

МИРОВАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 338.27

А.Г. ПОПОВА,
ведущий специалист
ООО «Газпром газомоторное топливо»

ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ МИРОВОГО РЫНКА КОМПРИМИРОВАННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА

Аннотация. В статье отражены различные аспекты перевода автомобильного транспорта с традиционного топлива на сжатый природный газ. Дан исторический анализ мирового опыта внедрения альтернативного топлива, который представляет большой интерес для крупных автотранспортных хозяйств, а также и для населения. Подчеркнуто, что в мире накоплен большой опыт оценки преимуществ и недостатков сжатого газа как нового моторного топлива. Приведены результаты библиометрического анализа понятия “compressed natural gas as alternative fuels” («сжатый природный газ в качестве альтернативного топлива»); они через тематический и географический ландшафты исследований демонстрируют реалии и перспективы применения природного газа в виде горючего для автомобильного транспорта. Сделан вывод о том, что успешность внедрения сжатого природного газа прямо зависит от масштаба поддержки со стороны государства и частного предпринимательства. Подчеркнуто, что в настоящее время экологическая составляющая использования новых моторных топлив обретает не менее важное значение, чем экономическая выгода. Поэтому переход на сжатый природный газ для заправки личного, грузового и общественного транспорта можно рассматривать как действенную меру по сокращению выбросов парниковых газов и улучшения качества воздуха.

Ключевые слова: газомоторное топливо, сжатый природный газ, автозаправочная станция, снижение выбросов диоксида углерода, экология.

Введение. Несмотря на все политические разногласия, экономическую конкуренцию и своеобразие хозяйственного уклада практически все государства солидарны в необходимости к снижению выбросов парниковых газов в атмосферу. Многие страны на государственном, региональном и отраслевом уровнях приняли программы перехода на экологически чистые промышленные технологии, в том числе и в области обеспечения транспорта современными видами топлив с пониженным углеродным следом.

Цель настоящей публикации – обобщение мирового опыта развития рынка сжатого природного газа (СПГ) как горючего для выявления основных факторов эффективного перехода автотранспорта на более экономическое и экологически чистое газомоторное

топливо (ГМТ). Вполне понятно, что путь формирования рынка GMT в каждой стране свой, тем не менее весьма полезно изучение предшествующего мирового опыта. Данная статья, не претендуя на всеобъемлющий охват, акцентирует проблемы развития рынка КПП как наиболее доступного и эффективного топлива, замещающего бензин.

Историческая справка. Первые опыты использования природного газа для двигателей внутреннего сгорания (ДВС) датируются тридцатыми годами прошлого столетия. Горючий газ раньше бензина стал использоваться как газомоторное топливо [1].

Исходные научные доказательства возможности применения метана и его гомологов как топливно-энергетического ресурса содержатся в научных трудах Ф. Лебона (середина

XIX в.), который первым получил экспериментальным путем «светильный газ». Вслед за ним Жан-Жозеф Этьен Ленуар теоретически обосновал способность предельных углеводородов выступать в качестве ГМТ. Им разработаны первые модели передвижных средств с газовыми ДВС [1]. В течение последующих двадцати пяти лет ДВС на газовом сырье устанавливались на дирижаблях, поездах, трамваях [2]. Однако с 1885 г. в связи с созданием бензинового ДВС интерес к углеводородному газу стал иссякать, и возврат к нему происходил только в условиях нехватки нефтепродуктов. Так, в 1902 г. во Франции на выставке было представлено 80 биотопливных автомобилей, а после Первой мировой войны в ряде европейских стран – Франции, Германии, Италии, Финляндии, Дании, Румынии, Норвегии, Югославии – возобновились строительство газонаполнительных станций и установка на автотранспорте специального газобаллонного оборудования [3].

В последние два-три десятилетия процесс перехода с бензинового на газовое топливо для автомобилей развивается с нарастающей быстротой [4]. Этому опыту посвящена обширная научная и научно-техническая литература.

