

ГАЗПРОМ ЭКСПОРТ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА

01 I ГАЗПРОМ НА МИРОВОМ РЫНКЕ ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА 2

02 I НЕМНОГО О ПРИРОДНОМ ГАЗЕ 8

03 I ПРИРОДНЫЙ ГАЗ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ ВИД ТОПЛИВА 12

04 I МИФЫ О МЕТАНЕ 16

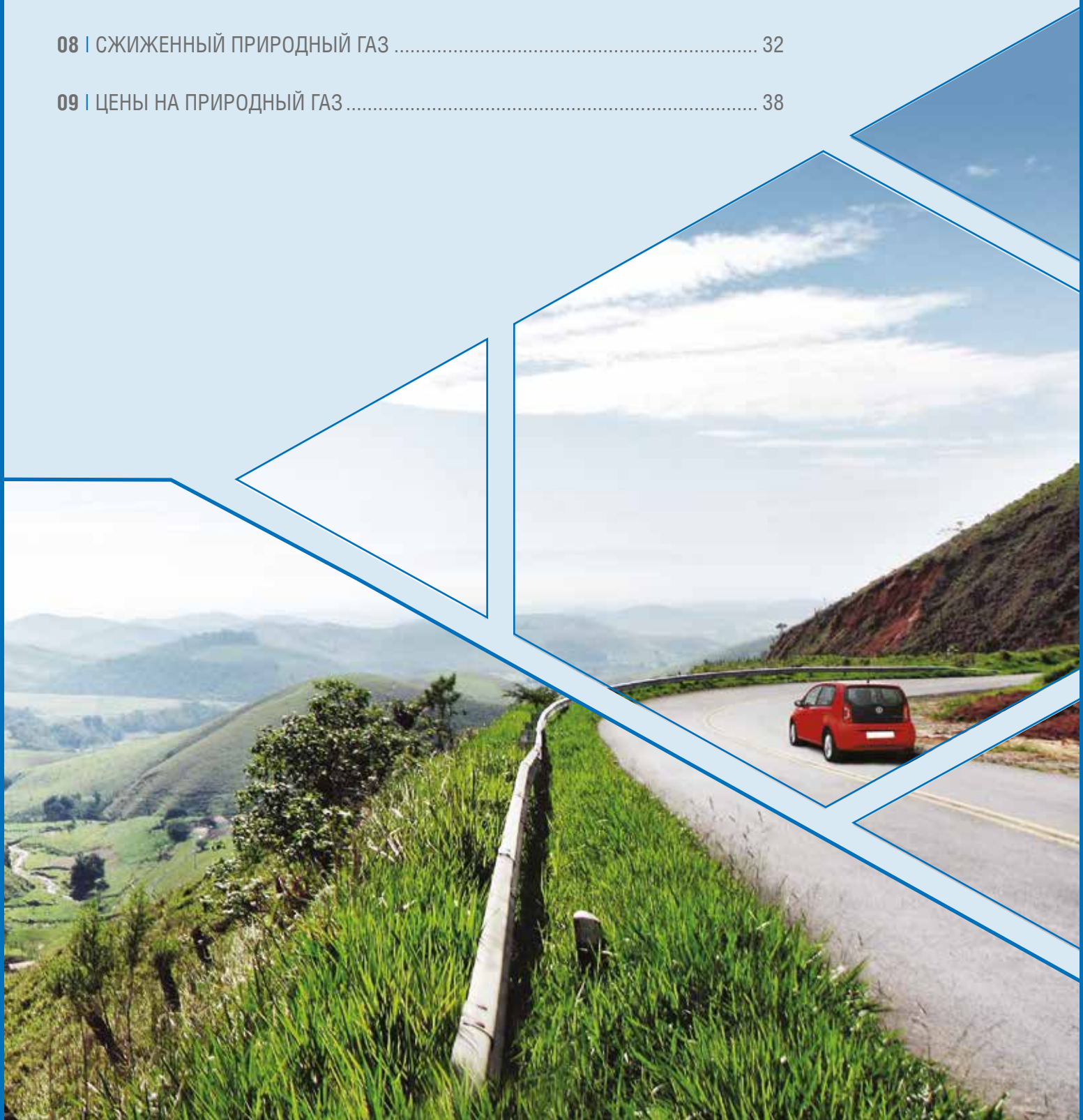
05 I КАК ЗАПРАВЛЯЮТ МЕТАНОМ? 20

06 I МИРОВОЙ РЫНОК ПРИРОДНОГО ГАЗА ДЛЯ ТРАНСПОРТА 24

07 I КОММЕРЧЕСКИЙ УЧЕТ ГАЗА 28

08 I СЖИЖЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ 32

09 I ЦЕНЫ НА ПРИРОДНЫЙ ГАЗ 38



01

ГАЗПРОМ НА МИРОВОМ РЫНКЕ ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА





Развитие Мирового газомоторного рынка и его европейского сегмента невозможно без участия энергетических компаний. Крупнейшие мировые энергетические бренды сегодня тесно связаны с газификацией транспорта. Многие из них имеют собственные программы по развитию инфраструктуры АГНКС, КриоАЗС, заводов сжижения природного газа, пунктов бункеровки морского и речного транспорта.

Газпром не является исключением.

Производственные, научные, инжиниринговые «дочки» Газпрома не просто строили и эксплуатировали АГНКС. Они непосредственно участвовали в создании газомоторной отрасли России: разрабатывали новые образцы газоиспользующей и газозаправочной техники для КПГ и СПГ; рассчитывали генеральные схемы развития региональных газозаправочных сетей; формировали национальную законодательную и нормативно-правовую базу; закладывали принципы государственного и отраслевого регулирования и стимулирования рынка.

При непосредственном участии Газпрома начались отраслевые программы в авиации (был создан первый в мире газовый самолет), на железной дороге (был создан самый мощный в мире газотурбовоз), на водном транспорте (были созданы прогулочные теплоходы), в сельском хозяйстве (были испытаны и сертифицированы образцы колесных и гусеничных тракторов на КПГ и СПГ). Отечественная компрессорная, криогенная техника, сосуды высокого давления также, арматура – все эти направления были в поле зрения Газпрома.





Одним из обществ Группы Газпром, активно работающих на мировом газомоторном рынке, является ООО «Газпром экспорт». Его задача – развивать клиентскую базу и обеспечивать экспорт газомоторного топлива из России за рубеж. Для выполнения этой задачи Газпром экспорт координирует работу целого ряда зарубежных компаний. Часть из них занимается не только маркетингом газомоторного топлива, но и его производством и розничной реализацией на территории европейских стран. Газпром представлен на европейском рынке газомоторного топлива через свои 100%-ные дочерние компании «Газпром Энджи-ви Юроп» и НИС. (входит в Группу «Газпром нефть»), которая реализует КПГ в Сербии. В 2017 году число АГНКС под управлением Группы Газпром в Европе достигло 60 единиц. Газпром также является оператором двух крио-АЗС в Польше.

