

транспорт на альтернативном топливе →



9

Как заправить
автомобиль метаном
в домашних условиях

18

Технология «газовый дом».
Область применения
и преимущества

31

Безопасность
водородного транспорта

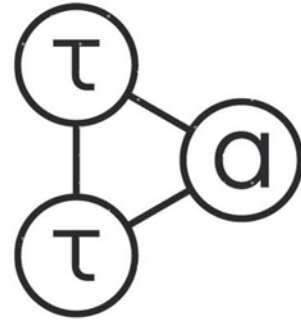


ISSN 2073-1329

СПЕЦВЫПУСК | 2021

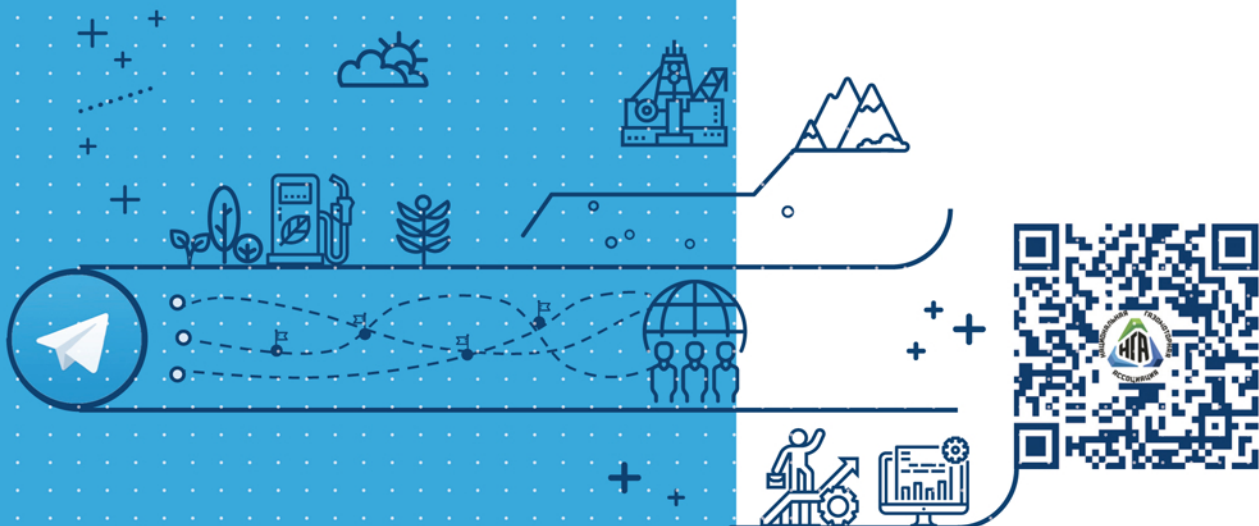


2021
ГОД НАУКИ
И ТЕХНОЛОГИЙ



**Вступайте
в Telegram-канал журнала
ТРАНСПОРТ
НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ**

**Все самые свежие новости
из мира транспорта!**





- 03** Члены Национальной газомоторной ассоциации, 2021 год
- 06** Утверждена концепция по развитию производства электромобилей
- 07** Группа экспертов оценила эффекты от перевода транспорта на метан в Санкт-Петербурге
- 09** ЭкоАвтономия
- 18** **В.Л. Зинин, Т.И. Исмаилов, А.Ю. Косарев**
Технология «газовый дом»
Область применения и преимущества
- 25** **О.Е. Богачек, Ю.В. Гинзбург, Я.Р. Садыков**
О новой технике использования КПП на транспорте и для мелких стационарных потребителей
- 31** **А.Е. Поваляев, А.Ф. Колбасов, В.Н. Козлов**
Безопасность водородного транспорта

- 38** **Дмитрий Тисной, Роман Громов, Алексей Гришко**
От пилотных проектов к системному бизнесу
Опыт США по переводу парков транспорта и техники на альтернативное топливо
- 50** **А.А. Маслов, С.Л. Сазонов**
Китайский опыт развития беспилотного вождения электромобилей
- 62** **Т.С. Арыстанбаев, А.С. Аширов, Е.К. Тохтаров**
Перспективы использования природного газа в качестве моторного топлива
- 74** Карьерная техника переходит на природный газ
- 81** ABSTRACTS OF ARTICLES
- 84** АВТОРЫ СТАТЕЙ В СПЕЦВЫПУСКЕ

Международный научно-технический журнал
«Транспорт на альтернативном топливе» Спецвыпуск | 2021 г.

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-30114. Включен в Перечень ВАК

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ
АОГМТ «Национальная газомоторная ассоциация» (НГА).

ПЕРИОДИЧНОСТЬ
6 номеров в год

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

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

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

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

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

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

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

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

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

Ю.В. Панов
профессор МАДИ, к.т.н.

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

Е.Н. Пронин
координатор проекта «Голубой коридор»

Н.Г. Рыбальский
профессор МГУ, д.б.н.

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

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

В.Н. Фатеев
зам. директора НИЦ «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 ПОДПИСК 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 15.08.2021 г.
Подписано в печать 15.09.2021 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



- 03** Members of National Gas Vehicle Association in 2021
- 06** Approved concept for the production development of electric vehicles
- 07** Expert group assessed the effects of switching transport to methane in Saint Petersburg
- 09** EcoAutonomy
- 18** **Vasily Zinin, Timur Ismailov, Alexey Kosarev**
«Gas house» technology
- 25** **Oleg Bogachek, Yuri Ginzburg, Yan Sadykov**
New equipment for using CNG in transportation and SME (small and medium enterprises)
- 31** **Andrey Povalyaev, Alexey Kolbasov, Vladimir Kozlov**
Safety of hydrogen transport
- 38** **Tisnoy Dmitry, Gromov Roman, Grishko Alexey,**
From pilot projects to systemic business
- 50** **Alexey Maslov, Sergey Sazonov**
Chinese experience in the development of self-driving electric vehicles
- 62** **T.S. Arystanbaev, A.S. Ashirov, E.K. Tokhtarov**
Prospects for using natural gas as a motor fuel
- 74** Quarry equipment switches to natural gas
- 81** ABSTRACTS OF ARTICLES
- 84** CONTRIBUTORS TO JOURNAL ISSUE

«Alternative Fuel Transport»
international science and technology journal, Special issue | 2021

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

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

PUBLISHED
6 issues a year

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

TRANSLATION BY
Khlystova, A.I.

COMPUTER IMPOSITION
Sherstyuk, I.V.

Order number
Passed for press on 15.08.2021
Endorsed to be printed on 15.09.2021
Format 60x90 1/8 Circulation 3,000
copies Enamel paper
Offset printing, 10,5 conditional
printed sheets
When copying materials, a reference
«Alternative Fuel Transport»
International Scientific and Technical
Magazine is obligatory.
The editors are not responsible for
accuracy of the information contained
in advertising matter.

Члены Национальной газомоторной ассоциации, 2021 год

АГРЕГАТОРЫ ТАКСИ

ООО «Яндекс Такси»

ВЛАДЕЛЬЦЫ ГАЗОЗАПРАВОЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

ООО «Ванкорское УТТ»

ООО «Газпром газомоторное топливо»

ООО «Газпром СПГ-технологии»

ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»

ООО «Новатэк-АЗК»

ВЛАДЕЛЬЦЫ ГАЗОЗАПРАВОЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ БУНКЕРОВКИ СУДОВ

ООО «Газпромнефть Марин Бункер»

ИНОСТРАННЫЕ КОМПАНИИ (НЕРЕЗИДЕНТЫ ЕАЭС)

Fornovo Gas S.p.a.

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 «ВНИКТИ»

ООО «ИЛ-16»

ООО «НИИгазэкономика»

ООО «НИИ экологии НГП»

ООО «Эйдос-Инновации»

КОНСУЛЬТАЦИОННЫЕ УСЛУГИ

АО «Агентство прямых инвестиций»

ЛОГИСТИЧЕСКИЕ/ЭКСПЕДИТОРСКИЕ КОМПАНИИ

ООО «Алмаздортранс»

ООО «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»

ППО (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 ППО (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 «Интехгаз»
ООО «Флюид Лайн»
ООО «ФСТ РУС»
ООО «Цилиндерсрус»
ООО «Эра Глонасс»
ООО НПФ «Реал-Шторм»

ПРОИЗВОДИТЕЛИ КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГАЗОЗАПРАВОЧНЫХ ОБЪЕКТОВ

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

ПРОИЗВОДИТЕЛИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГАЗОЗАПРАВОЧНЫХ ОБЪЕКТОВ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ГАЗОЗАПРАВОЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

АО «Газпром оргэнергогаз»
АО «ГЛОБАЛ И ЭНД СИ СОЛЮШНС ФРАНЦИЯ»
АО «Грасис Инжиниринг»
ОАО НПО «Гелиймаш»
ООО «Брянск-Автогаз»
ООО «Геокадинжиниринг»
ООО «Кировский завод Газовые технологии»
ООО «Криогазтех»
ООО «КРИОСТАР РУС»
ООО «ЛЕВИТЭК»
ООО «Мониторинг Вентиль и Фитинг»
ООО «Никиссо Индастриал Рус»
ООО «НПК НТЛ»
ООО «НПО «Нефтехимпроект»
ООО «НТА-Пром»
ООО «РМ КПГ»
ООО «СервисАрм»
ООО «СПГ Проект Инжиниринг»
ООО «Тегрус»
ООО «Тегрус Комплект»
ООО «Трансстрой»
ООО ИК «ПромТехСервис»
ООО НПК «ЛенПромАвтоматика»
ООО «Эйр Продактс»
ПАО «Газпром автоматизация»

ФИНАНСОВЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ИНСТИТУТЫ РАЗВИТИЯ

АО «Сбербанк Лизинг»
ПАО «ГТЛК»

ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОММУНАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

ООО «ТК «Экотранс»

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

ООО «АК-БУР Сервис»

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОМПАНИИ

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



НАЦИОНАЛЬНАЯ
ГАЗОМОТОРНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
www.ngvrus.ru

Национальная газомоторная ассоциация подготовила отчет о развитии рынка газомоторного топлива в России до 2020 года и с предложениями по развитию этого рынка



Отчет доступен
на официальном сайте.



НАЦИОНАЛЬНАЯ ГАЗОМОТОРНАЯ АССОЦИАЦИЯ

Утверждена концепция по развитию производства электромобилей

За электромобилями и другим более экологичным транспортом будущее, и в России необходимо активно развивать это направление, уверен премьер-министр Михаил Мишустин. К 2025 году планируется выпустить не менее 25 тыс. электромобилей и открыть более 9 тыс. зарядных станций для них.

Премьер-министр Михаил Мишустин подписал концепцию по развитию производства и использованию электрического автомобильного транспорта. Документ рассчитан на ближайшие 10 лет. Он касается практически всех категорий автомобилей: от легковых и автобусов до больших тягачей.

Концепция определяет ключевые задачи в сфере электротранспорта, среди которых стимулирование спроса, в том числе через льготное кредитование и разработку комплексных городских программ. «Необходимо сформировать и развитую инфраструктуру зарядных станций, прежде всего так называемых быстрых, создать индустрию по выпуску больших тяговых батарей и всех необходимых к ним элементов», – подчеркнул глава правительства на оперативном совещании со своими заместителями.

Мишустин напомнил, что ряд государств уже заявили о стремлении отказаться от транспорта с двигателями внутреннего сгорания. «Очевидно, что за электромобилями или машинами, которые работают на более экологичных силовых агрегатах, будущее, и нам нужно также активно развивать это направление. Тем более что целый ряд компетенций в стране уже есть», – заявил премьер.

Концепцию предполагается воплотить в жизнь в два этапа. До конца 2024 года будет разрабатываться база для массового производства электромобилей. По итогам второго этапа (2025-2030 гг.) выпуск электромобилей должен достичь 10 % от общего объёма автопроизводства. За эти же шесть лет сеть зарядных станций увеличится на 72 тыс., и параллельно откроют не менее тысячи водородных заправок.

Для поддержки производства и стимулирования спроса на электромобили их включают в программы льготного кредитования и лизинга, а со следующего года планируется запустить эксперимент по свободному проезду электромобилей по платным дорогам. Кроме того, в правительстве проработают вопрос об установлении с 2024 года минимальной доли отечественных электротранспортных средств и зарядных станций к ним для государственных и муниципальных нужд и для потребностей отдельных видов компаний.

Производителям электротранспорта и аккумуляторов предоставят субсидии на софинансирование затрат, связанных со строительством заводов, а также специальные инвестиционные контракты (СПИК). Первые СПИК по производству машин могут быть заключены в марте 2022 года. При этом в кабинете министров не исключают, что с 2029 года

для автопроизводителей и импортёров могут ввести требование по доле продаж электромобилей в общем объёме реализации.

В кабмине рассчитывают, что реализация заложенных в концепцию идей и решений позволит сформировать собственную индустрию по выпуску электромобилей, привлечь частные инвестиции и создать около 40 тыс. высокопроизводительных рабочих мест по всей технологической цепочке.

<https://rg.ru/2021/08/23/>

Группа экспертов оценила эффекты от перевода транспорта на метан в Санкт-Петербурге

Группа экспертов разработала количественную методику оценки сокращения экономических издержек при переводе общественного и коммунального транспорта на метан на примере Санкт-Петербурга. Методика основана на последних научных выводах о рисках для здоровья, связанных с воздействием твёрдых взвешенных частиц на человеческий организм. Учёные всего мира признали взаимосвязь между концентрацией вредных веществ (твёрдые частицы, озон, диоксид азота и диоксид серы) в воздухе и смертностью. Увеличение среднегодового содержания твёрдых частиц на 10 мкг/м³ повышает риск смерти на 6 %.

Больше всего от загрязнения воздуха страдают жители мегаполисов. На города приходится 78 % мирового потребления энергии и более 60 % выбросов загрязняющих веществ. Местные власти, обладая полномочиями по регулированию дорожного движения, могут повлиять на сокращение выбросов вредных веществ в атмосферу.

Одним из возможных способов воздействия выступает стимулирование использования более экологичных альтернативных видов топлива, к числу которых относится метан. Расширение его применения приведёт к значительному улучшению качества городского воздуха, а также сократит экономические издержки от вредных выбросов.

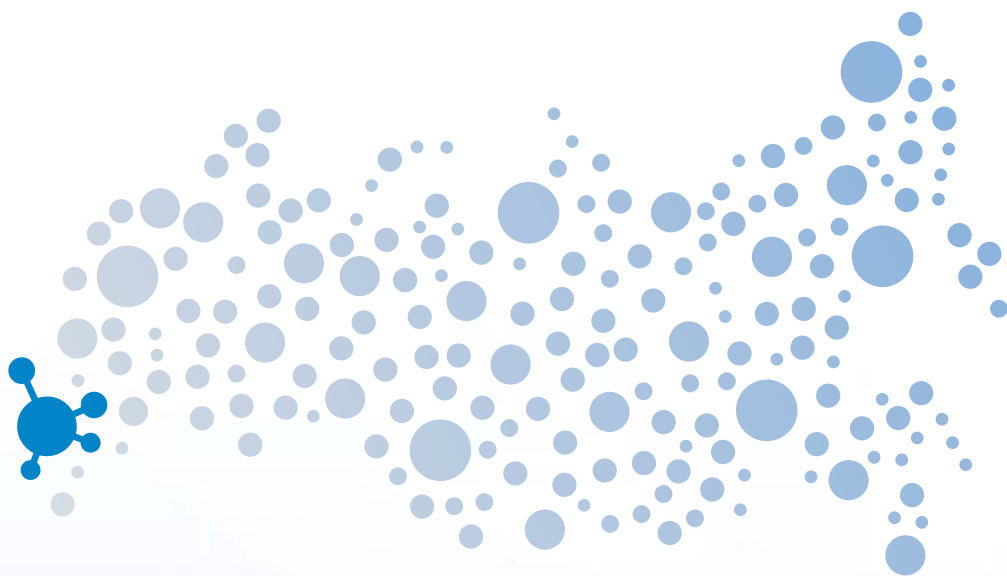
Согласно данным правительства Санкт-Петербурга, основанным на методических рекомендациях АО «НИИ Атмосфера», в 2019 году выбросы от автомобильного транспорта в городе составили 467 тыс. т загрязняющих веществ. Это примерно 84 % от всех выбросов. Было подсчитано, что общественный транспорт и коммунальная техника в Петербурге в среднем выбрасывают 28 тыс. т поллютантов в год. Это составляет приблизительно 6 % от всего загрязнения, произведённого транспортными средствами в городе.

При переходе на газомоторное топливо выбросы от коммунальной техники и общественного транспорта сократятся на 18,9 тыс. т/год (4 %). Если посмотреть на эту цифру в плане элементов и веществ, то перевод городской техники на газ существенно уменьшит выбросы взвешенных частиц, которые являются наиболее опасными. Ежегодное сокращение будет составлять порядка 300 т (28 %). Таким образом, суммарное уменьшение экономических издержек правительства Санкт-Петербурга при реализации предложенных мер составит порядка 5,8 млрд руб./год.

Перевод данных видов транспорта на метан позволит ежегодно спасать десятки людей от преждевременной смерти. Суммарная экономия средств ОМС при переводе всего автопарка общественного транспорта и коммунальной техники Санкт-Петербурга на газ составит 155,8 млн руб./год.

Результаты проведённого исследования демонстрируют, что переход на альтернативные виды топлива должен стать государственной задачей. Приблизительная экстраполяция полученных результатов на всю территорию России показывает, что расширение использования газомоторного топлива на общественном транспорте и коммунальной технике позволит сократить смертность населения на 2,8 тыс. человек, а экономические издержки – на 152,3 млрд руб./год.

Источник: ООО «Газпром газомоторное топливо»



ВСЕРОССИЙСКИЙ ГАЗОМОТОРНЫЙ ФОРУМ

20-22 | 04 | 2022

г. СОЧИ





ЭкоАвтономия

Андрей Мазаев, Василий Зинин, Александр Тавдишвили, Андрей Курин

Заправить личный автомобиль метаном можно даже в домашних условиях. Такая практика существует во многих странах. Это не сложно с технологической точки зрения и очень привлекательно с точки зрения экономики. Дело за малым!

В условиях сегодняшней экологической обстановки в российских городах развитие альтернативных экономичных и экологически чистых видов моторного топлива является одним из приоритетных вопросов на повестке дня в стране. Одним из наиболее перспективных сегментов является использование природного газа (метана) в качестве моторного топлива.

Природный газ (метан) – национальное достояние Российской Федерации. Современные технологии позволяют заправить метаном автомобиль на территории собственного домовладения: стоянка в ночное время на территории собственного участка вполне может быть совмещена с подключением к бытовому газозаправочному устройству. Стоимость такой заправки в России, где цены на трубопроводный газ регулируются государством, – порядка 6 рублей за кубометр, что в 2,5 раза ниже цены на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС), и более, чем в 6 раз ниже цены бензина и дизельного топлива. Однако существующие нормы законодательства Российской Федерации лишают население нашей страны возможности экономить на топливе

Предложения по упрощению использования домашних метановых установок в интересах малого/среднего бизнеса и физических лиц

Россия обладает самыми большими запасами природного газа в мире (19% от мировых или 151 трлн м³)¹, однако газомоторная отрасль пока развита слабо. Так, в мире насчитывается 28,1 млн транспортных средств (ТС) на метане² (Рис. 1), а в РФ таких ТС только 239 тыс.

В России на текущий момент около 600 автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС)³, из которых 339 принадлежат Группе Газпром, в то время как в мире 31 тыс. АГНКС⁴, в т. ч., например, лидер отрасли в Евросоюзе Италия эксплуатирует по состоянию на 01.01.2021 более 1400 АГНКС и 78 КристоАЗС (метановые станции с возможностью

Следует отметить, что здесь и далее термин «газомоторная» отрасль подразумевает транспорт и инфраструктуру именно на природном газе, тематика сжиженного углеводородного газа (СУГ) здесь не рассматривается

¹ Аналитический центр при Правительстве РФ

² Источник: NGV Global, по состоянию на 31.12.2018

³ Национальная газомоторная ассоциация

⁴ NGV Global

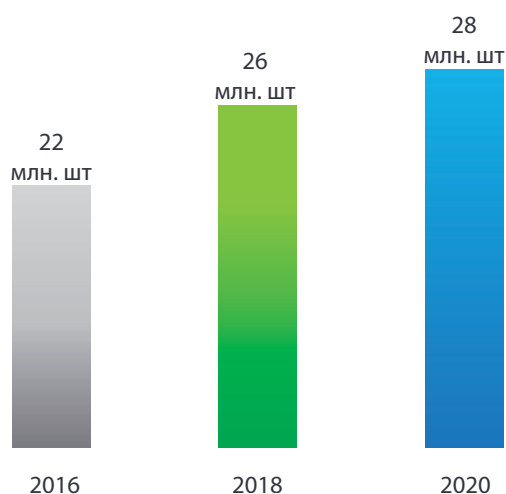


РИС. 1

Динамика количества ТС на природном газе (КПГ, СПГ) в мире

РИС. 2

Карта станций АГНКС и КриоАЗС



заправки сжиженным природным газом – СПГ), при автопарке 1,7 млн ТС на метане⁵, а в Германии эксплуатируются более 817 АГНКС и 47 КриоАЗС⁶ (Рис. 2). Газозаправочной инфраструктуры (ГЗИ) в России недостаточно для удовлетворения растущего спроса на метан. Это является ключевым фактором, сдерживающим развитие рынка газомоторного топлива.

В силу экологической и социальной привлекательности газомоторного топлива, органы государственной власти во многих странах внедряют инструменты поддержки рынка газомоторного топлива. Так, мировые лидеры отрасли Китай и Италия, а также Австрия, Болгария, Турция, Чехия, Сингапур широко применяют практику снижения или отмены транспортного налога для владельцев ТС, использующих метан как в сжиженном, так и сжиженном виде (КПГ/СПГ).

Одним из инструментов ускоренного развития рынка в условиях нехватки заправочной инфраструктуры является внедрение технологии домашних метановых заправок.

Выбросы углекислого газа у автомобиля на метане меньше, чем у бензинового, а выбросы азота ниже на 90% по сравнению с дизельными автомобилями. В выхлопах газового транспорта полностью отсутствуют сажа и соединения серы, что обеспечивает в 9 раз меньшую задымленность и загрязнение воздуха⁷. Метан – один из наиболее безопасных видов моторного топлива. Нижний предел температуры самовоспламенения метана – 650 °С, дизельного топлива – 320 °С, бензина – 250 °С. Пожароопасные концентрации метана находятся в пределах 4,4-17% объема, а паров дизельного топлива – 1,1-8%. Природный газ почти в два раза легче воздуха, поэтому при разгерметизации оборудования он сразу улетучивается. По классификации горючих веществ МЧС России по степени чувствительности метан входит в самый безопасный 4-й класс.

Кроме того, природный газ невозможно «слить из бака». Из-за газообразного состояния и высокотехнологичного процесса закачки метана в баллон, на практике отсутствует возможность нецелевого использования этого вида топлива. Указанное свойство повышает его привлекательность в особенности для

⁵ NGV Italy

⁶ NGV Europe

⁷ Всероссийское общество охраны природы

крупных компаний, в структуре затрат которых значительная доля приходится на топливо. По различным оценкам, экономия от снижения нецелевого использования топлива при переходе на метан составляет около 15% от соответствующей статьи затрат.

Важно упомянуть, что к баллонам для метана применяются самые высокие требования безопасности⁸. Все баллоны проходят тщательную проверку, гидравлические и механические испытания, а также один баллон из каждой партии проходит испытание на разрыв избыточным давлением, коэффициент которого составляет 2,4. К слову, к бензиновым и дизельным бакам автомобилей таких требований не предъявляется.

Домашняя метановая заправка – это способ экономить на топливе для тех, кто в этом нуждается

Российский рынок газомоторного топлива находится в фазе становления. При этом государство активно стимулирует развитие рынка с учетом потребительских свойств метана как моторного топлива и возможности за счет ГМТ с одной стороны улучшить качество воздуха в городах, а с другой – дать возможность людям существенно экономить на топливе. В частности, в России с 2019 года реализуется отраслевая подпрограмма «Развитие рынка газомоторного топлива» государственной программы «Развитие энергетики» (**постановлением Правительства РФ от 28.03.2019 № 335**) (QR КОД 2). Программой предусмотрено субсидирование строительства газозаправочной инфраструктуры (возмещается до 36 млн рублей от стоимости АГНКС при ее вводе в эксплуатацию) и переоборудования существующего транспорта (в зависимости от типа транспортного средства). Также в ряде регионов действуют льготы по транспортному налогу для владельцев ТС на метане, и число этих регионов будет только расти.

Рассмотрим пример потенциального автовладельца, владельца частного дома, который проживает в пригороде г. Задонска Липецкой области, расположенного в 60 км от областного центра и в 40 км от города Елец, в который автовладелец в будние дни совершает поездки на работу. При наличии возможности установки и эксплуатации бытовой метановой заправки возле своего гаража, автовладелец мог бы совершать поездки в Елец на метане, а отправляясь по каким-либо делам в Липецк или в Воронеж (100 км от Задонска), мог бы заправляться и на обычных АГНКС, расположенных в этих городах.

Однако в условиях недостатка заправочной инфраструктуры на ранних этапах развития рынка ГМТ необходимо также внедрять меры по развитию малой газомоторной инфраструктуры – мини/микро АГНКС для потребителей юридических лиц и автомобильных газонаполнительных компрессорных установок (АГНКУ) для физических лиц в частных домовладениях.



QR КОД 1



QR КОД 2

⁸ ТР ТС 032/2013 «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» (QR КОД 1)

Как было отмечено, имеющееся количество АГНКС в России недостаточно, кроме того, расположение метановых заправок очень неравномерно. Если в отдельных южных регионах (Ростовская область, Краснодарский и Ставропольский края) или в центральных (Белгородская, Воронежская области) можно говорить о наличии разветвленной сети, то непосредственно в соседних областях инфраструктура может быть минимальной.

Так, по соседству с Воронежской областью, в которой 14 АГНКС, находится Липецкая область, в которой действует всего одна станция, или один из лидеров газомоторной отрасли Республика Татарстан, в котором более 25 АГНКС, соседствует с Республикой Чувашия, в которой всего 4 заправки⁹.

При этом внедрение домашних метановых заправок является мерой поддержки тех слоев населения, которые считают деньги и стремятся экономить на топливе. Так, автовладелец (физлицо или юрлицо) приобретая и компримируя природный газ, должен провести расчеты с поставщиком газа по цене, установленной государственным регулятором (в среднем 7 руб./куб. м). Для сравнения средняя цена метана на АГНКС составляет в среднем по РФ 19 руб. / куб. м.

Метановые заправки уменьшенной мощности успешно используются частными потребителями для собственных нужд в различных странах мира и регулируются как бытовое газоиспользующее оборудование

Сегодня использование домашних метановых заправочных станций является распространенной практикой как в странах Ближнего Востока, так и на территории государств Европейского Союза. Кроме того, успешный опыт реализации проектов такой направленности есть в странах Латинской Америки.

На сегодняшний день на Европейском рынке маломощных метановых решений лидирует практика, реализованная во Франции.

Французским законодателям совместно с производителями компрессорного оборудования удалось внести ряд изменений в действующее законодательство, благодаря чему использование домашних метановых установок было приравнено к бытовому газоиспользующему оборудованию.

Кроме того, важным для Европейского союза стало достижение об исключении компрессорного оборудования производительностью менее 80 куб. м./час из под действия ICPE декларации. Данный документ регулирует выбросы загрязняющих веществ и охрану окружающей среды. Выведение АГНКУ из под действия данной декларации подчеркивает высокую экологическую безопасность такого оборудования.

Лидирующее положение на французском рынке производителей АГНКУ занимает компания BAUER COMPRESSEURS SAS (французское дочернее отделение немецкой машиностроительной компании BAUER Kompressoren GmbH).

⁹ Карта АГНКС
сайт: agnks.ru



Ключевыми конкурентными преимуществами решения BAUER стали:

- Технический дизайн, совместимый со стандартными газораздаточными колонками
- Надежность, длительный срок службы и простота обслуживания, не требующая постоянного контроля со стороны тех. службы BAUER
- Наличие клапана осушки и очистки собственной разработки, что позволяет сохранять высокое качество топлива и увеличить срок службы технических элементов автомобилей
- Специальный бесшумный корпус, обеспечивающий уровень шума не более 60 дБ.
- Электронный блок управления компрессором защищен по стандарту IP55 против дождя, пыли, трудных погодных условий

MFE 120



Мощность:
5,5 кВт

Производительность:
12,6 - 16,9 куб м/ч КПП

Выходное давление:
200 - 300 атм

ECO MFE 680 ECO



Мощность:
16 кВт

Производительность:
31,5 - 41 куб м/ч КПП

Выходное давление:
200 - 300 атм

MFE 680 ECO



Мощность:
16 кВт

Производительность:
27 - 46 куб м/ч КПП

Выходное давление:
200 - 300 атм

Существующие технические решения для реализации домашних метановых установок

АГНКУ – устройство, с помощью которого заправка транспортного средства происходит в течение длительного периода времени, как правило, в ночные часы. Это технологическая система с производительностью компрессора не более 50 куб м/час, не имеющая в своем составе блока аккумулятора компримированного природного газа, предназначена для заправки только личных транспортных средств.

Недорогие варианты АГНКУ с производительностью 4, 5, 10, 14 и 24 м³/час прекрасно подойдут в качестве домашней заправки, в т. ч.

потому что не потребуют высокого электрического напряжения и могут быть присоединены к бытовой газовой сети низкого давления – 0,03 атм. Так, компрессор производительностью 5 м³/час способен заправить ТС с баллоном 100 л (20 м³) всего за 4 часа. Стоимость такой установки отечественного производства составляет около 350 тыс. руб. и окупится при среднем пробеге в год 25 тыс. км а 4 года.