Освещение в научной литературе региональных особенностей рынка компримированного природного газа как альтернативного моторного топлива (на основе библиометрического анализа). В мире накоплен серьезный опыт оценки преимуществ и недостатков компримированного природного газа как нового моторного топлива. Он отражен в многочисленных статьях, финансовых, экономических и технических отчетах, материалах конференций, симпозиумов и других документах. По состоянию на 1 декабря 2023 г. Google индексирует 27 570 000 запросов “compressed natural gas as alternative fuels” («компримированный природный газ как альтернативное топливо»). И поскольку объем информации слишком велик, целесообразно обращение к аппарату библиометрического анализа [5], позволяющему выявлять связи между отдельными объектами изучения, определять тесноту их связи (рис. 1) и осуществлять типизацию терминов и определений [6].

Библиометрический анализ демонстрирует наличие двух относительно самостоятельных классификационных групп (кластеров) публикаций по теме “compressed natural gas as alternative fuels” за период с 2010 по 2023 г. Совершенно очевидно, что кластеры формируются по уровню развития рынка КПП (рис. 1). Выявленные связи косвенно говорят о том, что аналитиков интересовал сравнительный анализ процессов перевода автотранспорта на КПП в странах (Италия, Германия, Испания, Китай, Индия и др.) с достаточно сформированным к настоящему времени рынком КПП (рис. 1). Условия перевода автотранспорта на КПП в ряде других стран на сегодня в общий анализ не вовлечены. Российская Федерация, Бразилия, Турция, Бангладеш и некоторые другие страны (рис. 1) входят в «новый» (нарастающий) кластер производителей-потребителей КПП. Для них важен опыт стран с более длительной историей развития рынка моторных топлив на газе.

В целом мировая тенденция перевода автомобильного транспорта на метан на протяжении последних лет существенно укрепилось. При этом активизация процесса перехода на КПП в настоящее время в большей степени проявлена в азиатских и латиноамериканских странах по сравнению с Европой [7].

Среди азиатских стран лидером по развитию рынка КПП является Китай, который относится к странам с высокой обеспеченностью ресурсами природного газа. В 2000 г. парк машин на КПП в Китае составлял 2,1 млн ед., в 2014 г. – 154 млн автомобилей (на это время самый крупный парк машин, работающих на газе), в настоящее время он продолжает расти [8]. Тенденция нарастания потребительского интереса стимулирована правильной организацией деятельности государственных и частных структур над сбалансированным развитием триады «топливо – транспортное средство – инфраструктура». Ценообразование на КПП по отношению к бензину и дизельному топливу стремится к 0,75/1,0. Внедрение КПП как моторного топлива особенно активно идет в провинции Сычуань (ведущий регион страны). Здесь наиболее интенсивно ведется работа по переводу грузового транспорта на КПП [8].