- В Германии Газпром является оператором 49 АГНКС.
- В Чехии Группа Газпром управляет 8 АГНКС.
- В 2013 году Газпром совместно с польским производителем автобусов «Солбус» поставил 11 автобусов, работающих на СПГ, в город Ольштын на севере Польши. В 2015 году 35 таких автобусов были поставлены в Варшаву. Для заправки этих автобусов совместно с транспортной компанией МЗА были построены крио-АЗС. Новые экологические нормы «Евро-6», которые будут введены с 2015 г., сделают безвредные для окружающей среды автобусы на метане ещё более конкурентоспособными по сравнению с дизельными.
- В Сербии компания НИС, входящая в Группу «Газпром нефть», является оператором 2 АГНКС.
- В Италии «Промгаз», дочернее предприятие Газпрома, стремится занять прочное место на рынке страны, являющейся европейским лидером в сегменте газомоторного топлива. Компания занимается изучением рынка, подбором партнеров, взаимодействием с национальными и европейскими властями, а также обменом технологиями. При этом речь идет не только о компримированном природном газе для легкового транспорта, но и о сжиженном природном газе для грузового транспорта и судоходства.

Группа Газпром расширяет свое участие в газомоторном рынке не только в Европе. Так в 2013 году Газпром и PetroVietnam создали совместное предприятие PVGazprom NGV. Новая компания займется производством газомоторного топлива во Вьетнаме.

ГОЛУБОЙ КОРИДОР



Автопробег «Голубой коридор» (Blue Corridor) стал брендовым мероприятием, ассоциирующимся с использованием природного газа на транспорте.

Автопробеги этой серии, а с 2008 года их прошло одиннадцать, являются элементом одноименного проекта, соединяющего теоретическую часть – исследование ЕЭК ООН; коммуникационную часть – собственно пробеги газовых автомобилей и практическую часть – пилотную программу Евросоюза по созданию сети криоАЗС и парка автомобилей на СПГ.

Инициаторами проекта «Голубой коридор» стал Неправительственный экологический Фонд им. В.И. Вернадского. В 1999 году он обратились в Газпром и предложили разработать концепцию международного автомобильного грузового и пассажирского сообщения с использованием транспортных средств, работающих на КПГ и СПГ.

Мирового или европейского газомоторных рынков в сегодняшнем понимании еще не существовало. По дорогам Земли ездили не более одного миллиона автомобилей, и рынок вяло развивался всего в нескольких странах. И в этой ситуации был предложен новый, можно сказать, революционный подход.

Впервые проблема использования природного газа на транспорте была рассмотрена с точки зрения международного и межотраслевого (газовая промышленность + автомобилестроение + транспорт) и межинституционального (политика + бизнес + общество) сотрудничества.



При поддержке Газпрома, Российской и Европейской газомоторных ассоциаций (NGVRUS и ENGVA), а также Европейской экономической комиссии ООН была сформирована международная экспертная группа. Она разработала теоретическую концепцию использования КПГ и СПГ на автомобилях, осуществляющих перевозки по главным транспортным коридорам Европы. Доклад о проекте «Голубой коридор» в 2003 году был опубликован под эгидой ЕЭК ООН.



В основу концепции были положены международные транспортные (Критские) коридоры. Со временем это понятие трансформировалось в ключевые транспортные коридоры Евросоюза (TEN-T Core Corridors). Эти коридоры соединяют главные центры Европы, между которыми осуществляются пассажирские и грузовые перевозки всеми типами транспорта.

В 2006 году на саммите в Санкт-Петербурге Проект «Голубой коридор» поддержали главы государств и правительств стран Большой восьмерки G8 и зафиксировали эту поддержку в т.н. Плане действий «Глобальная энергетическая безопасность».

С 2008 года началась коммуникационная стадия проекта «Голубой коридор»: Газпром организовал пробег машин на КПГ по маршруту Санкт-Петербург – Москва. Цель этого и последующих автопробегов заключалась в демонстрации экологических и экономических преимуществ природного газа и разнообразия газовых автомобилей заводского производства. Пробеги стали ежегодными.

С 2010 года в организации Автопробега «Голубой коридор» стаӏа принимать участие германская компания E.ON. Это мероприятие проводится не только по территории России, но и по странам Европы. А в 2014 году в организации этого метанового ралли «Балтия - Адриа» приняла участие российская компания «Газпром газомоторное топливо».

За эти годы экипажи Голубого коридора проехали по всей Европе (и даже немного по Азии): от Екатеринбурга до Брюсселя, от Санкт-Петербурга до Сочи и от Гетеборга до Белграда. А в одном из пробегов - «Ганза» - в 2013 году газовые машины переправились из Турку в Стокгольм на газовом пароме Viking Grace.

В 2016 году Газпром расширил тематику ралли «Голубой коридор», сделав «в фокусе» ралли использование СПГ в качестве бункеровочного топлива. Ралли «Голубой коридор – 2016» продемонстрировало высокий интерес европейских правительств и бизнеса к использованию СПГ на водном транспорте.

Ради исторической истины нужно сообщить, что автопробег газовых автомобилей «Голубой коридор» - не первое мероприятие такого рода для продвижения природного газа на транспорте.



О самом первом пробеге, - хотя, собственно, это был не автопробег, а, скорее, испытания, - уже упоминалось в историческом разделе: в начале 1860-х годов Этьен Ленуар впервые прокатился на своем газомобиле по Парижу и пригороду Жуэнвиль-Ле-Пон.



А вот в сентябре – октябре 1946 года Академик Е.А. Чудаков организовал настоящий пробег 18 газобаллонных машин (5 на КПГ и 13 на СУГ) по маршруту Берлин – Киев – Москва протяженностью 2603 километра.



Следующий пробег прибыл в Москву 2 сентября 2002 года. Он был приурочен к проведению 11-го заседания Комиссии по газомоторному топливу при Правительстве Российской Федерации. В пробеге участвовали в общей сложности более 30 машин из различных дочерних предприятий ОАО «Газпром». Машины на КПГ и СПГ съезжались в Москву несколькими колоннами из Екатеринбурга, Казани, Санкт-Петербурга, Ставрополя.

Одиннадцатое ралли «Голубой коридор-2017» прошло в сентябре-октябре 2017 года. Маршрут ралли прошел через территории двенадцати европейских стран от Португалии до России и составил 5,5 тыс. км. «В фокусе» ралли было использование СПГ на грузовом транспорте.

В рамках автопробегов проводятся выставки газовой техники и круглые столы с участием представителей газовой промышленности, автотранспорта, руководителей государственных и муниципальных органов управления, автомобильных заводов, Европейской комиссии и Европарламента.

За время существования проекта в нем приняли участие более 150 газовых автомобилей заводского производства на КПГ и СПГ: от самых малолитражных – VW Eco up – до магистральных тягачей Iveco, автобусов Solbus и раллийных КАМАЗов. Они проехали более 50 тысяч километров по дорогам Европы.

В заключение следует добавить, что пробеги газовых автомобилей, правда с другими названиями, время от времени проводятся в Латинской Америке и Азиатско-Тихоокеанском регионе.



02

НЕМНОГО О ПРИРОДНОМ ГАЗЕ



Природный газ (natural gas) – один из наиболее распространенных и востребованных первичных энергоносителей на планете Земля. По прогнозу Международного энергетического агентства, потребление природного газа в мире может вырасти до 4 трлн куб. м уже к 2022 году.

Этот уникальный по своим экологическим и экономическим свойствам энергоноситель эффективно применяется для производства тепла и электричества, приготовления пищи, освещения, в качестве топлива для транспортных средств и стационарных двигателей.

Основу природного газа (до 98%) составляет метан (CH_4). Он не имеет цвета и запаха; легче воздуха; химически неактивен, легко растворяется в газовых и жидких средах, например в воздухе, воде или нефти. Природный газ имеет главным образом органическое происхождение.