Для решения задач по организации метанового топливо-заправочного пункта на территории небольшого предприятия возможно использовать Мини-АГНКС – малогабаритные станции, представляющие собой единый контейнер, в котором располагаются все необходимые технологические блоки, включая блок аккумулятора газа и блок осушки газа. Целый ряд компаний предлагают подобные модульные решения. При мощности от 100 до 500 м³/час, стоимость такого модуля в зависимости от комплектации составит от 15 до 32 млн руб.



Основной преградой для развития домашних метановых заправок является отсутствие правового статуса таких объектов в действующем законодательстве

Предложения по совершенствованию российского законодательства

К законодательным ограничениям Российской Федерации следует отнести в частности расстояния, установленные нормами пожарной безопасности, от АГНКС до объектов к ним не относящимся. Соответственно, затруднено подключение компрессорного метанового оборудования в частном доме. Руководствоваться следует нормами безопасности, действующими для высокопроизводительных промышленных АГНКС, т. е. расстояние от компрессора до жилых и общественных зданий должно быть не менее 35 м. Также затруднено использование мини-АГНКС на производстве – расстояние от компрессора на топливо-заправочном пункте до производственных или складских зданий и сооружений должно быть не менее 25 м.

*Время заправки 1 легк. ТС с баллоном 100 л (25 м³) без ресивера, мин.

*Кол-во условных заправок в сутки (1 ТС - 100 л (25 м³), время работы установки – 16 часов/сутки)

Предлагаемые модели домашних метановых установок

Тип/Производитель оборудования	Проектная производительность, куб.м/час	Размеры компрессора, м	Эл. мощность, кВт	Требуемое входное давление, атм	Выходное давление, атм	Время заправки*	Кол-во условных заправок в сутки*
MCH / 10 / 14 CNG, Aerotecnica Coltri Spa, Италия	5	105x70x67 см, 160 кг	2	3 (возможно от 0,03)	200 / 250	300	3
	10		3			150	6
	14		4,2			107	9
MCH 24 / 30 / 40 CNG, Aerotecnica Coltri Spa, Италия	24	179x82x133 см, 420 кг	7,5	3 - 6 (возможно от 0,03)	200 / 250	62	16
	30		8			50	19
	40		15			37	26
МКМ-04, ООО «МКМ» Россия	5	50x50x60 см, 45 кг	1,2	3 - 6 (возможно от 0,03)	200 / 250	375	3
МКМ-14/18, ООО «МКМ» Россия	14 / 18	100x50x60 см, 140 кг	5,5				
H8-11 Cirrus Франция	40	170x310x160 см, 820 кг	9	2,5	200 / 250	37	26
H6-11 Cirrus Франция	45 м ³ /час		9	4		33	29
H8-15 Cirrus Франция	50 м ³ /час		12	3		30	32
H6-15 Cirrus Франция	60 м ³ /час		12	6		25	38
АГНКС-БМ	50 м ³ /час	200x110x125 см, 1300 кг	24	3 - 6 (возможно от 0,03)	до 300	30	32

Предлагаемые модели мини-АГНКС

Тип/Производитель оборудования	Проектная производительность, куб.м/час	Размеры компрессора, м	Эл. мощность, кВт	Требуемое входное давление, атм	Выходное давление, атм	Время заправки*	Кол-во условных заправок в сутки*
«Кировский завод Газовые технологии». РФ	100	7x5	55	3	200 / 250	15	64
«Кировский завод Газовые технологии». РФ	185	7x5	100	6	200 / 250	8	120
CLEVER-S-1 НПК «ЛЕНПРОМ-АВТОМАТИКА», РФ	145	3 м. длина	37	до 5	250	10	96
CLEVER-S-2 НПК «ЛЕНПРОМ-АВТОМАТИКА», РФ	230	3 м. длина	55	до 5	250	7	137
CLEVER-M-110-500/1-3 НПК «ЛЕНПРОМ-АВТОМАТИКА», РФ	500	3 м. длина	150	до 5	250	3	320
БРС-МКПГ. Компрессорный завод АО «БАРРЕНС». РФ	230	5,5x1,5x3	75	3	200 / 250	5	192
БРС-МКПГ. Компрессорный завод АО «БАРРЕНС». РФ	500 - 100	5,5x1,5x3	от 45 до 160	от 3 до 6, от 6 до 12, от 20 до 75	200 / 250	3	320



QR КОД 3

Согласно Федеральному закону от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (далее – 116-ФЗ) (QR КОД 3) АГНКС является опасным производственным объектом (далее – ОПО) и отнесена к самому безопасному 4-му классу ОПО. При этом дифференциации по производительности компрессорного оборудования не имеется и 116-ФЗ регулирует только производственные объекты. В этой ситуации мы предлагаем разделить промышленные крупные АГНКС, используемые предприятиями мини-АГНКС и домашние метановые установки АГНКУ, работающие по принципу медленной заправки, не имеющие блока аккумулирования газа и с максимальной мощностью компрессора до 50 куб м/час. Такая идентификация позволит вывести из-под действия 116-ФЗ домашние заправки, так как АГНКУ не является производственным объектом (объектом предпринимательской деятельности) и должна иметь статус газоиспользующего оборудования, как котел или плита. Оставляя АГНКУ для предприятий в статусе ОПО, мы понимаем, что следует осуществить глобальный пересмотр норм расстояний для них, который будет находиться уже за пределами данного 116-ФЗ. Детальные предложения по уточнению существующих нормативных актов с целью определения АГНКУ как бытового газоиспользующего оборудования и, соответственно, упрощения требований к установке и эксплуатации подобного оборудования приведены в таблице.

Нормативный правовой акт	Проблемный вопрос	Предложение
Федеральный закон от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»	АГНКС, в соответствии с ред. Федерального закона от 22.02.2017 № 22-ФЗ, отнесены к 4-му классу ОПО	Определение термина «АГНКУ». Идентификация АГНКУ как «бытовое газоиспользующее оборудование». Вывод АГНКУ из статуса опасного производственного объекта.
Постановление Правительства РФ от 21 июля 2008 г. № 549 «О порядке поставки газа для обеспечения коммунально-бытовых нужд граждан»	Определены виды потребления газа. Использование газа для заправки личного автотранспорта как вид потребления газа населением не рассматривается. Не установлены нормативы потребления природного газа в случае отсутствия прибора учета газа у абонента	Внести изменения в пункт 8 использование природного газа в качестве газомоторного топлива, как вид потребления газа Рассчитать нормативы и указать принципы их расчета
СП 156.13130.2014 «Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности»	Требования к АГНКС указаны без дифференциации по их мощности (производительности). Таким образом, в документе не учтены особенности использования мини-АГНКСи АГНКУ	Сделать оговорку, что действие СП не распространяется на АГНКУ, как бытовое газоиспользующее оборудование

Заключение

Компримированный природный газ часто называют топливом для тех, кто умеет считать свои деньги и хочет сэкономить на транспортных расходах. Каждый гражданин Российской Федерации имеет право заправляться тем видом топлива, которое ему будет выгодно и доступно. И если жители и предприятия в крупных городах в большинстве случаев имеют такую возможность, то граждане живущие «в глубинке» возможности такой, как правило, лишены.

По мнению Национальной газомоторной ассоциации, при оценке потенциальной емкости рынка домашних метановых установок в Российской Федерации необходимо учитывать следующие факторы:

- стихийное развитие заправочных объектов в южных субъектах, вызванное, в первую очередь, высокой востребованностью метана как моторного топлива;
- развитость частных домовладений в центральной и южной России;
- наличие, как минимум, одного автотранспортного средства у домохозяйств, находящихся в пригородных районах;
- высокий уровень газификации Центральной России, Поволжья и южных регионов.

Принимая во внимание обозначенные факторы, а также данные исследований, подтверждающие, что, как минимум, треть россиян готовы перейти на метан в качестве моторного топлива при наличии возможности заправиться, можно оценить потенциальную емкость рынка домашних метановых установок на уровне 200 млрд рублей.

Для развития этого рынка необходимо внести следующие изменения в нормативно-правовую базу:

1. Закрепить в законодательстве термин АГНКУ (автомобильная газонаполнительная компрессорная установка).
2. Установить предельную производительность используемого на АГНКУ компрессора – не более 50 куб м/час.
3. Отнести АГНКУ к бытовому газоиспользующему оборудованию, аналогично газовому котлу и газовой плите.
4. Вывести АГНКУ из-под действия ФЗ-116 и исключить, таким образом, отнесение ее к 4-му классу ОПО.
5. Установить требование по обязательному расположению АГНКУ вне пределов зданий, помещений, в том числе вне гаражей и складов и возможности ее установки только на территории частного домовладения.



Технология «газовый дом»

Область применения и преимущества

В.Л. Зинин,

заместитель начальника управления –
начальник отдела ПАО «Газпром», ис-
полнительный директор НГА, к.э.н.

Т.И. Исмаилов,

заведующий отделом
ООО «НИИГазэкономика», к.т.н.

А.Ю. Косарев,

заместитель директора центра –
заведующий отделом
ООО «НИИГазэкономика», к.э.н.

Понятие «газовый дом» подразумевает домашнее хозяйство и/или комплекс объектов различного назначения, теплоснабжение и энергоснабжение которых преимущественно основано на потреблении газа в различных формах. Технология позволяет обеспечить тепло- и энергоснабжение потребителей, не имеющих доступа или испытывающих трудности подключения к централизованному энергоснабжению, путём использования газа в качестве основного энергетического ресурса. При этом решаются задачи повышения надёжности, энергетической эффективности и экологической безопасности объектов.

Технология потенциально имеет широкую область применения. В статье рассматривается возможность её использования для энергообеспечения индивидуальных домов и посёлков, сельскохозяйственных объектов и газозаправочных станций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

«газовый дом»,
потребление газа,
энергетическая
эффективность,
безопасность.

Ключевыми компонентами «газового дома» являются:

- энергетический ресурс;
- система хранения;
- когенерационная установка (мини-ТЭЦ);
- система управления «умный дом».

Основным энергетическим ресурсом является газ, который может принимать следующие формы: сетевой природный газ, сжиженный (СПГ) и компримированный (КПГ) природный газ, адсорбционный природный газ (АПГ), сжиженный углеводородный газ (СУГ). Дополнительными энергетическими ресурсами могут служить возобновляемые источники энергии (ВИЭ).

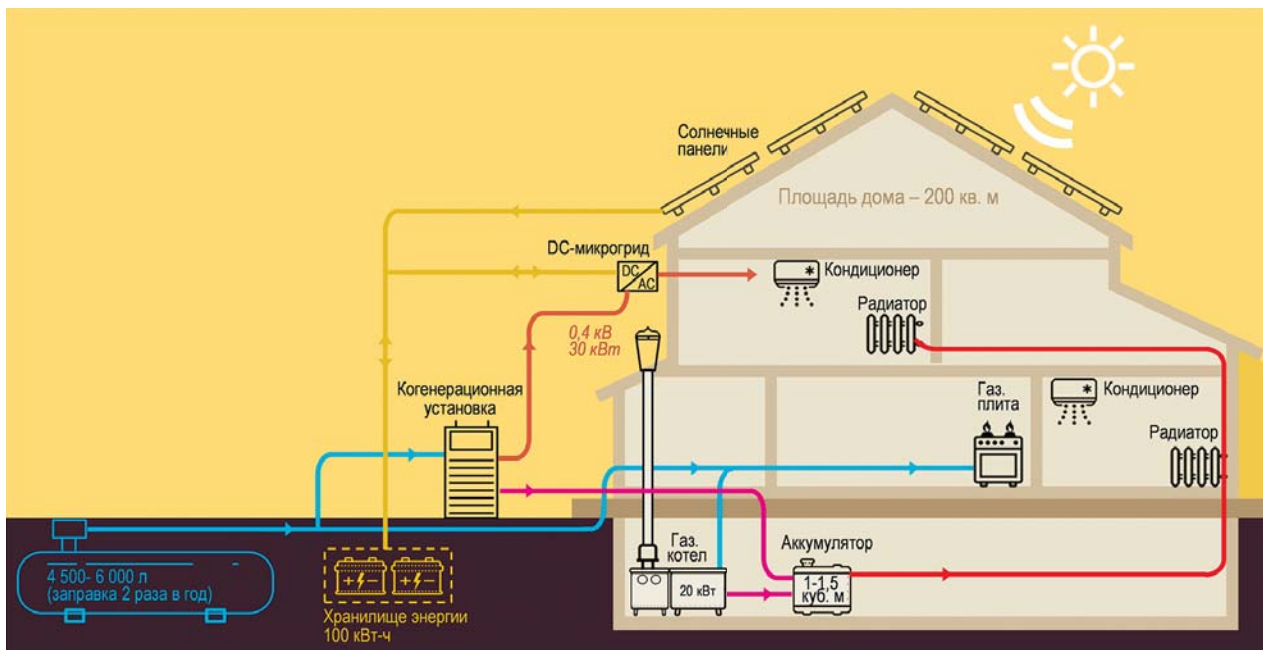
Система хранения топлива в зависимости от формы газа может включать газгольдер, баллон, резервуар хранения СПГ, резервуар хранения АПГ, мобильный блок хранения газа, кассетный аккумулятор и др.

Основными видами когенерационных установок являются газопоршневые установки (ГПУ) и газотурбинные установки.

Индивидуальные дома и посёлки

В данной категории возможны следующие варианты использования технологии:

- энергоснабжение индивидуального дома – отдельно стоящего строения без внешних подключений к сети;
- энергоснабжение коттеджного посёлка на базе общего энергоцентра.



Система энергоснабжения индивидуального дома может быть построена на базе следующего оборудования (рис. 1):

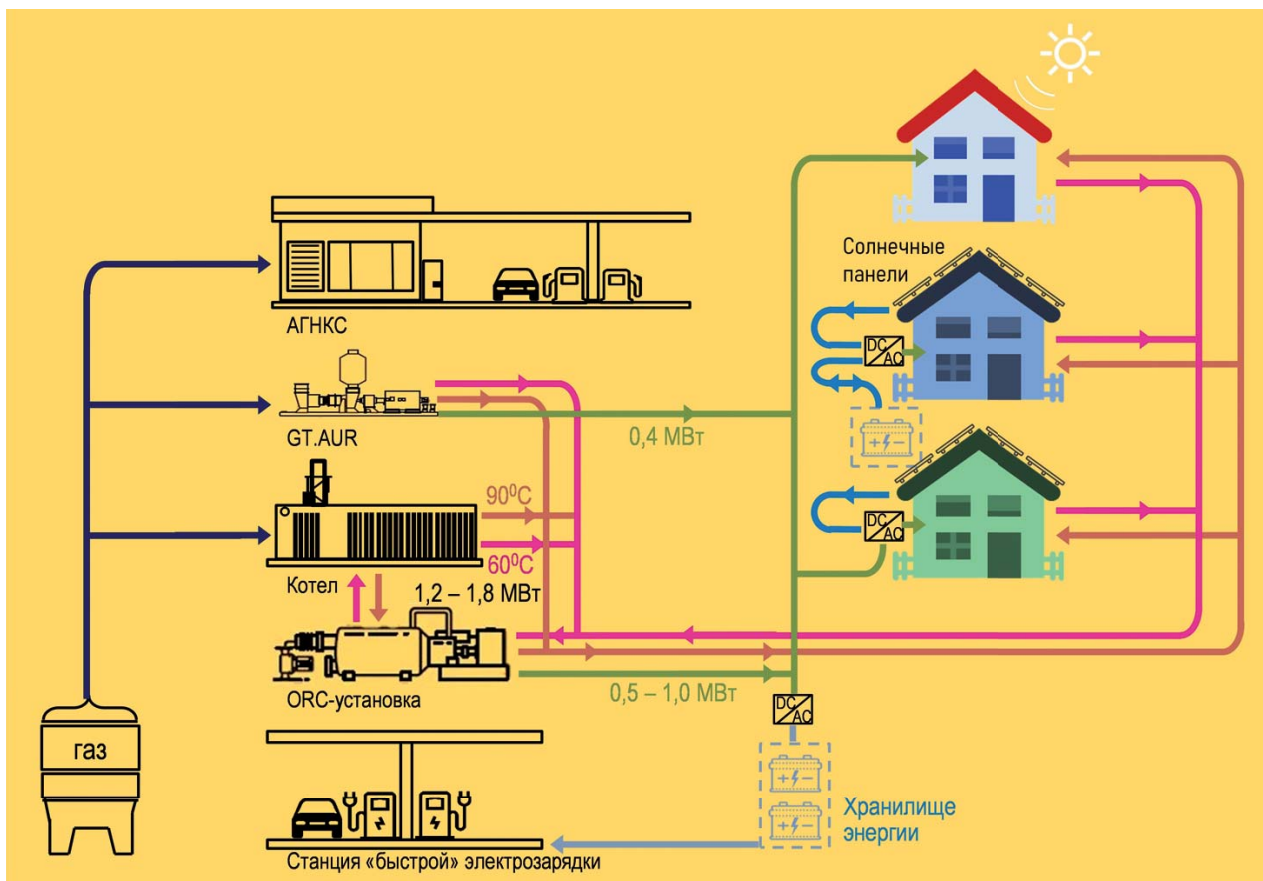
- резервуар горизонтальный стальной;
- газопровод низкого давления;
- когенерационная установка (мини-ТЭЦ);
- модуль утилизации тепла;
- газовый конденсационный котёл;
- система удалённого управления котлом, включая GSM-связь;

РИС. 1

Концептуальная схема системы энергоснабжения индивидуального дома

РИС. 2

Концептуальная схема системы энергоснабжения коттеджного посёлка на базе общего энергоцентра



- панель управления;
- DC-микросетевая;
- тепловой аккумулятор;
- хранилище электроэнергии;
- солнечные панели.

Газ из резервуара поступает по сетевому газопроводу на когенерационную установку, газовый котёл, газовую плиту и иные устройства. Когенерационная установка производит электрическую энергию в номинальном режиме (без отслеживания нагрузки), которая распределяется между потребителями и хранилищем. Тепло с выхлопа когенерационной установки в отопительный период отбирается в систему отопления. В случае дефицита тепла применяется котёл, который работает от газа из хранилища.

Система энергоснабжения коттеджного посёлка (рис. 2) предполагает организацию общего энергетического центра для обеспечения потребителей, что позволяет избежать установки технологического оборудования непосредственно в домах, а также позволяет более эффективно решать вопрос регулирования суточной неравномерности энергопотребления.

Газ из хранилища направляется на нужды энергетического комплекса, включающего:

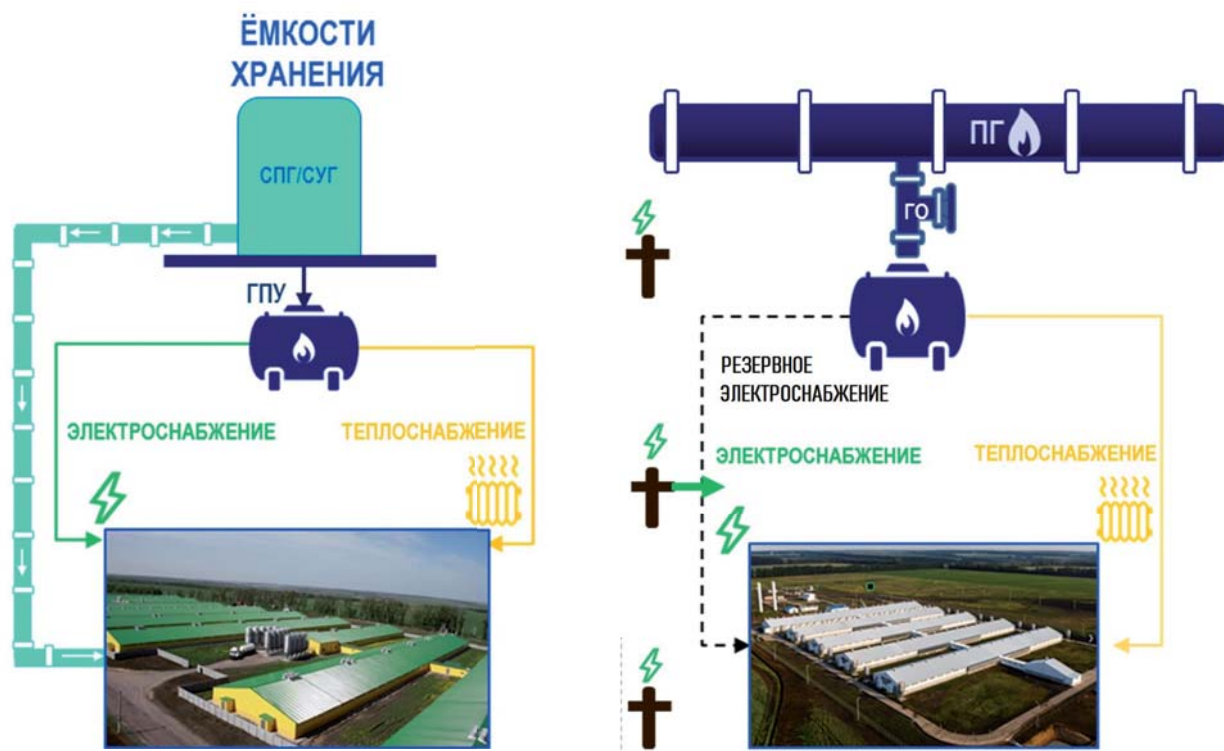
- автомобильную газонаполнительную компрессорную станцию (АГНКС) – комплексная подготовка, компримирование и выдача газа потребителю;
- газовый котёл – генерирование тепловой энергии для отопления домов и преобразования потока разогретых газов в тепло и электричество на ORC-установке;
- когенерационную установку – преобразование газа в тепло и электричество.

Коттеджный посёлок оснащён замкнутым контуром теплоснабжения для непрерывной генерации в отопительный период.

Сельскохозяйственные предприятия

Объекты агропромышленного комплекса часто расположены в местах с неудовлетворительным качеством основного энергоснабжения, что может приводить к дефициту электричества и отключениям. В сельском хозяйстве, особенно в животноводстве, это может привести к финансовым потерям. В связи с этим надёжное энергообеспечение в сельском хозяйстве является актуальной задачей. Использование технологии «газовый дом» позволит не только обеспечить надёжное электроснабжение объектов, но и теплоснабжение зданий и сооружений, когда это необходимо. Также преимуществами технологии являются: возможность подачи газа агропромышленным предприятиям, расположенным вдали от магистрального газопровода; экологическая и промышленная безопасность; экономическая привлекательность.

Принципиальная схема энергообеспечения сельскохозяйственных объектов представлена на рис. 3.



Автомобильные газозаправочные комплексы

В настоящее время реализуются Федеральная программа и Программы ПАО «Газпром» по развитию газозаправочной инфраструктуры на автомобильных дорогах федерального значения (АГНКС, КриоАЗС). В связи с этим возникает необходимость подключения газозаправочных объектов к сетям электроснабжения. С учётом того, что в ряде районов возможность подключения к централизованным энергетическим системам затруднена или отсутствует, использование ГПУ для автономного энергоснабжения объектов газозаправочной инфраструктуры может стать эффективным решением в среднесрочной перспективе.

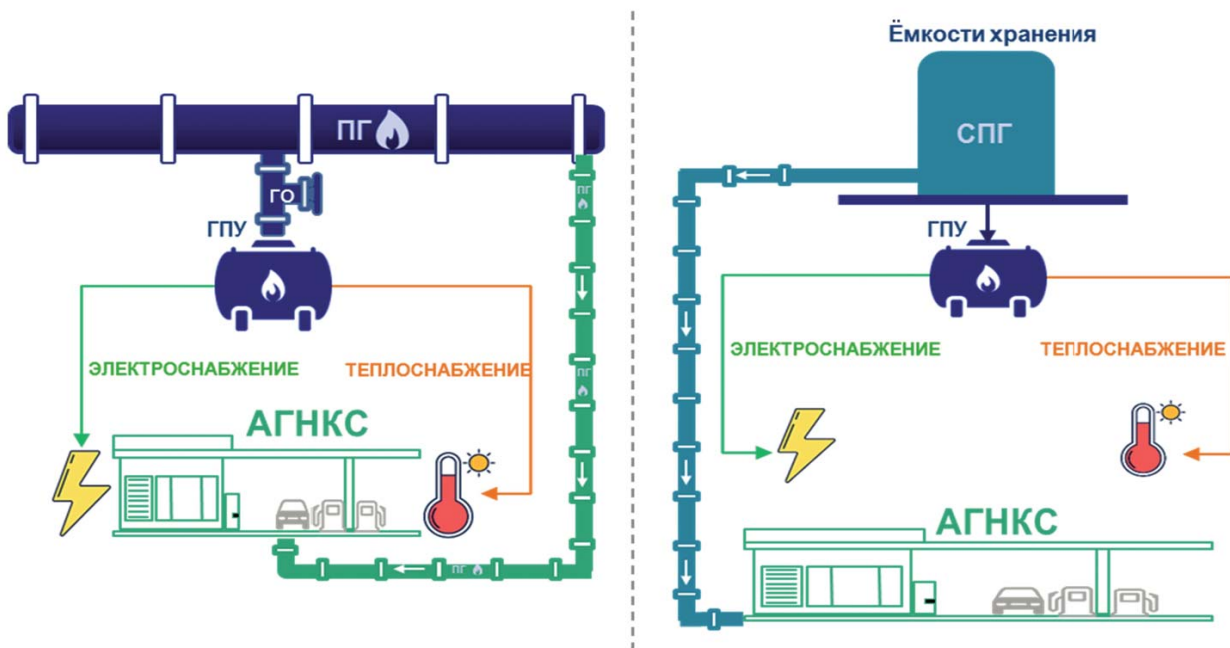
Варианты автономного энергообеспечения АГНКС с использованием природного газа представлены на рис. 4. Возможны два основных варианта энергообеспечения:

- автономный (островной) – ГПУ полностью покрывает потребности объекта в электроэнергии и тепле, объект не подключён к внешним электрическим сетям (вариант 1);
- параллельный (с внешней энергетической сетью) – потребность объекта в электроэнергии покрывается за счёт энергетических сетей, пиковые энергетические нагрузки покрываются за счёт ГПУ (вариант 2).

В качестве базового источника энергии для работы ГПУ предлагается использовать природный газ. В вариантах 1а и 2а в качестве источника природного газа рассматривается существующая газотранспортная система. При невозможности подключения АГНКС к существующей системе газопроводов в вариантах 1б и 2б рассматривается автономное газоснабжение с помощью СПГ.

РИС. 3

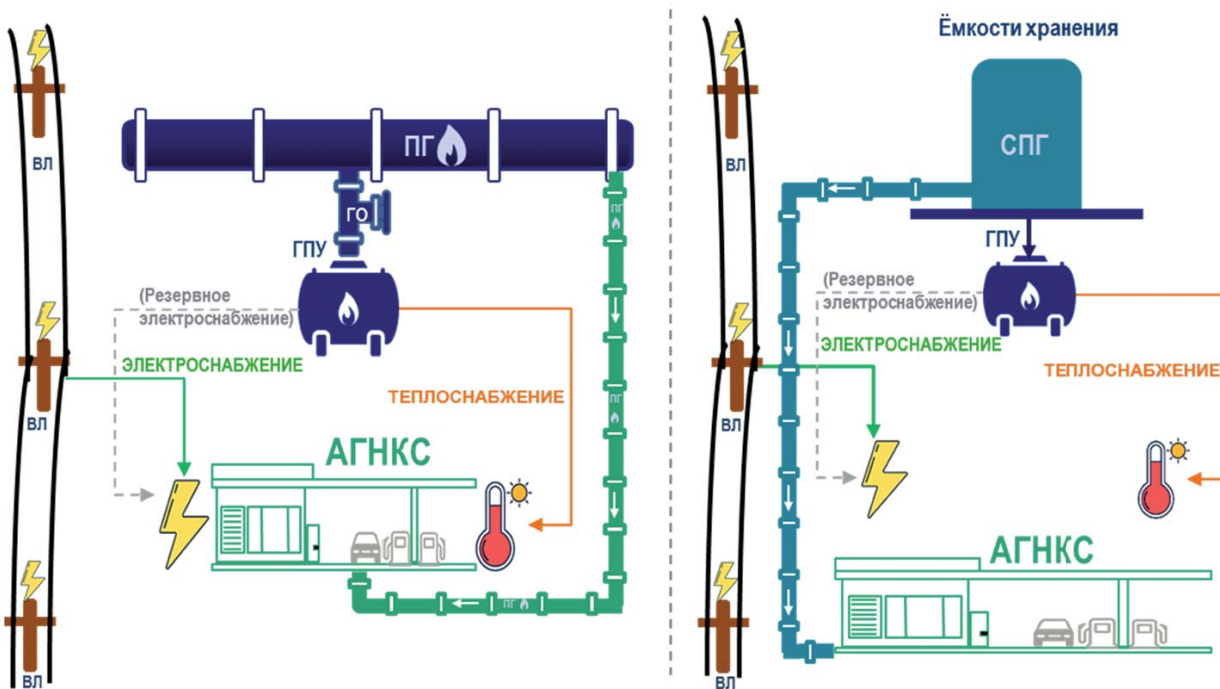
Энергоснабжение сельскохозяйственных объектов



а

б

Вариант 1 – без подключения к внешним сетям



а

б

Вариант 2 – с подключением к внешним сетям

РИС. 4

Варианты автономного энергообеспечения АГНКС

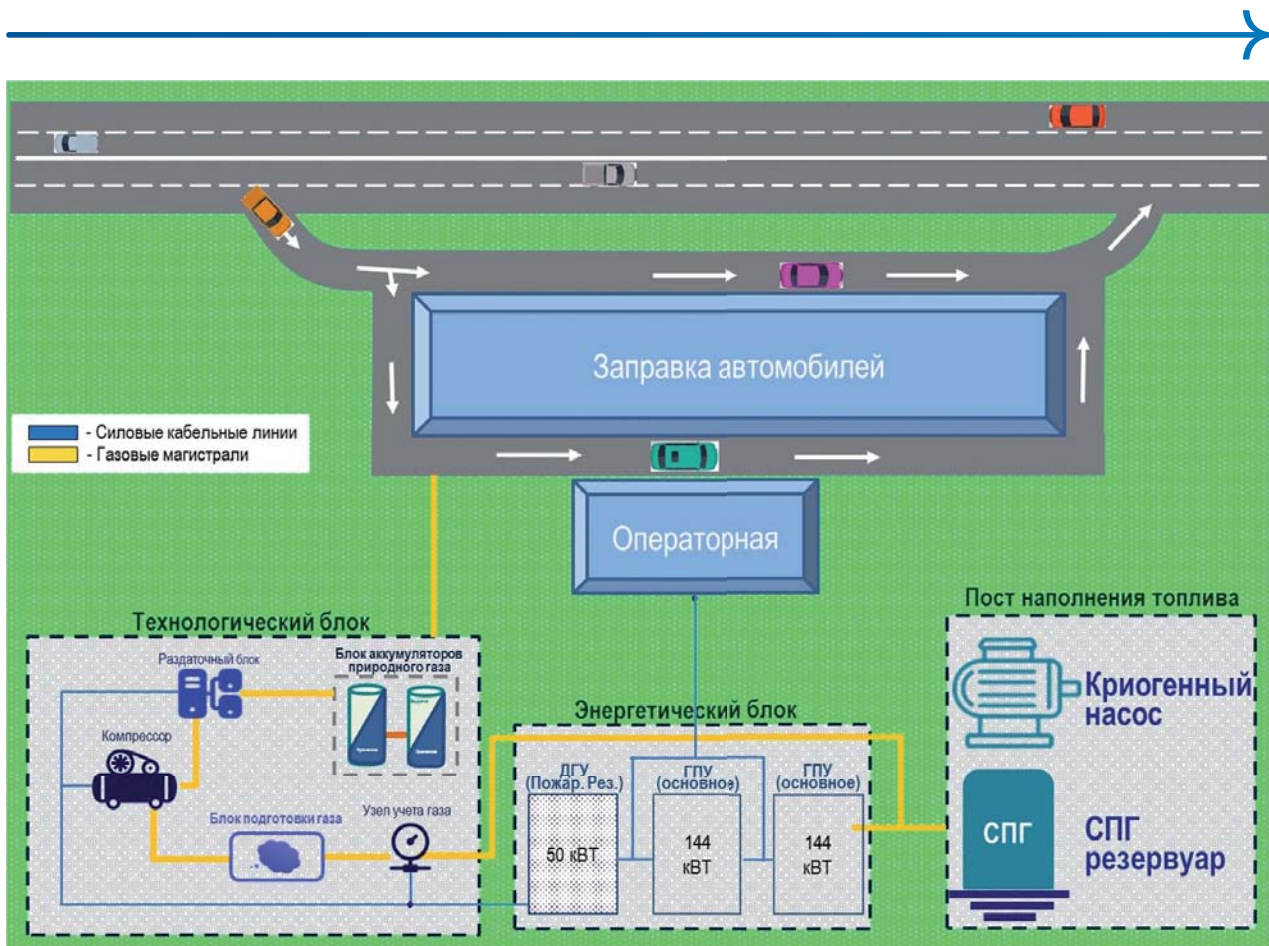


РИС. 5

Ситуационный план расположения оборудования АГНКС с блоком СПГ

В качестве основного потребителя электроэнергии на объектах нового строительства АГНКС являются производственно-технологические блоки, в которых расположены компрессорные установки, щитовые и механические мастерские, а также здания административно-хозяйственного назначения (операторные). В связи с неравномерным режимом эксплуатации АГНКС, при котором характерна скачкообразная нагрузка топливораздаточных колонок, оптимальным решением является использование ГПУ. Ситуационный план расположения оборудования АГНКС с блоком СПГ представлен на рис. 5.

