t)$. Условие сохранения массы водорода в баллоне можно представить в виде

$$m(t) = m_0 + \int_0^t \dot{m}(\tau) d\tau. \quad (2)$$

Здесь $m(t)$ и m_0 – масса водорода в текущий и начальный моменты времени. Для текущего значения плотности водорода в баллоне запишем $\rho(t) = m(t)/V$, а температурное состояние водорода в баллоне определим зависимостью от времени средней по объёму температурой $T(t)$.

Значение H_0 энтальпии водорода в диспенсере примем фиксированным, а термодинамический процесс течения водорода от диспенсера до баллона – изоэнтропным. Тогда из баланса энергии в баллоне следует равенство [9]

$$H_0 \dot{m} = V \frac{d(\rho U)}{dt} + Q, \quad (3)$$

где V – вместимость баллона, принимаемая фиксированной в силу её малого изменения при деформировании оболочки баллона по мере повышения давления при заполнении; Q – тепловой поток, передаваемый от водорода к внутренней поверхности оболочки баллона.

Первое слагаемое в правой части равенства (3) с учётом соотношения (1) представим в виде

$$V \frac{d(\rho U)}{dt} = V \frac{d(\rho H)}{dt} - V \frac{dp}{dt} = (H + \rho \frac{\partial H}{\partial \rho}) \dot{m} + m c_p \frac{dT}{dt} - V \frac{d(z\rho RT)}{dt}, \quad (4)$$

где $c_p = \partial H / \partial T$ – удельная массовая теплоёмкость водорода при постоянном давлении. В свою очередь для последнего слагаемого в правой части равенства (4) справедливо

$$V \frac{d(z\rho RT)}{dt} = (\frac{\partial z}{\partial \rho} \dot{m} + V \frac{\partial z}{\partial T} \frac{dT}{dt}) \rho RT + zRT \dot{m} + z m R \frac{dT}{dt}. \quad (5)$$

Интенсивность конвективного теплообмена водорода с оболочкой определим средним по её внутренней поверхности коэффициентом теплоотдачи α , что позволяет записать следующее:

$$Q = \alpha (T - T_*) S_*, \quad (6)$$

где T_* – средняя по внутренней поверхности оболочки температура; S_* – площадь этой поверхности.

Из соотношений (3)...(6) следует обыкновенное дифференциальное уравнение

$$m(c_p - zR - RT \frac{\partial z}{\partial T}) \frac{dT}{dt} = (H_0 - H - \rho \frac{\partial H}{\partial \rho} + zRT + \rho RT \frac{\partial z}{\partial \rho}) \dot{m} - \alpha(T - T_*), \quad (7)$$

первого порядка относительно температуры водорода в баллоне.

Для металлокомпозитного баллона типа 3 в силу высокого значения отношения λ_*/λ_a коэффициентов теплопроводности металлического лайнера и армирующего материала температуру лайнера допустимо принять однородной по его толщине h_* . Тогда температурное состояние шарового армирующего слоя толщиной h_a будет описывать функция $T_a(r, t)$, зависящая от радиальной координаты r и удовлетворяющая одномерному дифференциальному уравнению нестационарной теплопроводности [19]

$$c_a \rho_a \frac{\partial T_a(r, t)}{\partial t} = \frac{\lambda_a}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 \frac{\partial T_a(r, t)}{\partial r}), \quad (8)$$

где c_a – удельная массовая теплоёмкость материала этого армирующего слоя.

Решение уравнения (8) должно удовлетворять граничным условиям

$$\lambda_a \frac{\partial T_a}{\partial r} |_{r=r_*+h_*} + \frac{\alpha(T-T_*)}{(1+h_*/r_*)^2} = c_* \rho_* \frac{dT_*}{dt} (\frac{r_*+h_*/2}{r_*+h_*})^2, \lambda_a \frac{\partial T_a}{\partial r} |_{r=r'} = \alpha_a (T_0 - T_a). \quad (9)$$

Здесь $r' = r_* + h_* + h_a$ и α_a – коэффициент теплоотдачи на внешней поверхности армирующего слоя.

Уравнения (2), (7), (8) и граничные условия (9) входят в математическую модель температурного состояния баллона в процессе его заполнения.

Количественный анализ модели

Рассмотрим шаровой баллон вместимостью $V=0,05 \text{ м}^3$ с внутренней сферической поверхностью радиусом $r_* = 0,229 \text{ м}$ и площадью поверхности $S_* \approx 0,659 \text{ м}^2$. Объём полости баллона $0,0503 \text{ м}^3$ несколько превышает вместимость в силу необходимости размещения датчиков для измерения давления и температуры водорода в сосуде [17]. При рабочем внутреннем давлении 70 МПа и температуре 293 К плотность водорода, согласно его уравнению состояния, равна примерно $39,71 \text{ кг/м}^3$. При этих условиях баллон может содержать $m_* \approx 1,985 \text{ кг}$ водорода.

Из условия безопасности эксплуатации баллона его оболочка должна выдерживать существенно более высокое давление по сравнению с рабочим. Согласно требованиям Европейского интегрированного водородного проекта (ЕИНР), коэффициент безопасности для композитных баллонов с внутренним давлением 70 МПа равен 2,35 [5]. Отечественные требования безопасности ещё более жёсткие и предусматривают возможность разрушения оболочки баллона типа 3 при давлении, превышающем рабочее в 2,6 раза, а оболочки композитного баллона с полимерным лайнером (тип 4) – в 3 раза [20].

Лейнер рассматриваемого баллона выберем из алюминиевого

сплава АМгб, имеющего в исходном состоянии при температуре 293 К предел прочности 360 МПа, предел текучести 180 МПа и удлинение при разрыве 0,24 [21]. В среде водорода при давлении 20 МПа и температуре 373 К эти характеристики принимают значения соответственно 325 МПа, 136 МПа и 0,25 [22].

В качестве армирующего материала примем комбинированный микропластик из нитей Русар-С и Русар-НТ, комбинация которых в кольцевом образце с эпоксидным связующим позволяет достигнуть предела прочности 2,8 ГПа [23]. При намотке микропластика на сферическую поверхность по схеме изотензоида [24] и толщине лайнера $h_* = 0,002$ м толщина армирующего слоя для обеспечения требований безопасности должна составить $h_a = 0,014$ м. Плотность сплава АМгб $\rho_* = 2640$ кг/м³ и масса лайнера 3,51 кг, а плотность материала армирующего слоя $\rho_a = 1340$ кг/м³ и масса этого слоя 13,36 кг, то есть отношение массы водорода в баллоне к массе оболочки равно 0,118. Ясно, что гравиметрическая ёмкость в данном случае будет несколько меньше, чем 0,118, поскольку необходимо учесть массы штуцера, вентиля и других элементов, входящих в комплектацию баллона.

Расчёт температурного состояния баллона при его заполнении проведём при начальном значении массы водорода $m_0 = 0,005$ кг и его начальной температуре $T_0 = 293$ К, совпадающей с постоянной температурой внешней среды и начальной температурой оболочки баллона. Коэффициент теплоотдачи α в полости баллона при его заполнении изменяется в промежутке $10^2 \dots 10^3$ Вт/(м²К) [25-27], а в случае заполнения баллона в пределах одной минуты с расходом 0,01 кг/с достигает значения 5500 Вт/(м² К) [17]. При отсутствии принудительного обдува внешней поверхности баллона фактором, определяющим сравнительно малую интенсивность теплообмена на этой поверхности, является естественная конвекция [19]. Коэффициент теплоотдачи на этой поверхности примем равным 2 Вт/(м² К).

Обществом автомобильных инженеров (SAE International) разработана серия стандартов, определяющих условия заправки водородом автомобильных баллонов. С целью снижения нагрева водорода при заполнении баллона до давления 70 МПа стандартом SAE J2601 предусмотрено предварительное охлаждение водорода до температуры 233 К [28].

На рис. 2 приведены результаты расчётов заполнения баллона при постоянных значениях $\dot{m} = 0,004$ кг/с расхода водорода и его энтальпии $H_0 = 3415,5$ кДж/кг, соответствующей температуре 233 К, плотности 47 кг/м³ и давлению 71,5 МПа. Время заполнения определяется достижением в баллоне давления 70 МПа. В расчётах приняты значения $c_* = 922$ Дж/(кг·К), $c_a = 2000$ Дж/(кг·К), $\lambda_a = 0,2$ Вт/(м·К), $\alpha = 1000$ Вт/(м² К), $\alpha_a = 2$ Вт/(м² К).

Поскольку температура лайнера на рис. 2 практически совпадает с температурой водорода, первое граничное условие (9) заменим равенством $T_a(r_* + h_*, t) = T(t)$. На рис. 3 для сравнения представлены результаты вычислений с заменённым граничным условием, которое использовано и в последующих вариантах расчётов.

Увеличение \dot{m} приводит к сокращению времени t^* заполнения баллона, возрастанию конечной температуры T^* водорода и уменьшению

РИС. 2

Зависимости от времени основных характеристик процесса заполнения баллона водородом:
 1 – температура водорода;
 2 – средняя температура армирующего слоя;
 3 – температура внешней поверхности армирующего слоя;
 4 – давление водорода в баллоне; 5 – масса водорода в баллоне;
 6 – температура лейнера

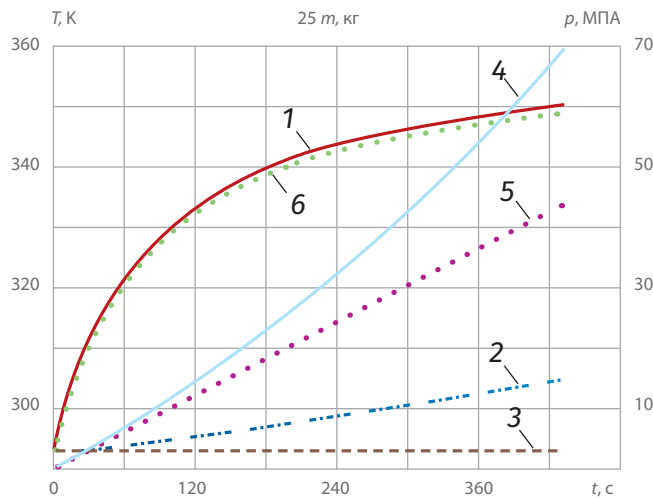
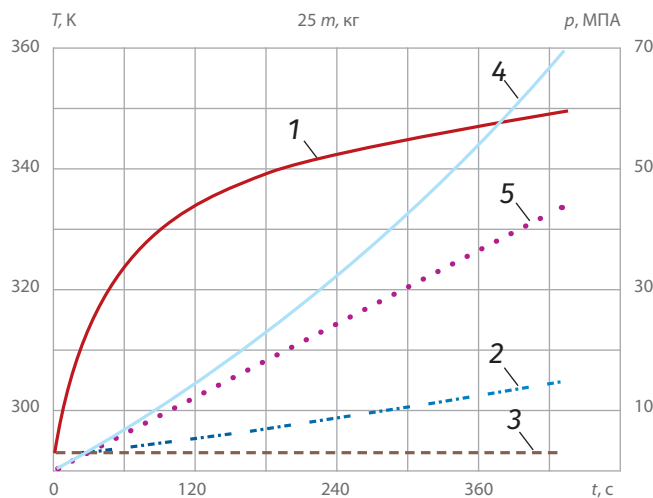


РИС. 3

Зависимости основных характеристик заполнения баллона водородом от времени:
 1 – температура водорода и лейнера;
 2 – средняя температура армирующего слоя;
 3 – температура внешней поверхности армирующего слоя;
 4 – давление водорода в баллоне; 5 – масса водорода в баллоне



его конечной массы m^* в баллоне (табл. 1). При этом убывают и конечные значения средней температуры T_a^* армирующего слоя и температуры T_a' его внешней поверхности. При значении $\dot{m}=0,01$ кг/с температура $T^*=357,6$ близка к предельно допустимой (258 К) по условиям безопасности [29]. Отметим, что при исходной температуре 233 К повышение плотности водорода в диспенсере лишь до значения 48 кг/м³ (соответствующего давлению 74 МПа и энтальпии $H_0 = 3434,2$ кДж/кг) расходу $\dot{m} = 0,01$ кг/с уже будет отвечать недопустимый уровень нагрева водорода в баллоне до температуры $T^*=358,9$.