Для образования ископаемых видов топлива потребовались сотни миллионов лет, высокие температуры, огромные давления и отсутствие кислорода.

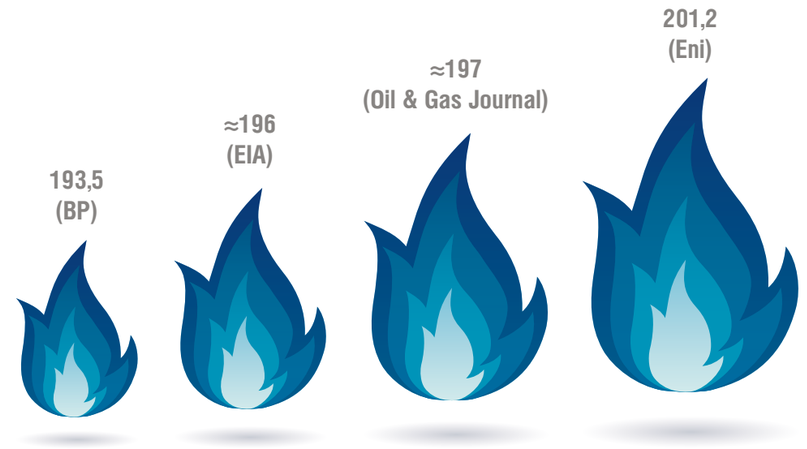
Природные газы на основе метана сопровождают месторождения других видов ископаемого топлива: с нефтью соседствует попутный газ (associated gas); в залежах угля присутствует метан угольных пластов или рудничный газ, шахтный метан (coal gas; coal bed methane); в топях рождается болотный газ (marsh gas).

В США в последнее время широкое распространение получила разработка такого ресурса как сланцевый газ (shale gas).

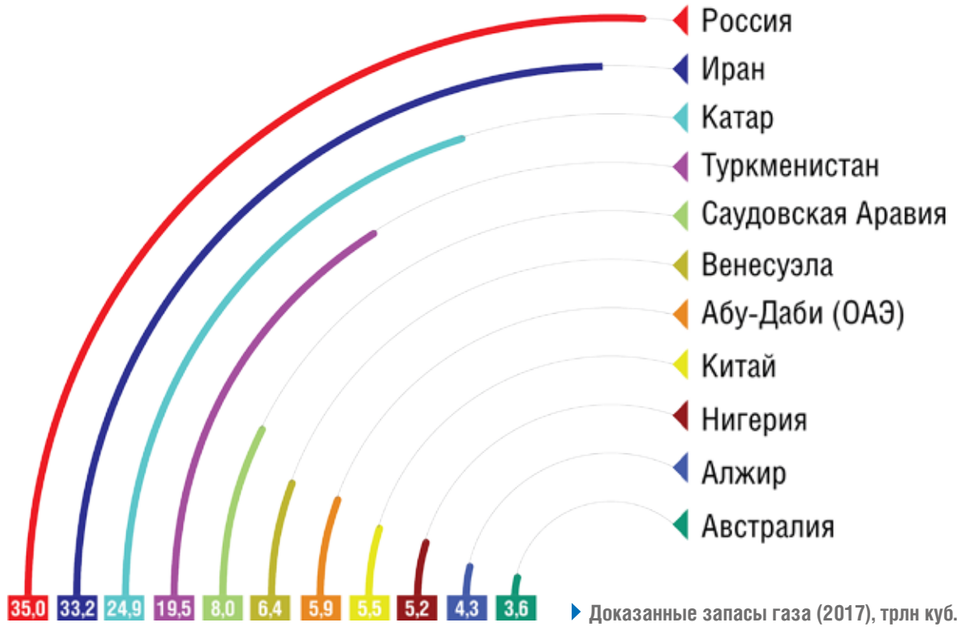
Существует возможность искусственного получения природного газа. Так, например, биогаз получают из канализационных отходов (sewage gas), на мусорных полигонах (landfill gas), фермах для скота и птицы. Существует и целый ряд технологий искусственного синтеза природного газа (synthetic gas).

РАЗВЕДАННЫЕ ЗАПАСЫ НЕФТИ И ГАЗА

Единого мнения о запасах нефти и газа на планете нет. Для подсчетов применяются различные методики. В целом же оценки специалистов различных организаций достаточно близки.

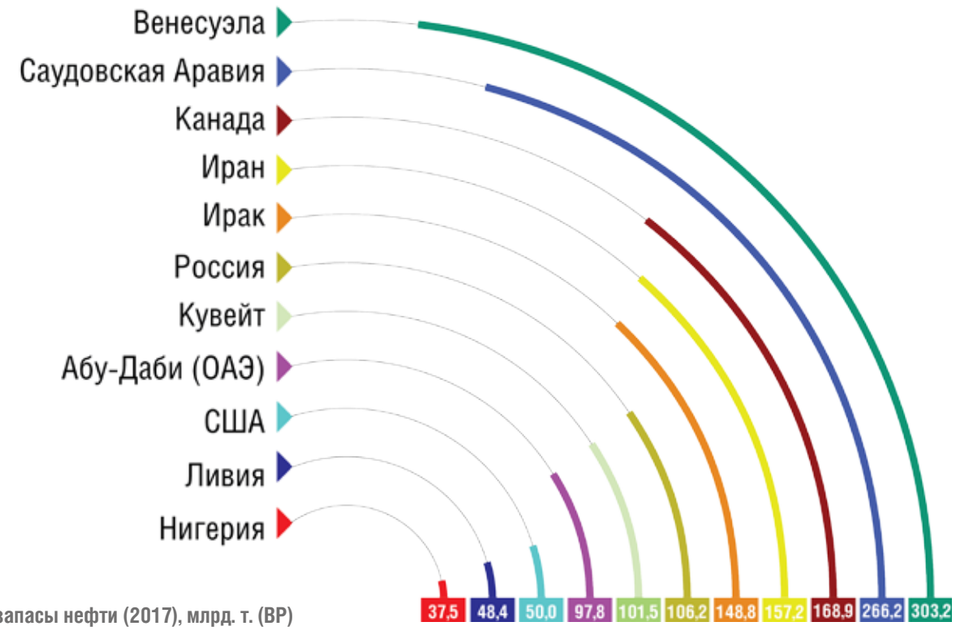


Доказанные запасы газа в мире в 2017 г. по различным источникам (трлн куб. м)



Доказанные запасы газа (2017), трлн куб. м (BP)

Запасы нефти и газа распределены по странам мира очень неравномерно. При этом каким-то странам досталось больше нефти, каким-то – больше газа, каким-то всего понемногу, а каким-то - ни того, ни другого (см. рис.; рисунок перерисовать, используя графические иконки). Вопрос о том, насколько лет хватит запасов тех или иных ископаемых также не имеет однозначного ответа. Необходимо учитывать и собственно объем запасов разных категорий, уровень добычи, спрос и его изменение со временем, другие параметры. При сегодняшних уровнях добычи обеспеченность мира запасами углеводородов только по подтвержденным ресурсам составляет в среднем по нефти примерно 50 – 55 лет, а по природному газу до 60 лет. Нужно учитывать, что в запасы природного газа, о которых идет речь, включены только традиционные ресурсы, не включающие в себя сланцевый газ и другие источники.