Таким образом, при отсутствии подключения к сетевому газу и электроэнергии возможна организация автономного энергоснабжения газозаправочных объектов любого типа (АГНКС, КриоАЗС).

Географические зоны

Эффективность внедрения технологии «газовый дом» будет зависеть от набора следующих показателей:

- текущий уровень газификации региона;
- текущий уровень экономического развития региона;
- удалённость потребителей от существующей магистральной сети;
- текущий уровень энергоснабжения на основе ВИЭ и возможность их использования в качестве энергетического ресурса;
- текущий уровень тарифов на электроэнергию и природный газ.

Моделирование граничных условий экономической эффективности технологии «газовый дом» позволило выявить следующие факторы эффективности:

- относительно низкие цены на газ;
- относительно высокие цены на дизельное топливо (ДТ) и электроэнергию;
- относительно низкий объём потребления электроэнергии на душу населения;
- относительно высокий объём потребления газа на душу населения.

Исходя из данных факторов сформирован перечень критериев ранжирования субъектов РФ по целесообразности внедрения технологии «газовый дом»:

- соотношение цен на природный газ и электроэнергию – чем ниже значение индикатора, тем более благоприятными являются условия для внедрения технологии;
- соотношение цен на природный газ и ДТ – чем ниже значение индикатора, тем более благоприятными являются условия для внедрения технологии;
- соотношение душевого объёма потребления природного газа и электроэнергии – чем ниже значение индикатора, тем более благоприятными являются условия для внедрения технологии;
- валовой региональный продукт на душу населения – чем выше значение индикатора, тем более благоприятными являются условия для внедрения технологии.

Для внедрения технологии «газовый дом» целесообразна государственная поддержка и стимулирование. Основными задачами государственной поддержки и стимулирования технологии являются:

- развитие децентрализованной системы энергетики;
- ускорение инновационного развития отечественной энергетики;
- разработка новых видов техники, технологий и материалов.

Основными направлениями государственной поддержки и стимулирования внедрения технологии «газовый дом» являются:

- совершенствование законодательной базы;
- поддержка отечественных компаний, осуществляющих производство, монтаж и эксплуатацию когенерационных установок;
- координация деятельности федеральных органов исполнительной власти и ПАО «Газпром».

Основными мерами государственной поддержки и стимулирования внедрения технологии «газовый дом» являются:

- поддержка инвестиционной деятельности компаний, осуществляющих производство, монтаж и эксплуатацию когенерационных установок путём прямых инвестиций, софинансирования, предоставления субсидий и т.п.;
- содействие в разработке и внедрении технологий и оборудования, характеризующихся высокой энергетической эффективностью;
- стимулирование производства и реализации товарной продукции, характеризующейся высокой энергетической эффективностью, в объёмах, удовлетворяющих спрос;
- содействие научной-исследовательской, опытно-конструкторской, образовательной и информационной деятельности в области энергосбережения и энергетической эффективности.



О новой технике использования КПГ на транспорте и для мелких стационарных потребителей

О.Е. Богачек,
директор Pipeless Gas
Transportation D.O.O., Сербия,

Ю.В. Гинзбург,
зам. директора
по научно-экспериментальной
работе Pipeless Gas
Transportation D.O.O, Сербия,
профессор, д.т.н.,

Я.Р. Садыков,
генеральный директор
ООО «ПО ГАЗТЕХ», г. Боровичи,
Новгородская область

Одним из серьёзных препятствий для широкого внедрения компримированного природного газа является проблема доставки его потребителю, которая во многом решается путём использования передвижных автогазозаправщиков (ПАГЗ).

Значительным импульсом для более широкого использования ПАГЗ будет являться, по нашему мнению, концептуально новая система PNECOM для дистрибуции сжатого метана. Авторами построен опытный образец такой системы, который уже более года успешно эксплуатируется в Сербии при заправке автобусов. В системе отсутствует компрессор и какой-либо мотор (электрический или внутреннего сгорания), а в качестве приводного элемента используется пневмопривод низкого давления, работающий при давлении воздуха 0,5-1,0 МПа. Воздух для привода в случае мобильного исполнения (ПАГЗ) может обеспечиваться следующими устройствами: стандартным бортовым воздушным компрессором, приводимым от двигателя транспортного средства через вал отбора мощности (ВОМ); прицепным стандартным компрессором; бортовым воздушным аккумулятором; любым стационарным источником сжатого воздуха. Под стационарным источником воздуха подразумевается любой воздушный компрессор, заводская сеть сжатого воздуха и др. В сравнении с системами на базе традиционных газовых компрессоров (механические и гидравлические) предлагаемая система имеет исключительные показатели по объёму (в 5-6 раз меньше), массе (в 5-6 раз меньше) и стоимости (в 2-3 раза дешевле) в отличие от электрических и гидравлических дожимных компрессоров.

Нет нужды говорить о целесообразности применения компримированного природного газа (КПГ) в качестве топлива для транспортных средств (автомобили, тепловозы, суда, сельскохозяйственная техника). За последние 20 лет парк автомобилей на КПГ в мире вырос более чем в 20 раз (почти до 29 млн), а число заправочных станций до 34 тыс. Для большинства стран (включая Россию) машины на КПГ выигрывают конкуренцию с электромобилями по ряду серьёзных причин, включая суммарный объём вредных выхлопных газов от электростанций в процессе производства электричества.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

компримированный природный газ (КПГ), передвижной автомобильный газовый заправщик (ПАГЗ), заправочная инфраструктура.

В Китае насчитывается порядка 6,1 млн машин, работающих на метане (около 4 % от общего автопарка). По данному показателю КНР занимает первое место в мире. Вторым по величине в мире парком располагает Иран – 4,5 млн автомобилей (32 % от общего количества машин в стране). В пятёрку мировых лидеров входит Пакистан – около 3 млн.

Одной из передовых стран по применению КПП является Аргентина с долей газовых автомобилей около 10 % в общем парке. Индия имеет 2 % парка (абсолютная величина – 3,3 млн автомобилей). В Бразилии около 2 млн машин на КПП, что также составляет порядка 2 % парка.

Из европейских стран самые внушительные показатели имеет Италия – около 1 млн, или ~2 % от автопарка страны. Ну и, конечно, абсолютным лидером является Армения, где около 77 % всего автотранспорта работает на КПП (345 заправочных станций).


В России на КПП работает около 1 % автомобилей.

Одним из самых существенных препятствий на пути широкого внедрения КПП является неразвитость инфраструктуры заправочных станций. Обеспеченность заправочной инфраструктурой принято оценивать количеством автомобилей, приходящихся на одну заправку. В России на одну станцию приходится около 300 машин, что является в целом очень неплохим показателем.

Однако проблема состоит в том, что реальная обеспеченность потребителя газом зависит не только (а иногда не столько) от числа заправок, но и от оптимальности их месторасположения в сочетании с производительностью заправки. Автомобильные газовые заправки зачастую находятся в стороне от маршрутов и магистральных дорог, в малообжитых районах, что неизбежно сказывается на увеличении холостых пробегов и росте накладных расходов. На некоторых АГНКС используются устаревшие системы с низкой скоростью заправки, что опять же отрицательно сказывается на привлекательности КПП. Поэтому бессмысленно переводить на газ машины автовладельцев и парки автомобильных компаний при отсутствии плана и стратегии их заправки.

Эта проблема во многом решается путём использования передвижных автогазозаправщиков (ПАГЗ), потенциальные возможности которых в настоящее время реализуются не в полной мере. ПАГЗ можно разместить практически в любом месте логистического потока автомобилей или рядом с зонами крупных потребителей (таксопарки, гаражи, компании перевозчиков, дорожные службы, строительные организации и пр.). Таким образом можно создать параллельную эффективную инфраструктуру, существенно минимизирующую холостой пробег транспорта до газозаправочной станции.

Различают пассивный и активный ПАГЗ. Пассивные ПАГЗ – это газовые заправщики без компрессорного оборудования, в которых заправка транспортного средства происходит путём естественной (пассивная) перекачки газа за счёт разницы давлений между ПАГЗ и газовой ёмкостью этого средства. Активные оснащены бортовым дожимным компрессором, являясь по сути мобильной газонаполнительной компрессорной станцией. Наряду с транспортными средствами



активный ПАГЗ может загружать пассивные ПАГЗ и сам себя из газовой магистрали.

Главным недостатком пассивного ПАГЗ является то, что в его баллонах постоянно находится «паразитный» газ (примерно 50 % объёма баллонов), который не используется для заправки и постоянно перевозится вместе с ПАГЗ. Для активного ПАГЗ эта цифра находится в пределах 5 %, что резко (почти вдвое) повышает использование объёма баллонов на борту. Однако при этом эффективное использование объёма баллонов ограничивается весовым фактором, поскольку, кроме газа, надо перевозить ещё и дожимной компрессор.

В большинстве стран объём перевозимого газа ограничивается не объёмом полезного грузового пространства автопоезда, а максимальным сцепным весом при использовании газовых баллонов типа 1-3, что сокращает число баллонов с полезным объёмом газа. Этот фактор, а также сложность и дороговизна конструкции компрессорной установки влекут за собой увеличение затрат на заправку, связанных с приобретением и эксплуатацией такого ПАГЗ.

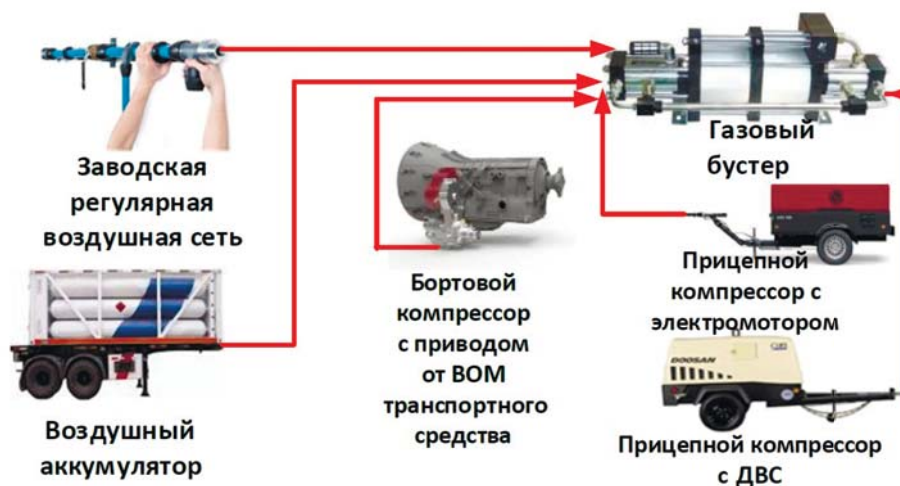
Следовательно в практике необходимо наличие ПАГЗ различных по конструкции, объёму доставляемого газа, способу заправки и опорожнения. В них могут использоваться баллоны любого типа, скомпонованные любым методом: россыпью, в блоках, в кассетах, в съёмных или фиксированных контейнерах, в виде платформ BDF на четырёх опорах и т.д. В ряде случаев мы рассматриваем возможность применения на одном и том же ПАГЗ баллонов различных типов с тем, чтобы обеспечить оптимальную комбинацию объёма и массы, позволяющую полностью использовать разрешённое весовое ограничение и геометрический объём автопоезда при максимально возможном объёме перевозимого газа. Для реализации этой идеи мы разработали соответствующую методику расчёта.

Поскольку в России имеется ещё много районов, не имеющих доступа к магистральным газопроводам, в которых массово строятся загородные дома, коттеджные посёлки, промышленные небольшие производства, склады и пр., мы также рассматриваем ПАГЗ как средство не только для заправки транспортных средств, но и для снабжения некоторых стационарных потребителей, у которых отсутствует доступ к магистральному природному газу.

Значительным импульсом для более широкого использования ПАГЗ будет являться, по нашему мнению, концептуально новая система PNECOM для дистрибуции сжатого метана. Нами построен опытный образец такой системы, который уже более года успешно эксплуатируется в Сербии при заправке автобусов. В системе отсутствует компрессор и какой-либо мотор (электрический или внутреннего сгорания), а в качестве приводного элемента используется пневмопривод низкого давления, работающий при давлении воздуха 0,5-1,0 МПа. Воздух для привода в случае мобильного исполнения (ПАГЗ) обеспечивается стандартным бортовым воздушным компрессором, работающим от двигателя транспортного средства через вал отбора мощности (ВОМ), прицепного стандартного компрессора, бортового воздушного аккумулятора или от любого стационарного источника сжатого воздуха (рис. 1). При использовании стационарного источника воздуха это может

РИС. 1

Возможные варианты источника сжатого воздуха



быть любой воздушный компрессор, заводская сеть сжатого воздуха и др. В сравнении с системами на базе традиционных газовых компрессоров (механические и гидравлические) предлагаемая система имеет исключительные показатели по объёму (в 5-6 раз меньше), массе (в 5-6 раз меньше) и стоимости (в 2-3 раза дешевле) в отличие от электрических и гидравлических дожимных компрессоров.

Принципиальная схема системы показана на рис. 2. В данной схеме в системе используется бортовой компрессор, приводимый механическим ВОМ, который установлен под полом кабины. Сжатый воздух от компрессора подаётся в бустер, имеющий две секции. Первая секция представляет собой поршневой привод на сжатом воздухе под давлением 0,6...1 МПа, вторая секция – поршневая ступень для сжатия газа до давления 20...30 МПа. Газ всасывается в эту секцию под переменным давлением (давление на всасывании в бустер падает по мере расхода газа из резервуаров ПАГЗ) и нагнетается в баки потребителя (топливный бак автомобиля или бак для хранения газа стационарного потребителя и т.п.).

На борту ПАГЗ размещены две группы баллонов: *A* – так называемые питающие баллоны и *B* – так называемые подающие баллоны.

Надо заметить, что хотя на рис. 2 показаны все компоненты в единственном числе (бустер, бак потребителя и др.), реально это могут быть несколько одинаковых компонентов, соединённых трубопроводами.

Подающие баллоны имеют одну горловину, в то время как питающие баллоны снабжены двумя горловинами. При этом верхняя часть питающих баллонов (*A*) соединяется поочерёдно с нагнетающей линией газовой станции или с всасывающей линией бустера. Подающие баллоны (*B*) соединяются поочерёдно с нагнетающей линией от газовой заправочной станции и всасывающей линией бустера.

Комплекс электроуправляемых клапанов обеспечивает работу системы в семи режимах:

1. Заправка ПАГЗ на газозаправочной станции. В этом режиме все баллоны ПАГЗ заправляются одновременно, клапаны II, III, VIII открыты, и газ течёт по трубопроводам *a*, *b* и *c*. При достижении заданного давления клапаны II и III закрываются (см.рис. 2).

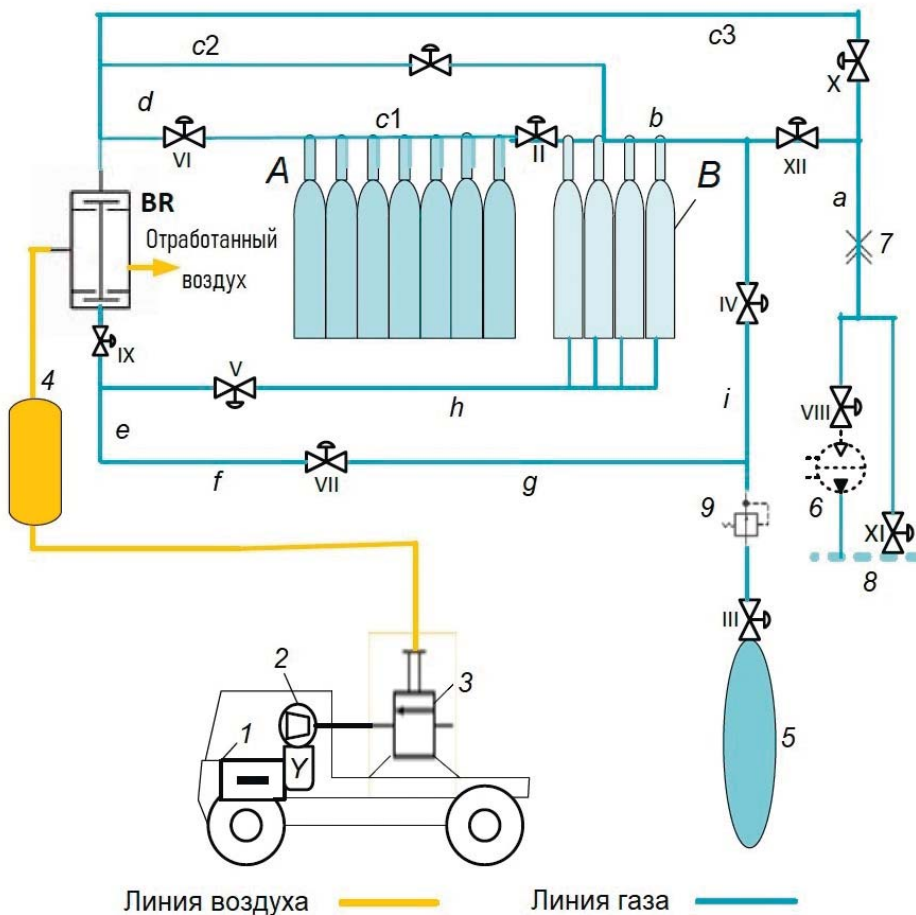


РИС. 2

Принципиальная схема системы PNECOM для ПАГЗ:

- 1 – двигатель транспортного средства;
- 2 – ВОМ; 3 – бортовой воздушный компрессор с приводом от ВОМ;
- 4 – воздушный демпфер;
- 5 – баллоны потребителя;
- 6 – заправочная станция;
- 7 – газовый пистолет;
- 8 – газопровод;
- 9 – регулятор давления;
- I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII – запорные клапаны;
- a, b, c, d, e, f, g, h, i – газопроводы;
- A, B – газовые баллоны на ПАГЗ; BR – газовый бустер

2. Бустер подаёт одновременно газ из баллонов обеих групп A и B в бак потребителя. В это время клапаны II, III, VI, VII, IX открыты, и газ течёт через трубопроводы b, c1, d, e, f, g и регулятор давления 9 в бак потребителя.

3. Бустер подаёт газ из баллонов группы B в бак потребителя. Клапаны I, III, VII, IX открыты, и газ течёт по трубопроводам c2, d, e, f, g.

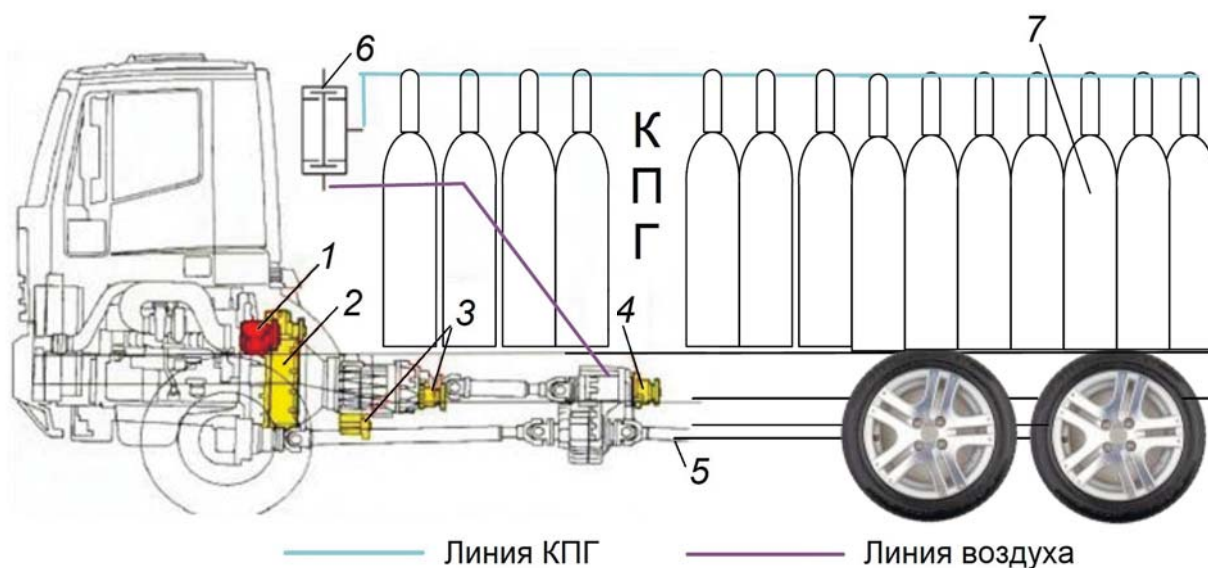
4. Бустер подаёт газ из баллонов группы B в бак потребителя. Клапаны V, III, VI, IX открыты, и газ течёт по трубопроводам c1, d и h.

5. Газ передаётся самотёком из баллонов групп A и B в бак потребителя. Клапаны II, IV открыты, и газ течёт через трубопроводы c1, b, i.

6. Газ самотёком поступает из баллонов группы B через трубопроводы b, i, g. Клапаны III, IV открыты.

7. Система работает, как газонаполнительная станция, забирая газ низкого давления из газопровода и подавая его в бак потребителя (включая баки собственно ПАГЗ и баки заправляемого транспортного средства). Клапаны III, VII, IX, X, XI открыты, и газ течёт по трубопроводам e, f, g.

Вышеуказанные режимы выбираются на основе алгоритма, зависящего от характеристик и числа используемых бустеров, типа и объёмов потребительских баков, фаз процесса заполнения и опорожнения потребительского бака и других факторов.

**РИС. 3**

Конструктивная схема ПАГЗ на одиночном грузовике:
 1 – блок включения раздаточной коробки;
 2 – раздаточная коробка;
 3 – ВОМ; 4 – бортовой воздушный компрессор с приводом от ВОМ;
 5 – карданный вал;
 6 – газовый бустер с приводом от сжатого воздуха; 7 – газовые баллоны

Как правило, заправка транспортного средства осуществляется в две стадии. На первой стадии баллоны автомобиля заправляются самотёком вплоть до уравнивания давления в баллонах ПАГЗ и заправляемого автомобиля. Затем начинает работать бустер. Перекачка газа из баллонов группы *A* в баллоны группы *B* делается преимущественно при перегонах и простоях ПАГЗ. За счёт этого в процессе заправки обеспечивается повышенное давление нагнетания газа при заправке самотёком и на всасывании бустера, производительность которого зависит от давления всасывания.

Конструктивная схема ПАГЗ на базе одиночного грузовика показана на рис. 3. Машина оснащена стандартным механическим ВОМ 3, установленным на трансмиссии машины, который может включаться и отключаться с места водителя. Там же под полом монтируется воздушный компрессор.

Изначальные малая масса и габариты, а также лёгкое масштабирование позволяют монтировать нашу систему на средние и лёгкие грузовики, малые суда, дрезины и другие малогабаритные транспортные средства. Важное значение приобретают эти факторы для нового направления заправочной стратегии, которая уже применяется при заправке автомобилей жидким горючим. Мы говорим о методе заправки автомобилей без заезда на заправочную станцию, когда этот процесс организуется с помощью мобильного приложения в любой желаемой точке. Такой метод года два назад начал использоваться в ряде штатов в США и в настоящее время добрался до Москвы. Основными потребителями тут могут быть те, кто не желает терять время на посещение АЗС: индивидуальные владельцы, каршеринговые и строительные компании, прочие сервисные службы. В этом случае наша система может работать на сменных бортовых воздушных аккумуляторах.

Применение нашего изобретения позволит существенно расширить использование мобильных заправщиков метана и будет способствовать дальнейшему увеличению потребителей газомоторного топлива.



Безопасность водородного транспорта

А.Е. Поваляев,
ведущий инженер
ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ»,

А.Ф. Колбасов,
зав. научно-исследовательским
отделом ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», к.т.н.,

В.Н. Козлов,
аспирант, гл. специалист
ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ»

Актуальность применения водорода (H_2) на транспорте как альтернативного источника энергии обусловлена стремлением к снижению выбросов CO_2 и других вредных веществ в атмосферу Земли. Использование H_2 в качестве энергоносителя имеет множество не только положительных аспектов, но и отрицательных. Среди отрицательных выделяется пожаро- и взрывоопасность смеси H_2 с воздухом, называемая гремучим газом. Некоторые эксперименты показывают большую пожаробезопасность водородных электромобилей по сравнению с бензиновыми автомобилями. Важным звеном в обеспечении техники безопасности являются баки водорода высокого давления, учитывая способность H_2 проникать сквозь металлы. Существенное значение имеет технология заправки бака водородом, а также стандарты заправочных пистолетов и горловин автомобилей и другие меры техники безопасности. Повышению безопасности способствуют исследования на водородном пассажирском транспорте, продолжающиеся в настоящее время. Применение современных технологий позволяет существенно снизить пожаро- и взрывоопасность применения H_2 на транспорте.

Введение

Начиная с конца XIX века содержание углекислого газа и других вредных веществ (ВВ) в атмосфере Земли непрерывно увеличивается, особенно в мегаполисах. Немалую часть этого загрязнения дают выхлопные газы автомобилей. В последнее время наметилась тенденция перехода на электромобили благодаря появлению литиевых аккумуляторов.

Но лития на Земле мало, поэтому он растёт в цене, в связи с чем не могут снизиться цены на литиевые аккумуляторы и электромобили. К тому же у электромобилей пока ещё недостаточен запас хода.

Поэтому учёные, разработчики и технологи ищут альтернативные способы накопления энергии на транспортных средствах. Одним из них является применение водородных топливных элементов (ТЭ).

Применение водорода как топлива на транспорте с ТЭ сопряжено с определённой долей опасности. Рассмотрим его основные свойства.

Основные физико-химические свойства водорода

Водород обладает уникальным набором свойств, определяющих его широкое использование в различных областях промышленности, но и порождающих ряд технических проблем [1]. H_2 является наиболее распространённым элементом во Вселенной и одним из самых распространённых на Земле. Основными источниками H_2 на

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

пожароопасность, взрывоопасность, техника безопасности, водород, топливные элементы, электромобили

Земле являются вода и органические соединения, включая нефть, природный газ и биомассу [2].

Способность водорода вступать при повышенных температурах в каталитические реакции гидрирования широко используется в химической, нефтехимической и пищевой промышленности, а также в ряде других отраслей. Восстановительные свойства H_2 используются в химической технологии, в порошковой металлургии, металлообработке, машиностроении, микроэлектронике [3].

Среди известных газов водород имеет самую низкую вязкость и самую высокую теплопроводность [2]. Благодаря этому H_2 применяется для уменьшения трения и охлаждения в движущихся частях. Но низкая вязкость H_2 повышает вероятность его утечек через уплотнения, что ужесточает требования к качеству водородной газовой аппаратуры.