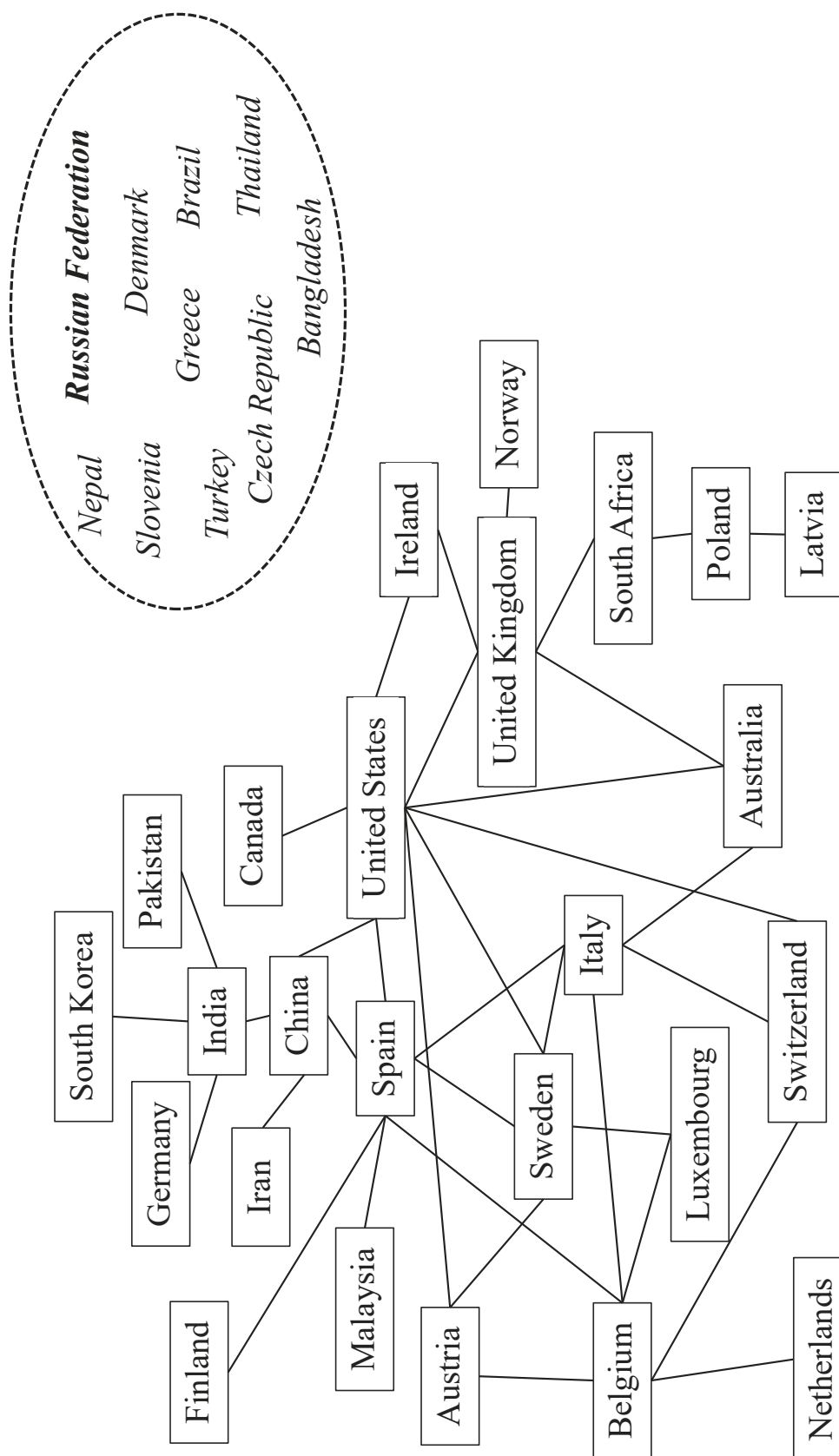


Рис. 1. Кластеризация стран по активности развития рынка компримированного природного газа за период 2010–2023 гг. по запросу (“CNG” & “World”) на информационной базе Scopus

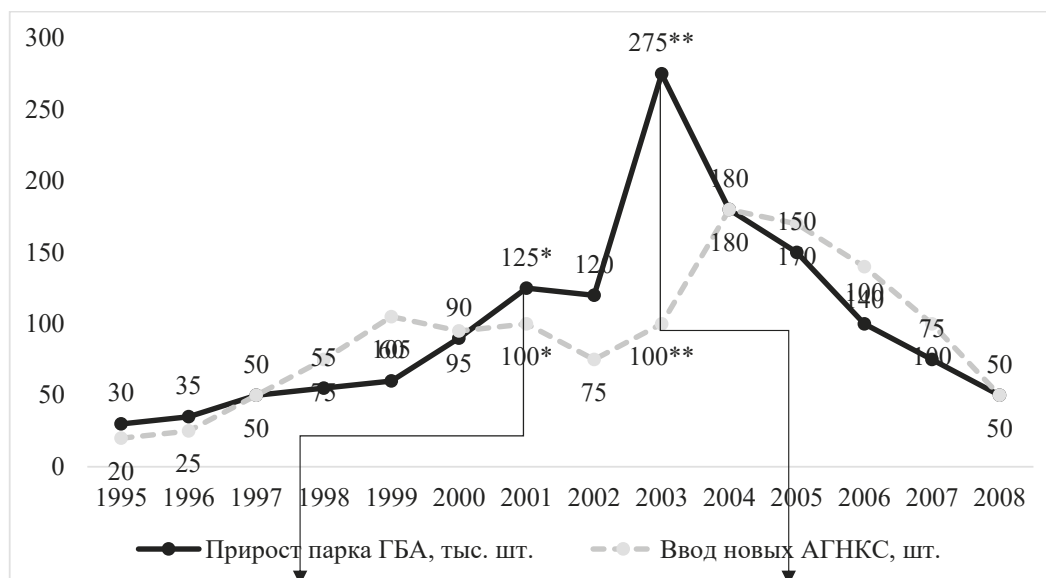
Надо отметить, что Китай сам производит грузовой автотранспорт на сжатом газе. Одна из последних моделей – тягач Foton Auman EST 4x2 LNG, оснащенный двигателем, работающим на СПГ.