Доказанные запасы нефти (2017), млрд. т. (BP)

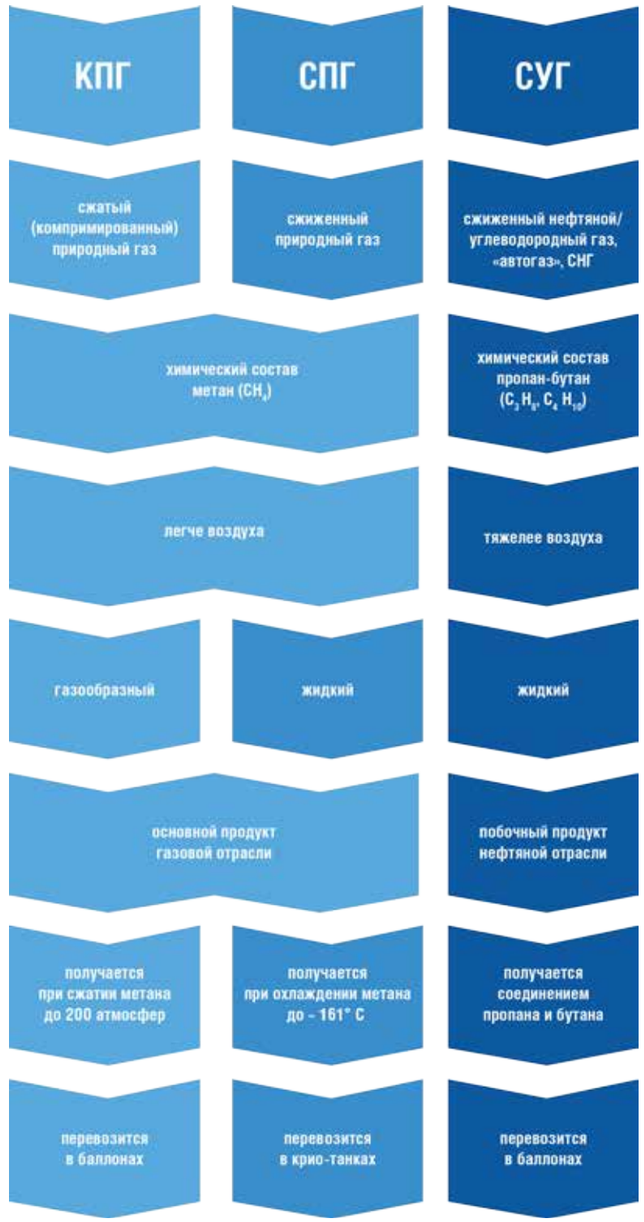
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗА КАК МОТОРНОГО ТОПЛИВА

Широкая распространенность природного газа, его экологические и экономические качества позволили успешно применять его в качестве топлива в транспортном секторе. В качестве газомоторного топлива используются два энергоносителя на базе природного газа: компримированный (сжатый) природный газ (КПГ) и сжиженный природный газ (СПГ).

КПГ и СПГ – «родные братья». И все же, как это часто бывает в семье, у всех у них разные характеры. Точнее – физико-химические свойства. Эти различия определяют особенности конструкции двигателей газовых автомобилей, бортовых систем хранения топлива, заправочных станций.

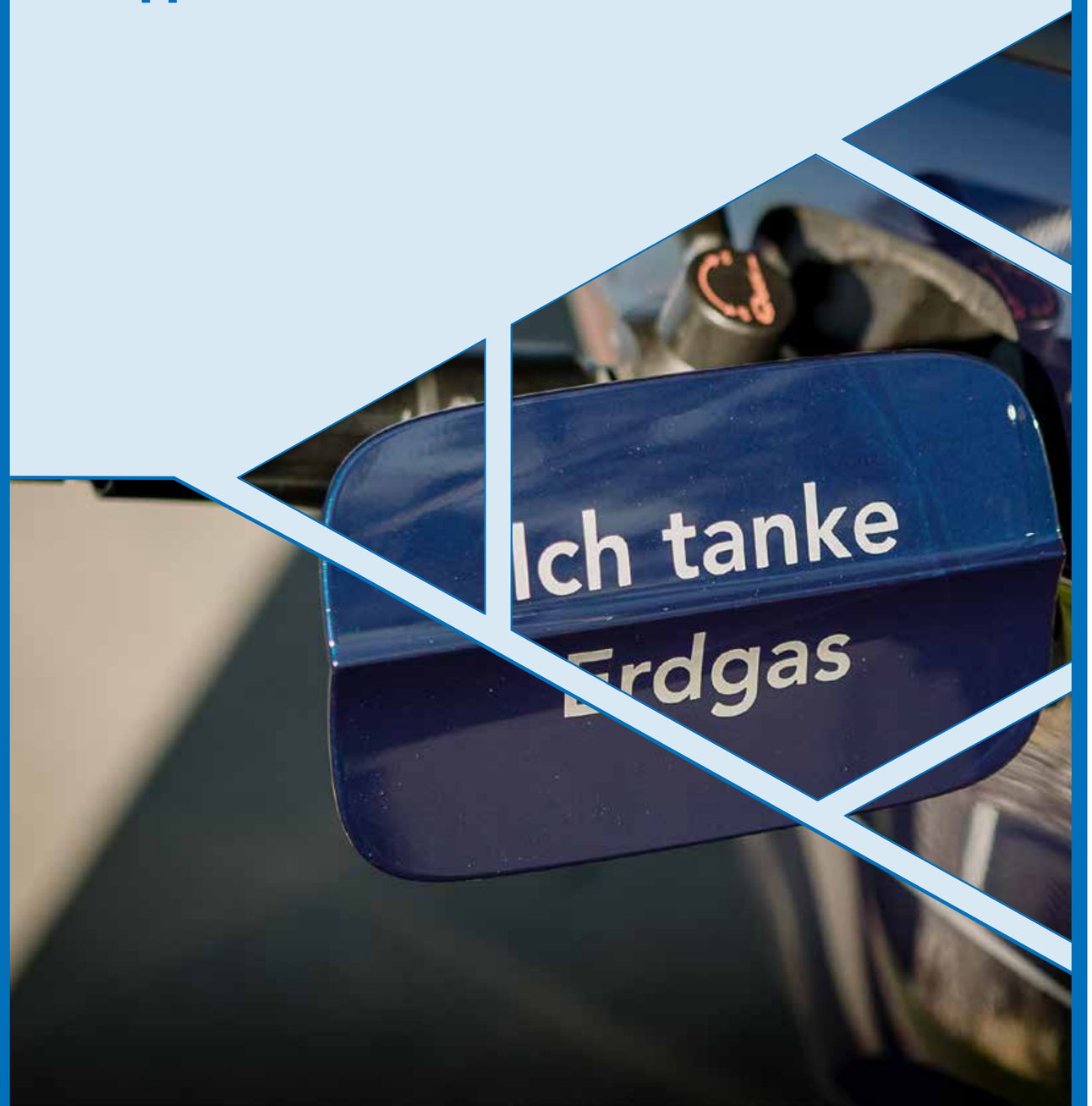
В мире также широко используется топливо на основе сжиженных углеводородных газов (СУГ). СУГ представляет собой смесь пропана и бутана, а основой природного газа является метан. Поэтому для простоты СУГ часто называют «пропаном», а КПГ и СПГ – «метаном». В некоторых странах пропан ещё называют «автомобильным газом = autogas».

Метан легче воздуха и при утечке быстро растворяется в воздухе. А пропан – тяжелее и стремится вниз, к земле. Он может заполнять технологические колодцы, сервисные ямы в гаражах и образовывать взрывоопасные смеси с воздухом. Достаточно одной искры, чтобы произошел взрыв.