Водород относят к горючим газам с повышенной пожаро- и взрывоопасностью. Он имеет широкие концентрационные пределы горения и детонации, высокую скорость распространения пламени, а также низкую энергию воспламенения [2]. Вместе с тем низкая плотность и высокая скорость диффузии H_2 способствуют быстрому снижению его концентрации на открытой местности и в вентилируемых помещениях. К тому же H_2 имеет достаточно высокую нижнюю границу детонации, что существенно снижает его взрывоопасность в реальных условиях.

Недостатки водорода как топлива

Недостатки, связанные с химической активностью H_2 :

- при смешивании с кислородом он образует взрывоопасную смесь [4];
- при горении пламя нельзя обнаружить невооружённым глазом [4];
- при значительных утечках водород разрушает озоновый слой и нарушает фотохимию в атмосфере [4];
- H_2 увеличивает хрупкость металлических деталей [4].

Опасность использования водорода связана ещё с тремя факторами:

- высокой летучестью H_2 , из-за которой он проникает через очень небольшие зазоры [5];
- высокой проникающей способностью;
- лёгкостью воспламенения.

Безопасность по сравнению с бензиновыми авто

Исследователи университета Майами (США) провели эксперимент по проверке последствий разгерметизации топливного бака (или системы подачи топлива) и воспламенения горючего на автомобилях, заправленных бензином и водородом. На водородном автомобиле тепловое воздействие на конструкцию и пассажиров практически отсутствовало (рис. 1а), а бензиновый автомобиль (рис. 1б) был фактически уничтожен, так как оказался в пламени горящего на земле топлива [6].



а



б

Баки высокого давления

Потенциально самым слабым звеном безопасности на пассажирском транспорте являются баки хранения H_2 высокого давления (рис. 2).

На сегодняшний день водородные технологии, разработанные компанией Toyota, признаны одними из самых безопасных в мире. Toyota создала ряд водородных автомобилей. Водородные баллоны из углеволокна не раз подвергались обширным испытаниям в краш-тестах, включающим фронтальные, боковые и задние удары [7].

РИС. 1

Эксперимент по проверке последствий разгерметизации топливного бака водородного (а) и бензинового (б) автомобилей

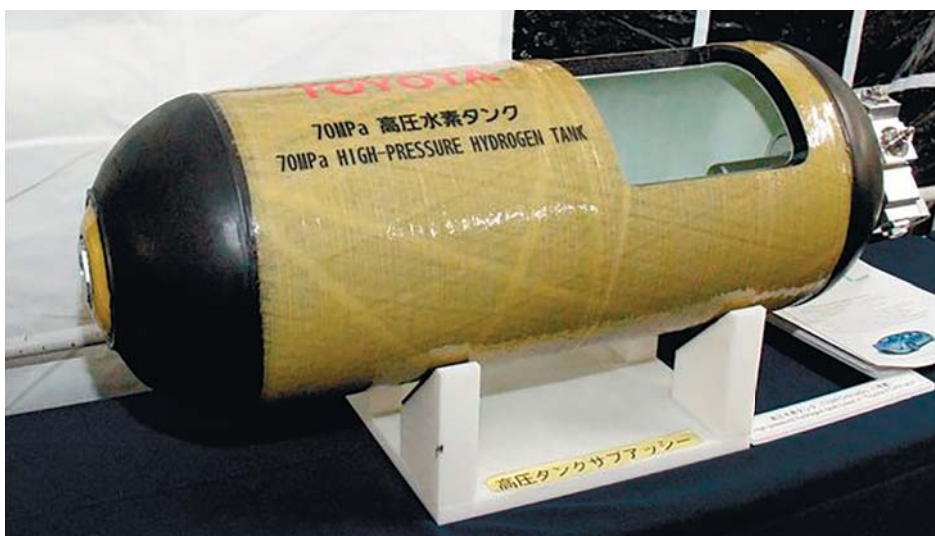


РИС. 2

Бак высокого давления

Toyota сделала свои баки пуленепробиваемыми. Их стенки из сверхпрочного волокна выдерживают выстрелы из крупнокалиберного оружия [8]. Каркас блока топливных элементов защищает топливные ячейки, поглощая удары от неровностей дорожного покрытия [7].

Меры по обеспечению безопасности при заправке водородом

В настоящее время водородный транспорт с ТЭ эксплуатируется с двумя видами топливных баков на 70 и 35 МПа. Вследствие этого важным элементом безопасности является обязательная маркировка допустимого давления в баке на заправочной горловине (рис. 3, 4).

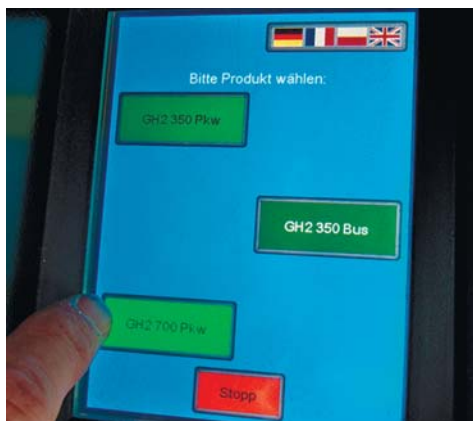


РИС. 3

Выбор режима заправки на станции. Два режима для легковых авто (Pkw) и один для автобусов



РИС. 4

Заправочные пистолеты, приёмные горловины и режимы заправки должны строго соответствовать международному стандарту

Стандарт SAE J2601

Назначение стандарта SAE J2601 – установить единый всемирный протокол заправки лёгких транспортных средств на топливных элементах (FCEV) на заправочных станциях с давлением 35 и 70 МПа. Увеличение сжатия H₂ до 70 МПа позволяет повысить дальность поездки FCEV на одной заправке. Стандарт SAE J2601 относится к лёгким FCEV с водородным баком, вмещающим от 2 до 10 кг H₂ при давлении 70 МПа и от 2,4 до 6 кг при давлении 35 МПа. Отдельные документы стандарта касаются заправки тяжёлых грузовиков и вилочных погрузчиков.

SAE J2601 устанавливает ограничения по безопасности и требования к производительности раздаточного устройства газообразного водорода. Критерии включают: максимальную температуру топлива у сопла дозатора, максимальную скорость истечения топлива, максимальную скорость повышения давления и другие параметры, базирующиеся на охлаждающей способности раздаточной колонки станции (рис.5).

РИС. 5

Справочная таблица стандарта J2601

Ambient Temperature, T _{amb} (°C) (внешняя температура)	A-70 1-7kg	Average Pressure Ramp Rate, APRR (MPa/min)	Fueling Target Pressure, P _{target} (MPa) (конечное давление)														
			Initial Tank Pressure, P ₀ (MPa) (начальное давление в баке)														
			2	5	10	15	20	30	40	50	60	70	> 70				
> 50	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling
50	11.4	73.5	73.2	73.0	72.8	72.6	72.4	72.2	72.0	71.9	72.2	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling
45	15.7	73.9	73.6	73.3	73.0	72.8	72.5	72.3	72.0	71.8	72.1	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling
40	19.8	74.2	73.9	73.6	73.2	73.0	72.6	72.2	72.0	71.8	72.0	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling
35	23.7	74.5	74.1	73.6	73.3	73.1	72.7	72.3	72.0	71.8	72.0	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling
30	27.4	74.1	73.8	73.2	72.7	72.5	71.9	71.4	71.0	70.6	71.0	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling
25	28.2	73.6	73.3	72.6	72.3	71.7	70.9	70.4	69.9	69.3	69.3	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling
20	28.2	73.2	72.8	72.0	71.4	71.0	70.0	69.3	68.7	68.2	68.2	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling
10	28.2	72.0	71.5	70.6	70.0	69.4	68.2	67.2	66.5	65.8	65.8	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling
0	28.2	70.9	70.3	69.3	68.5	67.9	66.4	65.2	64.0	63.5	63.5	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling
-10	28.2	69.8	69.2	67.9	67.1	66.1	64.4	63.0	61.6	61.6	61.6	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling
-20	28.2	68.9	67.9	66.6	65.5	64.3	62.4	60.7	59.1	59.1	59.1	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling
-30	28.2	67.8	66.7	65.2	63.7	62.5	60.4	58.3	56.4	56.4	56.4	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling
-40	28.2	67.3	66.5	65.0	63.7	62.5	60.1	58.3	56.4	56.4	56.4	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling
< -40	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling	no fueling

Примечание: no fueling – нет заправки.

Стандарт SAE J2601 для FCEV малой грузоподъёмности использует справочные таблицы для заправки при давлении 35 и 70 МПа. Эти таблицы могут быть запрограммированы в блок управления раздаточного устройства для контроля над процессом заправки. Стандарт J2601 определяет четыре типа раздаточных колонок в зависимости от температуры, до которой предварительно охлаждается водород.

Если сравнивать автомобили на топливных элементах с электромобилями, то с учётом нынешнего КПД FCEV, достигающего 60 %, заправка водорода (5...10 кг) эквивалентна заряду 100...200 кВт·ч электроэнергии за время, не превышающее 5 минут. Благодаря SAE J2601 на данный момент FCEV можно считать единственной технологией с нулевым выбросом, которая способна конкурировать по времени заправки и дальности пробега с автомобилями с бензиновыми ДВС.

Стандарт SAE J2799

В дополнение к стандарту SAE J2601 с целью дальнейшей оптимизации процесса заправки, а также обеспечения высокой степени наполнения (95...100 %) и запаса хода был разработан стандарт беспроводной связи между FCEV и водородной станцией – SAE J2799 (рис. 6). Этот опциональный протокол использует технологию инфракрасной передачи данных (Infrared Data Association Technology) для обмена информацией между транспортным средством, водородным баком и дозатором.

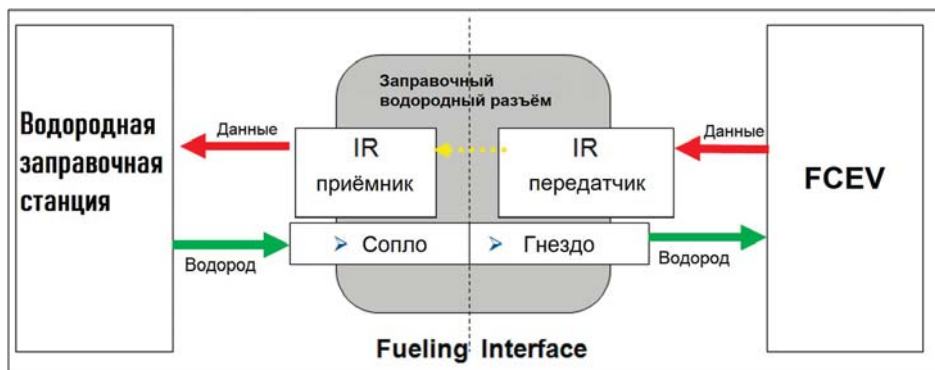


РИС. 6

Интерфейс стандарта J2799

Стандарт SAE J2600

SAE J2600 регламентирует конструкцию и порядок испытания заправочных разъемов, сопел и ёмкостей, предназначенных для заправки наземных транспортных средств, в которых в качестве топлива используется сжатый водород. Разъемы, сопла и ёмкости в обязательном порядке должны отвечать требованиям стандарта и пройти все установленные испытания, чтобы считаться совместимыми с SAE J2600 (рис. 7).

Целями разработки SAE J2600 являются:

- предотвращение возможности заправки FCEV, имеющих класс давления ниже, чем класс давления дозатора;
- предотвращение возможности заправки FCEV на заправочных



РИС. 7

Заправочные разъемы SAE J2600



РИС. 8

Разрывное соединение заправочного шланга

станциях другого сжатого газа (не водород);

- предотвращение возможности заправки других транспортных средств, использующих в качестве топлива сжатый газ, на водородных заправочных станциях.

С целью повышения безопасности при заправке водородом на шлангах устанавливают быстроразъемные соединения для аварийного расцепления под высоким давлением, автоматически и без повреждений разъединяющиеся в случае превышения усилия натяжения шланга рабочего контура (рис. 8).

Обязательным условием безопасности при заправке водородом является заземление автомобиля (рис. 9).



РИС. 9

Заземление

Исследования и предложения по повышению безопасности водородного пассажирского транспорта

Особенности в конструкции водородных топливных систем, на которые обращают особое внимание.

- Узел снабжения H_2 выполнен по наивысшим стандартам безопасности. Во всех критических местах применяются детали и элементы безопасности с соответствующими разрешениями на эксплуатацию.
- Модули топливных элементов находятся в секторе с контролируемой системой вентиляции и взрывобезопасным вентилятором.

За наличием утечек газа следят специальные датчики. Катализаторы окисляют выходящий водород в аварийных ситуациях. Другие элементы находятся в секторе с обдувкой воздухом.

- Патрубок баллона имеет внутреннюю маркировку давления. С помощью рычага производится плотное и надёжное подключение магистрали баллона к присоединительному разъёму.

Существуют также предложения применять ингибиторы детонации смеси водорода с воздухом [9], а также катализаторы окисления H_2 воздухом для предотвращения его накопления в пожароопасных концентрациях [10, 11].

Заключение

Применение водородных топливных элементов имеет как плюсы, так и минусы. Среди минусов следует отметить пожаро- и взрывоопасность нахождения водорода на борту автотранспортного средства. Но современный уровень развития науки и техники позволяет существенно снизить вероятность этой опасности при соблюдении соответствующих мер техники безопасности.

Использованные источники

1. Козин Л.Ф., Волков С.В. Водородная энергетика и экология. – Киев: Наукова думка, 2002. – 335 с.
2. Основные свойства водорода // media.ls.urfu.ru, URL: <http://media.ls.urfu.ru/599/1682/4040/4917/2851/> (дата обращения: 12.11.2020)
3. Долганов А.В., Танасейчук Б.С. Способ получения молекулярного водорода // Патент, URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2487965> (дата обращения: 12.11.2020)
4. В.Ю. Петров. Легковой автотранспорт будущего: электромобили, водородные или традиционные автомобили? // Автомобильная промышленность. – 2009. – № 5. – С. 7-11.
5. Водородный транспорт // Википедия, URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Водородный_транспорт (дата обращения: 12.11.2020)
6. Коротеев А.С., Смоляров В.А. Водородные технологии на транспорте – стратегическое решение экологических проблем крупных городов и мегаполисов. Объединённый симпозиум в рамках проекта АТЭС «Энергетические связи между Россией и Восточной Азией: стратегии развития в XXI веке», Иркутск, 30 августа – 2 сентября 2010 г., Институт систем энергетики им. Л.А.Мелентьева (ИСЭМ) СО РАН.
7. Toyota FCV Mirai – устройство и характеристики // avtonov.info, URL: <http://avtonov.info/toyota-mirai> (дата обращения: 12.11.2020).
8. Справочная: как работают водородные автомобили и когда они появятся на дорогах // habr.com, URL: <https://habr.com/ru/post/450886/> (дата обращения: 12.11.2020)
9. Саранцев В.Н. Способ и устройство обеспечения взрыво- и пожарной безопасности автобусов, работающих на водороде // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты – 2010. – № 4. – С. 72-75.
10. Кириллов И.А., Харитонов Н.Л., Шарафутдинов Р.Б., Хренников Н.Н. Обеспечение водородной безопасности на атомных электростанциях с водоохлаждаемыми реакторными установками. Современное состояние проблемы / И. А. Кириллов и др. // Ядерная и радиационная безопасность. – 2017. – № 2 (84). – С. 1-12.
11. Иванова Н.А. Низкотемпературный каталитический конвертор водорода на основе гидрофобных катализаторов: дисс. на соискание учёной степени канд. техн. наук: 05.17.01: защищена 24.09.20. – М., 2020. – 168 с.



От пилотных проектов к системному бизнесу

Опыт США по переводу парков транспорта и техники на альтернативное топливо

Дмитрий Тисной,
основатель и президент CNG Delivery,
исполнительный директор
NGV Global Group (США),
руководитель рабочей группы
по тяжелым двигателям Американской
газomotorной ассоциации
(NGV America),

Роман Громов,
сооснователь и вице-президент,
руководитель направления СНГ,
к.э.н.,

Алексей Гришко,
директор по продуктам
ООО «Никкисо Индастриал Рус»,
российского представительства
международной Nikkiso Group
(Япония)

Компания-интегратор

В Соединенных Штатах Америки вопросы комплексного перевода парков транспорта и техники на газомоторное топливо (КПГ, СПГ, биогаз), включая конвертацию на газ двигателей внутреннего сгорания разного применения – это давно не экзотика и не пилотные проекты, а хорошо организованный и устойчивый бизнес. На рынке представлены десятки компаний, которые разрабатывают, производят и поставляют свои комплекты оборудования для конвертации, переоборудуют на газ все виды транспорта и техники или даже берут в аутсорсинг¹ переоборудование техники, эксплуатацию газомоторных парков, поставку и заправку КПГ, СПГ или биогаза.


CNG Delivery – пример такой компании-интегратора, которая взаимодействует с лучшими разработчиками решений по всему миру. Она отбирает наиболее успешные из них, реализует проекты по переводу парков транспорта и техники на газомоторное топливо (ГМТ), в том числе КПГ, СПГ или биогаз (биометан), поставляет газомоторное топливо всем категориям потребителей и решает задачи заправки газомоторных парков, эксплуатирует собственный парк газовых грузовиков, оказывая услуги «зелёной логистики», а также представляет интересы самых разных разработчиков газомоторных решений на новых рынках по принципу «единого окна».

Опыт и экспертиза CNG Delivery и других компаний NGV Global Group могут быть интересны российским специалистам, руководителям и работникам предприятий, эксплуатирующих большие парки транспорта и техники, именно с учётом большого опыта работы на рынке альтернативного топлива США и других стран, погружённости в специфику газомоторного бизнеса и знания основных разработчиков газовых, газодизельных и газозлектрических решений.

Переоборудование на газ

Как известно, переоборудование тяжёлой техники на ГМТ можно осуществлять путём конвертации двигателей для работы в моногазовом

¹ Аутсорсинг – передача организацией, на основании договора, определённых видов или функций производственной предпринимательской деятельности другой компании.



режиме или через внедрение газодизельных решений. В первом случае выполняется глубокая конвертация дизельного двигателя с установкой системы зажигания, уменьшением степени сжатия, изменением ряда других параметров, включая применение принципиально другой системы управления (подробнее об опыте CNG Delivery см. вкладку «Глубокая конвертация дизеля»).



Глубокая конвертация дизеля

Преимуществом указанного подхода является полный отказ от дизельного топлива (ДТ), что важно по экономическим и экологическим причинам, а в ряде стран, например, в США, только такой вариант конвертации дизеля подпадает под получение государственной субсидии.

Среди недостатков – некоторое снижение эффективности, которое выражается в росте расхода топлива, уменьшении мощности и крутящего момента, что является закономерным следствием перехода от дизельного цикла к искровому. Всё это на фоне значительной стоимости работ и высоких требований к инженерно-техническому уровню компании, выполняющей конвертацию.

Достижение высоких показателей расхода, мощности и крутящего момента на конвертированных дизелях представляет собой сложную инженерную задачу. Сегодня CNG Delivery и NGV Global Group имеют в своём распоряжении эффективную систему конвертации тяжёлых дизелей производства Navistar International широкой линейки MaxxForce DT (ранее DT 466). Разработка и доведение этого решения до серийного применения заняло в общей сложности более 7 лет. На разных этапах в разработке участвовали NGV Motori (механическая часть), Westport Fuel Systems (система управления).

Полученный опыт позволил компании Wing Power Systems (входит в NGV Global Group) при поддержке Ford развернуть масштабный проект по переоборудованию на КПГ широкой линейки грузовых автомобилей Ford. Одновременно компания NGV Texas (также входит в состав NGV Global Group) стала специализироваться на моногазовой и газодизельной конвертации автомобилей всех классов для работы на КПГ, СПГ и биогазе (биометан), включая сверхтяжёлые дизели, которые используются на буровых комплексах и установках гидроразрыва пласта.

Применение газодизельных решений не требует глубокого вмешательства в конструкцию и систему управления двигателя. На базовый дизельный двигатель устанавливается дополнительное оборудование, которое позволяет ему работать в двухтопливном режиме на смеси дизельного топлива и газа, одновременно сохраняя возможность возвращения в штатный дизельный режим в любое время (подробнее об этом см. вкладку «Современные газодизельные решения»).



Современные газодизельные решения

Объективными преимуществами газодизеля являются более низкая, по сравнению с полной конвертацией, стоимость работ, сохранение показателей мощности и крутящего момента, которые были

характерны для базового дизельного двигателя. Не менее важна возможность возврата в дизельный режим при необходимости, что ведёт к снижению зависимости от сети газовых заправок, а также уменьшает требования к качеству газового топлива, особенно КПГ и биогаза.

При этом не происходит полного отказа от дизельного топлива, двигатель работает на смеси ДТ и газа, а экономическая и экологическая эффективность переоборудования прямо зависят от объёма замещения дизеля. Часто это замещение не превышает 30-40 % в среднем по циклу, что увеличивает сроки возврата инвестиций. Лишь немногие компании-партнёры CNG Delivery могут показать замещение выше 50 %, а лучшие решения достигают уровней 70-80 %.

CNG Delivery имеет опыт работы практически со всеми газодизельными решениями, которые представлены на рынках Северной и Латинской Америки, Европы и Австралии. Многие из этих решений были фактически выведены на рынок США при прямом участии CNG Delivery и NGV Global Group. Сегодня эти решения подтвердили свою эффективность, получили необходимый опыт эксплуатации в США и готовы к тиражированию в других странах.

Наибольшую перспективу, на наш взгляд, представляет использование газодизеля в сегментах карьерной техники, железнодорожного транспорта, речного и морского флота. Здесь хорошо известны решения Dynamic Gas Blending от Caterpillar или EVO-MT (EVO-ST, EVO-LT) System от GFS Corp. За последние 2-3 года на рынке появился целый ряд новых газодизельных решений, в частности, для конвертации тяжёлых двигателей MTU и Cummins.

Большинство из этих решений использует СПГ в качестве основного топлива, что выделяет необходимость заправки, бортового хранения и выдачи СПГ в отдельную группу задач. Так, линейка решений для приёма, хранения, регазификации и выдачи СПГ в широком диапазоне расходов и давлений реализована Nikkiso Group. В сочетании с малотоннажными системами производства, распределения и заправки СПГ от Nikkiso это позволяет полностью закрыть всю технологическую цепочку СПГ как топлива – от его получения до использования конечным потребителем.

Отдельной разновидностью и инструментом перевода транспорта и техники на альтернативное топливо являются газоэлектрические схемы, когда в дополнение к моно- или двухтопливному двигателю или вместо традиционного ДВС устанавливается электродвигатель и система накопления электроэнергии (подробнее см. вкладку «Инновационные газоэлектрические решения»).



Инновационные газоэлектрические решения

Как известно, электрическая тяга обеспечивает принципиально другие показатели мощности и крутящего момента. При использовании современных алгоритмов управления и наличии высокотехнологичной системы накопления и рекуперации электроэнергии газоэлектрические решения становятся вполне жизнеспособной альтернативой дизельным двигателям. К слову, дизельэлектрические схемы уже давно

и широко используются на тяжёлых карьерных самосвалах практически всех производителей. Однако на автомобильном транспорте разработчики пошли дальше, предложив полноценную комбинацию газового генератора, накопителя-рекуператора и электромотора.

Лучшим примером такого подхода являются разработки компании Hyllion (США), которая при поддержке NGV Global Group, предложила рынку газозлектрическое и гибридное (газ+электро, дизель+электро, газодизель+электро) решения для тяжёлых грузовиков класса 8 (массой 15 т и более, согласно разнообразным классификациям, принятым в США).

Решение Hybrid eX предназначено для установки на действующие или новые тяжёлые автомобили разных производителей с двигателями на традиционном топливе и включает модуль хранения, электромотор-бустер в паре с рекуператором энергии, интегрированный в заднюю ось, а также специально разработанные и запатентованные алгоритмы управления.

Hypertruck ERX (в полном смысле газозлектрическое решение) предполагает глубокую переработку эксплуатирующихся или новых автомобилей путём установки системы хранения и выдачи газового топлива (преимущественно сжатого биогаза), газового генератора, электрических батарей, электродвигателей-рекуператоров, которые встраиваются в заднюю ось или оси автомобиля. Управление системой производится на основе тех же запатентованных алгоритмов.

Оба решения обладают мощностными и скоростными характеристиками лучше, чем у традиционных дизельных и тем более газовых машин, обеспечивают снижение расходов на топливо до 35 % (при текущих ценах на дизельное топливо, природный газ и биогаз в США, без учёта программ субсидирования), снижают выбросы вредных веществ и углекислого газа. Более того, автомобили, использующие в качестве основного топлива некоторые виды биогаза или биометана (Renewable Natural Gas, RNG) имеют отрицательный карбоновый след по принятой в США классификации.



Тяжёлые тягачи GreenPath Logistics (входит в NGV Global Group) с гибридной электрической системой Hyllion

В целом, все указанные решения (моногазовые, газодизельные, газозлектрические и гибридные) позволяют:

- снизить расходы на покупку топлива для переоборудованного транспорта и техники путём использования более дешевого КПП, СПГ или биогаза (биометан);
- дополнительно сократить расход топлива за счёт электрического мотора-бустера, который использует накопленную энергию торможения;
- уменьшить вредные выбросы путём замещения ДТ экологически более чистым газом или вследствие снижения расхода топлива;
- сделать вклад в декарбонизацию базового производства и существенно сократить карбоновый след от транспорта и техники.

Потенциал спроса на решения по переоборудованию на альтернативное топливо существует во многих странах мира. Однако быстрое развитие рынка осложняется целым рядом факторов. Это и всем известная проблема недостаточно развитой инфраструктуры КПП и в особенности СПГ, что характерно и для США. Это значительные инвестиции, которые необходимы для реализации проектов по комплексному переводу на альтернативное (газотворное) топливо парков транспорта и техники, что особенно актуально для России с её высокими процентными ставками и низкой доступностью банковского кредитования для новых технологий. Это и вопросы организации бесперебойной эксплуатации газотворных парков, которая предполагает серьёзный пересмотр подходов к обслуживанию техники, вплоть до изменения самой культуры организации производства.

Опыт CNG Delivery

Опираясь на практику разных стран мира и опыт CNG Delivery, можно прогнозировать, что в России уже в ближайшем будущем основными форматами реализации проектов по переводу на ГМТ самых разных предприятий и бизнесов (общественный транспорт, межрегиональные автоперевозки, карьерная техника, железнодорожный транспорт, автономная генерация электроэнергии и тепла, речной и морской флот) станут:

- проекты по газификации парков «под ключ»;
- проекты аутсорсинга топливного обеспечения;
- проекты жизненного цикла, когда организуется переоборудование и сервис газотворной техники, строительство газозправочной инфраструктуры с расчётами на период от 3 до 10 лет и долгосрочными сервисными соглашениями.

Всё это проекты с длинными циклами реализации, которые предполагают уход от простых моделей поставки комплектов для переоборудования техники с передачей всей ответственности клиенту. На газотворном рынке востребованы более комплексные модели взаимодействия, которые охватывают конечного потребителя, эксплуатирующие и сервисные организации, поставщиков топлива, инжиниринговые компании по конверсии, строительные и проектные организации, банковские структуры и частных инвесторов.

Справка

Технологическая компания CNG Delivery входит в состав NGV Global Group со штаб-квартирой в Далласе (Техас, США), действующим бизнесом в Северной и Латинской Америке и совместными проектами в разных странах мира. Группа занимается разработкой, производством, поставками и сервисом транспорта и техники на альтернативном топливе. Имеет собственные запатентованные решения по конверсии тяжёлых дизельных двигателей для работы в газовом и газодизельном режимах, а также выступает интегратором и проводником на североамериканский рынок лучших решений по конверсии со всего мира.

Группа также включает компании NGV Texas, Wing Power Systems, GreenPath Logistics и другие, которые специализируются на разных направлениях газомоторного и газового бизнеса:

- разработка, адаптация, сертификация и вывод на рынок инновационных решений по конверсии ДВС всех типов на газомоторное топливо;
- переоборудование транспорта и техники на КПГ, СПГ, водород, газозлектрические системы;
- организация поставок КПГ, СПГ и биогаза (биометан), технических газов всем категориям потребителей;
- эксплуатация, техническое обслуживание и сервис парков транспорта и техники на альтернативном топливе.

За последние годы Группа накопила значительный опыт конвертации для работы на альтернативном топливе большинства видов и классов дорожной и внедорожной техники, специального оборудования, переоборудовала на газ и электроэнергию в общей сложности более 10 тыс. единиц транспорта и техники, выполнила сертификацию и оказала содействие в разрешительной документации для работы на рынке США для нескольких десятков различных решений по конверсии.



Замена дизельного двигателя на газовый с возможностью работы на КПГ или СПГ

Опыт CNG Delivery показывает, что именно комплексный подход к переводу парков транспорта и техники на газомоторное топливо с глубоким вовлечением партнёрских организаций позволяет успешно преодолеть «детские болезни» переоборудования и эксплуатации газомоторных парков и в полной мере воспользоваться преимуществами новых видов топлива. В таких условиях ГМТ может стать успешной альтернативой тяжёлому дизельному или судовому топливу и выдержать конкуренцию с водородом и электроэнергией, которые сегодня активно продвигаются как замена ископаемым и углеводородным видам топлива в рамках «зелёной революции».

Строго говоря, в сегменте тяжёлой техники водород и электроэнергия, а также другие виды «зелёного» топлива (аммиак, метанол), вероятно, смогут стать жизнеспособной альтернативой дизельному топливу и природному газу в разных формах (СПГ, КПП, биометан) только в отдалённой перспективе, после преодоления существующих технологических барьеров, успешной апробации и создания соответствующей инфраструктуры. При этом сегодня доступная стоимость «зелёного» топлива существенно превышает стоимость ископаемых видов топлива, но ведётся активная работа по снижению операционных и капитальных затрат.