ТАБЛИЦА 1

\dot{m} , кг/с	m^* , кг	t^* , с	T^* , К	T_a^* , К	T_a' , К
0,004	1,749	436	349,8	305,4	293,0115
0,006	1,735	288	353,7	302,1	293,0085
0,008	1,727	215	356,0	300,2	293,0067
0,010	1,721	172	357,6	298,9	293,0055

В табл. 2 приведены результаты расчёта заполнения баллона при убывающем по времени расходе водорода согласно зависимости $\dot{m}(t) = \dot{m}_0(1 - t/t_*)$ и при прежних остальных исходных данных (для сравнения с данными табл. 1 значения \dot{m}_0 и t_* выбраны из условий

$\dot{m}_0 = 2 \dot{m}$ и $t_* = (m_* - m_0)/\dot{m}$. В этом случае при некотором уменьшении конечной массы водорода по сравнению с вариантом фиксированного значения \dot{m} существенно сокращается время заполнения баллона. Отметим, что при $\dot{m}_0 = 0,020$ кг/с конечное значение температуры водорода превышает допустимый предел.

\dot{m}_0 , кг/с	t_* , с	m^* , кг	t^* , с	T^* , К	T_a^* , К	T_a' , К
0,008	495	1,741	318	351,8	303,5	293,0098
0,0012	330	1,728	209	355,5	300,5	293,0070
0,0016	248	1,721	156	357,6	298,8	293,0054
0,020	198	1,716	124	358,9	297,8	293,0044

ТАБЛИЦА 2

Результаты расчётов, представленные в табл. 3, позволяют сравнением с данными табл. 1 оценить влияние тепловой аккумулирующей способности металлического лейнера на степень заполнения баллона при постоянном значении \dot{m} . Расчёты проведены при толщине лейнера $h_* = 0,004$ м, что привело к изменению внутреннего и внешнего радиусов армирующего слоя при сохранении первоначальных значений остальных исходных данных. В этом случае при незначительном увеличении времени t^* заметно возрастание конечной массы m^* и снижение конечной температуры T^* водорода в баллоне. Ясно, что эта тенденция сохранится при дальнейшем увеличении толщины лейнера, но это одновременно приведёт к уменьшению гравитационной вместимости баллона.

\dot{m} , кг/с	m^* , кг	t^* , с	T^* , К	T_a^* , К	T_a' , К
0,004	1,768	441	344,6	303,4	293,0099
0,006	1,757	292	347,7	300,6	293,0072
0,008	1,751	218	349,4	298,9	293,0056
0,010	1,746	174	350,5	297,9	293,0046

ТАБЛИЦА 3

При значении $\dot{m} = 0,004$ кг/с несколько большей степени заполнения баллона по сравнению с предыдущим вариантом (см. табл. 3) удаётся достигнуть путём модификации эпоксидного связующего высокотеплопроводными углеродными нанотрубками, что в итоге повышает коэффициент теплопроводности λ_a армирующего слоя [30]. В табл. 4 приведены результаты расчётов при значении $\lambda_a = 0,4$ Вт/(м·К) и неизменных всех первоначальных значений остальных исходных данных. Сравнение с базовым вариантом (см. табл. 1) показывает, что в данном случае для всех режимов заполнения значения m^* заметно выше при близких значениях t^* .

\dot{m} , кг/с	m^* , кг	t^* , с	T^* , К	T_a^* , К	T_a' , К
0,004	1,778	443	342,0	312,0	293,0183
0,006	1,761	293	346,6	308,1	293,0146
0,008	1,749	218	349,8	305,4	293,0120
0,010	1,741	174	352,0	303,5	293,0102

ТАБЛИЦА 4

Результаты проведённого количественного анализа математической модели позволяют выявить некоторые направления по рациональному изменению параметров режима заполнения водородом металлокомпозитного водородного баллона и характеристик используемых конструкционных материалов. Реализация этих изменений может способствовать повышению степени заполнения баллона водородом при ограниченном времени заправки.

Заключение

Представленная математическая модель процесса заполнения водородом автомобильного металлокомпозитного баллона даёт возможность количественно оценить влияние определяющих параметров на степень заполнения баллона водородом. Полученные оценки конечной массы водорода при достижении рабочего уровня давления в баллоне на 11...14 % ниже значений, которые принято использовать при определении пробега автомобилей при одной заправке. Сопоставление результатов проведённого количественного анализа модели может быть полезно при выборе путей повышения степени заполнения водородом автомобильных баллонов.

Использованные источники

- Hua T.Q., Ahluwalia R.K., Peng J.-K., Kromer M., Lasher S., McKenney K., Law K., Sinha J. Technical Assessment of Compressed Hydrogen Storage Tank Systems for Automotive Applications. – Argonne National Laboratory (US), 2010. – 79 p.
- Козлов С.И., Фатеев В.Н. Водородная энергетика: современное состояние, проблемы, перспективы / Под ред. Е.П. Велихова. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. – 520 с.
- Todorovic R. Hydrogen Storage Technologies for Transportation Application // Journal of Undergraduate Research. – 2015. – Vol.5, no.1. – P. 56-59.
- Лупачёв Д.А., Смирнов М.И. Хранение водорода (получение и хранение) // Наука, техника, образование. – 2018. – № 5. – С. 73-77.
- 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.
- Бочарников М.С., Яненко Ю.Б., Тарасов Б.П. Металлогидридный термосорбционный компрессор водорода высокого давления // Альтернативная энергетика и экология. – 2012. – № 12. – С. 18-23.
- Автономный режим: на водородной Toyota Mirai по Владивостоку. Электронный ресурс <https://www.drom.ru/info/test-drive/toyota-mirai-73223/> Дата обращения 22.12.2020.
- Серийный водородомобиль Toyota Mirai сохранил облик концепта. Электронный ресурс <https://www.drive.ru/news/toyota/5e32daabfec05c4cd07000066/> Дата обращения 22.12.2020.
- Woodfield P.L., Monde M., Takano T. Heat transfer characteristics for practical hydrogen pressure vessels being filled at high pressure // Journal of Thermal Science and Technology. – 2008. – Vol. 3, no 2. – P. 241-253.
- Galassi M.C., Papanikolaou E., Heitsch M., Baraldi D., Iborra B.A., Moretto P. Validation OF CFD Models for Hydrogen Fast Filling Simulations // International Journal Hydrogen Energy. – 2014. – Vol. 39, no 11. – P. 6252-660.
- Белоусова С.Ю., Зарубин В.С., Осадчий Я.Г. Численное моделирование теплового состояния металлокомпозитного автомобильного баллона при заполнении метаном // Транспорт на альтернативном топливе. – 2015. – № 3 (45). – С. 15-24.
- Белоусова С.Ю., Зарубин В.С., Осадчий Я.Г. Оценка эффективности дозаправки метаном автомобильных баллонов после их охлаждения окружающим воздухом // Транспорт на альтернативном топливе. – 2018. – № 5 (65). – С. 35-46.
- Водород. Свойства, получение, хранение, транспортирование, применение: Справ. изд. / Д.Ю. Гамбург, В.П. Семенов, Н.Ф. Дубовкин, Л.Н. Смирнова; под ред. Д.Ю. Гамбурга, Н.Ф. Дубовкина. – М.: Химия, 1989. – 672 с.
- 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.
- Jacobsen R.T., Leachman J.W., Penoncello S.G., Lemmon E.W. Current Status of Thermodynamic Properties of Hydrogen // Int J. Thermophys. – 2007. – Vol. 28. – P. 758-772. DOI 10.1007/s10765-007-0226-7.
- Leachman J.W., Jacobsen R.T., Penoncello S.G., Lemmon E.W. Fundamental Equations of State for Parahydrogen, Normal Hydrogen, and Orthohydrogen // Journal of Physical and Chemical Reference Data. – 2009. – Vol. 38, no 3. – P. 721-748.
- Dicken C.J.B., Merida W. Modeling the Transient Temperature Distribution within a Hydrogen Cylinder During Refueling (at Numerical Heat Transfer, Taylor and Francis Group, 2008, Part A, 53, pp. 1-24).
- Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. – М.: Изд. дом МЭИ, 2016. – 496 с.
- Теория тепломассообмена / Под ред. А.И. Леонтьева. 3-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 462 с.
- Национальный стандарт РФ ГОСТ 53258-2009. – М.: Стандартинформ, 2009. – 11 с.
- Центральный металлургический портал РФ. Электронный ресурс <http://metallcheckiy-portal.ru/alu/AMg6/> Дата обращения 22.12.2020.
- Коррозия и защита химической аппаратуры. Т. 9. Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность / Под ред. А.М. Сухотина, А.В. Шрейдера, Ю.И. Арчакова. – «Химия», Ленинградское отделение, 1974. – 576 с.
- Патент RU 2707781 С1 (Опубликовано: 29.11.2019 Бюл. № 34) Гибридный композиционный материал для оболочечных конструкций высокого давления.
- Комков М.А., Тарасов В.А. Технология намотки композитных конструкций ракет и средств поражения. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. баумана, 2015. – 432 с.
- Woodfield P.L., Monde M., Mitsutake Y. Measurement of averaged heat transfer coefficients in high-pressure vessel during charging with hydrogen, nitrogen or argon gas // Journal of Thermal Science and Technology. – 2007. – Vol. 2, no 2. – P. 180-191.
- Simonovski I., Baraldi D., Melideo D., Acosta-Iborra B. Thermal simulations of a hydrogen storage tank during fast filling // International Journal of Hydrogen Energy. – 2015. – Vol. 40. – P. 12560-12571.
- Bourgeois T., Brachmann T., Barth F., Ammouri F., Baraldi D., Melide D., Acosta-Iborra B., Zaepffel D., Saury D., Lemonnier D. Optimization of hydrogen vehicle refueling requirements // International Journal of Hydrogen Energy. – 2017. – Vol. 42. – P. 13789-13809.
- Стандарты заправки водородом. Электронный ресурс <https://avtonovo.info/standarty-zapravki-vodorodom/> Дата обращения 22.12.2020.
- Протоколы заправки транспортных средств газообразным водородом. Электронный ресурс https://saemobilus.sae.org/content/j2601_201407/ Дата обращения 22.12.2020.
- Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н., Савельева И.Ю. Теплопроводность волокнистых композитов. – LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, 2013. – 120 p.

Китай совершает инновационный прорыв в области беспилотного вождения электромобилей

А.А. Маслов,
профессор, вице-директора Института
Дальнего Востока РАН, д.ист.н.,

С.Л. Сазонов,
ведущий научный сотрудник Центра
социально-экономических исследований
Китая, Институт Дальнего Востока РАН, к.э.н.