03

ПРИРОДНЫЙ ГАЗ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ ВИД ТОПЛИВА



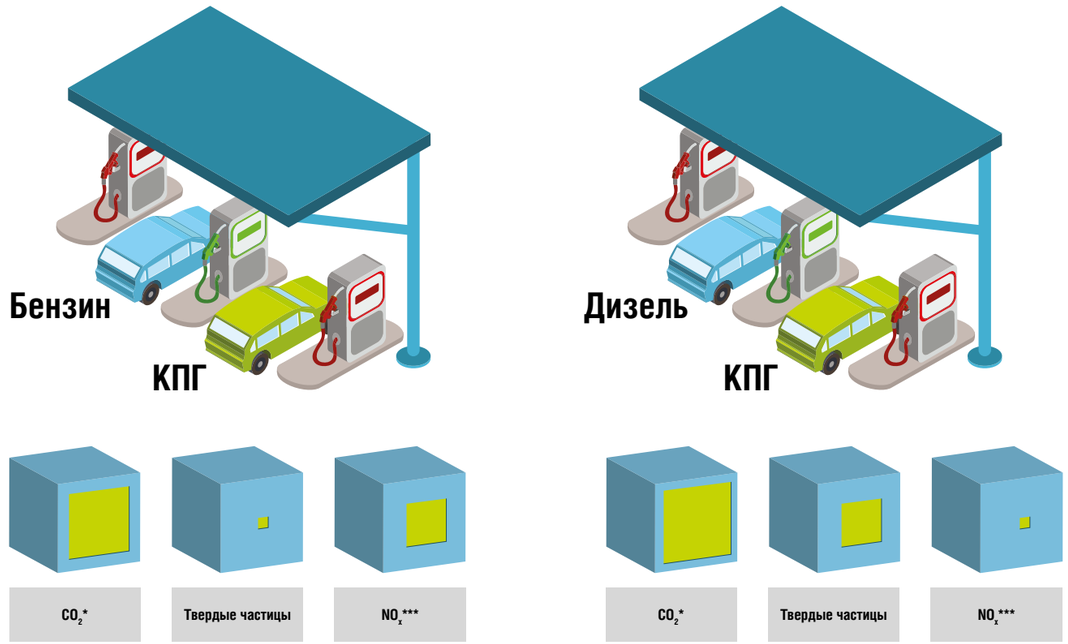
Газ является ключевым решением для улучшение качества воздуха наиболее экономически-эффективным способом



Использование природного газа является одним из ключевых и наиболее эффективных решения для борьбы с климатическими изменениями и улучшению качества воздуха. Это наиболее коммерчески-выгодное решение для транспортного сектора. Сегодня на транспорт приходится до 85% вредных выбросов в городах. Применение КПГ и СПГ являются целесообразным решением для моментального снижения выбросов парниковых газов и твердых частиц в атмосферу.

Исследование, проведенное в 2017 году, оценившее влияние использования природного газа на окружающую среду на основе подхода «от скважины – к горловине топливного бака», показало, что КПГ позволяет снизить выбросы парниковых газов на 23% по сравнению с бензином и на 7% по сравнению с дизелем для пассажирских автомобилей. Для тяжелых грузовиков снижение выбросов еще более впечатляющее: на 16% по сравнению с дизелем.

При учете других эмиссий, помимо парниковых газов, использование автомобиля на метане становится еще более привлекательным. Сжигание природного газа в двигателе приводит к снижению выбросов твердых частиц на 95% и оксидов азота на 70% по сравнению с дизелем и бензином даже в рамках



Сравнение базируется на актуальных оценках реальных выбросов
Источник: * Учитывая содержание биометана в объеме 20% (см. Третий промежуточный отчет dena Initiative Erdgasmobilität, 2015);
**Подсчет выбросов твердых частиц в рамках ADAC EcoTest 2017;
***ADAC EcoTest 2017, EMPA 2017.

Сравнение выбросов от двигателей внутреннего сгорания на КПГ, бензине и дизеле (Евро 6)

строгого экологического стандарта ЕС «Евро 6». Выбросы при использовании природного газа лишены других вредных и канцерогенных частиц.

Даже в рамках оценки выбросов, не попадающих под сегодняшнее регулирование (газы с озоноразрушающим потенциалом, альдегиды), природный газ является оптимальным видом топлива для улучшения качества воздуха в городах. В морском транспорте использование природного газа также является оптимальным решением для снижения выбросов оксидов серы.

По оценке исследвоательской компании «Набу», пассажиры круизных паромов могут быть подвержены уровням загрязнения воздуха, в 60 раз превышающим нормальные. Использование СПГ в качестве бункеровочного топлива снижает потенциальный вред до нуля.



Газ может быть «зеленым»

КПГ и СПГ можно производить из широкого ряда возобновляемых источников энергии по различным технологиям:

- Биогаз можно получать с помощью анаэробного процесса из органических отходов и биомассы;
- В процессе газообразования органические отходы с высоким содержанием углерода превращаются в угарный газ, водород и двуокись углерода, из которых потом получается синтетический газ;
- «Электричество в газ» - это процесс, в рамках которого излишки электроэнергии, произведенной на мощностях ВИЭ, преобразуются в водород, а в дальнейшем с помощью процесса метанизации - в метан.

Весь «возобновляемый» газ возможно смешивать с природным газом и использовать в качестве топлива для транспорта. Таким образом, даже небольшое содержание «возобновляемого» газа в смеси позволяет усилить положительный эффект для окружающей среды. Использование «возобновляемого» газа может позволить достичь нулевых выбросов CO_2 в транспортном секторе.



04

МИФЫ О МЕТАНЕ



Потеря мощности

Один из самых расхожих мифов – утверждение о том, что автомобиль, переведенный на природный газ, теряет почти до 20% мощности. Это соответствует действительности лишь отчасти. Мощность теряли на ранних этапах массовой метанизации транспорта – в 1970-х – 90-х годах.

Тогда заводской выпуск газовых автомобилей был ограничен и основу парка газобаллонных автомобилей составляли переоборудованные машины (converted vehicles); системы управления работой двигателя основывались на механических системах; автозаводы несли ответственность только за автомобили, а за газовую аппаратуру отвечали компании поставщики; отсутствовала система квалифицированного обслуживания газовой техники.

В этих условиях мелкие фирмы, осуществлявшие переоборудование в частных гаражных боксах, проявляли «чудеса» инженерной мысли. Они часто подгоняли газобаллонное оборудование (кстати, и для пропана, и для метана) под конкретный двигатель и машину без документации, гарантий и запасных частей.

В таких условиях ухудшения характеристик двигателя было не избежать. При этом часто страдали не только механические, но и экологические показатели.

С внедрением электронных систем управления и началом массового заводского производства (original equipment manufacturing) газобаллонных машин эти проблемы прошли. Сегодня практически невозможно отличить бензиновую или дизельную модель автомобиля от его газовой версии. Те же мощность, динамика, грузоподъёмность и пассажировместимость. При этом автомобили на метане выгодно отличаются пониженным уровнем шума, меньшим объемов выбросов и экономией на топливе.