Известные истории успеха перевода на альтернативное топливо парков транспорта и техники в разных странах показывают, что в среднесрочной перспективе именно природный газ имеет наилучший потенциал в качестве ответа на экономические вызовы и экологическую повестку. Решения по созданию моногазовых двигателей хорошо известны, технологии перевода на природный газ всех видов двигателей разработаны, испытаны и внедрены в рыночную практику. Создана необходимая сервисная инфраструктура, сформирована база знаний и опыта.

Становление рынка в США

Отправной точкой развития бизнеса CNG Delivery можно считать начало 2000-х гг., когда в Техасе возобновилась активная добыча сланцевого газа. С учётом потребностей роста экономики США, возрастающего спроса на углеводородное топливо и необходимости снижения зависимости от импортируемых нефти и газа заинтересованность государства и бизнеса в развитии сланцевой добычи находилась на высочайшем уровне. С открытием в США огромных запасов природного газа и появлением эффективных технологий его добычи производство газа в США выросло многократно, страна даже сменила статус с импортёра газа на его экспортёра. За период с 2008 по 2012 г. цены на фоне избытка предложения газа на внутреннем рынке снизились в среднем в 2,5 раза.

Благоприятная конъюнктура рынка дала мощное ускорение развитию новейших технологий по всей цепочке производственного процесса – от добычи и транспортировки газа до его конечного потребителя. Всё это определило отношение к природному газу как к базовому, повсеместно используемому альтернативному виду топлива.

Как раз в 2008 году была основана первая компания NGV



Цех по переоборудованию грузовиков на ГМТ (Dallas, Техас)

Gobal Group – NGV Texas, которая в те времена была пионером в области разработки и внедрения газомоторных технологий. Так, в 2013 году NGV Texas первой в Техасе начала массово переоборудовать средне- и крупнотоннажные грузовые автомобили и автобусы всех классов, работающие на дизельном топливе, для использования СПГ/ КПП в моногазовом или двухтопливном режимах работы.

Новые технологии, сулящие великолепные показатели эффективности и снижения расходов, появлялись чуть ли не каждый месяц. Развивающийся рынок газомоторного топлива в США привлек внимание многих европейских и азиатских игроков. При этом надо понимать, что задачи вывода на рынок США новых технологий и проектов на газомоторном рынке – это тяжёлый и забюрократизированный процесс. Для успешного старта нужны не только наработанные компетенции в инженерии, но и понимание бюрократических процедур сертификации во взаимодействии с Агентством США по защите окружающей среды (United States Environmental Protection Agency, EPA), Калифорнийским советом по природным ресурсам (California Air Resources Board, CARB), Департаментом транспорта Администрации (Department of Transportation, DOT) и Национальным управлением безопасности дорожного движения (National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA).

Компании NGV Global Group стали теми, кто с энтузиазмом заключал контракты с новыми разработчиками и поставщиками, делал необходимые инвестиции в покупку крупнотоннажных грузовиков и автобусов для их последующего перевода на ГМТ. В процессе накапливался опыт, нарабатывались компетенции по оптимизации работы газовых и газодизельных систем, организации эффективной эксплуатации газомоторных парков разного размера и назначения.

«Детские» болезни роста

На начальном этапе развития рынка растущая индустрия по переоборудованию транспорта и техники на альтернативное топливо в США имела множество проблем, в том числе связанных с необходимостью гармонизации разных стандартов, адаптации к национальным требованиям стандартов и процедур других стран.

Так, американский стандарт рабочего давления баллонов КПП для автомобильного транспорта был выше требований других стран и



Фото слева: усиленные компоненты цилиндропоршневой группы, используемые для конвертации дизельного двигателя на газ; справа – разрез баллона КПГ 3-го типа показывает надёжность и безопасность конструкции

составлял 3600 PSI (или 25 МПа). Многие зарубежные производители предполагали, что решить эту проблему можно простой заменой отдельных компонентов газовой аппаратуры. На деле во многих случаях приходилось глубоко перерабатывать всю схему, чтобы обеспечить безопасность и надёжность решения. И связано это было, в первую очередь, с высоким давлением и вибрацией – двумя ключевыми факторами, которые влияют на безопасность и надёжность работы газомоторного оборудования.

Второй проблемой в то время было прохождение сертификации. Специалисты NGV Global Group всегда считали надёжность и безопасность главным приоритетом. По этой причине все новые технологии подвергались серьёзным проверкам, в результате которых часто приходилось кардинально пересматривать, дорабатывать и изменять всю конструкцию или рабочий процесс.

Понятно, что за прошедшие годы регуляторная среда в отрасли претерпела серьёзные изменения. Произошло кардинальное усиление контроля за технологиями и решениями, соблюдением правил и норм со стороны контролирующих органов всех видов. В Америке вообще установлено очень жёсткое регулирование газомоторной отрасли, и любая сертификация любого газомоторного оборудования – это всегда долгий и дорогостоящий процесс под контролем EPA и CARB.

Важной вехой, которая негативно повлияла на всю газовую отрасль в США, стал период 2015-2018 гг., когда цены на традиционное топливо серьёзно снизились, в отдельные периоды показывая падение почти в 4 раза по сравнению с докризисным уровнем. В результате экономическая целесообразность перевода транспорта на газ исчезла практически мгновенно. Это время стало периодом консолидации на газомоторном рынке США и привело к объединению многих компаний, которые занимались переоборудованием и сервисом, строительством и эксплуатацией газозаправочной инфраструктуры, поставками ГМТ. Впоследствии это сыграло только на руку всем участникам процесса, так как компании укрупнились, опробовали различные технологии на практике, получили стабильное финансирование для своих проектов. Однако в период драматического падения спроса естественная

конкуренция оставила на рынке только самые надёжные и целеустремленные компании.

Именно период кризиса газомоторного рынка в США 2015-2018 гг. превратил NGV Global Group в устойчивый конгломерат компаний, которые эффективно работают по всей производственной цепочке альтернативного топлива.

Новые газомоторные технологии

Важно отметить, что вопросы экологии и декарбонизации уже в то время начали оказывать влияние на экономику. Многие программы политиков и партий в США стали основываться на этих лозунгах, и постепенно от теории стали переходить к практике.

Так, появился и стал получать всё большее распространение возобновляемый природный газ (Renewable Natural Gas, RNG). По сути это биогаз, или биометан, который производится из органических отходов всех типов и суммарно, как считается, имеет отрицательный баланс по выбросам углерода.

Федеральное правительство США и администрации отдельных штатов разработали программы по стимулированию использования альтернативного и возобновляемого топлива с пониженным карбоновым следом. Эти меры поддержки включали субсидии, налоговые льготы и льготные кредиты, что дало возможность конечным потребителям в приоритетном порядке использовать собранный и аккумулируемый биогаз как топливо для транспорта и техники.

Всё это время NGV Global Group и CNG Delivery были одними из пионеров развития рынка и получили возможность погрузиться во все направления использования природного газа как моторного топлива – от разработки технологии до внедрения комплексных решений по переводу парков транспорта и техники на газомоторное топливо. Сегодня специалисты CNG Delivery изучают, внедряют и широко используют самые разные технологии и решения, связанные с криогенными газами и газами под высоким давлением, включая производство, транспортировку и хранение, поставку всем категориям потребителей и заправку транспорта.



Модуль автономной газификации CNG Delivery («виртуальная труба») для асфальтового завода в Техасе

С 2016 года CNG Delivery предоставляет услуги поставки газов по модели «виртуальная труба» для всех видов газов под высоким давлением и криогенных газов, включая КПП, СПГ, водород, азот, гелий, углекислый газ и др. Когда встаёт вопрос о необходимости поставки газов в кратчайшие сроки, CNG Delivery способна развернуть мобильные заправочные станции в течение нескольких дней, если не часов, в любой точке США независимо от того, насколько близко она расположена к существующей инфраструктуре производства КПП, СПГ, биогаза или к трубопроводу.

Перспективы развития

В настоящее время в США наиболее активными штатами по развитию рынков альтернативного топлива являются Калифорния и Техас. Однако эти штаты реализуют противоположные стратегии. В Калифорнии предпочтение отдаётся электрическим и водородным технологиям, а в Техасе – КПП, СПГ и биогазу, которые считаются наиболее проверенной и надёжной альтернативой дизельному топливу.

Колоссальные субсидии выдаются на федеральном и региональном уровнях для строительства газозаправочной инфраструктуры. На сегодняшний день на территории всех штатов для общественного пользования уже доступно около 1600 заправочных станций КПП и СПГ. Большинство из них принадлежит известным компаниям, таким как Clean Energy Fuels, Trillium (недавно ставшая частью Love's), и несколькими региональными игроками, например, USGains, American Natural Gas.

Наряду со строительством криогенных заправок в США построено и введено в эксплуатацию значительное количество малотоннажных комплексов сжижения природного газа. На сегодняшний день СПГ благодаря возможностям эффективной транспортировки на большие расстояния всё чаще используется в сферах, где необходимы значительные объёмы топлива.

Можно выделить несколько крупнейших компаний, которые своим ежедневным примером доказывают, что успешный переход на



Гибридный тягач для транспортировки КПП, СПГ, водорода и жидкой углекислоты



газомоторное топливо возможен, экономически эффективен и приводит к снижению выбросов. Например, компания UPS, предоставляющая транспортные и почтовые услуги, уже много лет эксплуатирует собственную сеть криогенных заправок и управляет парком из сотен грузовиков, работающих на природном газе. С 2017 года в UPS утверждена политика, которая обязывает проводить закупки всего средне- и крупнотоннажного транспорта только на природном газе.

Другим примером является компания Waste Management, которая активно внедряет политику по использованию исключительно газомоторных мусоровозов в регионах, где это возможно и экономически целесообразно.

Новым крупным игроком на газомоторном рынке США стала компания Amazon. Любопытно, что ещё в 2018 году Amazon заявляла о планах электрификации своего транспорта и природный газ как альтернативу просто не рассматривала. Однако с учётом успешного опыта эксплуатации газомоторных парков и достигнутых показателей декарбонизации компания приняла решение об использовании ГМТ. В качестве пилотного проекта Amazon запустила строительства первых 20 газовых заправок и уже тысячами закупает грузовики 8-го класса, полностью работающие на природном газе или биогазе.

В завершение необходимо отметить ещё одну тенденцию, которая стимулирует интерес к альтернативному топливу для транспорта и прежде всего природному газу. Это ESG (от англ. Environmental, Social, Governance) – экологическое, социальное и корпоративное управление, учитывающее вклад компании в развитие местных сообществ и защиту окружающей среды. Требования ESG обязывают компании предпринимать необходимые шаги, в том числе, для сокращения вредных выбросов и снижения своего углеродного следа, а также вести соответствующую отчётность.

Сегодня многим в США очевидно, что экологическая повестка начинает занимать первые полосы газет и становится важным приоритетом в бизнесе. Одним из наиболее эффективных и надёжных способов снижения выбросов является расширение использования альтернативных видов топлива, которое по-настоящему эффективно происходит в рамках комплексных проектов.

Философия CNG Delivery и всей NGV Global Group ориентирована на лидерство, демонстрацию новых возможностей и преимуществ на собственном примере в надежде на то, что вдохновляющие идеи смогут увлечь потребителей и клиентов, заставят их принять изменения и перенастроить свой бизнес в соответствии с лучшими практиками рынка. CNG Delivery использует в своей деятельности чистое топливо, полностью отказавшись от дизельного, и прикладывает все усилия для снижения выбросов углекислого газа. Можно с уверенностью сказать, что и другие компании смогут взять на вооружение этот опыт.

В 2021 году CNG Delivery открывает представительство в России для трансфера и адаптации в России наилучших доступных технологий переоборудования, инициирования и управления реализацией проектов по комплексному переводу на альтернативное топливо парков транспорта и техники, внедрения решений для развития инфраструктуры производства и доставки КПП/СПГ.



Китайский опыт развития беспилотного вождения электромобилей

А.А. Маслов,

профессор, врио 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 китайские производители автомобилей, использующих альтернативные источники энергии, стремятся ворваться на стремительно развивающийся рынок беспилотных автомобилей со степенью автономности управления уровнями L4 и L5, предусматривающих полную независимость машины от водителя. Сегодня в Китае развитие автоматизации трафика происходит поэтапно – от появления встроенных в автомобиль умных девайсов и установки систем автоматической поддержки контроля автомобилей до частичной автоматизации контроля 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. Автомобили смогут коммуницировать между собой и самостоятельно принимать мгновенные решения о состоянии трафика на основе информации посредством системы связи формата 5G, полученной от других автомобилей или центрального сервера (в сетях связи формата 4G обеспечить подобный сервис невозможно, так как задержка сигнала слишком велика для принятия решения в режиме реального времени). Согласно плану Госсовета КНР, в 2022 году не менее 50 % всего объёма продаж новых «зелёных» автомобилей должны составлять «умные» автомобили, оснащённые технологиями частичного или полностью беспилотного вождения, а в 2027 году этот показатель должен возрасти до 85...90 %.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Китай, беспилотное вождение автомобилей, энергетическая безопасность, энергосбережение, электромобили, интерактивная информация, технология передачи данных.

В сентябре 2020 года Председатель КНР Си Цзиньпин объявил о плане достижения пика выбросов углекислого газа в стране до 2030 года и углеродной нейтральности к 2060 году, что ясно дало сигнал о том, что китайское правительство сделало разработку и производство высокотехнологичных автомобилей, использующих альтернативные источники энергии (АИЭ)¹, приоритетом для страны [1].

В период 13-й пятилетки в Китае самое пристальное внимание уделялось развитию стартапов в области производства «умных» электромобилей (ЭМ), которые за это время добились больших успехов – самые известные Nio, Xpeng и Li Auto (Leading Ideal/Lixiang). Кроме них, в Китае есть другие небольшие по объёму производства электромобилей стартапы, такие как Weltmeister, Leapmotor, China Evergrande New Energy Vehicle Group, Sinomach Automobile, Yudo Auto, Hozon Auto, AutoX, WM Motor, Deeproute.ai, Pony.ai, Momenta и др. [2] Компания Naomo Technology Co Ltd, которая в 2020 году стала новым стартапом в области разработки автономного вождения, в текущем году объявила о привлечении инвестиций в размере 600 млн юаней от SG Fund (сингапурский фонд), китайской интернет-компании

¹ В эту категорию входят автомобили, работающие исключительно на электрической тяге (Battery Electric Vehicle, BEV), подзаряжаемые гибриды (Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV), а также (пока в меньшем количестве) автомобили, работающие на водороде, метаноле, КПГ и СПГ. В будущем появятся разработки машин, использующих энергию солнца.



Meituan и компании Hillhouse Ventures, специализирующейся на прямых инвестициях в странах Азии. Наоми до ноября 2019 года являлась отделом по разработке автономного вождения у китайского автопроизводителя Great Wall Motors, после чего стала независимой компанией. Создав собственную команду экспертов и специалистов из GWM, а также из области интернета и разработки искусственного интеллекта (ИИ), Наоми сейчас представляет собой высокотехнологичный стартап, который обладает опытом в области традиционной автомобильной промышленности, включая синергию промышленных цепочек, управление качеством и контроль затрат. В настоящее время бизнес стартапа Наоми охватывает такие области, как разработка автономных систем вождения ЭМ и низкоскоростных электрических роботизированных транспортных средств доставки для логистических предприятий, оснащённых сканирующими лидарами и автопилотом с уровнем вождения от L3 до L5. Она стремится быстро расширить свою долю рынка беспилотных ЭМ, активно разрабатывая новые технологии автономной мобильности и искусственного интеллекта [3].

Китайские стартапы стремятся сделать свои ЭМ не только более быстрыми и надёжными, но и безопасными, управляемыми, функциональными и умными. Благодаря разработкам и применению новых технологий в области искусственного интеллекта и машинного обучения ЭМ адаптируются под стиль вождения, реакции водителя, методы использования функционала электромобиля.

В конце 2020 года стартап NIO установил на своей последней модели ET7 систему безопасности и помощи при вождении Autonomous Driving (NAD), которая обеспечивает такие функции, как расширенная система мониторинга водителя (ADMS), автономное вождение (доступно для некоторых городских дорог и закрытых автомагистралей), скоростная автоматизированная парковка (полностью автоматизированная парковка, удалённая парковка, удалённый вызов, узкая дорога и движение задним ходом на парковке) и помощь при вождении – навигация на пилоте (NOP) и автоматическая смена полосы движения (ALC). ET7 оснащён вычислительной мощностью 1016TOPS, 300-канальным лидаром, двумя блоками позиционирования, взаимодействием с другими транспортными средствами (ТС), восприятием ТС и инфраструктуры V2X, а также высокоточным оборудованием, таким как ADMS, поддерживающим будущие обновления для большего количества функций.

Автопроизводитель планирует до конца года выпуск серийных интеллектуальных электромобилей, оснащённых лидарами и функцией автономного вождения L3, в 2023 году – оснащённых технологиями автономного вождения L4, в 2025 году запланировано внедрение XPiLOT 5.0 для реализации полной автоматизации L5. Расширяется сотрудничество стартапа Weltmeister и Baidu, ожидается, что разработанная ими функция помощи при вождении L3 будет установлена на серийные автомобили в 2022 году. Стартап Leading Ideal планирует в период с 2021 по 2022 г. предоставить возможность навигации на автопилоте (NOA) и представить модель X01 со стандартными конфигурациями оборудования L4 и одной SoC NVIDIA Orin [4].

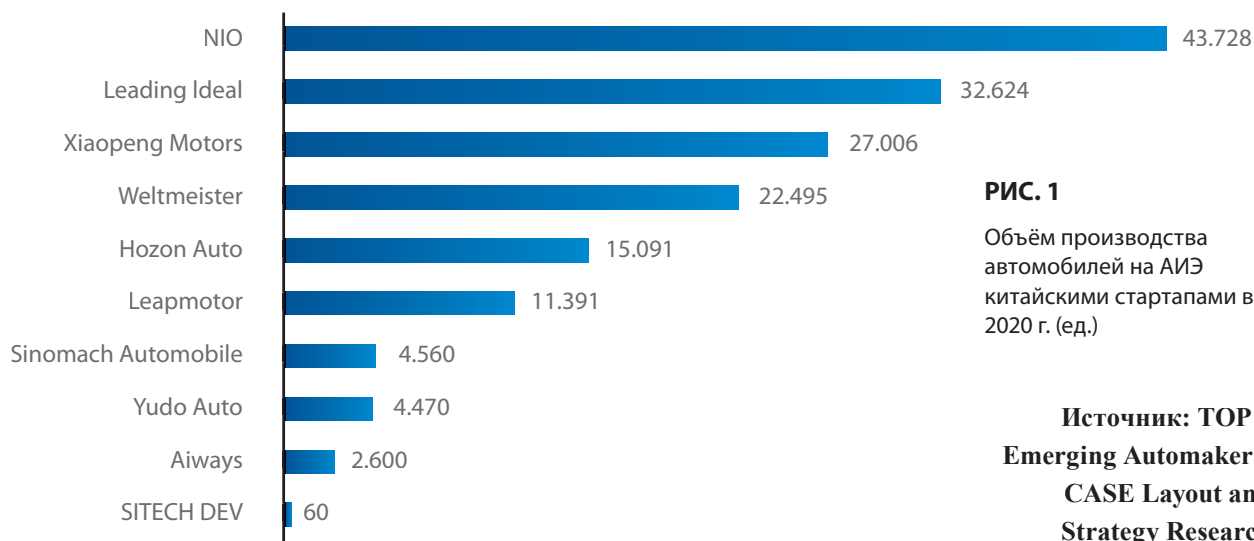



РИС. 1

Объем производства автомобилей на ИИ китайскими стартапами в 2020 г. (ед.)

Источник: TOP 4 Emerging Automakers' CASE Layout and Strategy Research Report, 2020

Внедрение новых «умных» ЭМ позволяет китайским стартапам оставаться лидерами в области использования интеллектуальных возможностей подключённых транспортных средств (рис. 1), что оказывает значительное давление на обычных автопроизводителей [5]. Электромобили, оборудованные системой интеллектуальной помощи водителю XPiLOT 3.0 от Xiaopeng Motors, имеют навигационный пилот (NGP) и функцию парковки с памятью. Решение NGP для автомагистралей обеспечивает распознавание и предотвращение дорожных конусов, сверхчёткое отслеживание на перегруженных дорогах, напоминание об обгоне в ночное время, уклонение от неисправного транспортного средства, а также от больших грузовиков, автоматическую регулировку ограничения скорости, оптимальный выбор полосы движения, автоматическое включение или выключение съезда с рампы и автоматический обгон. Работает система на автомагистралях, скоростных автомагистралях и некоторых городских магистралях.

Сегодня сфера производства электромобилей привлекает многих китайских интернет-гигантов в основном за счёт создания СП с китайскими производителями автомобилей. Так, компании Huawei и Tencent, занимающиеся информационными технологиями, уже объявили о планах по предоставлению интеллектуальных сетевых услуг автопроизводителям [6]. Китайский гигант поисковых систем Baidu объединился с компанией Geely для совместного производства автомобилей, использующих альтернативные источники энергии. Согласно заявлению руководства крупнейшего в Китае производителя смартфонов высокотехнологичной корпорации Xiaomi (в 2020 г. занимала 3-е место на мировом рынке смартфонов после Apple и Samsung), в последние годы компания обращает внимание на развитие производства электромобилей и постоянно изучает соответствующие отраслевые тенденции. По данным аналитической компании PatSnap Analytics (занимается исследованиями в области интеллектуальной собственности и предоставляет услуги листинга интеллектуальной собственности), производитель мобильных телефонов имеет множество патентов, связанных с технологиями беспилотного вождения ЭМ, из которых количество патентов на изобретения составляет 96 %. Патентные заявки Xiaomi



в основном сосредоточены в таких областях, как развитие сетей беспроводной связи, электронная обработка данных, цифровая передача, системы управления дорожным движением, измерение расстояния и навигация. Исходя из этого Xiaomi уделяет больше внимания разработке технологий «умного» беспилотного вождения и интерактивной безопасности, например, системы автоматического адаптивного круиз-контроля.

По словам основателя Xiaomi Лэй Цзюня, корпорация через свою венчурную компанию Shunwei Capital уже инвестировала значительные средства в стартапы NIO и Xpeng. По мнению экспертов КААП, «вряд ли будет сюрпризом, если Xiaomi в конце концов выйдет на развивающийся рынок ЭМ» [7]. В конце марта этого года китайский технологический гигант Xiaomi объявил, что он создаст собственную дочернюю компанию для разработки и производства беспилотных ЭМ с первоначальным уставным капиталом в размере 10 млрд юаней (1,52 млрд долл.), размер которого руководство Xiaomi намерено увеличить до 10 млрд долл. в течение следующих 10 лет. По мнению экспертов КААП, Xiaomi способна «наладить производство интеллектуальных ЭМ, поскольку её финансовые резервы к концу 2020 года составляли 108 млрд юаней (15 млрд долл.), её интеллектуальная часть насчитывает более 10 тыс. членов научно-исследовательской команды, а в этом году Xiaomi намерена привлечь еще 5 тыс. разработчиков».

Уже в текущем году компания Xiaomi имеет 834 патента, связанных с разработкой технологий беспилотного вождения, включая независимый адаптивный круиз-контроль, автономное управление транспортными средствами, навигацию и систему автоматической парковки [8]. Директор LMC Automotive Consulting в Шанхае Цзэн Чжилин полагает, что «с учётом собственного инвестиционного потенциала компания Xiaomi, владея акциями китайских производителей электромобилей NIO и Xpeng, скорее всего купит завод-изготовитель или построит собственный для производства беспилотных ЭМ» [9].

Со стороны иностранных автопроизводителей также наблюдается повышенный интерес к китайским технологиям. Так, немецкий автогигант BMW расширяет сотрудничество с компанией Xiaomi в области электронной обработки данных и их цифровой передачи для беспилотных ЭМ. В прошлом году немецкий концерн инвестировал 3 млрд евро в расширение своего завода в Шэньяне и обновление продуктовой линейки, а в начале этого года представил новую модель автомобиля BMW iX3 – свой первый электромобиль, произведённый в Шэньяне. Кроме того, BMW открыл в Китае свой первый центр по производству высоковольтных аккумуляторных батарей пятого поколения [10]. В апреле этого года генеральный директор BMW Group в Китае Гао Лэ заявил, что его компания уже поставила на китайский рынок 100 тыс. автомобилей на АИЭ, а к 2025 году четверть автомобилей BMW, поставляемых в Китай, будут на электрической тяге. BMW Group и Great Wall Motors создали совместное предприятие Sportlight, которое будет производить в Китае электромобили MINI с уровнем вождения L3, а первый такой электромобиль будет запущен в производство в 2023 году [11].

В конце апреля телекоммуникационный гигант Huawei² представил новый электромобиль, который, по мнению китайских аналитиков, может бросить вызов корпорации Tesla и Apple. Согласно официальному заявлению, подразделение Huawei – Huawei Intelligent Automotive Solutions – и базирующийся в Пекине производитель электромобилей BAIC Blue Valley совместно создали интеллектуальный ЭМ под брендом ARCFOX αS HBT [12]. Автомобиль оснащён операционной системой Huawei Harmony, 96-строчными лидерами Huawei, шести-миллиметровым радаром, 12 камерами, 13 ультразвуковыми радарам и чипом Huawei Kirin с вычислительной мощностью до 352 TOPS (тера-операций в секунду), что, согласно пресс-релизу, обеспечит автономное вождение уровня L3. При этом ранее китайский технологический гигант заявлял, что у него нет планов по производству автомобилей, и он, поддерживая сотрудничество с тремя компаниями BAIC, Changan Auto и GAC Group, стремится «помочь автомобильным компаниям создавать хорошие ЭМ в качестве поставщика цифровых компонентов» [13]. Беспилотный электромобиль двигался согласно правилам дорожного движения, останавливаясь на красный свет и проезжая на зелёный, уступая другим автомобилям и пешеходу. Таким образом было осуществлено беспилотное вождение в условиях городского движения. ЭМ был представлен в двух вариантах, причём глава компании BAIC Bluepark Лю Ю сказал, что эти два варианта по цене 388,9 тыс. юаней (59,65 тыс. долл.) и 429,9 тыс. доступны для заказа сейчас и будут доставляться с конца 2021 года [14].

В будущем корпорация Huawei намерена участвовать в создании новых брендов электромобилей с дальностью пробега в 1 тыс. км. Причём на определённых моделях, оснащённых системой автономного вождения и интеллектуальными решениями Huawei, будет наноситься обозначение «HI LOGO», где HI означает Huawei Inside (Huawei внутри) [15].

Переход Huawei к исследованиям в области автомобильных технологий начался ещё в 2013 году, когда компания наладила тесное сотрудничество с автопроизводителями по всему миру, уделяя особое внимание вычислительным платформам для интеллектуального вождения, решениям для интеллектуальной кабины, интеллектуальным сетям и облачным сервисам. Сегодня глава Huawei Сяй Чжицзюнь отмечает: «Всё, что может сделать Tesla, можем сделать и мы, однако в чём Huawei превосходит Tesla, так это в умных сетях и интеллектуальных платформах» [16].

Сотрудничество между Huawei и BAIC происходит не только в области автономного вождения, но также включает интеграцию умных автомобилей с мобильными телефонами, где Huawei имеет преимущество. В конце 2020 года Huawei представила обновлённую версию своей Harmony OS, альтернативу операционной системе Google Android, позволяющую пользователям управлять большинством автономных функций в своих электромобилях при помощи мобильных телефонов. По словам Сяй Чжицзюня, «это позволяет пользователям настраивать функции своего автомобиля на основе их собственных привычек и предпочтений, используя свои мобильные телефоны. И в этом отношении – это совершенно новая способность, которой у Tesla нет.

² Несмотря на санкции со стороны США в 2020 г. концерн Huawei зафиксировал рост как выручки, так и чистой прибыли. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202104/1220856.shtml>.



Первое беспилотное такси в городе Гуанчжоу (пров. Гуандун) начинает пробную эксплуатацию

Источник: <https://rg.ru/2020/08/25/>

Что касается создания умных автомобилей, Huawei и Apple находятся на одной стартовой линии, однако Huawei даже сделала небольшой шаг вперёд, объявив об этом новом продукте» [17].

Несмотря на введение США вместе со своими союзниками санкций и дополнительных ограничений на экспорт в Китай технологий двойного назначения, китайские автопроизводители и производители микроэлектроники и чипов стремятся ускорить разработку и внедрение передовых технологий в области облачных и периферийных вычислений, искусственного интеллекта, создания производственной базы микроэлектроники для беспилотного вождения автомобилей на АИЭ³. В феврале этого года руководство компании Great Wall Motors объявило, что будет сотрудничать с китайским производителем микросхем искусственного интеллекта – стартапом Horizon Robotics, что позволит повысить конкурентоспособность автопроизводителя в сфере автономного вождения и развития интеллектуальных бортовых функций. Согласно данным КААП, более 45 % моделей Great Wall Motors имеют автономные функции вождения уровня L2, компания активно разрабатывает ЭМ с функцией вождения уровня L3 и L4 [18].

Основанный в 2015 году стартап Horizon превращается в реального конкурента технологических компаний Nvidia (США) и Mobileye (Израиль), работающих в сфере разработки и внедрения визуализации, высокопроизводительных вычислений и бортовых компьютеров автомобилей на АИЭ. Новый чип последнего поколения Journey 5 компании Horizon, обладающий вычислительной мощностью на 30 % больше, чем встроенный компьютер полностью автономного ЭМ Tesla, будет запущен в производство в конце 2021 года. Первой серийной моделью с установленными чипами Horizon стал внедорожник UNI-T китайского автопроизводителя Changan, который вышел на рынок чуть больше года назад. Руководство Horizon заявило, что получила заказы на более чем 20 моделей от разных китайских компаний.


³ 1 января 2021 г. вступил в силу указ Д.Трампа, в котором американским компаниям были полностью запрещены любые инвестиции в перечисленные в указе 35 китайских компаний.

Стартап Horizon Robotics стремится стать крупнейшим производителем чипов искусственного интеллекта для китайского автомобильного рынка и заявляет, что через два года её электронные интегральные схемы SoC будут установлены на 5 млн автомобилей на АИЭ [19].