Иран не только в масштабах Азии, но и мира в целом занимает одну из лидирующих позиций по развитию рынка ГМТ; он стал формироваться в 2000-х гг., что связано с принятием (2001 г.) госпрограммы по стимулированию перевода автомобилей на газ из-за ухудшающейся экологической ситуации в крупнейших городах страны [2].

Много делается для перевода автомобилей на метан в Пакистане. Правительство страны приняло решение (1998 г.) по избавлению от бензиновой зависимости и улучшению экологической обстановки в урбанизированных агломерациях. Однако здесь результаты оказались более скромные: помешало истощение газового сырья в стране и нерентабельность его экспортных поставок [4].

В Южной Корее с 2010 г. к работе на городских маршрутах в г. Сеуле допускаются только газовые автобусы [9].

Среди латиноамериканских стран лидирующими позициями по использованию КПГ в качестве моторного топлива выступают Аргентина, Бразилия, Боливия [4]. Интересен опыт внедрения ГМТ в Аргентине. В 80-х гг. XX в. руководство страны начало реализацию десятилетней программы по переводу такси с жидких топлив на газовые. Через тридцать лет в стране показатель по переводу достиг почти 2,2 млн автомобилей, было введено в эксплуатацию 2 тыс. АГНКС. В условиях нестабильной экономической ситуации государство разработало ряд важнейших законов по стимулированию и поддержанию интереса к газомоторному топливу. Интересно отметить, что именно в Аргентине впервые выявлена четкая обратная зависимость между покупательной способностью, отражающей благосостояние населения, и числом переоборудований транспортных средств на КПГ [10]. Этот опыт может быть полезен для большинства стран, находящихся в начальном пути внедрения КПГ в качестве экологически чистого моторного топлива (рис. 2), в том числе и России.



* Экономический кризис, девальвация национальной валюты, рост цен на импортные традиционные виды топлива.

* Сокращение доходов населения.

* Рост спроса на переоборудование транспортных средств на КПГ.

** Существенный рост числа частных АГНКС и газомоторного транспорта, который обеспечивается рынком переоборудования.

** Зрелость рынка.

Рис. 2. Динамика газомоторного рынка Аргентины [12]

На примере стран с более длительной историей развития рынка КПП можно оценить результативность отдельных методов стимулирования рынка моторного топлива на газе. Так, во многих европейских странах на сегодняшний день благодаря активному содействию Европарламента поддерживается внедрение ГМТ не только в грузовой и общественный, но и частный автотранспорт. Европейским лидером, наиболее активно использующим КПП, стала Италия, проявившая интерес к альтернативному виду топливу еще в 1930-х гг. во времена энергетического кризиса. Позже руководство страны приняло ряд законов, поддерживающих перевод автотранспорта на природный газ, придавая особо значение экономическим и экологическим резонам замены бензина на метан [11]. Для этого были смягчены требования к расположению и строительству АГНКС, введены льготы для бесплатного проезда автомобилей большой грузоподъемности, переведенных на метан.

По данным NGV Global, по состоянию на 2022 г. европейский рынок КПП составлял 2 млн автомобилей, из них 55 % приходится на итальянские автомобили (1,1 млн ед.). В других европейских странах – Германии, Австрии, Швеции, Швейцарии, Нидерландах, Болгарии и др. – также поддерживаются программы по переводу всех видов автомобильного транспорта на КПП, стимулируются строительство сетей АГНКС.

В США и Канаде переход с бензина на ГМТ на сегодня не является государственным приоритетом, хотя в 1990-е гг. ввелись работы по внедрению альтернативного вида авто топлива. Пик популярности в США был достигнут в 1997 г., но через десять лет количество АГНКС сократилось до 1 000 ед. против 120 000 в основном частных розничных АЗС.