Короткий пробег на одну заправку

Этот недостаток также был присущ машинам на природном газе десятки лет тому назад. Главным образом это касалось легковых машин. На них было сложно разместить достаточное количество баллонов, чтобы проехать на метане достаточно длинный путь. В 50-литровый баллон под давлением 200 атмосфер входит от 10 до 12 м3 природного газа. При расходе двигателя в 7 – 10 литров нефтяного топлива на 100 км переоборудованная машина могла пройти 150 – 200 километров. На грузовых автомобилях и автобусах можно было установить больше баллонов. Но, поскольку расход топлива также был выше чем у легковой технике, пробег на одну заправку также составлял 200 – 300 километров.

Современные легковые автомобили с интегрированными в основной корпус баллонами для КПГ и расходом топлива 5 – 6 л/100 км проезжают на метане до 450 километров. А с учетом запаса бензина, который есть практически на всех моделях, общий пробег на одну заправку топливом (метан + бензин) может составлять 900 – 1000 километров. Грузовики и автобусы, оснащенные баллонными кассетами, могут пройти между заправками газом от 400 до 1000 км.

Грузовики и автобусы на СПГ могут проезжать на одной заправке еще большую дистанцию. По сравнению с КПГ их пробег на одной заправке в 2,5 раза больше.

Долгая заправка

Современное газозаправочное оборудование позволяет произвести заправку легкового автомобиля, автобуса или грузовика компримированным природным газом практически за то же время, что и их аналоги бензином или дизельным топливом. Для заправки компримированным природным газом легковых автомобилей применяются пистолеты типа NGV1. Для повышения скорости заправки тяжелой техники применяются пистолеты NGV2 с увеличенным проходным сечением.

Так для заправки магистрального тягача на дизельном топливе требуется 10 минут. Ровно столько же времени нужно, чтобы заправиться компримированным или сжиженным природным газом.

Проблемы со временем заправки на АГНКС возникают тогда, когда приходится заправлять автомобили большой грузоподъемности через пистолеты для легковой техники.

Бомба в машине

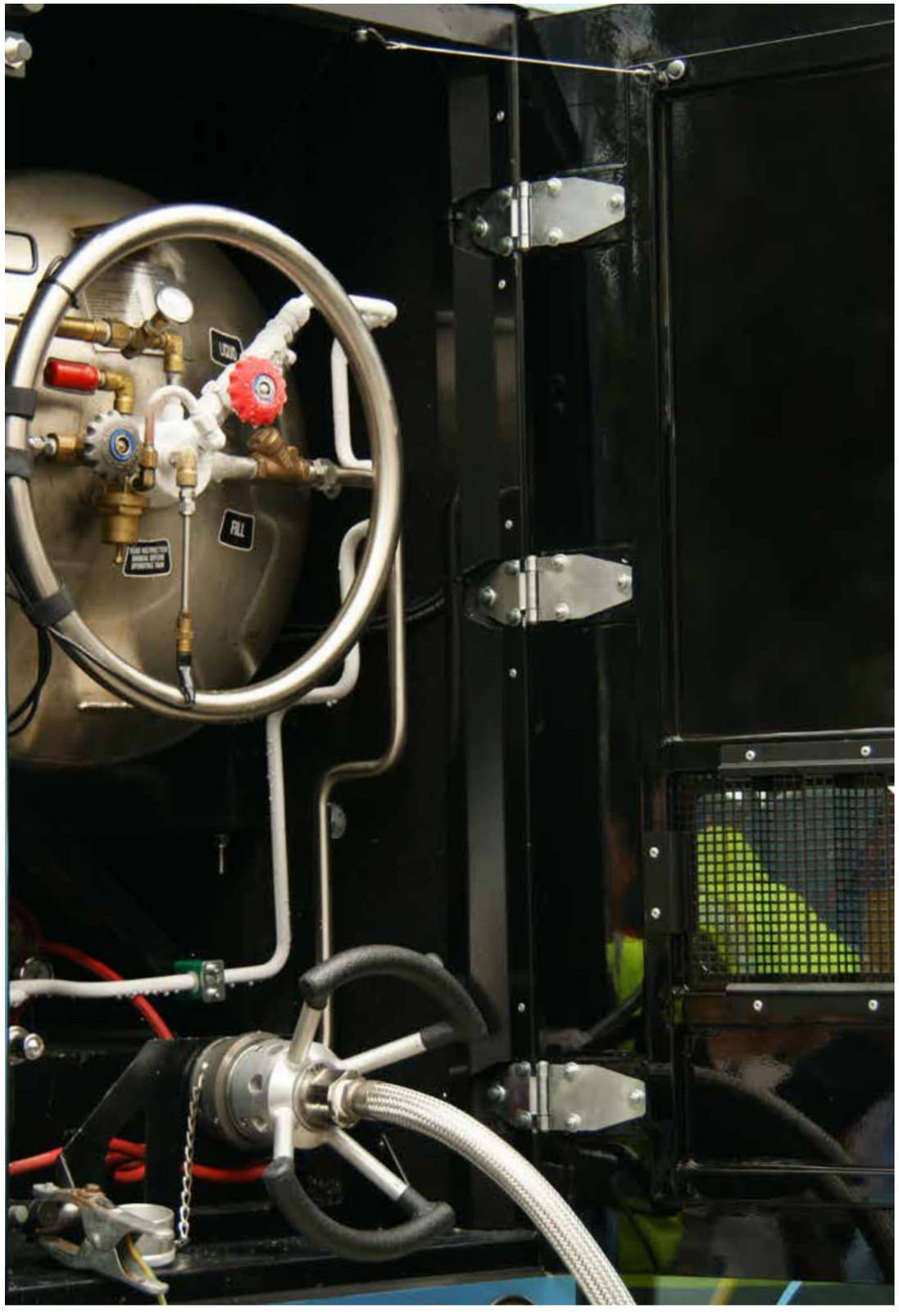
Иногда можно слышать, что баллон с газом - это «бомба в машине». То, что метан является пожаро- и взрывоопасным газом – не секрет. Он требует уважительного отношения и квалифицированного обращения. Хотя и крайне редко, намного реже, чем с машинами на пропане или бензине, инциденты с автомобилями на природном газе случаются.

Поджечь природный газ не очень просто. Для этого нужно, чтобы его концентрация в воздухе составляла от 5 до 15%. Кроме того, у него самая высокая температура самовоспламенения: 540°С. Сравнение природного газа по этим показателям с пропаном, бензином и соляркой показывает, что он – самый безопасный вид моторного топлива.

Как известно, автомобильные баллоны для КПГ сами по себе очень прочные. Например, на легковом автомобиле баллоны устанавливаются в статистически наименее уязвимых местах автомобиля. По данным компании BMW, интегрированные в корпус автомобиля баллоны намного более безопасны, чем баки для бензина или дизельного топлива, или баллоны для пропана.



Нередки случаи, когда после серьезной аварии или пожара автомобильные баллоны, заправленные газом, оставались невредимы. Срабатывала система безопасности (клапан с разрывной мембраной – срабатывает при резком скачке давления и клапан с плавкой вставкой – срабатывает при повышении температуры) и природный газ стравливался в атмосферу.



05

КАК ЗАПРАВЛЯЮТ МЕТАНОМ?



Заправка и автомобиль – не просто дополняющие друг друга, а не существующие друг без друга элементы одной системы. Мировой опыт доказывает: заправочная станция первична. Транспорт без заправочной инфраструктуры существовать не может.