В апреле этого года крупнейший китайский автопроизводитель корпорация SAIC Motor Corp запустила цифровую платформу, которая будет функционировать подобно системе Android Google для производителей и пользователей умных мобильных телефонов. Платформа, разработанная дочерней компанией SAIC Z-One, называется «Сервис-ориентированной архитектурой» и сотрудничает со специалистами более 500 компаний, включая крупные – Tencent, Alibaba, Baidu и Huawei, а также такие стартапы, как Momenta. Эти компании разрабатывают и предлагают приложения, основанные на авторизованном доступе к более чем 1,9 тыс. компонентам электромобилей и датчикам управления транспортными средствами, интеллектуального вождения, информационно-развлекательной системы и связи [20]. Руководство SAIC заявило, что платформа впервые будет использоваться в ЭМ под брендами SAIC IM и R, которые выйдут на рынок со следующего года. Бренд SAIC R будет представлен двумя электромобилями в конце 2022 года, а бренд IM ежегодно будет выпускать по одному автономному ЭМ. Кроме того, дочерняя компания SAIC Maxus также намерена с 2022 года представить на китайский рынок новые бренды беспилотных ЭМ.

Разработка цифровой платформы является частью стратегии SAIC по превращению в ведущую технологическую компанию, и с этой целью к 2025 году компания инвестирует до 300 млрд юаней (45,78 млрд долл.) в интеллектуальные решения для беспилотного вождения ЭМ. С целью развития своих конкурентных преимуществ в области интеллектуальных транспортных решений корпорация SAIC также сотрудничает со стартапом Momenta и компанией Horizon Robotics, расширяет НИОКР в области разработки жидких и твердотельных аккумуляторных батарей для ЭМ, а также транспортных средств на топливных элементах [21]. Немецкий автопроизводитель ZF разрабатывает решения для автономных транспортных средств крупнейшего китайского автопроизводителя компании SAIC Motor. В начале этого года ZF получила заказ от SAIC Motor на свой полнодиапазонный радар, который может обеспечить решения для автономного вождения уровня L4. Радар ZF, который начнёт поставляться SAIC Motor в следующем году, воспринимает окружение автомобиля в четырёх измерениях, включая высоту. По заверениям производителей, он имеет те же возможности, что и оптические датчики, такие как лидары, но является менее дорогостоящим. На международном автосалоне в Шанхае (апрель 2021 г.), компания продемонстрировала новый бортовой суперкомпьютер ProAI для автономных ЭМ SAIC Motor, который подходит для любого типа беспилотных транспортных средств от уровня автономного вождения L2 до уровня L5 [22].

В отчёте о работе правительства, представленном 5 марта 2021 года на 4-й сессии Всекитайского собрания народных представителей (ВСНП) 13-го созыва, термин «инновации» упоминался 33 раза, подчёркивая тот факт, что приоритет развития высокотехнологичных отраслей промышленности страны будет положен в основу планов правительства



по совершенствованию экономической системы. Стимулирование инновационного развития обеспечит создание передовых технологий, необходимых для экономического развития Китая, в том числе полупроводников и микросхем, обеспечит стране технологическую самодостаточность [23]. По свидетельству специалистов Института микроэлектроники Университета Цинхуа в Пекине, «в сегменте высококлассных чипов доля рынка отечественных чипов в компьютерных системах, общих электронных системах, коммуникационном оборудовании, устройствах хранения данных, дисплеях и оборудовании для беспилотных автомобилей всё ещё остается небольшой». Согласно данным Главного таможенного управления КНР, в 2020 году Китай импортировал 543 млрд чипов на сумму более 350 млрд долл. [24].

На фоне китайско-американских торговых трений и с целью уменьшения зависимости от иностранной полупроводниковой промышленности в 2020 году китайское правительство активизировало усилия по разработке отечественных чипов и полупроводников. В развитие полупроводниковой промышленности Китая за счёт бюджетного финансирования, инвестиций венчурных фондов, частных инвестиционных компаний, стартапов было направлено более 200 млрд юаней (30,9 млрд долл.). Это резкий рост по сравнению с аналогичным объёмом инвестиций в 70 млрд юаней в 2019 году [25].

Основанный в 2000 году крупнейший китайский производитель микросхем и чипов Semiconductor Manufacturing International Corporation неуклонно развивается производство микросхем и чипов с использованием собственного техпроцесса N+1 второго поколения, и в настоящее время новый продукт проходит проверку клиентами. По сравнению с существующими процессорами технология N+1 может увеличить производительность чипа на 20 % и сократить его энергопотребление на 57 %. Она может быть использована в разработке искусственного интеллекта и других приложений для автомобилей на АИЭ [26].

Руководство страны подчёркивает, что развитие цифровой экономики рассматривается в Китае как одна из важнейших задач по формированию современной системы национальной экономики, в которой цифровая экономика стала новым двигателем экономического роста Китая. Руководство КНР также уделяет огромное внимание вопросам финансирования новейших разработок в области создания алгоритмов для систем ИИ и Интернета вещей (IoT), применяемых в современной транспортной технике на АИЭ. Согласно ежегодному докладу Китайской академии информационных и коммуникационных технологий (CAICT), в 2020 году в Китае насчитывалось около четверти мировых корпораций, специализирующихся на разработке технологий искусственного интеллекта. По этому показателю Китай уступает лишь США, которым принадлежит 38,3 % от общего числа зарегистрированных в мире компаний, занимающихся фундаментальными разработками в области ИИ. США и Китай обладают абсолютными конкурентными преимуществами в этой отрасли.

Согласно докладу американской аналитической компании CB Insights, в 2019 году КНР впервые обогнала США по объёмам инвестиций в развитие стартапов, которые занимаются разработкой алгоритмов

для систем ИИ. В 2020 году правительство Китая инвестировало более 27 млрд юаней в разработку систем ИИ и в первую очередь в развитие аналитических платформ «Больших данных», использующих искусственный интеллект на базе нейронных систем, что востребовано автомобильной отраслью для анализа данных о состоянии дорожного трафика, обеспечивающего безопасное беспилотное вождение автомобиля [27]. К 2022 году объём рынка автомобилей с искусственным интеллектом составит около 14 млрд долл. [28].


Поощрение вклада китайского бизнеса в НИОКР с помощью налоговых льгот и других рыночных средств является эффективным способом стимулирования технологических инноваций. С целью создания дополнительных стимулов для инновационного развития Госсовет КНР принял постановление об увеличении с 1 января этого года на 25 % верхней планки размера налогового вычета в части затрат китайских компаний и стартапов на НИОКР.

С начала 14-й пятилетки в Китае набирает обороты технологическая гонка с немедленным внедрением научно-исследовательских разработок в производство. В начале этого года крупнейший частный производитель автомобилей в Китае компания Zhejiang Geely Holding Group официально запустила свой проект спутникового Интернета в г. Циндао (пров. Шаньдун) в демонстрационной зоне Циндао Шанхэ на площади 20 474,3 м² с общим объёмом инвестиций в размере 4,12 млрд юаней (637 млн долл.). Заняться реализацией этой задачи она поручила своему суббренду GeeSpace, что позволит китайскому автопроизводителю наравне с американским концерном Tesla развивать отрасль аэрокосмической навигации. В августе 2020 года Управляющий комитет демонстрационной зоны Шанхэ подписал контракт с компанией Geely Technology Group о сотрудничестве в разработке Интернет-спутников на низкой околоземной орбите, а дочерняя компания Geely – Zhejiang Shikong Daoyu Tech Co – была названа в качестве основного исполнителя данного проекта.

Компания Shikong Daoyu была основана в 2018 году и специализируется на развитии и коммерческом применении космических технологий Китая. По словам Ван Яна, генерального менеджера Shikong Daoyu, использование технологий интернета при навигации беспилотных автомобилей на АИЭ, обеспечивающее масштабное покрытие больших площадей несмотря на сложный рельеф местности, в будущем позволит генерировать новые задачи перед отраслью. Так, автономные транспортные средства требуют более совершенной и точной навигации, чему может способствовать развитие инновационной спутниковой сети, основанной на использовании негеостационарных спутниковых орбит (включая среднюю и низкую околоземную орбиты). Кроме этого, необходима спутниковая связь для реализации проектов создания нового поколения транспортных средств, передвигающихся на малых высотах – низкоорбитальные спутники будут обеспечивать точность в несколько сантиметров в отличие от спутников на средней орбите, точность которых измеряется в метрах.

Интернет превратился в незаменимого помощника при навигации⁴, однако эта услуга недоступна примерно на 80 % суши и 95 % поверхности Мирового океана. Поэтому создание навигационной системы,

⁴ Согласно отчёту, опубликованному Китайской корпорацией аэрокосмической науки и технологий, в 2020 г. общее число китайских орбитальных спутников для различных приложений составило более 300 ед. За счёт спутниковой связи Китай предоставляет услуги связи по навигации и прокладке маршрута с помощью различных карт для автомобильного, морского и авиационного транспорта. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202102/27/WS603a5245a31024ad0baab8f7.html>



лишённой соединений, позволит использовать преимущества современной цифровой экономики и обеспечит покрытие маршрутов, которые могут быть вне зоны досягаемости наземных сетей.

В феврале этого года ГКРР одобрила выдачу лицензии на коммерческое использование спутниковой связи производителю спутников Geely Technology Group компании Taizhou Xingkong Zhilian. Это означает, что первый в Китае завод по производству коммерческих спутников, расположенный в г. Тайчжоу (пров. Чжэцзян) и сочетающий высокотехнологичные аэрокосмические и инновационные технологии производства транспортных средств на АИЭ, объединит промышленное оборудование автомобильной отрасли и сборочные линии для модульных конструкций спутников, приступив к производственным операциям в ближайшее время. Как ожидается, ежегодно завод будет производить 500-600 коммерческих спутников.

Кроме китайских автопроизводителей, покупателями услуг коммерческих спутников станут морские и авиационные компании, операторы связи, фирмы, предоставляющие информационные услуги, центры обработки данных дистанционного зондирования Земли и передачи технологий. В конце февраля 2020 года Zhejiang Geely Holding Group подписала соглашение со швейцарским фондом Concordium Foundation о предоставлении технологии и услуг блокчейна в Китае. В опубликованном совместном заявлении было отмечено, что в КНР будет создано СП, которое начнёт работу в 2021 году. Предполагается, в частности, что совместное предприятие будет предоставлять средства для разработки и тестирования ТС на АИЭ, используя инструменты технологии блокчейн.

Компания Zhejiang Geely Holding Group с 2018 года вошла на рынок услуг спутниковой связи, когда начала разрабатывать спутники для предоставления широкого спектра услуг мобильности, к которым относятся технологии интернета транспортных средств (IoV) и беспилотные функции вождения, такие как технологии C-V2X, включая прямую связь ЭМ с другими транспортными средствами V2V (Vehicle-to-Vehicle) и ЭМ с инфраструктурой V2I (Vehicle-to-infrastructure) [29].

Специалисты КААП 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 [30]. В конце прошлого года Государственный Совет и правительство Китая утвердили новый план развития отрасли автомобилей на АИЭ на период 2021-2035 гг., согласно которому к 2025 году объём продаж такой техники составит 20 % от общего объёма продаж новых автомобилей [31]. А к 2035 году большинство производимых новых автомобилей будут работать исключительно на АИЭ, а весь общественный транспорт в стране будет полностью переведён на электрическую тягу [32].

Согласно долгосрочным прогнозам, в 2040 году объём продаж беспилотных ТС на АИЭ в Китае должен составить более 40 % всех продаж новых «умных» автомобилей, что обеспечит доход в размере около 0,9 трлн долл. [33]. Парк автономных «зелёных» автомобилей

будет обеспечивать около 67 % объёма пассажиро-километров в стране, доходы от «зелёной» мобильности превысят 1,1 трлн долл. [34], а парк беспилотных ТС на АИЭ составит около 18 % общего автомобильного парка КНР [35].

Обновлённая технологическая дорожная карта перспективных сфер использования беспилотных и подключённых транспортных средств была опубликована в декабре 2020 года во время проведения Всемирной конференции по интеллектуальным транспортным средствам в Пекине, в которой были изложены цели развития китайской отрасли производства интеллектуальных подключённых ТС к 2035 году. По сравнению с предыдущей версией, технологическая дорожная карта 2.0 расширяет целевой показатель до 2035 года, когда доля рынка частично автономных и условно автономных ТС превысит 50 %, а беспилотные автомобили будут использоваться в ограниченных областях. К 2030 году объём продаж частично автономных и условно автономных ТС составит 70 % от всего объёма продаж автомобилей в Китае, а автономные автомобили будут использоваться на некоторых городских дорогах и займут в 2030 году 20 % рынка новых автомобилей [36].

К 2035 году разработка и внедрение технологий применения интеллектуальных подключённых транспортных средств в Китае будет полностью завершена, и, согласно технологической дорожной карте, более 80 % новых автомобилей в стране будут оснащены технологией беспроводного сетевого подключения cellular vehicle-to-everything (C-V2X). Эта технология позволит им находиться в общем информационном пространстве в онлайн-режиме и использовать различные подсистемы – связь с телекоммуникационной сетью V2N (Vehicle-to-Network), между автомобилями V2V, взаимодействие с дорожными объектами V2I и т.п. [37].

Согласно отчёту Международного энергетического агентства (МЭА), опубликованному в конце апреля 2021 года, объём мировых продаж электромобилей будет продолжать уверенный рост. Несмотря на пандемию COVID-19, вызвавшую череду экономических спадов, в 2020 году были зарегистрированы рекордные 3 млн новых ЭМ, что на 41 % больше, чем в 2019 году. В результате количество электромобилей на дорогах мира превысило 10 млн ед., а число тяжёлых грузовиков и автобусов на электрическом ходу составило около 1 млн ед. В прошлом году количество новых зарегистрированных ЭМ в странах Европы более чем удвоилось и достигло 1,4 млн ед., а в Китае рост составил 9 % (1,2 млн ед.).

В отчёте МЭА говорится, что в ближайшее десятилетие производство электромобилей будет стремительно расти, и к 2030 году число ЭМ, фургонов, тяжёлых грузовиков и автобусов на электрическом ходу на дорогах по всему миру может достигнуть 145 млн. ед. [38]. Согласно прогнозу аналитиков КААП, в 2025 году объём мирового рынка автомобилей, оборудованных технологиями связи формата 5G и 6G⁵, а также системами автономного вождения и IoV, составит 72,5 млн ед. общей стоимостью 221 млрд долл. Ежегодные темпы роста этого рынка составят 10 %, а на долю КНР будет приходиться около 45 %, на втором месте будут США (30 %), на третьем – страны Евросоюза (23 %) [39].

⁵ В Китае были созданы две рабочие группы для развития формата связи 6G, состоящие из правительственных учреждений и 50 специалистов НИИ, академий и технологических компаний.

Использованные источники

1. Auto industry gets smart, adapts to market changes. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/14/WS60764414a31024ad0bab55d7.html>.
2. Electric car startups sparking with energy as sales become charged. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202102/28/WS5fe93753a31024ad0ba9ee4e.html>.
3. New autonomous driving entrant Haomo raises millions of yuan. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202102/26/WS60389c1ea31024ad0baab623.html>.
4. TOP4 Emerging Automakers' CASE Layout and Strategy Research Report, 2020. URL: <http://www.researchinchina.com/Htmls/Report/2021/70671.html>.
5. V2X (Vehicle to Everything) and CVIS (Cooperative Vehicle Infrastructure System) Industry Report, 2021. URL: <http://www.researchinchina.com/Report/ReportInfo.aspx?id=70683>.
6. Auto industry speeds toward electric targets. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202103/22/WS6057f6c6a31024ad0bab0a25.html>.
7. Is Xiaomi prepared to step in the NEV sector? URL: http://www.china.org.cn/business/2021-02/22/content_77235674.htm.
8. Wang Junwei. Xiaomi to set up subsidiary for smart electric vehicles. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202103/31/WS606405e5a31024ad0bab2c87.html>.
9. Chinese smartphone maker Xiaomi unveils plan for Smart Electric Vehicle business. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202103/1219895.shtml>.
10. China's endeavor to reduce carbon emission attracts foreign investors. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-04/10/content_77394808.htm; BMW records best-ever Q1 in China with sales nearly doubled. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/09/WS606fe1a9a31024ad0bab4811.html>.
11. BMW records best-ever Q1 in China with sales nearly doubled. URL: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202104/09/WS606fe1a9a31024ad0bab4811.html>.
12. Ma Si. Huawei positioned for sustainable 5G innovation. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/16/WS60793c1aa31024ad0bab615f.html>.
13. Huawei to focus on software, cars and other businesses, as it still aims for 'survival'. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202104/1220856.shtml>.
14. EVs with Huawei's OS, chips to hit market in late 2021. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-04/19/content_77418254.htm.
15. Дэн Цзэ, Ян Цянь. Компания Huawei впервые представила интеллектуальную систему автономного вождения электрокаров. URL: <http://russian.people.com.cn/n3/2021/0416/c31517-9840019.html>.
16. Li Fusheng. Brands seek to revive China market success. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/19/WS607ce1d7a31024ad0bab6651.html>.
17. Qi Xijia. First Huawei-powered smart car to hit market. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202104/1220491.shtml>.
18. Autonomous Driving Simulation Industry Chain Report, 2020-2021 (I). URL: <http://www.researchinchina.com/Htmls/Report/2021/70680.html>.
19. Li Fusheng. Great Wall Motors to invest in chipmaker Horizon. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202102/08/WS6020f10da31024ad0baa8193.html>.
20. Ma Si. Huawei positioned for sustainable 5G innovation. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/16/WS60793c1aa31024ad0bab615f.html>.
21. SAIC launches Android-like vehicle system for app developers. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/12/WS6073eeeda31024ad0bab4ef8.html>.
22. Li Fusheng. ZF develops autonomous vehicle solutions for Chinese market. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/26/WS60865246a31024ad0baba6b6.html>; Int'l carmakers unveil new models at Shanghai auto show. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-04/29/content_77450642.htm.
23. China highlights innovation & consumption to avoid middle-income trap. URL: http://www.bjreview.com/Opinion/Voice/202103/t20210316_800240462.html.
24. Li Fusheng. ABB eyes larger share in China's charging market. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/27/WS608778f5a31024ad0babaaa5.html>.
25. Li Fusheng. GAC chairman calls for effort on EV charging network. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202103/03/WS603f450ea31024ad0baac7e7.html>.
26. Cheng Yu. Chinese chipmakers eye global glory. URL: http://www.chinadaily.com.cn/a/202101/11/WS5ffba192a31024ad0baa19f8_3.html.
27. Integrating massive fragmented data. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/22/WS5c5bd1fb5a3104842260b776d.html>.
28. Chang Jun. Joint efforts essential for self-driving industry as explosive growth is expected. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201812/18/WS5c1917c8a3107d4c3a0017fb.html>.
29. V2X (Vehicle to Everything) and CVIS (Cooperative Vehicle Infrastructure System) Industry Report, 2021. URL: <http://www.researchinchina.com/Report/ReportInfo.aspx?id=70683>.
30. 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).
31. Wen Sheng. China's speedy clean energy penetration backed by huge market. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202104/1220243.shtml>.
32. Zhao Shiyue. NEVs drive China's auto industry growth. URL: <http://www.globaltimes.cn/content/1145576.shtml> (Source: Global Times Published: 2021/2/11).
33. Momenta raises \$500 million in latest fundraising round. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202103/19/WS60546ed4a31024ad0bab05c5.html>; China achieves progress, development in innovation tech. URL: https://www.bjreview.com/China/202104/t20210420_800244144.html.
34. Li Fusheng. Autonomous vehicles could take to the streets in Shenzhen. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202103/29/WS60613444a31024ad0bab22d2.html>.
35. Smart vehicle strategy set to put China strides ahead. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-03/02/content_75763236.htm.
36. Auto industry gets smart, adapts to market changes. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/14/WS60764414a31024ad0bab55d7.html>.
37. Zhang Dandan. Roadmap lays out path for connected vehicles. URL: <https://global.chinadaily.com.cn/a/202011/16/WS5fb1d9c1a31024ad0ba94473.html>.
38. Global electric car sales set for further strong growth: IEA. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-04/30/content_77454315.htm.
39. China's 5G development to empower more diverse industries in 2021. URL: http://www.bjreview.com/Latest_Headlines/202101/t20210127_800233865.html.



Перспективы использования природного газа в качестве моторного топлива

Т.С. Арыстанбаев,
директор департамента
ТОО «КАЗТРАНСГАЗ ОНИМДЕРІ»,
и.о. председателя правления
Газомоторной ассоциации Казахстана

А.С. Аширов,
генеральный директор
(председатель правления)
ТОО «КАЗТРАНСГАЗ ОНИМДЕРІ»,

Е.К. Тохтаров,
зам. председателя
НТС ТОО «КАЗТРАНСГАЗ ОНИМДЕРІ»,
исполнительный директор
Газомоторной ассоциации Казахстана

В работе рассматриваются проблемы развития рынка природного газа (метан) в качестве моторного топлива в Республике Казахстан для обеспечения национальных и международных транзитных автоперевозчиков сжиженным и компримированным природным газом (СПГ/КПГ). Сделан анализ выполнения стратегии развития рынка газомоторного топлива (ГМТ) в РК, описаны его технологические, экологические и экономические характеристики и преимущества по сравнению с традиционными видами моторного топлива, исследуются основные задачи и риски по строительству производственно-сбытовой инфраструктуры СПГ/КПГ на Международном транспортном маршруте «Европа–Китай» (МТМ ЕК). Акцентируется внимание на необходимости проведения исследования текущей и прогнозной интенсивности движения газомоторной техники по МТМ ЕК, совершенствования нормативных документов, регулирующих эти транзитные потоки. Даны предложения по механизму их формирования, оптимизации структуры рынка ГМТ в РК. В этих целях обосновываются первоочередные задачи по проведению научно-технических, экономических и экологических исследований в данной сфере, необходимых для задействования механизма расширения транзита газомоторного потока на МТМ ЕК, расчёта социально-экономических эффектов для экономики РК, подтверждающих соответствие рассматриваемых задач по газификации МТМ ЕК международным инициативам «Один пояс – один путь» и плану сотрудничества по сопряжению Новой экономической политики «Нурлы Жол» и строительства «Экономического пояса Шёлкового пути».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

сжиженный и компримированный природный газ, газомоторное топливо, газомоторные автомобили, снижение вредных выбросов и парниковых газов от транспорта, экология, стратегия низкоуглеродного развития, якорный потребитель, инновационная технология, инвестиции, международный транспортный маршрут, интенсивность движения газомоторной техники, автопробег.

Республика Казахстан занимает промежуточное положение между Российской Федерацией и Китайской Народной Республикой, располагает площадью 2,7 млн км². Уникальное срединное положение между Европой и Азией обеспечивает стране высокий транзитный потенциал. В связи с этим правительство страны уделяет большое внимание развитию Транспортной стратегии, им принята программа инфраструктурного развития «Нурлы жол», постановление № 797 и другие документы. В них предусмотрено формирование на территории страны ряда транспортно-логистических хабов на основных транспортных транзитных направлениях [1], модернизация автотранспортного

парка страны переводом его на использование экономичного и экологически чистого природного газа, создание условий по обеспечению данным моторным топливом транзитного грузового потока, следующего по международному транспортному маршруту «Европа–Китай», пересекающего территорию Республики Казахстан [2].

Необходимо отметить, что в настоящее время на стадии утверждения правительством РК также находится перечень проектов Министерства экологии, геологии и природных ресурсов (МЭГиПР) РК, реализация которых обеспечит сокращение выброса парниковых газов, позволит определить на национальном уровне вклады различных секторов экономики в выполнение обязательств Казахстана по Парижскому соглашению. В этот перечень обоснованно включены проекты перевода автотранспорта и железнодорожных локомотивов национальной компании «Казахстан Темир Жолы» на СПГ и КПП.

С учётом планов Международной академии наук Шёлкового пути о разработке специальной стратегии научно-технологического обеспечения развития проекта возрождения Шёлкового пути [3], позволяющего поддерживать транзитный грузопоток между Китаем и Европой в рамках инициативы «Один пояс – один путь», программа декарбонизации транспорта способствует получению весьма заметных экономических, экологических и социальных эффектов для стран, находящихся по маршруту Великого Шёлкового пути.

В связи с вышеуказанным актуальна инициатива оператора в этом секторе газовой отрасли ТОО «КазТрансГаз Өнімдері» и Газомоторной ассоциации Казахстана по проведению исследования перспектив и возможностей использования СПГ и КПП с целью создания благоприятных условий и повышения привлекательности казахстанского участка МТМ ЕК для международных, в том числе транзитных, автоперевозчиков.

Перспективные виды газомоторного топлива в РК

Свойства и характеристики применяемых в качестве моторного топлива газов, технологии их производства и рационального использования [4] являются одними из определяющих для формирования всей дальнейшей стратегии развития рынка ГМТ в Казахстане и в мире в целом.

Для производства ГМТ применяется два вида газа:

- природный газ, основным компонентом которого является метан, используется в сжиженном (СПГ) и сжиженном (КПП) виде;
- углеводородный газ, состоящий преимущественно из пропан-бутановой смеси, используется в сжиженном состоянии (СУГ).

Из представленных трёх видов газомоторного топлива в настоящее время КПП и СУГ производятся и широко используются на транспорте, СПГ завозится из России. Необходимо отметить, что агрегатное состояние, которое указано в названии ГМТ, обеспечивает только способ транспортировки и хранения, но в камеру сгорания ДВС указанное газомоторное топливо подаётся в нормальном газообразном состоянии под штатным давлением.

Уникальность КПГ заключается в том, что его производство и реализация осуществляются непосредственно на АГНКС. Здесь природный газ, поступивший на заправочную станцию из газопровода, подается в компрессор, в котором под давлением в 20 МПа происходит его сжатие и уменьшение в объеме в 200 раз. Компримирование газа позволяет обеспечивать его эффективное хранение и использование в виде моторного топлива локальным городским автотранспортом, чаще всего автобусами, такси и коммунально-дорожными автомобилями.

Для производства и использования СПГ в качестве моторного топлива чаще используются малотоннажные заводы (МТЗ) с инновационными криогенными технологиями, где природный газ при охлаждении до $-163\text{ }^{\circ}\text{C}$ сжижается и уменьшается в объеме в 600 раз. Возможность размещения большого объема СПГ в топливном криогенном баке грузового транспортного средства обеспечивает ему большие пробеги на одной заправке, что обосновывает целесообразность и эффективность его использования на железнодорожном и дальнебойном магистральном автомобильном транспорте. КриоПАГЗы транспортируют СПГ от МТЗ до КриоАЗС для дальнейшей реализации потребителям.

СУГ является продуктом переработки нефти. Более простая технология производства обеспечила ему широкое применение в народном хозяйстве. Как ГМТ он применяется в основном на легковом и малом коммерческом автотранспорте из-за частичной потери мощности ДВС. СУГ теряет эксплуатационные свойства при температурах ниже $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в зависимости от состава компонентов, из-за чего стандартами регулируется его качество для использования в летний и зимний периоды.

Кроме вышесказанного, преимущества природного газа перед другими видами моторного топлива обусловлены также иными его свойствами. Так, природный газ более безопасен по сравнению с нефтяными видами топлива и СУГ, поскольку легче воздуха, в связи с чем при утечке он быстро улетучивается, не образуя взрывоопасную газозвудушную смесь. Природный газ в сжиженном состоянии не горит, а быстро испаряется. В то время как СУГ тяжелее воздуха, при утечке способен скапливаться внизу с образованием взрывоопасных концентраций с воздухом. К сожалению, данный факт повлиял на принятие уполномоченным органом по пожарной безопасности некорректного решения о запрете въезда в крытые помещения и подземные паркинги (с надлежащей вентиляцией) всех газомоторных автомобилей, в том числе использующих КПГ и СПГ. Природный газ дешевле в 2-3 раза традиционных нефтяных видов моторного топлива, что позволяет сокращать расходы и экономить бюджеты различных уровней.

Ассоциация NGV Global в целях обобщения международного опыта провела исследования в Аргентине, где замена дизельного топлива на природный аргентинский сланцевый газ позволила сэкономить для экономики страны свыше 3 млрд долл. США, что вдвое выше тех средств, которые были инвестированы в производство сланцевого газа [5]. Природный газ, замерзающий при сверхнизких

криогенных температурах, является всесезонным топливом, невозможность его хищения обеспечивает прозрачность учёта его расходов. Однако эти экономические преимущества в настоящее время по различным причинам не стали ещё играть важную роль при выборе потребителями моторных топлив.

Природный газ как экологически более чистый по сравнению с традиционными видами моторного топлива оказывает меньшее отрицательное воздействие на окружающую среду, что также способствует улучшению состояния здоровья населения и экономии бюджетных средств на его оздоровление. Согласно исследованиям Всемирного банка, сокращение уровня концентрации твёрдых частиц в атмосфере хотя бы на 1 мгм/м³ приведёт к ежегодной экономии в 57 млн долл. США в сфере здравоохранения за счёт сокращения преждевременной смертности, повышения производительности труда и меньшего количества больничных листов [6].

Замещение бензина и дизельного топлива природным газом снижает не только вредные выбросы, но и выбросы парниковых газов [7]. В связи с этим при разработке проекта Стратегии низкоуглеродного развития РК по заданию правительства и МЭГиПР АО «Жасыл Даму» включило проекты по переводу автомобильного и железнодорожного транспорта на природный газ в Дорожную карту определяемых на национальном уровне вкладов в сокращение выбросов парниковых газов от различных секторов экономики Казахстана на период 2025-2030 гг. Необходимо отметить, что в настоящее время в мировой практике нередко используются технологии L-CNG, позволяющие из СПГ, полученного на КриоАЗС, производить способом регазификации высококачественный КПГ (лучше, чем прямым компримированием на АГНКС) при минимальных капитальных вложениях [8].