В наши дни автомобильная промышленность КНР претерпевает существенную трансформацию – крупнейшие китайские автопроизводители с научно-техническими компаниями, исследовательскими центрами и крупными телекоммуникационными корпорациями активно разрабатывают и внедряют в производство искусственные нейронные сети, основанные на технологиях искусственного интеллекта, цифровые технологии и технологии «Больших данных», создают алгоритмы использования искусственного интеллекта и облачных вычислений для беспилотного вождения, мониторинга дорожной обстановки, контроля и управления городским трафиком. В целом эта работа направлена на превращение китайских мегаполисов в «умные» города с удобной транспортной инфраструктурой и интеллектуальным автомобильным транспортом, а основной тренд уже очевиден – будущее китайского автопрома будет связано с автономным вождением, которое станет массовым явлением.

В Китае развитие автоматизации трафика происходит поэтапно – от появления встроенных умных девайсов и установки систем автоматической поддержки контроля автомобилей до частичной автоматизации наблюдения за их движением. Внедряемый в Китае в настоящее время новый стандарт связи 5G в разы увеличивает скорость обмена информацией в системе подключённого транспорта и обеспечивает эксплуатацию беспилотных автомобилей в условиях реального трафика. Стремительное развитие новых технологий связи и беспилотного вождения в КНР становится не только одним из важнейших драйверов инновационного развития китайской промышленности, который генерирует значительные социальные и экономические мультипликативные эффекты в экономике страны, но и конкурентным преимуществом китайских компаний на мировом рынке продаж «умных» автомобилей, использующих альтернативные источники энергии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Китай, автомобильная промышленность, беспилотное (автономное) вождение, искусственный интеллект, облачные вычисления, алгоритмы, мобильная связь 5G, драйвер, мультипликативный эффект.

Сегодня в Китае практически все крупные автопроизводители стремятся не упустить шанс занять заметное место не только на будущем рынке продаж высокотехнологичных автомобилей, использующих альтернативные источники энергии (АИЭ) с высокой добавленной стоимостью, но и на не менее перспективном мировом рынке технологий полуавтоматического и автоматического вождения автомобиля,

а также инновационного программного обеспечения с интегрированной возможностью автономного вождения без участия водителя. В стране уже разработаны электромобили (ЭМ), оснащённые автопилотом, работающим в полуавтоматическом режиме (в КНР для полуавтоматического режима по степени автономности управления введены три уровня или классификатора системы вождения: L-1, L-2 и L-3), а сами машины оборудуются разного рода датчиками и камерами видеофиксации и слежения, компьютерными модулями, которые анализируют складывающуюся на дороге обстановку и автоматически управляют автомобилем. Это относится к таким функциям, как обеспечение автономного режима беспилотного управления на небольших скоростях и возможность беспилотного перестроения даже при наличии слепых зон, способность распознавать возникающие перекрёстки, разметку автодорог, траекторию дороги, другие транспортные средства на пути и пешеходов, привлечение внимания водителя и осуществление автоматического экстренного торможения в случае опасности, автоматическая парковка автомобиля и т.п.

Аналитики Китайской ассоциации автопроизводителей (КААП) уверены, что автономная система вождения наиболее безопасна, поскольку 90 % аварий на дорогах страны происходит вследствие человеческого фактора, сюда относятся усталость водителя, невнимательность при возникновении препятствий и дефектах дорожного полотна, либо вследствие вождения в нетрезвом виде. Пекин, как и все мегаполисы мира, переполнен транспортными средствами, а дорожная инфраструктура столицы не всегда справляется с нагрузками. Пробки и низкие скорости передвижения по городу – одна из главных проблем столицы Китая.

Цифровые технологии позволят эффективнее использовать личный и общественный транспорт, а в долгосрочной перспективе – увеличить мобильность граждан, повысить уровень безопасности и комфорта городских поездок и в целом оптимизировать управление транспортными потоками. Стратегия развития «умного транспорта» в сфере мобильности нацелена на переход столицы Китая от традиционных транспортных систем к системам интеллектуальной мобильности.

В марте 2020 года Министерство промышленности и информационных технологий КНР утвердило стандарты классификации уровней автономного вождения в стране, что стимулировало развитие отрасли беспилотного вождения. Муниципальные власти Пекина заявили, что с 2021 года разрешат беспилотное вождение электромобилей уровня L-1, который, в частности, предусматривает способность осуществления беспилотной парковки за 1,5 минуты (двойной парковки – за 3,5 минуты), автоматического определения скорости впереди идущего транспортного средства, распознавание без участия водителя знаков дорожного движения и возникающих перед автомобилями препятствий.

Системы беспилотных автомобилей уровней L-1...L-3 оборудованы радаром миллиметрового диапазона, которые обеспечивают обнаружение пешеходов и других препятствий с разрешением 25 см даже на расстоянии до 50 м менее чем за 0,2 секунды и рассчитаны на то, что водитель постоянно следит за обстановкой на дороге и в любой ситуации может взять на себя управление автомобилем. В случае, когда

водитель временно отвлекся, система контроля может оповестить его о проблеме на пути движения и принудительно возвратит его внимание к дорожной обстановке (уровень L-3 свидетельствует, что ЭМ обладает такими дополнительными возможностями, как самостоятельное движение со скоростью около 60 км/ч, распознавание состояния дорог, соблюдение правил дорожного движения и аварийная эвакуация, но при этом требуется присутствие водителя, например, для ликвидации внештатных ситуаций).

Те системы, которые находятся выше по классификации (L-4 и L-5), автономно от водителя занимаются управлением электромобилем полностью без его участия и контроля. Уровень L-4 позволяет автомобилю полностью управлять своим движением, но только в определённой зоне перемещения, а уровень L-5 обеспечивает это на любой дороге и в любой точке мира. Автомобили, которым будут присваивать уровни L-4 и L-5, ещё находятся в стадии доработки. Они будут запущены в эксплуатацию в период 2022-2025 гг. и смогут обеспечить полностью автономное вождение при любых скоростях, причем автономная система ЭМ станет способна в процессе эксплуатации к самообучению – компьютер системы будет собирать и обрабатывать данные о дорожной обстановке и отправлять их на центральный сервер автопроизводителя, который выработает и отошлёт обратно обновлённые программы и алгоритмы действий для автономной системы вождения автомобиля. Суть работы алгоритмов состоит в комбинировании данных с датчиков автомобиля в режиме реального времени и данных карт в автономном режиме. В результате подобного обмена информацией система автономного (беспилотное) вождения будет постоянно улучшаться и совершенствоваться.

В начале февраля 2021 года руководство китайского стартапа по производству беспилотных транспортных средств WeRide из Гуанчжоу (пров. Гуандун) заявило, что намерено в конце текущего года начать предоставлять услуги беспилотных микроавтобусов и легковых автомобилей, в которых будут использоваться технологии автономного вождения уровня L-4. Беспилотный микроавтобус способен перевозить по городским дорогам 6-8 пассажиров, легковой электромобиль – до 4 человек, а грузовой вариант беспилотного транспортного средства призван решать проблемы «последней мили», когда он применяется для выполнения последнего этапа доставки товара до покупателя – из логистического центра до двери его дома, то есть на расстояние от 5 до 10 км.

Компания WeRide создала совместное предприятие с Yutong Group и Pony.ai, которые суммарно инвестировали более 1 млрд долл. США в разработку проекта, и планирует в конце 2021 года приступить к тестированию беспилотных микроавтобусов в городах Гуанчжоу, Чжэнчжоу (пров. Хэнань), Нанкин (пров. Цзянсу), Аньцин (пров. Аньхой) и Ухань (пров. Хубэй). Руководство стартапа полагает, что «умные» микроавтобусы и легковые электромобили быстро наберут популярность и смогут потеснить велошеринг в городских условиях [1].

Китайские автопроизводители постоянно наращивают усилия по разработке технологии автономного вождения. Автомобили компании Chongqing Changan Automobile, являющейся единственным китайским автомобильным производителем, получившим лицензии в США и КНР

на испытания беспилотных автомобилей, к началу 2021 года прошли более 12 млн км дорожных испытаний в автономном режиме, включая 1 млн км в режиме тестирования автономного управления уровня L-3. Руководство компании заявляет, что в ближайшие 10 лет намерено инвестировать 20 млрд юаней (2,98 млрд долл.) в исследования и разработки, а к 2025 году начать массовое производство автомобилей со степенью автоматизации уровня L-4 [2].

Ведущие китайские автопроизводители FAW Group и SAIC Motor к 2025 году намерены запустить в эксплуатацию соответственно 17 и 14 новых моделей электромобилей, которые смогут осуществлять пробег до 750 км без дозаправки. Модели, которые будут выпускаться в 2021 году (примерно по 100 тыс. ЭМ у каждого из указанных производителей), будут оснащены системами беспилотного вождения уровня L-4, в 2025 году – системами автономного «умного» вождения уровня L-4 (по 300 тыс. ед. соответственно) и в 2035-м – системами автономного вождения уровня L-5 (по 500 тыс. ед. у каждого) [3].

Китайская компания Baidu (первая в Китае научно-техническая компания по продвижению технологий искусственного интеллекта и беспилотных автомобилей), которая начала исследования систем автономного вождения в 2013 году, в последние годы вышла в мировые лидеры в области разработки систем автоматического управления и в 2018-м объявила об обновлении своей платформы Apollo 2.0, призванной в сотрудничестве с китайскими автопроизводителями JAC Motors и BAIC Motor в 2021 году наладить производство беспилотных автомобилей уровня L-3 [4]. 8 января 2019 года на автомобильной выставке CES 2019 в Лас-Вегасе (США) компания Baidu продемонстрировала свою новую платформу Apollo Enterprise, представляющую собой набор настраиваемых решений для автономного вождения и системы IoV¹ для серийных автомобилей на АИЭ и решающую проблему возможной аварийности, возникающей вследствие человеческих ошибок, а также обеспечения совместимости при обмене цифровыми активами между «интеллектуальными» автомобилями [5]. К началу 2021 года платформа Apollo Enterprise получила более 140 лицензий на общедоступные дорожные испытания автономных транспортных средств в таких городах как Пекин, Тяньцзинь и Чунцин. Последнее обновление Apollo Enterprise включает возможность управления в условиях сложных городских и пригородных сред, а также автономного определения наличия незащищённых поворотов, лежачих полицейских, «слепых зон», пересечений с боковыми улицами, сужение полос движения и обеспечение автономной парковки.

В декабре 2020 года онлайн-поисковик Baidu Inc получил разрешение от транспортных властей Пекина на проведение дорожных испытаний пяти полностью беспилотных автомобилей, что стало значительным шагом на пути коммерциализации технологий самостоятельного вождения и сделало Baidu первой и единственной компанией, получившей разрешение на проведение испытаний автономных автомобилей на улицах столицы. Муниципалитет столицы Китая предъявляет самые строгие требования безопасности для получения разрешения на беспилотные испытания в Китае. Транспортные средства должны соответствовать уровню L-3 или выше, осуществить более 30 тыс. км

¹ IoV (Input/Output Virtualization) – алгоритм, координирующий синхронизацию автомобилей с ИИ и других автотранспортных средств, которые к ней подключены.



безопасного вождения по городским магистралям и пройти оценку на закрытой трассе в соответствии с требованиями, объявленными правительством Пекина в ноябре 2020 года. Испытательные машины Baidu выполнили все эти требования.