Правительство Канады также не заинтересовано в развитии ГМТ, и на сегодняшний день известно только о 74 публичных АГНКС в стране [13]. В целом для стран с развитым рынком КПП можно отметить зависимость темпа внедрения КПП от масштаба государственной поддержки и участия инвестициями крупных промышленных концернов. Среди общих факторов, снижающих эффективность

внедрения КПП в качестве моторного топлива, наиболее значимыми оказались следующие причины:

- 1) более низкая энергетическая плотность метана по сравнению с топливами на основе нефти и мазута [16];
- 2) необходимость в крупных баллонах под КПП, что сокращает полезный объем багажников и является неудобством для потребителей;
- 3) высокая цена бортовых топливных баков [17];
- 4) большое количество времени, необходимого для заправки бака КПП;
- 5) часто встречающиеся отсутствие инфраструктуры под заправку КПП;
- 6) высокая зависимость автомобилей, работающих на КПП, от объемов его потребления;
- 7) слабая информированность населения о преимуществах, главным образом, экологических, перехода на КПП.

Нельзя не отметить, что выбор моторного топлива зависит от ряда причин, в том числе и факторов неэкономической природы. К ним относятся:

- 1) обеспеченность углеводородным сырьем, гидро-, электроресурсами;
- 2) сложность рельефа местности, плотность городских застроек, развитость магистральных и распределительных трубопроводных газовых сетей;
- 3) особенности хозяйственного уклада и традиционных предпочтений населения.

Нередко экологические резоны оцениваются наравне, а в отдельных случаях и выше экономических. Во многих случаях внедрение КПП в качестве газомоторного топлива признается оптимальным только на первых этапах перевода транспорта на альтернативное топливо [18].

Приведем в качестве примера экономическую оценку эффективности КПП в автомобильном хозяйстве в г. Стамбуле (Турция). Городские власти оказывают здесь существенную поддержку эксплуатации общественного транспорта со 100%-ным «нулевым» уровнем выбросов. Выполненный анализ по эффективности дизельного топлива и КПП (для автобусов с минимальной длиной 12 м) показали следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

Удельные цены на дизельные и газовые автобусы для Турции [18]

Критерий производительности	Дизель	КПГ	Электричество
Стоимость покупки автобуса, руб.	~12 700 000	~17 500 000	~36 000 000
Стоимость покупки одного автобуса (включая техническое обслуживание на 5 лет), руб.	~16 500 000	~24 060 000	~44 000 000
Стоимость работ по установке ГБО на 250 автобусов, руб.	~32 600 000	~191 600 000	~119 900 000
Дополнительные расходы (амортизация, услуги водителя, страхование, налоги и т. д.)	Постоянно	Постоянно	Постоянно
Общие выбросы парниковых газов	$1,34 * 10^{-3}$	$8,33 * 10^{-4}$	–

В работе [18] подчеркивается, что транспорт на электрическом питании наиболее дешев в эксплуатации, однако стоимость таких автомобилей, превышающая в два раза исходную цену аналогичного транспорта на КПГ, а также проблемы экологического характера [19], сокращают преимущества электромобилей.

Аналогичная картина выявляется и по российским реалиям [20, 21]. Для примера приведем сравнительную характеристику российских автобусов с разными составами моторного топлива (табл. 2), но имеющими близкие технические характеристики [20].

Завершая обзор международной практики внедрения КПГ в качестве моторного топлива, отметим еще одну тенденцию – стремление к взаимосвязанному сокращению снижения выбросов диоксида углерода, уменьшению шумового загрязнения и улучшения качества воздуха [16]. Эта позиция равно относится к таким современным видам моторных топлив, какими

являются водород, КПГ, сжиженный природный газ (СПГ), сжиженный углеводородный газ (СУГ – пропан-бутан), синтетические парафиновые и ароматические топлива.