Просчитано, что при внесении суммарных расходов по производству СПГ на заводе и транспортировке до КриоАЗС в стоимость выдачи СПГ на топливной колонке себестоимость КПГ соответствует расходам на электроэнергию насоса высокого давления (рис. 1, поз. 7). При этом сохраняется экономическая привлекательность СПГ по сравнению с дизтопливом, а стоимость КПГ будет дешевле, чем на АГНКС, где используется мощное компрессорное оборудование. Данную технологию планируется применить при создании инфраструктуры на МТМ ЕК.

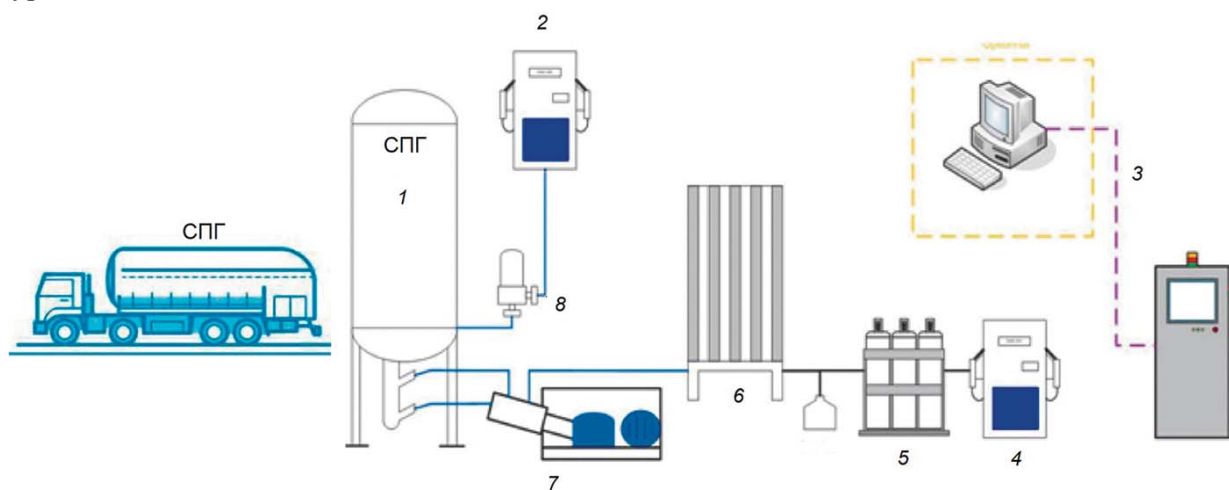


РИС. 1

Технологическая схема двухтопливной КриоАЗС:
 1 – крио-резервуар;
 2 – диспенсер СПГ; 3 – блок управления; 4 – диспенсер КПГ; 5 – аккумуляторы КПГ; 6 – испаритель высокого давления; 7 – насос СПГ высокого давления; 8 – насос СПГ

Основания для развития рынка ГМТ в РК

С учётом вышеперечисленных преимуществ природного газа как газомоторного топлива при развитии рынка ГМТ в Казахстане руководствуются документами местного и международного уровня. В каждом из них предусмотрены индикаторы и рекомендации по переводу транспортного сектора на использование природного газа в качестве моторного топлива. И основным среди них является План мероприятий по расширению использования природного газа в качестве моторного топлива на 2019-2022 годы, утверждённый постановлением правительства РК № 797 от 29.11.2018 г., по которому в настоящее время идёт развитие рынка КПГ и СПГ в Казахстане.

Необходимо отметить, что в октябре 2017 года подписан Меморандум между ПАО «Газпром», Китайской Национальной Нефтегазовой Корпорацией (CNPC) и АО «НК «КазМунайГаз», согласно которому в рамках трёхсторонних рабочих групп активно ведётся работа по проектам развития производственно-сбытовой инфраструктуры на МТМ ЕК, в том числе: исследование прогноза интенсивности движения газомоторной техники; изучение соответствующих технологий и расчёт мощности производственно-сбытовой инфраструктуры; необходимый объём инвестиций в строительство этих объектов и разработку и/или унификацию НТД.

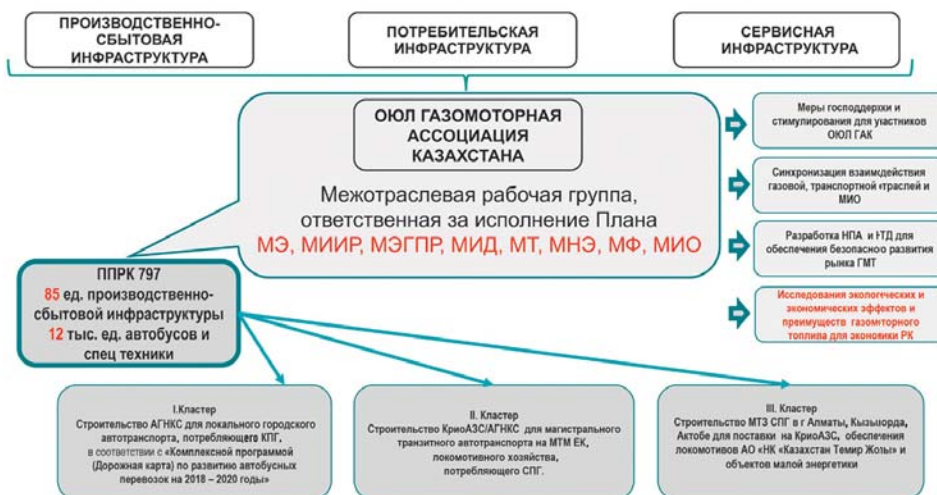
Стратегия развития сети АГНКС/Крио-АЗС и производства СПГ


Организационная структура стратегии развития рынка ГМТ с распределением ролей, ответственности и взаимодействия государственных органов, МИО, госсектора и бизнеса представлена на рис. 2.

Планом предусмотрено строительство 85 объектов производственно-сбытовой инфраструктуры, госзаказ отечественному автопрому на производство и поставку автоперевозчикам 12 тыс. единиц автобусов с газовыми двигателями и спецтехники, а также создание соответствующих благоприятных условий для представителей бизнеса, непосредственно инвестирующих финансовые средства в следующие сферы:

РИС. 2

Структура организационной стратегии рынка ГМТ



-
- 
- строительство производственно-сбытовой инфраструктуры, которая является зоной компетенции и ответственности газовой отрасли;
 - потребительская инфраструктура, к которой относятся транспорт и объекты малой энергетики, – это зона компетенции и ответственности транспортной отрасли и МИО;
 - формирование сервисной инфраструктуры, роль которой не ограничивается только услугами сервиса, но в значительной степени связана с обеспечением безопасной эксплуатации транспортных средств, потребляющих ГМТ; данный сектор отчасти относится к транспортной отрасли.

Необходимо отметить, что ответственным за исполнение мероприятий Плана является межотраслевая рабочая группа (МРГ), утверждённая приказом Министерства экономики (МЭ) РК. В её состав входят уполномоченные и местные исполнительные органы, финансовые институты и заинтересованные организации, где интересы участников рынка ГМТ представляет Газомоторная ассоциация. По рекомендации МЭ РК активизируется роль ассоциации, перед которой поставлены задачи по координации взаимодействия всех участников рынка ГМТ в республике.

В настоящее время ассоциацией направлены предложения в канцелярию премьер-министра РК по разработке и внедрению мер господдержки и преференций для участников рынка ГМТ, на которые получены соответствующие поручения. На основании поручений актуализируется состав МРГ, формируется Дорожная карта с мероприятиями по синхронизации и безопасному развитию рынка ГМТ, в которые включены необходимые научно-технические и экономические исследования, позволяющие определить эффекты для экономики Казахстана от развития рынка ГМТ с целью принятия положительных решений в предоставлении необходимых, в том числе финансовых, стимулов в рамках мер господдержки. Концепцией предусматривается синхронизация газовой и транспортной отраслей экономик [9] и разделение задач на три кластера (см. рис. 2).

По **первому кластеру**, в силу его социальной направленности, предусмотрена синхронизация Плана с «Комплексной программой (Дорожная карта) по развитию автобусных перевозок на 2018-2020 годы», где БРК Лизинг обеспечивает финансирование модернизации устаревших и изношенных автобусов. График строительства АГНКС синхронизирован с графиком производства и поставки отечественным автопромом автобусов на газовом топливе. АГНКС строится для якорного потребителя автобусного парка, который обеспечивает окупаемость инвестиции в строительство.

Дорожная карта модернизации автобусных парков в связи завершением календарных сроков действия замещена на «Государственную программу развития туристской отрасли Республики Казахстан на 2019-2025 годы», где также предусмотрены финансовые средства для модернизации автобусных парков.

В целом данная синхронизация будет способствовать окупаемости инвестиций и привлечению инвесторов. Строительство АГНКС в настоящее время в регионах ведут частные компании, привлечённые на условиях предоставления франшизы от ТОО «КазТрансГазӨнімдері».

Это ТОО «Akzhayik CNG», ТОО «Metan Gas», ТОО «SKYMAX TRADE», ТОО «АГНКС Казахстан», ТОО «AvtoGasServiceCompany».

Для развития **второго и третьего кластеров** существуют неопределённости по синхронизации развития производственно-сбытовой и потребительской инфраструктуры на МТМ ЕК.

Основные задачи по строительству производственно-сбытовой инфраструктуры на МТМ ЕК

В данном разделе представлен анализ основных задач и рисков при реализации проектов строительства производственно-сбытовой инфраструктуры на МТМ ЕК, разделённых на четыре основных блока.

Блок Дислокация. По результатам международного автопробега, проведённого в рамках Меморандума между ПАО «Газпром», CNPC и АО НК «КазМунайГаз» в сфере развития рынка ГМТ на МТМ «Европа–Китай» принято решение о целесообразности размещения газовых заправок по европейским стандартам: КриоАЗС с шагом 400 км, АГНКС с шагом 200 км. В данном направлении между национальным оператором в сфере газа и газоснабжения АО «КазТрансГаз» и национальным оператором в сфере эксплуатации автодорог АО «НК «КазАвтоЖол» заключён Меморандум, в рамках которого ведутся работы по отводу земельных участков на МТМ ЕК и других автомагистралях. Также предусматривается интеграция газозаправочной инфраструктуры в объекты придорожного сервиса. В этой связи при содействии АО «НК «КазАвтоЖол» ведутся соответствующие переговоры с владельцами объектов придорожного сервиса (Газэнерджи и Компас). Необходимо отметить, что АО «НК «КазАвтоЖол» разработал очень важную программу по развитию объектов

придорожной инфраструктуры, где для инвесторов предусмотрены серьёзные меры господдержки.

Блок Технология предусматривает выбор технологий производства, транспортировки и реализации СПГ. Критериями выбора являются объём капитальных вложений и себестоимость производства СПГ при соответствующей мощности, которая зависит от интенсивности движения газомоторных автомобилей. Концепцией КТГО предусмотрено строительство трёх МТЗ в Алматы, Кызылорде и Актобе с учётом эффективного радиуса транспортировки СПГ 500 км. Для транспортировки СПГ предусматривается при каждом МТЗ сформировать парк КриоПАГзов, численность которого для обеспечения МТМ ЕК по расчётам составит 25-30 ед. Для реализации СПГ и КПГ планируется построить восемь КриоАЗС по технологии L-CNG и девять АГНКС с возможностью отбора газа из магистрального газопровода, а также четыре заправочных терминала для локомотивов АО НК КТЖ.

По блоку **Рынок сбыта** предусмотрено три ключевых направления, что диверсифицирует риски МТЗ, обеспечивающих коммерческую реализацию СПГ и эффективную загрузку, при этом не исключается возможность поставки СПГ на экспорт.



1. **Направление СПГ-локомотивы.** Совместно с АО НК «Казахстан Темир Жолы» реализуется проект по переводу локомотивов на газодизельный режим работы. Рабочей группой, в состав которой входит НИЦ КТП, в рамках пилотного проекта предусмотрено обоснование соответствующей эффективности. По результатам пилотного проекта определится годовой объём потребления СПГ.

2. **Направление Малая энергетика.** Предусматриваются газификация населения посредством виртуального трубопровода, котельных, объектов АПК (зерносушилки) и генерация электроэнергии. В данном направлении предполагается использовать концепцию компании Global gas group в г. Нур-Султан.

3. **Основное направление** – реализация СПГ для автотранспорта на МТМ ЕК, где якорным потребителем является транзитный грузовой автотранспорт по соответствующим направлениям. Кроме того, в рамках «Плана мероприятий по реализации первого этапа Стратегии экономического развития СНГ на период до 2030 года» узбекской стороной инициированы маршруты автобусных перевозок по МТМ ЕК. Руководству КТГО при встрече с вице-министром транспорта в Ташкенте было сообщено, что газозаправочная инфраструктура в РК будет дополнительно загружена автотранспортом узбекских автоперевозчиков. Кроме того, на заседании Казахстанско-Татарстанской Рабочей группы по торгово-экономическому сотрудничеству казахстанская сторона отметила свою готовность положительно рассмотреть вопрос открытия автобусных рейсов по маршрутам Казань–Шымкент, Казань–Актау и возобновление маршрута Казань–Уральск. Кроме того, Союз международных автомобильных перевозчиков Республики Казахстан (КазАТО) в обращении в канцелярию премьер-министра заявил о готовности к переходу на СПГ при наличии газозаправочной инфраструктуры и о необходимости соответствующих научно-технических и экономических исследований [10].

С учётом вышесказанного по данному блоку необходимо решить следующие задачи:

- исследование интенсивности движения транзитного автотранспорта на МТМ ЕК;
- определение доли автотранспорта, потребляющего СПГ/КПГ;
- организация финансирования исследований.

От полученных результатов зависит возможность дальнейшего привлечения финансирования на проекты строительства производственно-сбытовой инфраструктуры на МТМ ЕК.

По **блоку НПА.** В рамках деятельности трёхсторонних рабочих групп предусмотрены разработка некоторых нормативно-правовых актов и унификация нормативно-технических документов, направленных на решение задачи создания благоприятных условий для транзитных автоперевозчиков, стимулирование роста отечественной техники на СПГ и перевода техники на использование СПГ/КПГ. Это будет осуществляться путём внесения изменений и корректировок в существующие документы, регулирующие движение международных автоперевозчиков.

Кроме того, одной из основных задач является разработка нормативно-правовых актов по разрешению (допуску) иностранным транспортным средствам заправляться на газовых заправках на территории РК, а отечественным международным перевозчикам на территориях иностранных государств. Это необходимо для подтверждения безопасного состояния эксплуатируемого на транспорте газобаллонного оборудования.

Все вышеуказанные задачи должны решаться с учётом рисков

развития альтернативных путей в обход территории Казахстана и соответственно рисков потери доходов отечественными перевозчиками. Газификация транспортного сектора экономики РК на первом этапе предусматривается в газифицированных регионах республики. На следующих этапах газификации автодорог инфраструктура будет расширяться и по другим направлениям с учётом возможностей уже существующего/действующего «виртуального газопровода». Также предусмотрена дислокация малотоннажных заводов по производству СПГ и заправочных терминалов для локомотивного хозяйства АО НК КТЖ, определены основные расстояния от МТЗ до мест реализации СПГ, что позволит рассчитать себестоимость транспортировки.

Анализ документов, регулирующих транзитные потоки на МТМ ЕК

Из вышесказанного следует, что для строительства газозаправочной инфраструктуры на территории Казахстана необходим поток газомоторной техники, то есть нужен якорный потребитель СПГ. В силу отсутствия автомобилей, потребляющих СПГ, у отечественных автоперевозчиков и перевозчиков РФ им может стать на начальном этапе парк магистральных тягачей КНР, численность которого насчитывает порядка 330 тыс. ед. [11].

Для реализации потенциала якорного потребителя необходимо, чтобы открылись границы для его транзитного движения через территорию Казахстана. В настоящее время существуют некоторые международные документы и нормативно-правовые акты, регулирующие транзитные грузопотоки, а также есть концепция механизма формирования газомоторного потока техники на МТМ ЕК. Однако действует только паритетный обмен квотами на приграничное движение автотранспорта в рамках двусторонних межгосударственных договоров. Соглашением ШОС (Шанхайская организация сотрудничества) определены международные автотранспортные коридоры и сроки их запуска, однако они не задействованы как транзитные грузопотоки автотранспорта КНР через территорию РК. На таможенных приграничных переходах (как, например, Хоргос) осуществляется перегрузка китайских товаров на автотранспорт отечественных, российских и других перевозчиков, имеющих разрешение РК на перевозку груза по территории страны.

При этом на направленный запрос в департамент развития транзита и транспортной логистики МИИР РК был получен ответ о том, что в рамках действия Таможенной Конвенции страны ШОС обеспечат беспрепятственный проезд автотранспортных средств сторон по своей территории. Необходимо учесть, что политика стран Евросоюза предусматривает ужесточение требований к использованию дизтоплива на транспорте вплоть до ограничения на их въезд на территорию ЕС в связи с принятием обязательств по Парижскому соглашению 2015 года. Реализации вышеуказанной концепции «механизма формирования газомоторного потока» должна обеспечивать

минимальные объёмы потребления СПГ для окупаемости инвестиций в строительство газовых заправок. Необходимо провести аналитические исследования и решить определённые задачи по подготовке рекомендаций или внесению в них соответствующих изменений, обосновать эффективность математическими методами расчёта.

Особенности транзитного потока из сопредельных Казахстану стран предполагают однозначное участие в данных исследованиях отраслевых НИИ КНР и РФ и/или консалтинговых компаний, имеющих опыт и международный авторитет в данной области. Это необходимо для согласования и подтверждения потоков газомоторной техники, обеспечения объективности и высокого качества исследований для международных финансовых институтов. Планируется привлечение к данной работе от казахстанской стороны авторитетных научных коллективов из НИИ Транспорта и Коммуникации, Университета им. К.И. Сатпаева и Национального исследовательского центра комплексных транспортных проблем. Для проведения вышеуказанных совместных исследований и обеспечения взаимодействия между институтами необходимо сформировать компетентную и авторитетную организационную структуру международного уровня.

В связи с этим казахстанской стороной в соответствии с положениями трёхстороннего Меморандума на очередном заседании Совместной рабочей группы в декабре 2020 года было предложено российской и китайской сторонам сформировать Дорожную карту по реализации полномасштабного международного проекта строительства производственно-сбытовой инфраструктуры природного газа в качестве моторного топлива по территории РК. Следует привлечь для проведения совместных исследований интенсивности движения транзитной техники отраслевые институты по аналогии с проектом «Модальное шоссе» МДП/IRU [12], где также были предусмотрены инициативы о необходимых институциональных преобразованиях в сфере международных перевозок и процедур пересечения границ с условием предоставления инвестиционных преференций участникам проекта в соответствии с Предпринимательским кодексом РК.

Необходимо также отметить, что Газомоторной ассоциацией Казахстана на заседании комиссии ЕЭК ООН в рамках Проекта Европейской экономической комиссии ООН «Улучшение возможностей стран-членов ЕЭК ООН по декарбонизации транспортно-го сектора за счёт увеличения использования природного газа в качестве моторного топлива» предложена реализация пилотного проекта по территории РК.

Эффекты от развития рынка газомоторного топлива в РК

Эффективность транспортной транзитной стратегии [13] подтверждена строительством самой автомагистрали, которая повысит скорость транспортировки грузов до 10 суток по сравнению с другими направлениями (сибирская магистраль – 14 суток, морской путь через Суэцкий канал – 45 суток) и будет сопровождаться увеличением валового регионального продукта. Снижение транспортных расходов

при замещении дизельного топлива экономичным СПГ будет способствовать увеличению привлекательности газомоторного топлива для транзитных международных и отечественных автоперевозчиков. При этом экологичность природного газа способствует снижению заболеваемости населения вдоль данной автомагистрали, а также обеспечивает реальное снижение парникового эффекта.

Выводы и предложения



1. Создание производственно-сбытовой инфраструктуры на Международном транспортном маршруте «Европа–Китай» для обеспечения транзитного и местного автотранспорта экономичными СПГ и КПГ способствует усилению эффектов при реализации Транспортной транзитной стратегии РК в части увеличения объёма транзитных грузоперевозок и торгового взаимодействия Казахстана с другими странами. Также это способствует снижению себестоимости транспортировки грузов, росту экономического развития регионов и уменьшению экологической нагрузки на населённые пункты вдоль автомагистралей, повышению авторитета страны в связи с реализацией стратегии низкоуглеродного развития транспортного сектора РК.



2. Реализация проектов развития рынка ГМТ в РК всесторонне, географически и концептуально соответствует инициативе «Один пояс – один путь», Плану сотрудничества по сопряжению Новой экономической политики «Нурлы Жол» и строительства «Экономического пояса Шёлкового пути». В связи с этим чрезвычайно актуальным и важным для развития рынка ГМТ в Казахстане, укрепления международного сотрудничества и конкурентоспособности нашего государства является подтверждение указанных возможных социальных, экономических, экологических и других эффектов, которые могут быть достигнуты благодаря газификации транспорта, организации соответствующих научных исследований с привлечением финансирования из авторитетных международных институтов развития, поддерживающих инфраструктурные проекты. В первую очередь речь идёт о фонде Великого Шёлкового пути, Глобальном экологическом фонде, Зелёном климатическом фонде. Эта финансовая поддержка будет направлена на проведение следующих научных исследований:

- изучение интенсивности движения автотранспорта по МТМ ЕК, в том числе для определения доли автотранспорта, потребляющего природный газ в качестве моторного топлива;
- анализ и подготовка предложений по внесению изменений и дополнений в действующие НПА и разрешительную документацию по формированию потока газомоторных автомобилей по МТМ ЕК;
- обоснование усиления экономического, экологического и социальных эффектов от осуществления проектов развития рынка ГМТ в экономике РК, в том числе при реализации транспортной транзитной стратегии;
- реализация возможности трансфера новых инновационных технологий сжижения, хранения, транспортировки и выдачи СПГ для создания устойчивой инфраструктуры обеспечения топливом транзитного и отечественного автотранспорта на МТМ ЕК;

- осуществление возможности установки региональных экологических индикаторов для верификации вредных выбросов и парниковых газов от транспортного сектора экономики РК и предоставления отчётности в уполномоченные органы РК по изменению климата.

Использованные источники

1. Транспортная стратегия РК до 2020 года (Постановление правительства РК от 31.01.2005 г. № 75).
2. Концепции по развитию газового сектора РК до 2030 года (утверждена постановлением правительства Республики Казахстан от 5 декабря 2014 года № 1275).
3. Абыкаев Н.А. Первый вице-президент Международной академии наук Шелкового пути. Форум мэров городов стран Шёлкового пути Global Silk road // Вечерняя Астана. – 05.07.2018.
4. Надиров Н.К. Будущее рационального использования всех видов природного газа // Нефть и газ. – 2018. – №3. – С. 94-97.
5. Автайкина Э.Э. Инновации в газовой отрасли. Газомоторное топливо – инновационное направление для российской экономики // NovalInfo.Ru – 2014. – № 26.
6. Отчёт на тему «На пути к экологической чистой промышленности и улучшенному мониторингу качества воздуха в Казахстане» / Всемирный банк и Министерство окружающей среды и водных ресурсов Казахстана. – 2013 г.
7. Аксютин О.Е., Ишков А.Г., Романов К.В., Пыстина Н.Б., Аколова Г.С., Косолапова Е.В. Экологическая эффективность производства и использования природного газа на основе оценки полного жизненного цикла.
8. Финько В.В., Финько В.Е., Мерпеисов Т.Х. Автомобильные газонаполнительные компрессорные станции для одновременной заправки сжатым и сжиженным природным газом // Нефть и газ. – 2017. – № 2. – С. 146-153.
9. Арыстанбаев Т.С., Аширов А.С., Климов П.В. Шёлковый путь – экологичный транспорт // Нефть и газ. – 2018. – № 6. – С. 103-116.
10. Письмо исх. № 81 от 31.01.2020 г. Союза международных автомобильных перевозчиков Республики Казахстан (КазАТО) «О мерах по расширению применения природного газа» в Канцелярию Премьер-Министра РК вх. № 434 от 03.02.2020 г.
11. Протокол третьего совещания по реализации трёхстороннего Меморандума и организации автопробега газомоторной техники по международному транспортному маршруту «Европа–Китай» ПАО Газпром, Китайской Национальной Нефтегазовой Корпорацией (CNPC) и АО НК «КазМунайГаз» от 10-12.07.2018 г. Алматы, РК.
12. Отчёт Международного союза автомобильного транспорта (IRU) по инициативе «Модельное шоссе» (МНИ).
13. Экономические и социальные эффекты от реализации проекта. Значение проекта «Западная Европа-Западный Китай» в развитии регионов Казахстана. Источник официальный сайт проекта: <http://www.europe-china.kz/info/86>

Карьерная техника переходит на природный газ

Впервые карьерный самосвал БЕЛАЗ 75476, работающий на метане с системой хранения топлива в виде СПГ, был представлен в Екатеринбурге в июне 2017 года на выставке ИННОПРОМ. Прямо с выставочной площадки машина ушла на сертификацию. И в конце апреля 2018 года газовый карьерный самосвал получил все необходимые одобрения и приступил к работе в рамках опытной эксплуатации в АО «Невьянский цементник», входящее в российский холдинг «Евроцемент».

Эксплуатация самосвала проводилась всё лето, до глубокой осени. Соперником нашего газового самосвала был дизельный БЕЛАЗ 7547 с двигателем ЯМЗ240НМ2, мощностью 500 л.с. Машины выполняли одинаковую работу. Это были первые шаги газового БЕЛАЗа. В ходе эксплуатации было получено очень много информации по функционированию элементов и функциональных узлов самосвала, конструкции двигателя и его систем жизнеобеспечения, а также требованиям по их изменению. Снабжение СПГ осуществляло ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» с их экспериментальной площадки по производству СПГ на ГРС4. Стоимость СПГ на месте заправки на пистолете была обеспечена на уровне 14 руб./кг с НДС.

В октябре мы прервали опытную эксплуатацию из-за частых остановок самосвала по причине «низкого давления газа в рампе». Газ из криобака попросту не попадал в рампу двигателя и соответственно в сам двигатель. Из-за большого содержания в топливе CO₂ топливная система часто засорялась кристаллами, формирующимися при низких температурах на улице.

Результаты эксплуатации показали высокую топливную экономию (табл. 1), которую приносит газовый самосвал при адекватной стоимости СПГ.

ТАБЛИЦА 1

Наименование	Единица измерения	БЕЛАЗ-75476 (СПГ)	БЕЛАЗ-7547 (ДТ)
Плечо перевозки	км	2,3	2,3
Средняя загрузка	т	38,6	38,6
Время цикла одного рейса	мин	20,0	20,0
Расчётное количество рейсов в смену на один а/м	ед.	25	25
Объём перевезённого добычного сырья (за смену)	т	966,0	966,0
Удельный расход топлива	л(кг) / 100 км	176,9	201,0
	л(кг) / т	0,21	0,24
	л(кг) / т·км	0,09	0,10
Стоимость топлива	руб./ л(кг)	15,8	29,01
Затраты на топливо	руб./ т·км	1,42	2,9



Самосвал БЕЛАЗ
на испытаниях
в «Евроцементе»

В феврале 2019 года мы возобновили эксплуатацию самосвала прежде всего для подтверждения, что качественный СПГ марки В исключит проблемы с подачей газа в двигатель даже зимой. Доставку СПГ и заправку им самосвала пришлось организовать самостоятельно. СПГ загружали на заводе в с. Канусята, который принадлежал ООО «Газпром Газэнергосервис». Самосвал проработал месяц без остановок, связанных с подачей газа. Эксперимент удался, и руководство «Невьянского цементника» убедилось, что при использовании СПГ хорошего качества система подачи газа работает стабильно.

Однако дальнейшая эксплуатация оказалась невыгодной. Цена газа «на пистолете» с учётом доставки и отпускной стоимости 24 тыс. руб./т (без НДС), аренды криогенной ёмкости, оплаты работы персонала и естественных потерь на испарение составила 65 руб./кг, в то время как дизельное топливо с доставкой стоило 49 руб./кг.

В марте 2019 года газовый самосвал БЕЛАЗ 75476 перевезли в Ломоносовский ГОК ПАО «Севералмаз» (дочерняя компания АЛРОСА). Руководство компании еще с 2015 года активно интересуется газомоторной темой и находится в активном поиске работающих решений. Изучив работу самосвала в Невьянском цементнике, в АЛРОСА было принято решение посмотреть на его работу в условиях алмазной трубки. Но в Якутии СПГ нет и доставить его ни в Мирный, ни в Айхал невозможно. Поэтому было решено провести испытания в Ломоносовском ГОК, а СПГ возить из Канусят. Руководство АЛРОСА понимало, что испытания будут затратными, килограмм СПГ с доставкой и услугой заправки одного самосвала с лихвой перевалил за 100 рублей, но компании был важен опыт, а разработчику – новая информация по работе систем и двигателя.

В апреле самосвал приступил к работе. 45-тонные самосвалы в основном работают в Ломоносовском ГОК на трёх основных переделах, но самый тяжёлый – это работа в карьере. Глубина трубки – 230 метров, дорожное покрытие – грунт и порода. Самый тяжёлый период – межсезонье, когда глубина глиняной каши под колёсами самосвала доходит до полуметра, и в ней попадаются крупные куски породы фракцией 300-500 мм.

В апреле и мае 2019 года самосвал возил руду, извлечённую из карьера 90-тонными самосвалами, на фабрику, выполнял работу вне карьера. Общий пробег составил 3900 км. Но в начале июня при работе в карьере газовый двигатель вышел из строя. Причиной остановки послужила детонация, разрушившая шестой цилиндр и повредившая соседние цилиндры.