В 2020 году 24 автомобиля, оборудованные автономной системой вождения, прошли тестирование в г. Янцюань (пров. Шаньси). Автомобили самостоятельно пересекли пункты взимания платы, прошли по туннелю протяжённостью 10 км и специально оборудованному мосту, совершили повороты и развороты, перестроения и т.п. Эти испытания показали, что уже сегодня электромобили, оборудованные автономной системой вождения Baidu, способны самостоятельно участвовать в городском движении без нарушений правил и без ДТП [6].

Представленная Baidu платформа Apollo Enterprise совместима с картами высокого разрешения и платформами на базе искусственного интеллекта. Посредством API и SDK² она предоставляет разработчикам такие возможности беспилотного вождения, как ощущение личного присутствия, планирование маршрутов, управление транспортным средством и др. [7] К августу 2019 года платформе Apollo Enterprise было предоставлено более 100 лицензий на общедоступные дорожные испытания автономных транспортных средств в гг. Пекин, Тяньцзинь и Чунцин [8]. Последнее обновление Apollo Enterprise включает возможность управления в сложных условиях городских и пригородных сред, включая совершение поворотов, разворотов и перестроений, автономное определение наличия незащищенных поворотов, лежащих полицейских, «слепых зон», пересечений с боковыми улицами, самостоятельное пересечение пунктов взимания платы и обеспечение автономной парковки. Уже сегодня китайские электромобили, оборудованные автономной системой вождения, способны самостоятельно участвовать в городском движении без нарушений правил и ДТП [9].

В 2019 году Baidu приняла решение о создании в г. Баодин (пров. Хэбэй) центра облачных вычислений с применением технологий искусственного интеллекта, который благодаря своей гигантской базе данных и высокопроизводительным вычислительным мощностям обещает стать самым крупным по масштабам в Китае и будет обслуживать пользователей в новом районе Сюньань и других районах на севере Китая. Этот центр станет вторым по счёту мегацентром облачных вычислений корпорации Baidu после первого подобного центра, созданного в г. Янцюань (пров. Шаньси). Оба центра займутся разработкой искусственной нейронной сети Baidu Brain, основанной на технологиях создания алгоритмов использования искусственного интеллекта и облачных вычислений для беспилотного вождения, мониторинга дорожной обстановки, контроля и управления городским трафиком. В целом эта работа будет направлена на превращение китайских мегаполисов в «умные города» с удобной транспортной инфраструктурой и интеллектуальным автомобильным транспортом [10].

В начале 2021 года корпорация Baidu Inc объявила о намерении совместно с автопроизводителем Zhejiang Geely Holding Group создать совместное предприятие (СП) по производству интеллектуальных электромобилей. СП, которое будет работать как независимая дочерняя компания Baidu, станет контролировать всю производственную

² API (application programming Interface) – интерфейс программирования приложений (взаимодействие между программами); SDK (software development kit) – набор инструментов, позволяющий создавать приложения для определённого пакета программ и конкретных платформ.

цепочку – от проектирования автомобилей до проведения НИОКР, а также производство, продажи и послепродажное обслуживание. Baidu предоставит программы, обеспечивающие беспилотное вождение для ЭМ, производимых на СП, а Geely внесёт свой вклад в разработку и производство «зелёных автомобилей». Кроме того, Baidu будет поддерживать быстрый рост компании с помощью своего полного портфеля основных технологий, включая автономное вождение Apollo, голосовой помощник DuerOS для Apollo и Baidu Maps [11].

Согласно ежегодному отчёту Департамента транспорта Пекина о проведении испытаний беспилотных электромобилей, в 2020 году на специально оборудованных дорогах Пекина было протестировано 87 беспилотных ЭМ, выпущенных 14 китайскими компаниями, причём 55 ЭМ были произведены при помощи технологий компании Baidu. К началу 2021 года в Пекине было оборудовано 200 участков городских дорог в четырёх районах, их общая протяжённость достигла более 700 км. В 2020 году компания Baidu также возглавила список компаний по показателю суммарного тестового пробега – её электромобили преодолели более 1,1 млн км, что составило почти 96 % от общего пройденного расстояния ЭМ всех китайских компаний, участвующих в тестировании автономного вождения.

За последние три года совокупный пробег электромобилей, оснащённых технологией компании Baidu, превысил 2 млн км. Компания занимала первое место по количеству тестовых автомобилей и пройденному пробегу на полигонах столицы. В 2020 году Baidu получила пять разрешений на испытания беспилотных ЭМ в Пекине, а в октябре 2020 года запустила сервис robotaxi в рамках пилотного проекта по пробному обслуживанию пассажиров беспилотными электромобилями. К началу текущего года уже более 15 тыс. пассажиров приняли участие в тестировании, причем более 90 % из них заявили, что хотели бы снова воспользоваться этой услугой [12].

В феврале этого года Baidu Inc получила разрешение Департамента автотранспорта Калифорнии (США) на проведение тестирования беспилотных автомобилей на специально отведённых улицах в г. Саннивейл в округе Санта-Клара. Вслед за американскими компаниями Waymo, Nuro, Zoox, Cruise и китайской AutoX со штаб-квартирой в Шэньчжэне Baidu стала шестой компанией, получившая такую лицензию в Калифорнии. Разрешению на испытание автономных автомобилей в Калифорнии предшествовало одобрение 7 декабря 2020 года испытаний беспилотных автомобилей на АИЭ Baidu с платформой Apollo Enterprise в Пекине³ [13] и Чанше (пров. Хунань) [14].

Сегодня автономное вождение превратилось в доминирующую тенденцию инновационного развития транспортной инфраструктуры Китая, облегчая жизнь людей и повышая эффективность работы. Жители Пекина, Тяньцзиня, Чунцина могут заказать беспилотное такси, жители Пекина, Шанхая и Чэнду совершают поездки по автономным линиям метро на поездах А-типа, оборудованных связью поколения 5G. Беспилотное вождение, интегрированное с технологиями Интернета вещей (IoT), искусственный интеллект на базе нейронных систем, облачных вычислений, «Больших данных» и связи формата 5G также повысили эффективность стивидорных работ (работы, связанные

³ В Пекине введены строгие правила, регламентирующие проведение испытаний при перевозке пассажиров на беспилотных автомобилях. При возникновении внештатных ситуаций эти автомобили должны быть автоматически переведены в режим управления водителем. Добровольные пассажиры, участвующие в тестировании таких автомобилей, должны быть старше 18 лет и иметь полную дееспособность, а водители должны иметь более 100 часов стажа вождения беспилотников.

с погрузочно-разгрузочными операциями, укладкой грузов на судах), полностью автоматизированных в шанхайском глубоководном порту Яншань, а также в Тяньцзинь и Сямэнь.

На интеллектуальном контейнерном терминале портовой зоны Цяньвань порта Циндао за счёт применения автоматизированных рельсовых порталных кранов и AGV (Automated Guided Vehicles) беспилотные платформы-контейнеровозы перемещают грузы по терминалу порта под управлением искусственного интеллекта. Посредством лазерного сканирования и позиционирования компьютерная программа контролирует и управляет работой порталных кранов, позволяя им найти четыре угла каждого контейнера, точно захватить его и положить на грузовик без водителя. Автономные платформы-контейнеровозы оснащены интеллектуальными системами управления, которые планируют оптимальные маршруты в зависимости от условий движения в режиме реального времени, в то время как лазерная система предотвращает столкновения, а ультразвуковая измерительная система обеспечивает безопасную и бесперебойную работу и даже сигнализирует о том, когда наступает время заряжать литиевые аккумуляторные батареи [15].

Сегодня в Китае ведётся широкая работа по разработке инновационных систем автономного вождения. Среди основных направлений следует выделить разработку лазерных сканеров (для определения возникающих перед автомобилем объектов и местоположения соседних машин), радаров, камер с ультразвуковыми датчиками, необходимых для контроля за движением и считывания дорожных знаков и указателей, которые будут монтироваться на лобовое стекло. В перспективе автомобили будут оборудоваться автономными дублирующими системами, например, вспомогательной автономной системой аварийного торможения в случае потери контроля над управлением водителем в экстремальных ситуациях [16].

В начале этого года один из крупнейших китайских автопроизводителей корпорация Zhejiang Geely Holding Group, владеющая компанией Volvo Cars (в 2020 г. объём продаж Geely составил 2,1 млн легковых и коммерческих автомобилей), подписала соглашение с одной из ведущих компаний отрасли Tencent о разработке интеллектуальных бортовых функций для электромобилей, включая цифровой маркетинг, системы автономного вождения, разработку ЭМ с низким уровнем выбросов углерода. Эти две компании будут разрабатывать оптимизацию сенсорной архитектуры, включая мультисенсорные модули для обработки внешних сенсорных сигналов и сигналов от китайской навигационной системы Weidou, наземных датчиков других транспортных средств на АИЭ, лидаров (лазерные радары, которые обрабатывают сигналы отражённого света и аккумулируют все сведения об объектах, находящихся в пределах досягаемости), камер, высокоточных навигационных карт, обеспечивающих автономное вождение. Также в начале года Geely в партнёрстве с Baidu разработала специальную платформу Geely EV, которая позволяет электромобилям самостоятельно принимать решения при движении по автомагистралям в определённых ситуациях с помощью карт высокого разрешения Baidu, а также электронных помощников, включая адаптивный круиз-контроль и функцию автоматического паркования [17]. Также будут проводиться сотрудничество по

интеграции мобильных приложений с мультимедийными сервисами в ЭМ и изучение других возможностей интеллектуального транспорта. В 2020 году Geely и Tencent совместно с ведущим китайским оператором и производителем подвижного состава China Railways Investment Co., Ltd. наладили сотрудничество в области разработки цифровых сервисов для высокоскоростных поездов [18].

Предприятия вспомогательных отраслей, таких как производство автомобильной электроники, открывают новые возможности для развития всей отрасли производства беспилотных ЭМ, а растущий спрос автовладельцев на системы безопасности стимулирует рост производства автомобильной электроники, включая датчики, бортовые камеры, аудиосистемы и усовершенствованную систему помощи водителю – приложение ADAS, направленное на обеспечение безопасного вождения посредством сбора и обработки данных с автомобильных датчиков. Доля затрат на производство системы автомобильной электроники в общих затратах на производство автомобилей возрастет с 32 % в 2020 году до 55 % к 2030 году. В 2020-м объем рынка автомобильной электроники в КНР составил 650 млрд юаней (93 млрд долл.), а к 2025 году превысит 900 млрд юаней (127 млрд долл.) [19].

До недавнего времени автомобильные проекционные подставки (АПП) с зеркальным отображением экрана телефона с беспроводной зарядкой (новая волноводная технология, обеспечивающая масштабное отображение в поле зрения водителя) устанавливались в 1-2 % китайских автомобилей премиум-класса, но ожидается, что эта цифра вырастет до 5-10 % в 2023 году. Первоначально изобретенные для военной авиации, АПП проецируют данные на ветровые стёкла, поэтому пилоту не нужно было смотреть вниз, чтобы проверить параметры. Сегодня на основе данных датчиков в режиме реального времени в поле зрения водителя проецируются расширенные оповещения системы помощи ему и навигационные сигналы, а размещая непосредственно в поле зрения водителя графику, которая взаимодействует с объектами реального мира и дополняет их, АПП может значительно улучшить ситуационную осведомленность водителя.

В настоящее время на китайском рынке доминируют международные компании, включая немецкую Continental и японскую Denso. В прошлом году на китайском рынке было лишь 780 автомобилей с отечественными АПП W-HUD или более старыми C-HUD. Китайский рынок автомобильных проекционных подставок в 2020 году оценивался примерно в 6,56 млрд юаней (1,01 млрд долл.), что было на 300 % больше, чем в 2019-м. Ожидается, что к концу текущего года доля отечественных AR-HUD вырастет до 20 %, а в 2025 году объем продаж вырастет до 24,48 млрд юаней при ежегодном росте более чем на 50 % [20].