Вполне понятна причина того, что в экономически развитых странах важнейшее значение придается экологическим преимуществам надежности моторных топлив: по последним сводкам более 25 % от выбросов парниковых газов в Европейском союзе – это вклад от транспортного сектора промышленности [17, 18]. Еврокомиссией принята (2017 г.) Программа стратегических транспортных исследований и инноваций (STRIA) в рамках пакета «Европа в движении» [16]. Этим программным документом определен план перехода для всех видов транспорта (автомобильного, железнодорожного, авиационного и др.) на современные моторные топлива (и электроэнергию). Аналогичные программы существуют и на других странах и континентах.

Таблица 2

Основные технические и экономические характеристики автобусов НефАЗ [20]

Параметры	Модификация	
	Дизельная	Газовая
Модель	НефАЗ-5299-20-31	НефАЗ-5299-20-32
Рабочий объем, л	6,7	11,76
Максимальная скорость, км/ч	80	80
Расход топлива	35 л / 100 км	42 м ³ / 100 км
Вместимость топливного бака	350 л	197 м ³
Расчетный пробег на одной заправке, км	950	432,5
Относительный коэффициент частоты заправки, ед./1000 км	1,052	2,312
Среднее время полной заправки, мин	8–10	10–15
Стоимость единицы, руб.	~11 750 000	~16 029 720

Заключение. Глобальная мировая тенденция диверсификация рынка неизбежно изменит рыночное соотношение основных видов топлива для двигателей внутреннего сгорания в пользу ГМТ за счет его экономичности и экологичности свойств.

Каждый из видов ГМТ имеет свои преимущества и недостатки, что определяет границы их наиболее выгодного и своевременного использования. Многие страны отдают предпочтение КПП, считая особенно целесообразным его широкое внедрение на начальных этапах перехода от традиционного к альтернативным видам горючего для автотранспорта.

Путь, пройденный как индустриально развитыми государствами, так и странами с более ограниченными экономическими и финансовыми возможностями, прямо свидетельствует о том, что главным драйвером широкого внедрения новых видов моторного топлива является государство.

Таким образом, формирование рынка ГМТ – это многосоставная задача, решение которой зависит от совокупности институциональных, коммерческих и социальных условий конкретных экономических систем, сырьевой базы энергоресурсов, своеобразия хозяйственного уклада и нематериальных ценностей населения.

Литература

1. Межибовский И. Начало начал // Автомир. – 2005. – № 3. – С. 3.
2. Воробьев-Обухов А., Карпенков А. На голубом газу // За рулем. – 2005. – № 5. – С. 220–224.
3. Франтковский З.Б. Бензин – хорошо, а газ, особенно природный, лучше! // Огни Камы. – 2002. – № 146 (5895).
4. Зуев А.И. Зарубежные тенденции газомоторного рынка // ТЭК России. – 2020. – № 7. – URL: https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2020/7/781/.
5. Кравченко С.И., Богачев С.В. Имитационные стратегии в предпринимательской деятельности библиометрический анализ // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2023. – № 14 (1). – С. 40–47.
6. Даринская Л.А., Гуслина А.С. Библиометрический анализ как способ вхождения в проблему исследования (на примере понятия «самостоятельная работа студентов») // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2010. – Сер. 12. – Вып. 3. – С. 71–79.
7. Зуев А.И. Российский рынок ГМТ – есть куда расти // ТЭК России. – 2022. – № 9. – URL: https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2022/9/1064/.
8. Ling Ding, Jinxi Wu. Innovation Ecosystem of CNG Vehicles: A Case Study of Its Cultivation and Characteristics in Sichuan, China // Sustainability of Economic Growth: Combining Technology, Market and Society. – 2018. – 16 p.
9. Хатьков В.Ю., Иванов А.В., Саркисов А.С. Оценка макроэкономических последствий от реализации крупных проектов и программ использования природного газа в качестве моторного топлива в основных сегментах российского автотранспортного рынка // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2017. – № 11. – С. 26–32.
10. Вельниковский А.А. Имитационное моделирование инфраструктуры автомобильных газонакопительных компрессорных станций Санкт-Петербурга на основе районирования территории на кластеры // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 4. – С. 137–140.
11. Фернандес Р. Развитие газомоторного рынка Латинской Америки // Транспорт на альтернативном топливе. – 2008. – № 6. – С. 16.
12. Кондратенко С.Е. Газомоторное топливо: подходы к формированию рынка на примере Германии и Аргентины // Газовая промышленность. – 2017. – № 1. – С. 46–54.
13. TIAX. U.S. and Canadian Natural Gas Vehicle Market Analysis: Compressed Natural Gas Infrastructure // America's Natural Gas Alliance. – 2012. – 68 p.
14. Толмачев Д.И., Голубенко Н.В. Перспективы использования сжиженного природного газа в качестве моторного топлива на автотранспорте // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 3. – С. 1297–1301.
15. Алексанков А.М. Перспективы использования газомоторного топлива в России // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2019. – № 4 (118). – С. 96–99.
16. Ortega A., Gkoumas K., Tsakalidis A., Pekar F. Low-Emission Alternative Energy for Transport in the EU: State of Play of Research and Innovation // Alternative and Sustainable Fuels in the Transport Sector: The Challenge of Decarbonization. – 2021. – No. 14 (22). – 22 p.
17. Grzelak P., Taubert S. Error analysis of the normative calculation method of the exhaust emissions and fuel consumption in the vehicles fueled with gaseous fuels // Exhaust Emissions from Passenger Cars. – 2021. – No. 14 (7). – 13 p.