Двигатель требовал капитального ремонта, но разработчик газового мотора – ООО «Технология 1604» – задался целью бороться не только со следствием, но и с причиной. Испытания были остановлены. Проанализировав показатели работы системы управления газовым двигателем T22-КУНГУР, специалисты пришли к выводу, что текущие контроллеры – два шестицилиндровых контроллера, соединённых по определённой схеме для управления 12-цилиндровым двигателем, не позволяют реализовать стратегию контроля запроса мощности и контроля детонации. Поэтому было принято решение использовать новый восьмицилиндровый контроллер, обладающий таким функционалом. Для этого надо было физически изменить систему зажигания: использовать один канал управления для подачи сигнала на воспламенение смеси – один основной и второй холостой. Конечно, такая система зажигания несовершенна, потому что даёт дополнительную нагрузку на свечи и катушки, формирует риск спонтанного воспламенения газа во впускном коллекторе при нестабильной работе клапанов, которое однозначно приведёт к сильному хлопку. Но программное обеспечение нового контроллера позволяло установить датчики детонации и использовать стратегию ограничения запроса мощности, что даёт возможность следить за работой газового двигателя и при подъёме самосвала из карьера с полной загрузкой по тяжелейшему дорожному покрытию не допускать перегрузки двигателя и выхода его из строя.

Адаптация нового контроллера и калибровка новых стратегий на моторном стенде заняли больше полугода. К установке в самосвал отремонтированного двигателя, оснащённого новым контроллером, приступили только в феврале 2020 года. В марте газовый БЕЛАЗ вновь работал бок о бок с дизельными машинами. Если в Невьянском цементнике газовый БЕЛАЗ состязался с дизельным (7547), оснащённым российским дизельным двигателем ЯМЗ 240НМ2 (500 л.с.), то в Ломоносовском ГОК конкурентом выступала модель БЕЛАЗа 75473, сердцем которой служит CUMMINS KTA19 – 600-сильный американский двигатель.

В марте и апреле 2020 года самосвал проработал стабильно несмотря на то, что в апреле в карьер уже пришла распутица, и дизельные 45-тонные самосвалы убрали из карьера трубки им. Карпинского 1. Газовый самосвал работал вместе с 90-тонными машинами.

Общий пробег в ПАО «Севералмаз» составил 14 тыс. км. С учётом поломки двигателя в июне было принято решение разбить испытания на два этапа: 2019-й и 2020 год. Результат испытаний 2019 года был признан неудовлетворительным, испытания 2020-го – успешными.

Данные из протоколов испытаний приведены в табл. 2, 3.

Время, с	БЕЛАЗ-75476 (СПГ)	БЕЛАЗ-75473 (ДТ)
0...20 км/ч	11	14
20...30 км/ч	18	19
30...40 км/ч	31	31
40...50 км/ч	47	46
0...50 км/ч	47	46
Подъем платформы с грузом	29,56	24,23
Опускание платформы без груза	14,06	10,09

Переключение передач осуществлялось при достижении частоты вращения КВ 1900 мин⁻¹, подъем и опускание платформы при частоте вращения 1500 мин⁻¹

Показатель	БЕЛАЗ-75476 (СПГ)	БЕЛАЗ-75473 (ДТ)	Отклонение
Пробег	18,30	18,30	0
Время в движении, ч	0,62	0,65	-0,03
Расход топлива, кг	20,00	24,13	-4,13
Средняя скорость, км/ч	29,68	28,15	1,53 (105%)
Удельный расход топлива	1,09	1,32	-0,23 (83%)

Движение самосвалов осуществлялось на прямолинейном участке дороги без уклонов, в загруженном состоянии.

За время испытаний в рассматриваемом периоде удельный расход топлива (СПГ) самосвала БЕЛАЗ-75476 составил 108,3% от удельного расхода БЕЛАЗ-75473 с дизельным двигателем КТА-19. В сопоставимых условиях эти показатели следующие:

- транспортирование руды на обогатительную фабрику – удельный расход газового самосвала составил 95,8 % от расхода дизельного;
- перевозка ОПИ на обогатительную фабрику – линейный расход газового самосвала составил 83 % аналогичного расхода дизельного;
- перевозка горной массы из карьера с максимальной высотой подъёма до 230 м – удельный расход самосвала на СПГ составил 103 % от удельного расхода самосвала на ДТ.

Данные расчёты специалисты ПАО «Севералмаз» подготовили самостоятельно. Разработчик двигателя и производитель самосвала считают данный результат хорошим достижением, поскольку газовый двигатель Т22-КОНЖАК, обладая 12 цилиндрами с общим объёмом 22 л, конкурирует с американским дизельным CUMMINS с шестью цилиндрами и 19 л объёма.

Один из выводов эксплуатации в Ломоносовском ГОК – недостаточный объём криогенного бака (450 л) – разработчик газового

ТАБЛИЦА 2

Замер динамики разгона и подъёма/опускания грузовой платформы

ТАБЛИЦА 3

Технические характеристики, определённые на прямолинейном участке



Узким местом в работе газового самосвала является заправка. Дизельный самосвал на 82% заправляется быстрее газового



Длительность заправки снижает количество выполняемых рейсов за смену. Производительность газового самосвала БелАЗ-75476 на 15% меньше, чем у дизельного аналога



Грузооборот газового самосвала БелАЗ-75476 за I кв. 2021 года на 15% меньше, чем у дизельного самосвала БелАЗ-75473



При цене 6,8 руб. за 1 м³ газа и 49 тыс. руб. за 1 тонну ДТ стоимость затрат на топливо газового самосвала на 83% меньше, чем у дизельного




самосвала учёл и в мае 2020 года начал проектировать новую СПГ-систему из основного криогенного бака на 650 л и дополнительного (опционный) вместимостью 350 л. Таким образом общий объём хранимого СПГ может достигать 1000 л.

Летом 2020 года руководство компании АЛРОСА, приняв к сведению результаты эксплуатации в дочернем ПАО «Севералмаз», предложило организовать работу газового самосвала в Якутии, в Мирнинском ГОК. Эксплуатация в ПАО «Севералмаз» показала, что за 12-часовую смену общий расход топлива газового самосвала в зависимости от условий работы составляет от 170 до 210 кг. Разработчик самосвала рассчитал максимально возможный объём баллонов для КПП, которые можно разместить на самосвале, получилось 1360 л, что позволяет хранить 240 кг. После получения одобрения от АК «АЛРОСА» за 7 месяцев 2020 года была разработана КПП-версия БЕЛАЗ 75476, и в конце года этот самосвал был доставлен в г. Мирный.

В январе этого года самосвал вышел на работу в Мирнинском ГОК. Соперником в Якутии был уже знакомый по работе в Архангельской области дизельный самосвал БЕЛАЗ 75473 с двигателем CUMMINS KTA-19. Весь первый квартал 2021 года самосвал проработал в тяжелейших условиях Якутии. Минимальные температуры эксплуатации достигали -50°C . Расчёт времени автономной работы на КПП оказался верным – запас газового топлива позволял осуществлять заправку самосвала не чаще двух раз в сутки.

Основной вывод по топливной экономичности газового самосвала ожидаемо показал 83% от дизельного. Но эффективность получилась заметно ниже за счёт очень медленной заправки. В Мирном у АК «АЛРОСА» располагается одна АГНКС с компрессором мощностью всего $850\text{ м}^3/\text{ч}$, на которой ежедневно заправляется уже немалый парк газовой техники компании.

В общей сложности газовый самосвал прошел 15 тыс. км и перевёз 60 тыс. тонн грузов. В условиях Якутских карьеров газовый самосвал



в среднем расходовал топливо в абсолютных показателях всего на 6,2 % больше, чем дизельный, в то время как газовое топливо дешевле более чем в 7 раз (рисунок).

Участники проекта пришли к выводу, что опытная эксплуатация дала достаточное количество данных для анализа. Однако один вывод бесспорный – если компания АЛРОСА примет решение об увеличении парка газомоторной карьерной техники Мирнинского ГОК, то необходимо строительство новой АГНКС, которая будет предназначена именно для карьерной техники и обеспечит время заправки одного самосвала не более 15 минут.

Эксплуатация самосвала на КПГ наглядно показала промышленную применимость данной модели для работы в карьерах, если технологически решить вопрос скоростной заправки. В настоящее время производители компрессорного оборудования и АГНКС разрабатывают такое решение в партнёрстве с производителями газового самосвала. Ориентировочно срок его реализации – середина 2022 года. Конечно СПГ удобнее и более технологично, но для карьеров, у которых отсутствует возможность приобретения СПГ с гарантией регулярных поставок и по приемлемой цене, хорошей альтернативой будет компримированный природный газ.

Сейчас газовый самосвал планирует вернуться на Урал, обзавестись новой системой баков для СПГ и начать работать над транспортными задачами Магнитогорского металлургического комбината (ММК). В Магнитогорске начал работу завод по производству СПГ компании НОВАТЭК, и производитель гарантирует ММК стабильные поставки СПГ по выгодной цене. Это позволит комбинату взять курс на использование СПГ во всех видах своего транспорта.



НАЦИОНАЛЬНАЯ
ГАЗОМОТОРНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
www.ngvrus.ru



Присоединяйтесь к Национальной газomotorной ассоциации



Объединяет более 120 профессиональных участников рынка газомоторного топлива, способных поставить любое интересующее вас оборудование и предложить все виды услуг от проектирования заправочных пунктов до перевозок на метане



Оказывает экспертную поддержку проектов по использованию КПГ и СПГ в качестве моторного топлива



ABSTRACTS OF ARTICLES

P. 18

«Gas house» technology

Vasily Zinin,
Timur Ismailov, Alexey Kosarev

KEYWORDS:
«gas house», gas consumption,
energy efficiency, safety.

The term «gas house» refers to a household or a complex of objects for different purposes, the heat supply and energy supply of which is mainly based on the consumption of gas in various forms. The technology makes it possible to provide heat and power supply to consumers, who do not have access or are experiencing difficulties connecting to a centralized power supply, by using gas as the main energy resource. At the same time, the tasks of increasing the reliability, energy efficiency and environmental safety of facilities are being resolved.

The technology has a potentially wide range of applications. The article discusses the possibility of its use for the power supply of individual houses and villages, agricultural facilities and gas filling stations.

P. 25

New equipment for using CNG in transportation and SME (small and medium enterprises)

Oleg Bogachek, Yuri Ginzburg,
Yan Sadykov

KEYWORDS: compressed natural gas (CNG),
mobile gas tanker (MGT),
refuelling infrastructure.

A serious barrier for wide CNG application is a problem with gas delivery to consumers. In both automotive and residential cases, the problem can be solved partly by mobile gas filling stations (MFS) providing vehicle fueling on the spot for small consumers. Currently, several firms manufacture MFS, but it is cumbersome, heavy, expensive and demands a big footprint for deployment and operation.

We propose proprietary MFS based on new design principles, which bears the trade name "PNECOM". Fundamental idea is the usage of compressed air-driven gas boosters instead of conventional mechanical or hydraulic compressors to compress natural gas. These boosters have two sections. The first for compressed air, to which air is supplied at pressure 6-10 bars and after working cycle, it is exhausted to the atmosphere at a pressure close to one bar.

The second for compressed gas, in which gas is sucked at any pressure from the gas source tank or gas pipeline, compressed to the required pressure (usually 200-250 bars) and supplied to the destination gas tank.

Our development provides a flexible, economical and efficient alternative to existing MFS systems due to the following features: it does not need any on-board internal combustion engines, electric motors, any outside energy supply; it has small sizes, weight and footprint; it has a modular design and great scalability.

A combination of a modular design and great scalability enables to construct MFS of any size and capacity based on any vehicle (from tractor/truck of 8 US class up to small pickups or even three-wheelers) as well boats and small ships.

P. 31

Safety of hydrogen transport

Andrey Povalyaev, Alexey Kolbasov,
Vladimir Kozlov

KEYWORDS: fire, explosion,
safety, hydrogen, fuel cells,
electric vehicles.

The relevance of using hydrogen (H₂) in transport as an alternative energy source is driven by the desire to reduce CO₂ emissions and other harmful substances into the Earth's atmosphere. The use of H₂ as an energy carrier has many not only positive aspects but also negative ones. Among the negative ones, stands out fire and explosion hazard of a mixture of H₂ and air called rattlesnake gas. Some experiments show that hydrogen electric vehicles are more fire-safe than petrol vehicles. High-pressure hydrogen tanks are an important link in ensuring safety, given the ability of H₂ to penetrate metals. The technology of filling the tank with hydrogen is essential, as are the standards for filling nozzles and car necks and other safety measures. Research on hydrogen passenger transport, which is ongoing, is helping to improve safety. The use of modern technologies can significantly reduce the fire and explosion hazards of using H₂ in transport.

Reference

1. Kozin L.F., Volkov S.V. Hydrogen energy and ecology. – Kiev: Naukova Dumka, 2002. – 335 p.
2. The main properties of hydrogen // media.ls.urfu.ru, URL: <http://media.ls.urfu.ru/599/1682/4040/4917/2851/> (date of access: 12.11.2020)
3. Dolganov A.V., Tanaseichuk B.S. Method of obtaining molecular hydrogen // Patent, URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2487965> (date of access: 12.11.2020)
4. V.Yu. Petrov. Light vehicles of the future: electric, hydrogen or conventional cars? // Automotive industry. – 2009. – No. 5. – P. 7-11.
5. Hydrogen transport // Wikipedia, URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_transport (date accessed: 12.11.
6. Koroteev A.S., Smolyarov V.A. Hydrogen technologies in transport are a strategic solution to the environmental problems of large cities and megalopolises. Joint symposium within the framework of the APEC project «Energy ties between Russia and East Asia: development strategies in the XXI century», Irkutsk, August 30 - September 2, 2010, Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (ESI SB RAS).
7. Toyota FCV Mirai – device and characteristics // avtonov.info, URL: <http://avtonov.info/toyota-mirai> (date of access: 12.11.2020).
8. Reference: how hydrogen cars work and when they will appear on the roads // habr.com, URL: <https://habr.com/ru/post/450886/> (date of access: 12.11.2020)
9. Sarantsev V.N. Method and device for ensuring explosion and fire safety of buses running on hydrogen // Scientific and educational problems of civil protection – 2010. – No. 4. – P. 72-75.
10. Kirillov I.A., Kharitonova N.L., Sharafutdinov R.B., Khrennikov N.N. Ensuring hydrogen safety at nuclear power plants with water-cooled reactors. Current state of the problem / I. A. Kirillov et al. // Nuclear and radiation safety. – 2017. – No. 2 (84). – P. 1-12.
11. Ivanova N.A. Low-temperature catalytic hydrogen converter based on hydrophobic catalysts: Diss. for the degree of Cand. tech. Sciences: 05.17.01: defense of the thesis 09.24.20. – M., 2020. – 168 p.

P. 50

Chinese experience in the development of self-driving electric vehicles

Alexey Maslov, Sergey Sazonov

KEYWORDS:

China, self-driving car driving, energy security, energy saving, electric vehicles, interactive information, data transmission technology, cooling of hydrogen in a cylinder.

These days, Chinese alternative energy carmakers are looking to break into the fast-growing market for autonomous vehicles with L4 and L5 autonomy, allowing complete autonomy from the driver. Today in China, the development of traffic automation is taking place in stages: from the emergence of smart devices built into the car and the installation of automatic support systems for monitoring vehicles to partial automation of control over their movement. The new 5G communication standard currently being implemented in China significantly increases the speed of information exchange in the connected transport system and ensures the operation of unmanned vehicles in real traffic conditions. Cars will be able to communicate with each other and independently make instant decisions about the state of traffic based on information via a 5G communication system received from other cars or a central server in real-time mode). According to the plan of the State Council of the People's Republic of China, in 2022 at least 50% of the total volume of sales of new «green» cars should be «smart» cars equipped with technologies of partial or completely self-driving, and in 2027 this figure should increase to 85 ... 90%.

Reference

- Auto industry gets smart, adapts to market changes. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/14/WS60764414a31024ad0bab55d7.html>.
- Electric car startups sparking with energy as sales become charged. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202102/28/WS5fe93753a31024ad0ba9ee4e.html>.
- New autonomous driving entrant Haomo raises millions of yuan. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202102/26/WS60389c1ea31024ad0baab623.html>.
- TOP4 Emerging Automakers' CASE Layout and Strategy Research Report, 2020. URL: <http://www.researchinchina.com/Htmls/Report/2021/70671.html>.
- V2X (Vehicle to Everything) and CVIS (Cooperative Vehicle Infrastructure System) Industry Report, 2021. URL: <http://www.researchinchina.com/Report/ReportInfo.aspx?id=70683>.
- Auto industry speeds toward electric targets. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202103/22/WS6057f6c6a31024ad0bab0a25.html>.
- Is Xiaomi prepared to step in the NEV sector? URL: http://www.china.org.cn/business/2021-02/22/content_77235674.htm.
- Wang Junwei. Xiaomi to set up subsidiary for smart electric vehicles. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202103/31/WS606405e5a31024ad0bab2c87.html>.
- Chinese smartphone maker Xiaomi unveils plan for Smart Electric Vehicle business. URL: <http://www.globaltimes.cn/page/202103/1219895.shtml>.
- China's endeavor to reduce carbon emission attracts foreign investors. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-04/10/content_77394808.htm; BMW records best-ever Q1 in China with sales nearly doubled. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/09/WS606feta9a31024ad0bab4811.html>.
- BMW records best-ever Q1 in China with sales nearly doubled. URL: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202104/09/WS606feta9a31024ad0bab4811.html>.
- Ma Si. Huawei positioned for sustainable 5G innovation. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/16/WS60793c1aa31024ad0bab615f.html>.
- Huawei to focus on software, cars and other businesses, as it still aims for 'survival'. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202104/1220856.shtml>.
- EVs with Huawei's OS, chips to hit market in late 2021. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-04/19/content_77418254.htm.
- Deng Ze, Yang Qian. For the first time, Huawei has introduced an intelligent autonomous driving system for electric cars. URL: <http://russian.people.com.cn/n3/2021/0416/c31517-9840019.html>.
- Li Fusheng. Brands seek to revive China market success. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/19/WS607ce1d7a31024ad0bab6651.html>.
- Qi Xijia. First Huawei-powered smart car to hit market. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202104/1220491.shtml>.
- Autonomous Driving Simulation Industry Chain Report, 2020-2021 (I). URL: <http://www.researchinchina.com/Htmls/Report/2021/70680.html>.
- Li Fusheng. Great Wall Motors to invest in chipmaker Horizon. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202102/08/WS6020f10da31024ad0baa8193.html>.
- Ma Si. Huawei positioned for sustainable 5G innovation. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/16/WS60793c1aa31024ad0bab615f.html>.
- SAIC launches Android-like vehicle system for app developers. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/12/WS6073eeda31024ad0bab4ef8.html>.
- Li Fusheng. ZF develops autonomous vehicle solutions for Chinese market. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/26/WS60865246a31024ad0baba6b6.html>; Int'l carmakers unveil new models at Shanghai auto show. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-04/129/content_77450642.htm.
- China highlights innovation & consumption to avoid middle-income trap. URL: http://www.bjreview.com/Opinion/Voice/202103/t20210316_800240462.html.
- Li Fusheng. ABB eyes larger share in China's charging market. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/27/WS608778f5a31024ad0babaaa5.html>.
- Li Fusheng. GAC chairman calls for effort on EV charging network. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202103/03/WS603f450ea31024ad0baac7e7.html>.
- Cheng Yu. Chinese chipmakers eye global glory. URL: http://www.chinadaily.com.cn/a/202101/11/WS5ffba192a31024ad0baa19f8_3.html.
- Integrating massive fragmented data. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/22/WS5cbd1fb5a3104842260b776d.html>.
- Chang Jun. Joint efforts essential for self-driving industry as explosive growth is expected. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201812/18/WS5c1917c8a3107d4c3a0017fb.html>.
- V2X (Vehicle to Everything) and CVIS (Cooperative Vehicle Infrastructure System) Industry Report, 2021. URL: <http://www.researchinchina.com/Report/ReportInfo.aspx?id=70683>.
- 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).
- Wen Sheng. China's speedy clean energy penetration backed by huge market. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202104/1220243.shtml>.
- Zhao Shiyue. NEVs drive China's auto industry growth. URL: <http://www.globaltimes.cn/content/1145576.shtml> (Source: Global Times Published: 2021/2/11).
- Momenta raises \$500 million in latest fundraising round. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202103/19/WS60546ed4a31024ad0bab05c5.html>; China achieves progress, development in innovation tech. URL: https://www.bjreview.com/China/202104/t20210420_800244144.html.
- Li Fusheng. Autonomous vehicles could take to the streets in Shenzhen. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202103/29/WS60613444a31024ad0bab22d2.html>.
- Smart vehicle strategy set to put China strides ahead. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-03/02/content_75763236.htm.
- Auto industry gets smart, adapts to market changes. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/202104/14/WS60764414a31024ad0bab55d7.html>.
- Zhang Dandan. Roadmap lays out path for connected vehicles. URL: <https://global.chinadaily.com.cn/a/202011/16/WS5fb1d9c1a31024ad0ba94473.html>.
- Global electric car sales set for further strong growth: IEA. URL: http://www.china.org.cn/business/2021-04/30/content_77454315.htm.
- China's 5G development to empower more diverse industries in 2021. URL: http://www.bjreview.com/Latest_Headlines/202101/t20210127_800233865.html.

Prospects for using natural gas as a motor fuel

T.S. Arystanbaev, A.S. Ashirov,

E.K. Tokhtarov

KEYWORDS:

liquefied and compressed natural gas, NGV fuel, natural gas vehicles, reduction of harmful emissions and greenhouse gases from transport, ecology, low-carbon development strategy, anchor consumer, comprehensive plan, innovative technology, investments, international transport route, density of gas-engine vehicles traffic, auto rally.

The issues of the market development of the natural gas (methane) as a motor fuel in the Republic of Kazakhstan to provide national and international transit carriers with liquefied and compressed natural gas (LNG/CNG) have been reviewed. The article analyzes the implementation of the gas engine fuel market development strategy in Kazakhstan, describes its technological, environmental and economic characteristics and advantages in comparison with traditional types of motor fuels, studies the main tasks and key risks for the construction of LNG/CNG production and distribution infrastructure at the «International transport route «Europe-China» (ITR EC). It focuses on the urgent need to study the current and predicted traffic intensity of natural gas vehicles according to ITR EC, improve the regulatory documents regulating these transit flows, give proposals on the creation of such flows, and optimize the structure of the gas engine fuel market in Kazakhstan. For these purposes, the priority tasks for conducting scientific, technical, economic, and environmental research in this area have been identified. They are necessary for activating the mechanism for expanding the transit of gas engine flow at ITR EC, calculating socio-economic effects for the economy of Kazakhstan, confirming the compliance of the reviewed tasks on gasification of ITR EC with the international initiatives «One Belt-One Road» and the goals of the Cooperation Plan on linking the New Economic Policy «Nurly Zhol» and construction of the «Silk Road Economic Belt».

Reference

1. Transport strategy of the Republic of Kazakhstan until 2020 (Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated January 31, 2005, No. 75).
2. Concept for the development of the gas sector of the Republic of Kazakhstan until 2030 (approved by the Government of the Republic of Kazakhstan dated December 5, 2014 No. 1275).
3. Abykaev N.A. First Vice President of the International Academy of Sciences of the Silk Road. Forum of Mayors of Cities of the Silk Road Countries Global Silk road // Evening Astana. – 05.07.2018.
4. Nadirov N.K. The future of rational use of all types of natural gas // Oil and Gas. – 2018. – No. 3. – P. 94-97.
5. Avtaikina E.E. Gas industry innovations. Gas engine fuel – an innovative direction for the Russian economy // NovalInfo.Ru – 2014. – No. 26.
6. Report on the theme “Towards a Greener Cleaner Industry and Better Air Quality Monitoring in Kazakhstan” / World Bank and Ministry of Environment and Water Resources of Kazakhstan. – 2013.
7. Aksyutin O.E., Ishkov A.G., Romanov K.V., Pystina N.B., Akopova G.S., Kosolapova E.V. Environmental efficiency of the production and use of natural gas based on a full life cycle assessment.
8. Finko V.V., Finko V.E., Merpeisov T.Kh. Automobile gas filling compressor stations for simultaneous filling with compressed and liquefied natural gas // Oil and Gas. – 2017. – No. 2. – P. 146-153.
9. Arystanbaev T.S., Ashirov A.S., Klimov P.V. Silk Road – Environmentally Friendly Transport // Oil and Gas. – 2018. – No. 6. – P. 103-116.
10. Letter ref. No. 81 of 31.01.2020 of the Union of International Road Carriers of the Republic of Kazakhstan (KazATO) «On measures to expand the use of natural gas» to the Office of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan, in. No. 434 dated 03.02.2020
11. Minutes of the third meeting on the implementation of the trilateral Memorandum and the organization of the NGV motor rally along the Europe-China international transport route of PJSC Gazprom, China National Oil and Gas Corporation (CNPC) and NC KazMunayGas JSC dated 10-12.07.2018 Almaty, Kazakhstan.
12. Report of the International Road Transport Union (IRU) on the Model Highway Initiative (MHI).
13. Economic and social effects from the project. Importance of the project «Western Europe-Western China» in the development of the regions of Kazakhstan. Source official website of the project: <http://www.europe-china.kz/info/86>.

АВТОРЫ СТАТЕЙ В СПЕЦВЫПУСКЕ, 2021 г.

Арыстанбаев Т.С.,

директор департамента корпоративного развития и управления активами ТОО «КАЗТРАНСГАЗ ОНИМДЕРІ», и.о. председателя правления ОЮЛ «Газомоторная ассоциация Казахстана», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Байзакова, 280, <https://orcid.org/0000-0002-4926-5208>
Адрес для переписки. E-mail: t.arystanbayev@ktgo.kz

Аширов А.С.,

генеральный директор (председатель правления) ТОО «КАЗТРАНСГАЗ ОНИМДЕРІ», Республика Казахстан, г. Нур-Султан, ул. А. Бокейхан, зд. 12 <https://orcid.org/0000-0002-7972-5287>

Богачек Олег Евгеньевич,

директор Pipeless Gas Transportation D.O.O., Сербия

Гинзбург Юрий Владимирович,

PipelessGasTransportation D.O.O, Сербия, д.т.н.,

Гришко Алексей,

директор по продуктам ООО «Никкисо Индастриал Рус», российского представительства международной Nikkiso Group (Япония), e-mail: Alex.Grishko@nikkiso.ru

Громов Роман,

сооснователь и вице-президент, руководитель российского представительства CNG Delivery, к.э.н.

Зинин Василий Леонидович,

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

Исмаилов Тимур Исмаилович,

заведующий отделом ООО «НИИГазэкономика», к.т.н. T.Ismailov@econom.gazprom.ru, тел.: +7 495 719 2193

Козлов Владимир Николаевич,

аспирант, гл. специалист ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», v.kozlov@nami.ru, +7 (815) 272-80-12

Колбасов Алексей Фёдорович,

зав. научно-исследовательским отделом ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», к.т.н.

Косарев Алексей Юрьевич,

заместитель директора центра – заведующий отделом ООО «НИИГазэкономика», к.э.н. A.Kosarev@econom.gazprom.ru, тел.: +7 495 719 2038

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

Поваляев Андрей Евгеньевич,

ведущий инженер ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ»

Садиков Ян Равильевич,

генеральный директор ООО «ПО ГАЗТЕХ», г. Боровичи, Новгородская область, e-mail: sadykov@bk.ru

Сазонов Сергей Леонидович,

к.э.н., ведущий научный сотрудник Центра социально-экономических исследований Китая, Институт Дальнего Востока РАН; адрес: 117997, Москва, Нахимовский пр-т, 32. e-mail: sazonovch@mail.ru

Тисной Дмитрий,

основатель и президент CNG Delivery, исполнительный директор NGV Global Group (США), руководитель рабочей группы по тяжелым двигателям Американской газомоторной ассоциации (NGV America)

Тохтаров Е.К.,

зам. председателя НТС ТОО «КАЗТРАНСГАЗ ОНИМДЕРІ», исполнительный директор ОЮЛ «Газомоторная ассоциация Казахстана», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Байзакова, 280 <https://orcid.org/0000-0002-6276-9152>

CONTRIBUTORS TO SPECIAL ISSUE, 2021

Arystanbaev T.S.,

Director of the Department for Corporate Development and Asset Management, 1LLC «KAZTRANSAGAZUNIMDERI, Acting Chairman of the Board of the ALE «Gas Engine Association of Kazakhstan», <https://orcid.org/0000-0002-4926-5208>E-mail: t.arystanbayev@ktgo.kz

Ashirov A.S.,

General Director (Chairman of the Management Board), LLC «KAZTRANSAGAZUNIMDERI», Republic of Kazakhstan, Almaty, Bayzakova Street, 280 <https://orcid.org/0000-0002-7972-5287>

Bogachek Oleg,

Director, Pipeless Gas Transportation D.O.O., Serbia

Ginzburg Yuri,

Pipeless Gas Transport D.O.O, Serbia, Doctor of Engineering Sciences,

Grishko Alexey,

Product Director, Nikkiso Industrial Rus, Russian representative office of the international Nikkiso Group (Japan), e-mail: Alex.Grishko@nikkiso.ru

Gromov Roman,

co-founder and vice president, head of the Russian representative office, CNG Delivery, Candidate of Economic Sciences

Ismailov Timur,

Head of Division NIlgazekonomika LLC, PhD, e-mail: T.Ismailov@econom.gazprom.ru, тел.: +7 495 719 2193

Kolbasov Alexey,

PhD, Head of Research Department, FSUE "NAMI"

Kosarev Alexey,

Deputy Head of Department – Head of Division NIlgazekonomika LLC, Candidate of Economic Sciences, e-mail: A.Kosarev@econom.gazprom.ru, +7 495 719 2038

Kozlov Vladimir,

Postgraduate, Chief Specialist, FSUE "NAMI", e-mail: v.kozlov@nami.ru, +7(815)272-8012

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

Povalyayev Andrey,

Principal Engineer FSUE "NAMI"

Sadykov Yan,

Director General, PA GAZTECH, Borovichi, Novgorod Region, e-mail: sadykov@bk.ru

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

Tisnoy Dmitry,

Founder and President, CNG Delivery, Executive Director, NGV Global Group (USA), Head of the Heavy Engines Working Group, American Natural Gas Vehicle Association (NGV America)

Tokhtarov E.K.,

Deputy Chairman of the Research and Technical Council, LLC «KAZTRANSAGAZUNIMDERI», Executive Director of ALE «Gas Engine Association of Kazakhstan», <https://orcid.org/0000-0002-6276-9152>

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