В ходе 13-й пятилетки (2015-2020 гг.) китайское правительство стремилось диверсифицировать источники финансирования новой отрасли производства автомобилей на АИЭ в первую очередь за счёт привлечения венчурного капитала, прямых зарубежных инвестиций и создания благоприятных условий для участия банковского и частного капитала. Если в 2016 году объем китайских венчурных инвестиций, направляемых в стремительно развивающиеся компании и стартапы, занимающиеся разработкой и производством инновационных автомобилей на АИЭ,

составлял лишь 10 % от аналогичного показателя США, то в 2020 году это соотношение выросло до 87 % [21].

В этот же период в Китае пристальное внимание уделялось также развитию стартапов в области производства ЭМ, которые за это время добились больших успехов – самые известные Nio, Xpeng и Lixiang (или Li Auto). Nio – первый китайский стартап по производству ЭМ, основанный в 2014 году и зарегистрированный в США, первым провёл IPO в 2018 году. Компания предлагает три премиальных электрических внедорожника – ES8, ES6 и ES6. В 2020 году Nio произвела более 40 тыс. электромобилей (на 115 % больше, чем в 2019-м). Li Auto, основанный в 2015 году, провёл IPO в 2020-м и производит гибридные автомобили (внедорожник G3 и седан P7) с увеличенным запасом хода, у которых также есть бензиновый двигатель, вырабатывающий электроэнергию для подзарядки аккумулятора. В 2020 году компания отчиталась о выпуске гибридных автомобилей в объёме 30 тыс. ед.

Кроме Nio, Li Auto и Xpeng, в Китае есть другие небольшие по объёму производства электромобилей стартапы – WM Motor и Hozon Auto [22]. Базирующийся в Гуанчжоу стартап Xpeng Motors дебютировал на Нью-Йоркской фондовой бирже в 2019 году, производит ЭМ-внедорожники G3 и P7. Причём китайский конкурент Tesla Model 3 XPeng P7, выпущенный в апреле 2020 года, продолжает постоянно совершенствоваться. В начале этого года с целью достижения полной автономности разработчики стартапа обновили программное обеспечение электромобиля, которое наделяет XPeng P7 новыми функциями, которых более 50. Ранее автопилот XPeng P7 был способен к адаптивному круиз-контролю, удержанию полосы движения даже на крутых поворотах, самостоятельной парковке, а также распознаванию светофора. В обновленное ПО встроена «умная» система Navigation Guided Pilot (NGP), обеспечивающая большую маневренность беспилотного ЭМ, который теперь в автоматическом режиме меняет полосу движения и совершает обгоны без нарушения правил и дорожных столкновений. Кроме того, автопилот самостоятельно принимает решения о выборе полосы движения для безопасной езды, контролирует предельный уровень скорости движения, распознаёт разметку, предупреждающую о проведении дорожных работ, определяет расположение аварийных столбов. Как и у ЭМ компании Tesla, дисплей на приборной панели XPeng P7 с помощью камер и лидаров на крыше автомобиля расширяет поле зрения водителя и отображает окружающую панораму в пределах 360 градусов. Автомобиль использует платформу автомобильной цифровой кабины третьего поколения Qualcomm для высокопроизводительных вычислений и обработки данных и поддерживает такие возможности подключения, как формат связи 5G, Wi-Fi 6, Bluetooth 5.2 и сверхширокополосный доступ, а обновления по беспроводной сети легко доступны для искусственного интеллекта ЭМ благодаря возможностям сервиса Car-to-Cloud, обеспечивающего постоянную активацию функций нейронной сети автопилота ЭМ во время всего периода использования электромобиля [23, 24].

Китайские эксперты полагают, что несмотря на то, что компания Xiaopeng Motors была основана в 2014 году, сегодня она смело может конкурировать с электромобилями компании Tesla, хотя у последней

есть одно существенное преимущество, заключающееся в количестве произведённых электромобилей. В конце прошлого года Tesla реализовала более 1,3 млн автомобилей с оборудованием Tesla Autopilot, а XPeng к началу 2021-го продала всего 15062 автомобиля XPeng P7, однако следует учитывать, что на рынке этот китайский бренд находился всего семь месяцев [25].

По мнению китайских экспертов недавно прошедшего в Пекине 15-17 января 2021 года отраслевого форума EV100, замена аккумуляторов может способствовать развитию производства электромобилей. Несмотря на то, что на быструю подзарядку аккумуляторной батареи ЭМ требуется около 30...40 мин, а на полную – около 2 часов, полученный заряд может позволить обеспечить пробег автомобиля лишь в пределах 200...300 км. Именно поэтому подход с заменой батареи устраняет эту проблему, позволяя водителям на специальных станциях производить замену разряженных аккумуляторных батарей на полностью заряженные за 3...5 мин. Электромобиль заезжает в специально оборудованный бокс станции замены батарей, где роботы извлекают разряженный аккумулятор, а вместо него вставляется полностью заряженная батарея и одновременно производится проверка состояния системы бортовой электроники. Замена аккумуляторных батарей может повысить безопасность и продлить срок службы аккумуляторов, а расширение сети станций замены аккумуляторных батарей будет способствовать снижению стоимости ЭМ и повышению их конкурентоспособности. Кроме того, технология быстрой замены батарей очень подходит для коммерческих автомобилей с длительным временем работы – такси и логистических транспортных средств в городах Китая.

По словам Чжан Цзяньпина, президента компании Aulton New Energy Automotive Technology Co. Ltd., ведущей в Китае, которая предоставляет услуги по замене батарей и занимается эксплуатацией станций замены аккумуляторов, технология замены батарей компании в настоящее время совместима с девятью моделями от семи основных китайских автопроизводителей. Причём унифицированные пользовательские интерфейсы и электромеханические соединения являются ключом к стандартизации процедуры замены батарей. Станции замены батарей сократят по меньшей мере в 20 раз площадь земли, необходимую для отдельных электроразрядных колонок. Если для стандартной зарядки ЭМ требуется около 12 м², то несмотря на то, что для станции замены аккумуляторных батарей четвёртого поколения Aulton необходима площадь в 150 м², она может обслужить 3 тыс. ЭМ. Кроме того, станции компании Aulton позволяют нескольким моделям под разными брендами менять свои батареи за 20 с, а весь процесс замены аккумуляторных батарей окончательно завершается за минуту.

Здесь следует отметить, что скорость расширения сети электроразрядных станций в Китае поражает – в конце 13-й пятилетки сетью таких станций были оснащены более 50 тыс. км скоростных автомобильных магистралей, проходящих через Шанхай, города региона Пекин – Тяньцзинь – Хэбэй и промышленные центры Экономического пояса р. Янцзы, а среднее расстояние поездки между электроразрядными станциями не превышало 40...60 км. В начале текущего года национальная сеть электроразрядных колонок насчитывала 1,03 млн ед.,

она эффективно функционировала как «зелёная» зарядная платформа для почти 5 млн пользователей электромобилей. Если в среднем в 2019 году отношение общего числа электроразрядных колонок в Китае к общему количеству ЭМ составляло 1/3,9 (то есть приблизительно одна электроразрядная колонка приходилась на 4 ЭМ), то к началу 2021 года это соотношение стало составлять 1/3,1. При сравнении равноценного пробега в 300 км на одной зарядке/заправке транспортного средства стоимость зарядки ЭМ (0,5 юаня за 1 кВт/ч, или 28 юаней за полную зарядку) по отношению к стоимости бензина для заправки автомобиля с двигателем внутреннего сгорания оказывается в 6,5 раз меньше.

Согласно решению Государственного совета КНР «О плане развития производства автомобилей, использующих альтернативные источники энергии, на период 2013-2022 гг.», в 2021 году в Китае будет построено 600 тыс. электроразрядных колонок, а к концу 2022-го в стране должно быть установлено в общей сложности 3 млн электроразрядных колонок, из которых более 60 % будут государственными [26].

Станции замены батарей последнего поколения компании Aulton New Energy Automotive Technology Co. Ltd. позволяют моделям под разными брендами подключать свои батареи за 20 с, а весь процесс замены батарей завершается за 1 мин. К началу этого года станции замены батарей Aulton 4.0 были введены в эксплуатацию в 20 городах Китая, включая Пекин, Шанхай, Чунцин, Гуанчжоу и Куньмин. В течение 2021 года компания Aulton намерена создать в стране 500 новых станций замены аккумуляторов, охватывающих более 50 городов, а общее число станций достигнет 800. К 2025 году компания будет иметь 5 тыс. станций замены батарей в 100 городах Китая, которые смогут обслуживать в общей сложности 22 млн ЭМ.

Согласно данным КААП, к началу этого года в Китае насчитывалось 555 станций замены батарей, из которых 286 принадлежали Aulton и 175 – китайскому стартапу в сфере производства электромобилей Nio, который уже подал заявку на более чем 300 технических патентов для своих станций замены батарей ЭМ и намерен в 2021 году довести их число примерно до 500 [27]. В прошлом году стартап Nio стал внедрять систему замены аккумуляторных батарей под названием BaaS (battery as a service – батарея в качестве услуги). Система BaaS позволяет людям покупать электромобиль, не покупая его аккумулятор, а лишь внося ежемесячную арендную плату за его использование, причём можно даже выбрать аккумуляторные батареи различной ёмкости.

Руководство стартапа утверждает, что «зарядка и замена аккумуляторных батарей не противоречат друг другу, а цель Nio состоит в том, чтобы обеспечивать клиентам альтернативный выбор – заряжать ЭМ, производить замену батарей либо модернизировать свои аккумуляторы». Инженеры стартапа Nio отмечают, что аккумуляторная батарея является самым дорогим компонентом ЭМ, составляющим около 50 % общей стоимости техники, а система BaaS снижает стоимость электромобилей почти на 20 % и, таким образом, делает их более конкурентоспособными по сравнению с традиционными бензиновыми автомобилями [28].

В феврале этого года компания IM Motors, совместное предприятие китайской SAIC Motor, гиганта электронной коммерции Alibaba и шанхайской Zhangjiang Group⁴, представила два электромобиля, которые можно заряжать по беспроводной сети. Электромобили с максимальной мощностью 400 кВт и максимальным крутящим моментом 700 Нм разгоняются от 0 до 100 км/ч за 3,9 с, а запас хода у них может быть увеличен на 150 км с помощью беспроводной зарядки. В моделях используются аккумуляторные батареи, разработанные в сотрудничестве с ведущим китайским производителем электроаккумуляторов компанией Contemporary Amperex Technology Co. Ltd. (CATL). Удельная энергия аккумуляторов будет на 30...40 % больше, чем у существующих на китайском рынке ЭМ, благодаря чему они смогут проехать до 1 тыс. км на одной зарядке. Электромобили оборудованы четырьмя контроллерами для беспроводной зарядки, 39-дюймовым дисплеем и могут парковаться автоматически, причём специалисты IM Motors заявили, что эти функции будут доступны в Шанхае в конце 2021 года, а в других городах – с 2022-го.

Руководитель СП утверждают, что опыт компании SAIC в производстве ЭМ и преимущества Alibaba в области разработки «Больших данных», облачных вычислений и искусственного интеллекта обеспечат большую конкурентоспособность новой технике на автомобильном рынке Китая [29].