Для заправки автомобилей компримированным природным газом используют следующие основные виды технологического оборудования:



АГНКС



АГНКУ



Безкомпрессорные заправочные посты



ПАГЗ



КриоАЗС



Автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС)

Автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС)



По скорости работы АГНКС делятся на станции быстрой заправки (fast fill), которые, как правило, оборудованы каскадным аккумулятором газа, и станции медленной заправки (slow или night fill), обеспечивающие заправку одного или нескольких транспортных средств в течение нескольких часов, например во время ночной стоянки машины. Системы медленной заправки эффективно применяются, например, в автобусных парках.

По источнику газа АГНКС можно разделить на базовые (mother station), подключаемые к питающему газопроводу, и автономные (daughter station), на которых автомобили заправляют компримированным газом, доставляемым в трейлере с базовой АГНКС. Такие газовозы в ряде стран называют виртуальной трубой - virtual pipeline. По производительности стационарные компрессорные установки (СКУ) для АГНКС можно разделить на несколько классов:

- особо малые: 50 и менее нм^3/час
- малые: 50 - 200 нм^3/час
- средние: 200 – 500 нм^3/час
- большие: 500 – 1000 нм^3/час
- особо большие: 1000 и более нм^3/час

Заправку автомобилей газом на АГНКС могут осуществлять специально подготовленные и аттестованные сотрудники станции – наполнители. В ряде стран разрешено самообслуживание, когда водители самостоятельно осуществляют процесс заправки (self service).

Главной тенденцией современности является строительство малых автоматизированных АГНКС на 1 – 2 заправочные колонки с телеметрической системой мониторинга, вообще не имеющих персонала и обслуживаемых по графику разъездными техниками. Такие станции требуют незначительного времени монтажа (менее месяца вместе с инжиниринговыми работами) и разумных вложений (250 – 300 тысяч €).

Одной из главных проблем развития сети АГНКС является дефицит земельных участков и неоправданно сложные бюрократические процедуры их оформления.

Автомобильные газонаполнительные компрессорные установки индивидуального пользования (АГНКУ)

Эти заправочные устройства также называют домашними (home fills), поскольку они зачастую устанавливаются в индивидуальных домах. Как правило, АГНКУ являются системами медленной заправки. Они подключаются к распределительным газопроводам. Пока не во всех странах сформирована нормативная база, регламентирующая установку и эксплуатацию АГНКУ.

АГНКУ могут использоваться также для газификации небольших корпоративных автопарков: офисные парковки или гаражи оборудуют такими заправочными устройствами, где заправляется служебный (ночью) и личный (днем) транспорт.

Заправочные посты не имеют компрессоров и представляют собой аккумулятор газа с заправочным устройством; они устанавливаются непосредственно у потребителя; запас газа в них периодически пополняется от передвижных автогазозаправщиков (ПАГЗ) или путем смены кассет (multiple accumulator racks). Разновидностью такой системы является транспортируемая на колесном шасси или в контейнере кассета, которая подключается к стационарной газораздаточной колонке.

Передвижные автогазозаправщики

Передвижные автогазозаправщики (ПАГЗ) – mobile CNG refueling stations – установки различной вместимости от 50 м^3 до 5000 м^3. ПАГЗЫ могут самостоятельно осуществлять заправку, используя дожимные компрессоры или перепад давления. С коммерческой точки зрения компрессорный ПАГЗ представляется более эффективным, поскольку коэффициент опорожнения у него составляет 0,95, а у безкомпрессорного ПАГЗ - только 0,65. Т.е. потребителю отдается 65% привезенного газа, а остальной газ балластом путешествует обратно.

КриоАЗС

Особый класс заправок представляют собой криоАЗС - станции, куда природный газ доставляют в сжиженном состоянии. Там его заправляют в автомобили в сжиженном состоянии или регазифицируют и компримируют до давления заправки 240 – 250 атмосфер -Сжиженный-компримированный природный газ (СКПГ) - liquefied compressed natural gas (LCNG) позволяет расширить клиентскую базу, так как в одном месте могут заправляться любые типы газовых машин. Для заправки СПГ в автомобили, локомотивы и водные суда разработаны также и мобильные средства.



06

МИРОВОЙ РЫНОК ПРИРОДНОГО ГАЗА ДЛЯ ТРАНСПОРТА



Спрос на природный газ для транспорта продолжает неуклонно расти. Наряду с традиционными потребителями – автомобилями различных классов и назначений – природный газ становится привлекательным топливом для железнодорожного и водного транспорта. Все больше таких проектов появляется в мире. Недалек тот день, когда возобновятся работы по переводу на метан авиации.

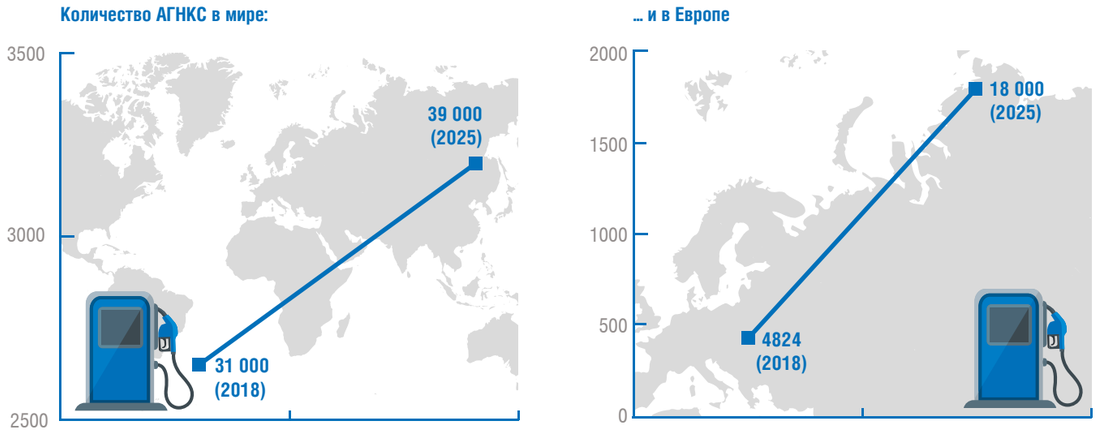
По данным Агентства NGV Communications Group, к концу 2017 года главные индикаторы мирового природного газа для автомобильного транспорта составили:

- парк метановых автомобилей – 26 миллиона единиц (мировой парк автомобилей на КПГ и СПГ за 10 лет вырос в 6 раз);
- АГНКС – более 31 тысячи;
- спрос на КПГ/СПГ - 35 миллиарда кубических метров, по оценкам – как минимум 40,4 миллиарда кубических метров. Далеко не все страны предоставляют данные о внутреннем рынке. В том числе такие крупные потребители как Китай, Пакистан, Таиланд, Узбекистан.

В Европе на метане работают 1,8 миллиона машин; построены более 4 000 АГНКС; учтенное потребление природного газа автотранспортом в 2017 году составило 5,6 миллиарда кубических метров.

Вопрос развития заправочной сети для природного газа весьма актуален практически для всех регионов мира. В Европе, например, сквозной проезд газового автотранспорта только на метане без перехода на бензин пока не возможен. Однако необходимость создания газозаправочной инфраструктуры осознали на уровне Евросоюза и 1 октября 2014 года приняли решение, обязывающее правительства стран-участниц разработать конкретные программы строительства вдоль трансъевропейских транспортных магистралей (TEN-T) АГНКС с шагом 150 километров, а криоАЗС с шагом 400 километров. При этом Еврокомиссия готова участвовать в софинансировании строительства.