18. Qiu Y., Zhou S., Gu W., Ding S., Han G., Zhang K., Lv H. Multi-stage flexible planning of regional electricity-HCNG-integrated energy system considering gas pipeline retrofit and expansion // IET Renewable Power Generation. – 2022. – No. 16 (15). – 29 p.

19. Topal O., Nakir I. Total Cost of Ownership Based Economic Analysis of Diesel, CNG and Electric Bus Concepts for the Public Transport in Istanbul City // Energy Markets and Economics. – 2018. – No. 11 (9). – 17 p.

20. Петрова Н. Так ли экологичны электрокары? // Атомный эксперт. – 2019. – № 5. – URL: https://atomicexpert.com/electric_cars_ecology.

21. Евстифеев А.А., Ермолаев А.Е. Влияние холостых пробегов газовых городских автобусов на показатели производственно-хозяйственной деятельности // Транспорт на альтернативном топливе. – 2016. – № 4 (52). – С. 23–30.

Информация об авторе

Попова Анна Генариевна, ведущий специалист Группы по работе на электронных торговых площадках, ООО «Газпром газомоторное топливо».

E-mail: popova_anna97@mail.ru

A.G. POPOVA,

Leading Specialist

“Gazprom Gas-Engine Fuel” LLC

FEATURES OF THE FORMATION OF THE WORLD MARKET FOR COMPRESSED NATURAL GAS AS MOTOR FUEL

Abstract. The article reflects various aspects of the transfer of motor transport from traditional fuel to compressed natural gas. A historical analysis of the world experience in the introduction of alternative fuels is given, which is of great interest to large motor transport enterprises, as well as to the population. It is emphasized that the world has accumulated extensive experience in evaluating the advantages and disadvantages of compressed gas as a new motor fuel. The results of a bibliometric analysis of the concept of “compressed natural gas as alternative fuels” (“compressed natural gas as an alternative fuel”) are presented; they demonstrate the realities and prospects of using natural gas as fuel for motor transport through thematic and geographical research landscapes. It is concluded that the success of the introduction of compressed natural gas directly depends on the scale of support from the state and private entrepreneurship. It is emphasized that at present the environmental component of the use of new motor fuels is becoming no less important than the economic benefit. Therefore, the transition to compressed natural gas for refueling personal, freight and public transport can be considered as an effective measure to reduce greenhouse gas emissions and improve air quality.

Keywords: natural gas motor fuel, compressed natural gas, filling station, reduction of carbon dioxide emissions, ecology.