В начале текущего года компания Aion – бренд электромобилей, входящий в состав автомобильной группы GAC (Гуанчжоу), объявила, что её новая модель ЭМ будет оснащена батареей на основе графена, которую можно заряжать до уровня в 80 % всего за 8 мин и которая обеспечит пробег автомобиля до 1 тыс. км. Руководство IM (бренд ЭМ китайского автопроизводителя SAIC) заявило, что его первый электромобиль оснащён батареями от компании CATL, которые позволят увеличить дальность поездки на одной зарядке до более 1 тыс. км. Стартап Nio, который часто называют крупнейшим конкурентом Tesla в Китае, в феврале представил свой последний электронный седан с улучшенным аккумулятором, также обеспечивающим дальность пробега в 1 тыс. км [30].

За 13-ю пятилетку китайское правительство инвестировало более 3,7 трлн юаней в более чем 300 проектов в области НИОКР и создания производственной базы для ТС на АИЭ [31]. Было произведено около 5 млн ТС на АИЭ (из которых около 80,3 % – это ЭМ, а 19,7 % – гибридные автомобили). Из этих 5 млн на долю легковых автомобилей пришлось около 82 %, а на коммерческие автомобили – 18 % [32].

К началу этого года Китай пятый год подряд занимал первое место в мире по такому показателю как объём производства ТС на АИЭ. В прошлом году стране принадлежало 55,1 % мирового объёма продаж «зелёных» автомобилей (с 2016 по 2020 г. Китай является крупнейшим в мире рынком ТС на АИЭ – 44,8 %, 49,4 %, 54,6 %, 50,5 % и 55,1 % соответственно) [33]. Согласно прогнозу экспертов КААП, в течение 14-й пятилетки (2021-2025 гг.) среднегодовые темпы роста производства такой техники составят 36,1 %, объём её производства и продаж в Китае достигнет более 10 млн ед. (в 2025 году объём продаж ТС на АИЭ вырастет до 5,42 млн ед., причём доля ЭМ на рынке увеличится

⁴ СП с объёмом инвестиций около 10 млрд юаней было создано в конце прошлого года, SAIC является крупнейшим акционером, обладая 54 % акций СП, а Alibaba и Shanghai Zhangjiang владеют по 18 % акций каждая.

до 91 %) [34, 35]. Ожидается, что к 2030 году ежегодный объём продаж ТС на АИЭ в Китае превысит 15 млн ед., а с точки зрения цены и дальности пробега такие автомобили превзойдут технику с ДВС [36].

По утверждению экспертов КААП, стоимость заправки ЭМ в этом году будет снижена до 0,8 юаня за 1 Вт/ч (0,11 долл.), а в 2025-м – до 0,45 юаня за 1 Вт/ч. В 2030 году доля ЭМ в парке новых автомобилей КНР составит 58 %, в странах Евросоюза – 49 %, в США – 26 % [37]. В 2040 году объём продаж автономных ТС на АИЭ составит более 50 % продаж новых автомобилей и превысит 20 % общего автомобильного парка КНР, доля беспилотных автомобилей на АИЭ в общем объёме пассажирских перевозок может возрасти до 75 % пассажиро-километров [38]. Специалисты КААП также полагают, что по мере активного развития рынка ТС на АИЭ в течение ближайших 10 лет Китай может сэкономить более 80 млрд долл. на ежегодных затратах на импорт нефти, поскольку стоимость импорта нефтепродуктов, необходимых для заправки среднего автомобиля, в 10 раз выше, чем стоимость солнечного оборудования, необходимого для обеспечения питания ЭМ [39].

В декабре 2020 года Государственный Совет и правительство Китая на период 2021-2035 гг. утвердили новый план развития отрасли автомобилей на АИЭ, согласно которому к 2025 году объём продаж такой техники составит 20 % от общего объёма продаж новых автомобилей. К 2035-му большинство новых производимых автомобилей будут работать исключительно на АИЭ, а весь общественный транспорт в стране будет полностью переведён на электрическую тягу [40].

По прогнозам КААП, в этом году объём рынка сбыта автономных ТС на АИЭ в Китае достигнет 170 млрд юаней (24,31 млрд долл.), а согласно долгосрочным прогнозам Ассоциации, в 2040 году объём продаж беспилотников на АИЭ в Китае составит более 40 % объёма продаж новых «умных» автомобилей, что обеспечит доход в размере около 1 трлн долл. США. Таким образом, парк автономных «зелёных» автомобилей превысит 12 % общего автомобильного парка КНР [41].

Стремительное развитие новых технологий связи и беспилотного вождения в Китае становится не только одним из важнейших драйверов инновационного развития китайской промышленности, который генерирует значительный социальный и экономический мультипликативные эффекты в народном хозяйстве страны, но и становится конкурентным преимуществом китайских автопроизводителей на мировом рынке продаж «умных» ТС на АИЭ. После 2025 года рост уровня безопасности вождения на китайских магистралях достигнет рекордных 96 %, а автономные автомобили на АИЭ сохранят жизни миллионам людей и сэкономят бюджету страны более 350 млрд юаней только за 10 лет активной эксплуатации на магистралях Китая, что вызовет сокращение рынка страхования на 30 % в 2025 году и на 80 % в 2040-м. Полисы страхования станут покупать не владельцы «умной» транспортной техники, а крупные автопроизводители, которые будут закладывать стоимость страховки в цену беспилотного автомобиля на АИЭ [42].

Согласно прогнозу аналитиков КААП, в 2025 году объём мирового рынка автомобилей, оборудованных технологиями связи формата 5G и 6G, системами автономного вождения и IoV, составит 72,5 млн ед.

общей стоимостью 1,48 трлн юаней (221 млрд долл.). Ежегодные темпы роста этого рынка достигнут 10 %, а на долю КНР будет приходиться около 45 % объёма этого рынка. На втором месте будут США (30%), а на третьем – страны Евросоюза (23 %). Согласно прогнозам одного из крупнейших американских финансовых холдингов JP Morgan Chase, Китай уже сегодня становится крупнейшим мировым рынком беспилотных автомобилей на АИЭ с встроенными технологиями искусственного интеллекта и 5G, что обеспечит к 2030 году рост ежегодного дохода бюджета КНР только от продаж этих технологий до 280-300 млрд долл. [43].

В 2019 году в КНР было построено более 100 тыс. базовых станций 5G (что на 50 % выше, чем ожидалось в начале года) и в начале 2020-го в стране насчитывалось 126 тыс. базовых станций связи пятого поколения. В 2020 году в Китае было построено 580 базовых станций 5G и, согласно заявлению руководства Министерства промышленности и информатизационных технологий КНР, в начале этого года количество базовых станций 5G достигло 718 тыс. (что составило 70 % от общемирового количества) [44], что обеспечило качественной связью более 300 городов окружного уровня, ключевые районы в уездах, волостях и поселках страны. До конца текущего года в КНР будет построено ещё 600 тыс. новых базовых станций 5G, а по мнению китайских экспертов, в будущем стране может потребоваться в общей сложности 7 млн таких станций для достижения полного покрытия территории Китая сетью станций мобильной связи 5G [45].

Аналитики Китайской академии информационных и коммуникационных технологий полагают, что к 2025 году объём государственных и частных инвестиций в строительство сети 5G превысит 2 трлн юаней, что обеспечит генерирование мультипликативного эффекта в сопряжённых отраслях промышленности. В 2020 году в Китае были созданы два научных центра для разработки системы сотовой передачи данных следующего поколения в формате 6G, которая появится после сверхбыстрого 5G. Один из центров состоит из правительственных учреждений, отвечающих за соответствующую политику, а другой – из 37 экспертов из колледжей, исследовательских академий и предприятий, которые, как ожидается, будут консультировать политиков. По информации МПИТ РУН, в 2020 году китайские учёные приступили к исследованиям в области применения технологии 6G в автомобильном комплексе, которые потребуют значительного периода времени, поскольку для перехода от разработок к коммерческому использованию необходимо около 10 лет [46].

Всё это предполагает большой потенциал развития беспилотного вождения.

Использованные источники

1. Cheng Yu. WeRide to provide driverless minibus services. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202102/05/WS601c9b46a31024ad0baa765f.html>.
2. Cao Yingying. Country's autonomous driving tech has huge growth potential. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202102/25/WS5c735ad5a3106c65c34eb39a.html>.
3. Chen Liubing. China's AI ecosystem is changing real economy, says Li Kaifu. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2019/04/04/WS5ca561c3a3104842260b464f.html>.
4. Zhou Zheng. China supports development of new energy intelligent cars. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201801/15/WS5a5c41faa3102c394518f46a.html>.

5. Huang Ge. China's autonomous driving gets boost from 5G. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/1165295.shtml> (Source: Global Times Published: 2020/12/23).
6. Baidu tests driverless cars on expressway in Shanxi. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201909/23/WS5c483a32a3106c65c34e61f3.html>.
7. Year-ender: Major achievements in internet and technology. URL: http://www.chinadaily.com.cn/a/201912/21/WS5dfd4dc9a310cf3e3557fad9_6.html.
8. Driverless taxis make test runs in central China. URL: http://www.china.org.cn/business/2019-08/07/content_75074435.htm.
9. Chang Jun. Autonomous driving's optimism on display at CES. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201901/11/WS5c38ae0da3106c65c34e3fde.html>.
10. Xu Keyue. Smart cars put China's auto industry on fast track. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201904/05/WS5ca6d507a3104842260b493f.html>.
11. Baidu, Geely team up to make smart electric cars. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-01/11/content_77102536.htm.
12. Baidu tops list of autonomous vehicle road tests in Beijing. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202102/05/WS601d0db8a31024ad0baa797c.html>.
13. Self-Driving Cars Test Carrying Passengers in 6 Chinese Cities. URL: http://www.bjreview.com.cn/Business/201912/t20191224_800188337.html.
14. Fan Feifei. Baidu receives driverless vehicle test permit in California. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202101/28/WS6012af8a31024ad0baa5d20.html>.
15. Autonomous driving blazes new path in China. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202101/22/WS600a7a6ba31024ad0baa479a.html>.
16. China to further boost electric, smart car sales. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/1172098.shtml> (Source: Xinhua Published: 2020/12/3).
17. Geely partners with Tencent on smart vehicle functions. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202101/20/WS60078ba4a31024ad0baa3ccb.html>.
18. Tencent, Geely team up on expanding digital service. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-01/20/content_77134022.htm.
19. Li Xiaoyang. Smart Car Surge. China accelerates automated vehicle production. URL: http://www.bjreview.com/Business/202103/t20200313_800196947.html.
20. AR head-up displays to become commonplace in vehicles. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202101/20/WS60078b3ca31024ad0baa3cc2.html>.
21. Zhang Hongpei. Chinese EV brands need to rev up efforts in quick-changing competition: analyst. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202101/1212334.shtml>.
22. Electric car startups sparking with energy as sales become charged. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202012/28/WS5fe93753a31024ad0ba9ee4e.html>.
23. Chinese EV maker XPeng debuts on NYSE. URL: <https://global.chinadaily.com.cn/a/202008/28/WS5f48621ea310675eaf560ee.html>.
24. Zhang Hongpei. New energy cars to see an explosion: analyst. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202101/1212334.shtml>.
25. Electric car startups sparking with energy as sales become charged. URL: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202012/28/WS5fe93753a31024ad0ba9ee4e.html>.
26. Zheng Yiran. EV charging network to expand. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202001/19/WS5a613492a3106e7dcc1352f8.html>; Zheng Xin. State Grid taps new energy with gusto in China. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202101/25/WS600e1ec5a31024ad0baa4c3e.html>.
27. Zhang Dandan. Battery-swap solution could solve challenges. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202101/25/WS600e29bba31024ad0baa4ce8.html>.
28. Li Fusheng. Nio charges ahead towards battery swap service. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202008/24/WS5f431d0ca310834817262312.html>.
29. SAIC and Alibaba JV unveils wireless-charging vehicles. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202101/14/WS6000088da31024ad0baa2ac6.html>.
30. Yang Kunyi. Safe fast-charge, ultra-long range EV still scientifically impossible: expert. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202101/1213072.shtml>.
31. Zhang Dandan. Government inquiry into NEVs to make sure numbers add up. URL: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202011/30/WS5fc458c1a31024ad0ba98523.html>.
32. Zhang Hongpei. China's NEV sales forecast to grow by more than 30% in 2021: analysts. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/1210129.shtml> (Source: Global Times Published: 2020/12/30).
33. Li Xiaoyang. China's new-energy car market continues to expand. URL: http://www.bjreview.com/Business/202101/t20210125_800233515.html.
34. China's NEV market to boom in next five years: report. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202012/06/WS5fcc31e0a31024ad0ba99fb8.html>.
35. China to produce, sell over 10 million NEVs during 2021-2025. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/1207214.shtml> (Source: Global Times Published: 2021/03/18).
36. China on EV fast track, but no sign of large scale replacements of conventional vehicles. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202003/15/WS5c8b1ec9a3106c65c34eed28.html>.
37. Stellantis works on strategy to revitalize China business. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202101/21/WS6009110aa31024ad0baa42c9.html>.
38. Smart vehicle strategy set to put China strides ahead. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-03/02/content_75763236.htm.
39. Li Hong. Electric car market contest will be fierce, but clean. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/1172676.shtml> (Source: Global Times Published: 2019/12/8).
40. Zhao Shiyue. NEVs drive China's auto industry growth. URL: <http://www.globaltimes.cn/content/1145576.shtml> (Source: Global Times Published: 2021/2/11).
41. Smart vehicle strategy set to put China strides ahead. URL: http://www.china.org.cn/business/2020-03/02/content_75763236.htm.
42. Zhou Mo. 5G will drive China's digital economy: Consultant. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201904/23/WS5cbeff71a3104842260b7db7.html>.
43. How will 5G change the world? URL: http://www.china.org.cn/opinion/2019-08/14/content_75098265.htm.
44. 5G to fuel traditional sector upgrade. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202101/21/WS6008d4b3a31024ad0baa40c3.html>.
45. China Telecom says 5G rollout implemented smoothly. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/1206100.shtml> (Source: Global Times Published: 2020/11/8).
46. Song Lin. China officially activates 6G tech development as rivalry with the US intensifies. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/1169258.shtml> (Source: Global Times Published: 2020/10/7).
47. 'Full 5G coverage by 2025' to breathe vitality into digital economy. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-01/28/content_77163704.htm.
48. Ma Si. 6G, industrial internet changing production. URL: http://www.chinadaily.com.cn/a/202012/03/WS5fc84738a31024ad0ba9986d_2.html.

ABSTRACTS OF ARTICLES

P. 38

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

Viktor Erokhov

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

Reference

1. Grigoriev E.G., Kolubaev B.D., Erokhov V.I. Gas vehicles. – M.: Mashinostroenie, 1989. – 216 p.
2. Research report. Development of theoretical foundations for creating environmentally friendly and safe city cars. Section 1. Theoretical foundations of designing a cryogenic fuel storage system on board a vehicle. VKG OKP: 14340 № State. Reg. 01.2003:11032. Erokhov V.I., Karunin A.L. and others – M.: 2003. – 107 p.
3. Website [http:// kamaz. ru / ru / vehicle / restyling / dumper /](http://kamaz.ru/ru/vehicle/restyling/dumper/)
4. Malyuga A.G., Khafizov R.Kh. OJSC "KAMAZ": solving environmental problems of large cities of Russia // Transport on alternative fuel. – 2010. – No. 6 (18). – p. 19-21.
5. Automobiles KAMAZ 65115, 65116 with a gas engine. 65115–39020001 RT. Managing editor Valeev D.Kh. – 2010. – 79 p.

P. 54

Numerical simulation of thermal conditions of a metal-composite spheric balloon filled with hydrogen

Vladimir Zarubin, Yakov Osadchy

KEYWORDS: mathematical model of thermal processes, approximation of the equation for normal hydrogen behaviour, composite shell of a spheric balloon.

Reference

1. A mathematical model of thermal processes Hua T.Q., Ahluwalia R.K., Peng J-K., Kromer M., Lasher S., McKenney K., Law K., Sinha J. Technical Assessment of Compressed Hydrogen Storage Tank Systems for Automotive Applications. – Argonne National Laboratory (US), 2010. – 79 p.
2. Kozlov S.I., Fateev V.N. Hydrogen Energy: Current State, Problems, Prospects / Ed. E.P. Velikhova. – M.: Gazprom VNIIGAZ, 2009 – 520 p.
3. Todorovic R. Hydrogen Storage Technologies for Transportation Application // Journal of Undergraduate Research. – 2015. – Vol.5, No.1. – P. 56-59.
4. Lupachev D.A., Smirnov M.I. Hydrogen storage (production and storage) // Science, technology, education. – 2018. – No. 5. – P. 73-77.
5. Fateev V.N., Alekseeva O.K., Korobtsev S.V., Seregina 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.
6. Bocharnikov M.S., Yanenko Y.B., Tarasov B.P. Metal hydride high pressure hydrogen thermosorption compressor // Alternative energy and ecology. – 2012. – No. 12. – P. 18-23.
7. Autonomous mode: on a hydrogen Toyota Mirai across Vladivostok. Electronic resource <https://www.drom.ru/info/test-drive/toyota-mirai-73223/> Date of access 12/22/2020.

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

6. GOST R 56021–2014. Combustible natural liquefied gas. Fuel for internal combustion engines and power plants. Technical conditions.
7. Zagorudchenko V.A. Thermal properties of gaseous liquid methane. – M.: Publishing house of standards, 1969.
8. Erokhov V.I. Gas vehicles (design, calculation, diagnostics). Textbook. for universities. – M.: Hotline – Telecom, 2016. – 598 p.
9. Gas cylinder plant on liquefied gas BiFuel. Service Training VSQ.
10. Self-study program 427. VOLKSWAGEN Group Academy. [http://jetta-club.org/ uploads / SSP rus 427 dreysteija. Pdf](http://jetta-club.org/uploads/SSP_rus_427_dreysteija.Pdf)2009. – 59 p.
11. Natural gas engines with EGCA control unit. Electrical equipment. MAN Truck Bus

- Aktiengtsellschaft, 2011. – 166 p.
12. Krasnikova O.K. Twisted heat exchangers for cryogenic and heat power plants. – M.: Kolos S, 2008. – 176 p.
13. UNECE Regulation No. 110 "Equipping vehicles with compressed and liquefied natural gas power systems".
14. Electronic resource. Volvo Diesel CGN Training (Rus) //
15. Genesis EdgeDual-Fuel dual-fuel system on Volvo (Classic) FM 460 / FH460 trucks. Genesis Edge Dual-Fuel System. – p. 1-44.
16. Erokhov V.I. Toxicity of modern cars. Methods and means of reducing harmful emissions into the atmosphere. Textbook. – M.: FORUM, 2016. – 458 p.

A mathematical model of thermal processes when filling a spheric balloon with gaseous hydrogen is presented. An approximation of the equation for normal hydrogen behaviour is constructed, which provides a connection between the thermodynamic parameters of the gas and its thermophysical characteristics in a wide range of changes in the pressure, density and temperature of the gas. The shell of the cylinder includes a thin-walled aluminum alloy liner and a reinforcing layer of high-strength composite material. The time dependences of the temperature state parameters of the balloon during its filling were obtained by the quantitative analysis of the model. A comparative analysis of the defining parameters influence on the attainable degree of filling the balloon is carried out.

8. The serial hydrogen car Toyota Mirai retained the appearance of the concept. Electronic resource <https://www.drive.ru/news/toyota/5e32da6fec05c4cd07000066/> Date of access 12/22/2020.
9. Woodfield P.L., Monde M., Takano T. Heat transfer characteristics for practical hydrogen pressure vessels being filled at high pressure // Journal of Thermal Science and Technology. – 2008. – Vol. 3, No 2. – P. 241-253.
10. Galassi M.C., Papanikolaou E., Heitsch M., Baraldi D., Iborra B.A., Moretto P. Validation OF CFD MjdelS for Hydrogen Fast Filling Simulations // International Journal Hydrogen Energy. – 2014. – Vol. 39, No 11. – P. 6252-660.
11. Belousova S.Yu., Zarubin V.S., Osadchii Ya.G. Numerical modeling of the thermal state of a metal-composite automobile cylinder when filled with methane // Transport on alternative fuel. – 2015. – No. 3 (45). – P. 15-24.
12. Belousova S.Yu., Zarubin V.S., Osadchii Ya.G. Evaluation of the efficiency of methane refueling of automobile cylinders after cooling them with ambient air // Transport on alternative fuel. – 2018. – No. 5 (65). – P. 35-46.
13. Hydrogen. Properties, receipt, storage, transportation, application: Ref. ed. / D.Yu. Hamburg, V.P. Semenov, N.F. Dubovkin, L.N. Smirnova; ed. D.Yu. Hamburg, N.F. Dubovkin. –

- M.: Chemistry, 1989. – 672 p.
14. Handbook of physical and technical fundamentals 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.
15. Jacobsen R. T., Leachman J. W., Penoncello S. G., Lemmon E. W. Current Status of Thermodynamic Properties of Hydrogen // Int J. Thermophys. – 2007. – Vol. 28. – P. 758-772. DOI 10.1007 / s10765-007-0226-7.
16. Leachman J. W., Jacobsen R. T., Penoncello S. G., Lemmon E. W. Fundamental Equations of State for Parahydrogen, Normal Hydrogen, and Orthohydrogen // Journal of Physical and Chemical Reference Data. – 2009. – Vol. 38, No 3. – P. 721-748.
17. Dicken C.J.B., Merida W. Modeling the Transient Temperature Distribution within a Hydrogen Cylinder During Refueling (at Numerical Heat Transfer, Taylor and Francis Group, 2008, Part A, 53, pp. 1-24).
18. Kirillin V.A., Sychev V.V., Sheindlin A.E. Technical thermodynamics. – M.: Publishing house of MPEI, 2016. – 496 p.
19. Theory of heat and mass transfer / Ed. A.I. Leontyev. 3rd ed. – M.: Publishing house of Bauman MSTU, 2017. – 462 p.
20. National standard of the Russian Federation GOST 53258-2009. – M.: Standartinform, 2009. – 11 p.



21. Central metal portal of the Russian Federation. Electronic resource <http://metallischekiy-portal.ru/alu/AMg6/> Date of access 12/22/2020.

22. Corrosion and protection of chemical equipment. V.9. Oil refining and petrochemical industry / Ed. A.M. Sukhotina, A.V. Shreider, Yu.I. Archakova. – "Chemistry", Leningrad branch, 1974. – 576 p.

23. Patent RU 2707781 C1 (Published: 29.11.2019 Bull. No. 34) Hybrid composite material for high-pressure shell structures.

24. Komkov M.A., Tarasov V.A. Technology of winding composite structures of missiles and weapons. – M.: Publishing house of Bauman MSTU, 2015. – 432 p.