References

1. Mezhibovsky I. The beginning of the beginning // Avtomir. – 2005. – No. 3. – P. 3.
2. Vorobyov-Obukhov A., Karpenkov A. On blue gas // Behind the Wheel. – 2005. – No. 5. – P. 220–224.
3. Frantkovsky Z.B. Gasoline is good, and gas, especially natural, is better! // Lights of Kama. – 2002. – No. 146 (5895).
4. Zuev A.I. Foreign trends of the gas engine market // Fuel and Energy Complex of Russia. – 2020. – No. 7. – URL: https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2020/7/781/.
5. Kravchenko S.I., Bogachev S.V. Imitation strategies in entrepreneurial activity bibliometric analysis // Strategic Decisions and Risk Management. – 2023. – No. 14 (1). – P. 40–47.
6. Darinskaya L.A., Guslina A.S. Bibliometric analysis as a way of entering into the problem of research (on the example of the concept of “independent work of students”) // Bulletin of Saint Petersburg University. – 2010. – Ser. 12. – Is. 3. – P. 71–79.
7. Zuev A.I. Russian gas and gas market – there is room to grow // Fuel and Energy Complex of Russia. – 2022. – No. 9. – URL: https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2022/9/1064/.

8. *Ling Ding, Jinxi Wu.* Innovation Ecosystem of CNG Vehicles: A Case Study of Its Cultivation and Characteristics in Sichuan, China // *Sustainability of Economic Growth: Combining Technology, Market and Society.* – 2018. – 16 p.
9. *Khatkov V.Yu., Ivanov A.V., Sarkisov A.S.* Assessment of macroeconomic consequences from the implementation of large projects and programs for the use of natural gas as motor fuel in the main segments of the Russian motor transport market // *Problems of Economics and Management of the Oil and Gas Complex.* – 2017. – No. 11. – P. 26–32.
10. *Velnikovskiy A.A.* Simulation modeling of the infrastructure of automobile gas storage compressor stations in Saint Petersburg based on the zoning of the territory into clusters // *Bulletin of Civil Engineers.* – 2017. – No. 4. – P. 137–140.
11. *Fernandez R.* Development of the gas engine market in Latin America // *Transport on Alternative Fuel.* – 2008. – No. 6. – P. 16.
12. *Kondratenko S.E.* Gas engine fuel: Approaches to market formation on the example of Germany and Argentina // *Gas Industry.* – 2017. – No. 1. – P. 46–54.
13. *TIAX.* U.S. and Canadian Natural Gas Vehicle Market Analysis: Compressed Natural Gas Infrastructure // *America's Natural Gas Alliance.* – 2012. – 68 p.
14. *Tolmachev D.I., Golubenko N.V.* Prospects of using liquefied natural gas as motor fuel on motor transport // *International Student Scientific Bulletin.* – 2018. – No. 3. – P. 1297–1301.
15. *Aleksankov A.M.* Prospects for the use of gas engine fuel in Russia // *News of the Saint Petersburg State University of Economics.* – 2019. – No. 4 (118). – P. 96–99.
16. *Ortega A., Gkoumas K., Tsakalidis A., Pekar F.* Low-Emission Alternative Energy for Transport in the EU: State of Play of Research and Innovation // *Alternative and Sustainable Fuels in the Transport Sector: The Challenge of Decarbonization.* – 2021. – No. 14 (22). – 22 p.
17. *Grzelak P., Taubert S.* Error analysis of the normative calculation method of the exhaust emissions and fuel consumption in the vehicles fueled with gaseous fuels // *Exhaust Emissions from Passenger Cars.* – 2021. – No. 14 (7). – 13 p.
18. *Qiu Y., Zhou S., Gu W., Ding S., Han G., Zhang K., Lv H.* Multi-stage flexible planning of regional electricity-HCNG-integrated energy system considering gas pipeline retrofit and expansion // *IET Renewable Power Generation.* – 2022. – No. 16 (15). – 29 p.
19. *Topal O., Nakir I.* Total Cost of Ownership Based Economic Analysis of Diesel, CNG and Electric Bus Concepts for the Public Transport in Istanbul City // *Energy Markets and Economics.* – 2018. – No. 11 (9). – 17 p.
20. *Petrova N.* Are electric cars so environmentally friendly? // *Atomic Expert.* – 2019. – No. 5. – URL: https://atomicexpert.com/electric_cars_ecology.
21. *Evstifeev A.A., Ermolaev A.E.* The influence of idle runs of gas city buses on the indicators of production and economic activity // *Transport on Alternative Fuel.* – 2016. – No. 4 (52). – P. 23–30.