25. Woodfield P.L., Monde M., Mitsutake Y. Measurement of averaged heat transfer coefficients in a high-pressure vessel during charging with hydrogen, nitrogen or argon gas // Journal of Thermal Science and Technology. – 2007. – Vol. 2, No 2. – P. 180-191.

26. Simonovski I., Baraldi D., Melideo D., Acosta-Iborra B. Thermal simulations of a hydrogen storage tank during fast filling // International Journal of Hydrogen Energy. – 2015. – Vol. 40. – P. 12560-12571.

27. Bourgeois T., Brachmann T., Barth F., Ammouri F., Baraldi D., Melide D., Acosta-Iborra B., Zaepffel D., Saury D., Lemonnier D. Optimization of hydrogen vehicle refuelling requirements // International Journal of

Hydrogen Energy. – 2017. – Vol. 42. – P. 13789-13809.

28. Hydrogen refueling standards. Electronic resource <https://avtonov.info/standarty-zapravki-vodorodom/> Date of access 12/22/2020.

29. Protocols for refueling vehicles with gaseous hydrogen. Electronic resource https://saemobilus.sae.org/content/j2601_201407/ Date of access 12/22/2020.

30. Zarubin V.S., Kuvyrkin G.N., Savelieva I.Yu. Thermal conductivity of fiber composites. – LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, 2013. – 120 p.

P. 63

China makes innovative breakthrough in the field of EM driverless driving

Maslov Alexey, Sazonov Sergey

KEYWORDS: China, automotive industry, driverless (autonomous) driving, artificial intelligence, cloud computing, algorithms, 5g mobile communication, driver, multiplier effect.

Today, the automobile industry in China is undergoing a significant transformation. Major Chinese automakers with technological companies, research centers and large telecommunications corporations are actively developing and implementing artificial neural networks based on artificial intelligence (AI) technologies, digital technologies and «Big data» technologies, creating algorithms for using AI and cloud computing in the field of driverless driving, road monitoring, control and management of urban traffic. In general, this work is aimed at turning Chinese megacities into «smart» cities with convenient transport infrastructure and intelligent road transport, and the main trend is already obvious – the future of the Chinese car industry will be associated with autonomous driving, which will become a mass phenomenon. In our days, the development of traffic automation in China emanates gradually: from appearance of smart devices built-in a car and installation of automatic support systems for cars' monitoring to a partial automation of their movement control, including new 5G communication standard currently being implemented in China, which significantly increases the speed of information exchange in the connected transport system and ensures the operation of driverless cars in real traffic conditions. The rapid development of new communication technologies and driverless driving in China is becoming not only one of the most important drivers of innovative development of Chinese industry, generating significant social and economic multiplier effects in the country's economy, but also a competitive advantage of Chinese companies in the global market of the sales of «smart» cars, using alternative energy sources.

Reference

- Cheng Yu. WeRide to provide driverless minibus services. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202102/05/WS601c9b46a31024ad0baa765f.html>.
- Cao Yingying. Country's autonomous driving tech has huge growth potential. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202102/25/WS5c735ad5a3106c65c34eb39a.html>.
- Chen Liubing. China's AI ecosystem is changing real economy, says Li Kaifu. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2019/04/04/WS5ca561c3a3104842260b464f.html>.
- Zhou Zheng. China supports development of new energy intelligent cars. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2018/01/15/WS5a5c41faa3102c394518f46a.html>.
- Huang Ge. China's autonomous driving gets boost from 5G. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/1165295.shtml> (Source: Global Times Published: 2020/12/23).
- Baidu tests driverless cars on expressway in Shanxi. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2019/09/23/WS5c483a32a3106c65c34e61f3.html>.
- Year-ender: Major achievements in internet and technology. URL: http://www.chinadaily.com.cn/a/2019/12/27/WS5df4dc9a310cf3e3557fad9_6.html.
- Driverless taxis make test runs in central China. URL: http://www.china.org.cn/business/2019-08/07/content_75074435.htm.
- Chang Jun. Autonomous driving's optimism on display at CES. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2019/01/11/WS5c38ae0da3106c65c34e3fde.html>.
- Xu Keyue. Smart cars put China's auto industry on fast track. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2019/04/05/WS5ca6d507a3104842260b493f.html>.
- Baidu, Geely team up to make smart electric cars. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-01/11/content_77102536.htm.
- Baidu tops list of autonomous vehicle road tests in Beijing. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2021/02/05/WS601d0db8a31024ad0baa797c.html>.
- Self-Driving Cars Test Carrying Passengers in 6 Chinese Cities. URL: http://www.bjreview.com.cn/Business/201912/t20191224_800188337.html.
- Fan Feifei. Baidu receives driverless vehicle test permit in California. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2021/01/28/WS6012af8a31024ad0baa5d20.html>.
- Autonomous driving blazes new path in China. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2021/01/22/WS600a7a6ba31024ad0baa479a.html>.
- China to further boost electric, smart car sales. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/1172098.shtml> (Source: Xinhua Published: 2020/12/3).
- Geely partners with Tencent on smart vehicle functions. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2021/01/20/WS60078ba4a31024ad0baa3c3cb.html>.
- Tencent, Geely team up on expanding digital service. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-01/20/content_77134022.htm.
- Li Xiaoyang. Smart Car Surge. China accelerates automated vehicle production. URL: http://www.bjreview.com/Business/202103/t20200313_800196947.html.
- AR head-up displays to become commonplace in vehicles. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2021/01/20/WS60078b3ca31024ad0baa3cc2.html>.
- Zhang Hongpei. Chinese EV brands need to rev up efforts in quick-changing competition: analyst. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202101/1212334.shtml>.
- Electric car startups sparking with energy as sales become charged. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2020/12/28/WS5fe93753a31024ad0ba9ee4e.html>.
- Chinese EV maker XPeng debuts on NYSE. URL: <https://global.chinadaily.com.cn/a/2020/08/28/WS5f48621ea310675eaf560ee.html>.
- Zhang Hongpei. New energy cars to see an explosion: analyst. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202101/1212334.shtml>.
- Electric car startups sparking with energy as sales become charged. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2020/12/28/WS5fe93753a31024ad0ba9ee4e.html>.
- Zheng Yiran. EV charging network to expand. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2020/01/19/WS5a613492a3106e7dcd1352f8.html>; Zheng Xin. State Grid taps new energy with gusto in China. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2021/01/25/WS600e1ec5a31024ad0baa4c3e.html>.
- Zhang Dandan. Battery-swap solution could solve challenges. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2021/01/25/WS600e29bba31024ad0baa4ce8.html>.
- Li Fusheng. Nio charges ahead towards battery swap service. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2020/08/24/WS5f5431d0ca310834817262312.html>.
- SAIC and Alibaba JV unveils wireless-charging vehicles. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2021/01/14/WS60000088da31024ad0baa2ac6.html>.
- Yang Kunyi. Safe fast-charge, ultra-long range EV still scientifically impossible: expert. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202101/1213072.shtml>.
- Zhang Dandan. Government inquiry into NEVs to make sure numbers add up. URL: <https://www.chinadaily.com.cn/a/2020/11/30/WS5fc458c1a31024ad0ba98523.html>.
- Zhang Hongpei. China's NEV sales forecast to grow by more than 30% in 2021: analysts. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/121029.shtml> (Source: Global Times Published: 2020/12/30).
- Li Xiaoyang. China's new-energy car market continues to expand. URL: http://www.bjreview.com/Business/202101/t20210125_800233515.html.
- China's NEV market to boom in next five years; report. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2020/12/06/WS5f3cc10e0a31024ad0ba99f88.html>.
- China to produce, sell over 10 million NEVs during 2021-2025. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/1207214.shtml> (Source: Global Times Published: 2021/03/18).
- China on EV fast track, but no sign of large scale replacements of conventional vehicles. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2020/03/15/WS5c8b1ec9a3106c65c34eed28.html>.
- Stellantis works on strategy to revitalize China business. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2021/01/21/WS6009110aa31024ad0baa42c9.html>.
- Smart vehicle strategy set to put China strides ahead. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-03/02/content_75763236.htm.
- Li Hong. Electric car market contest will be fierce, but clean. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/1172676.shtml> (Source: Global Times Published: 2019/12/8).
- Zhao Shiyue. NEVs drive China's auto industry growth. URL: <http://www.globaltimes.cn/content/1145576.shtml> (Source: Global Times Published: 2021/2/11).
- Smart vehicle strategy set to put China strides ahead. URL: http://www.china.org.cn/business/2020-03/02/content_75763236.htm.
- Zhou Mo. 5G will drive China's digital economy: Consultant. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2019/04/23/WS5cbef71a3104842260b7db7.html>.
- How will 5G change the world? URL: http://www.china.org.cn/opinion/2019-08/14/content_75098265.htm.
- 5G to fuel traditional sector upgrade. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/2021/01/21/WS6008d4b3a31024ad0baa40c3.html>.
- China Telecom says 5G rollout implemented smoothly. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/1169258.shtml> (Source: Global Times Published: 2020/11/8).
- Song Lin. China officially activates 6G tech development as rivalry with the US intensifies. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/1169258.shtml> (Source: Global Times Published: 2020/10/7).
- Full 5G coverage by 2025 to breathe vitality into digital economy. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-01/28/content_77163704.htm.
- Ma Si. 6G, industrial internet changing production. URL: http://www.chinadaily.com.cn/a/2020/12/03/WS5fc84738a31024ad0ba9986d_2.html.

АВТОРЫ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛЕ № 2 (80) 2021 г.

Василенко Дмитрий Вадимович,
проректор СПбГЭУ по международным связям, к.э.н.

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

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

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

Маслов Алексей Александрович,
доктор ист. наук, профессор, Врио директора
Института Дальнего Востока РАН;
адрес: 117997, Москва, Нахимовский пр-т, 32.
E-mail: maslov@ifes-ras.ru

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

Сазонов Сергей Леонидович,
к.э.н., ведущий научный сотрудник Центра
социально-экономических исследований Китая,
Институт Дальнего Востока РАН; а
дрес: 117997, Москва, Нахимовский пр-т, 32.
E-mail: sazonovch@mail.ru

Сараханова Наталья Сергеевна,
доцент кафедры экономики
и управления промышленными
предприятиями и комплексами СПбГЭУ, к.э.н.

Фесенко Максим Юрьевич,
заместитель начальника управления
ООО «Газпром трансгаз Краснодар»,
филиал Краснодарское ЛПУМГ,
e-mail: maksfes@gmail.com

CONTRIBUTORS TO JOURNAL ISSUE NO 2 (80) 2021

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

Fesenko Maksim,
Deputy Head of Directorate,
Gazprom Transgaz Krasnodar,
Krasnodar LPUMG Branch,
e-mail: maksfes@gmail.com

Maslov Alexey,
Doctor of Historical Sciences, Professor,
Acting Director, Institute of Far Eastern Studies
of the Russian Academy of Sciences,
e-mail: maslov@ifes-ras.ru

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

Sarakhanova Natalya,
Associate Professor, Department of Economics
and Management of Industrial Enterprises
and Complexes, Saint Petersburg
State University of Economics,
Candidate of economic sciences

Sazonov Sergey,
Candidate of economic sciences,
Leading researcher, Centre for Socio-Economic
Research of China, Institute of Far Eastern Studies
of the Russian Academy of Sciences,
e-mail: sazonovch@mail.ru

Vasilenko Dmitry,
Vice-Rector for International Relations,
Saint Petersburg State University
of Economics, Candidate of economic sciences

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