Если принять за среднегодовой темп прироста спроса на метан 16,5% (на горизонте 10 лет), то глобальный годовой объем потребления транспортом может достичь в 2020 году 75 миллиардов кубических метров. И это без учета объемов газа для бункеровки судов водного транспорта.



Текущее и будущее количество станций

Сегодня такие автопроизводители, как «Фольксваген», «Ауди», «Мерседес-Бенц», БМВ, «Вольво», «Шкода», «Фиат», «Сеат» и др. предлагают порядка **70 моделей пассажирских автомобилей на КПГ**





«Фиат», «Ивеко», «Мерседес-Бенц», «Опель», «Фольксваген» серийно производят порядка **15 моделей легких коммерческих грузовиков на КПГ**

Ивеко», «Мерседес-Бенц», «Скания» предлагают порядка **10 моделей тяжелых грузовиков на КПГ и СПГ**





«Ивеко», МАН, «Скания», «Соларис», «Вольво» производят **более 50 моделей городских автобусов на КПГ и СПГ**

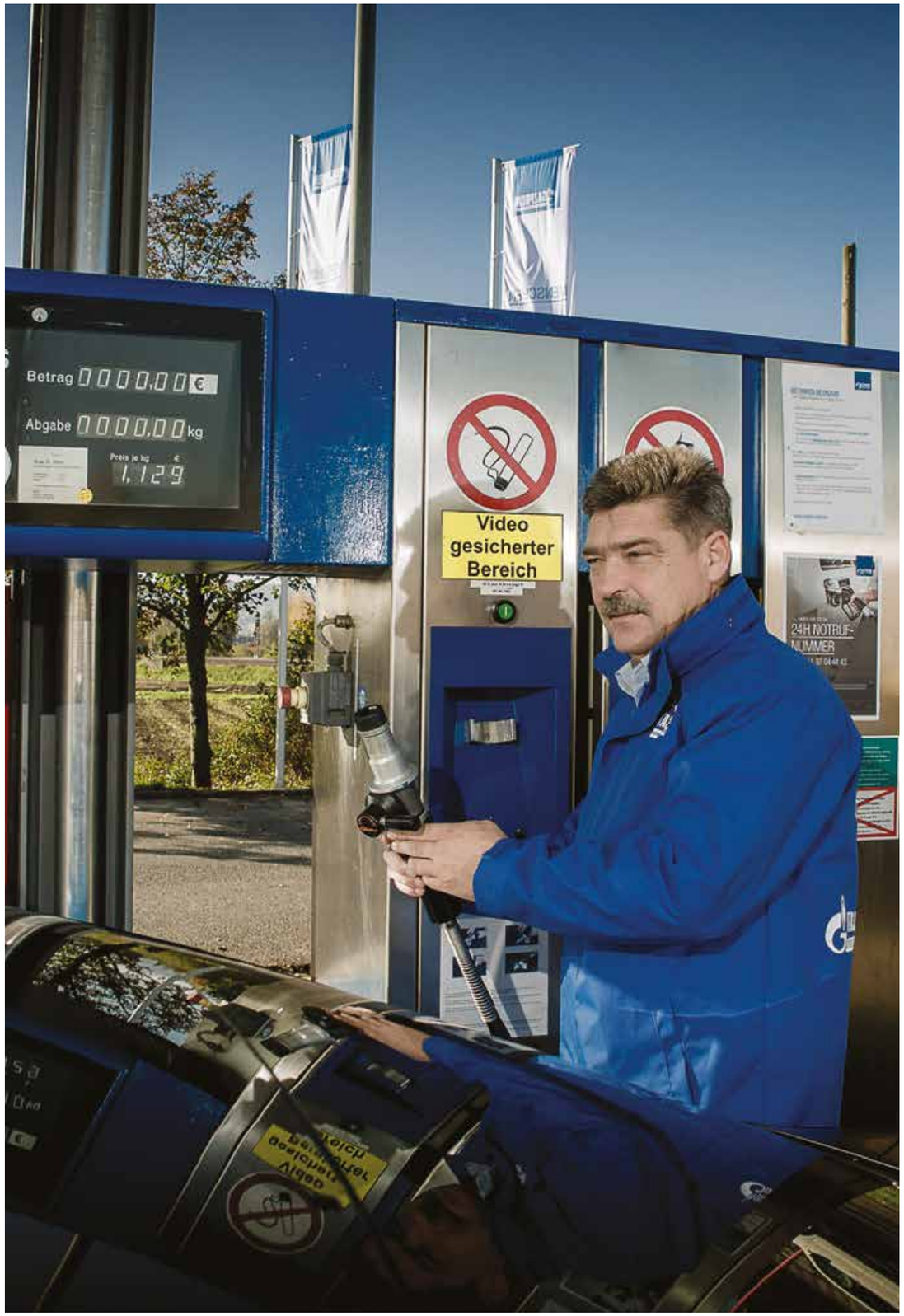
В настоящее время природный газ для автомобилей используют в 85 странах мира. Количество АГНКС и КриоАЗС достигает 31 тыс, а парк автомобилей составляет 26 млн автомобилей.

К 2015 году модельный ряд газовых автомобилей заводского выпуска (Original Equipment Manufacturer - OEM) достиг 190 единиц: легковых, грузовых, автобусов, коммунальных и специальных.

Повышению популярности природного газа среди автомобилистов способствуют не только экологические и экономические преимущества природного газа. Вывод на рынок СПГ, биометана, метана угольных пластов, газовых гидратов, сланцевого газа значительно расширяют ресурсную базу природного газа, в разы превышающую запасы нефти.

Повышению комфорта заправки способствует увеличение количества заправок домашнего типа – автомобильных газонаполнительных компрессорных установок (АГНКУ) /Vehicle Refueling Applience - VRA/. Таких установок в мире насчитывается сейчас порядка 10000.

Не следует забывать и о том, что мировой газомоторный рынок дает работу 800 тысячам техников и рабочих.



07

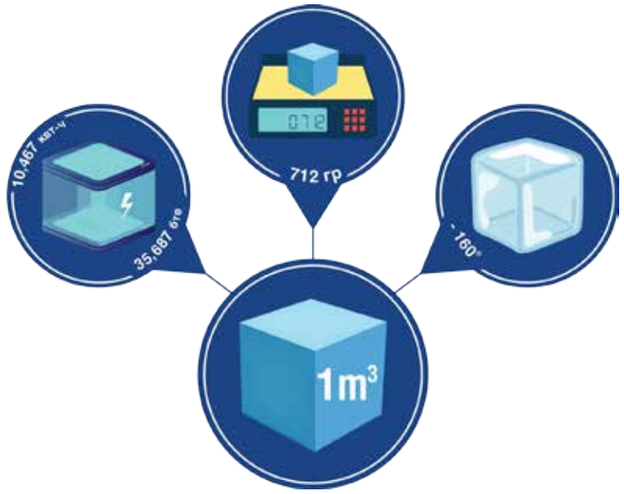
КОММЕРЧЕСКИЙ УЧЕТ ГАЗА





В различных странах существуют различные единицы измерения природного газа. В соседних странах счет на АГНКС выставляют за кубические метры (куб. м или м^3) в одной, а в другой – за килограммы (кг). То есть, в одном случае платим за объем, в другом – за массу.

Для учета природного газа также применяют единицы измерения энергии (работы): киловатт-часы (кВт*ч), британские термические единицы (БТЕ), гигаджоули (ГДж).



- В одном кубическом метре содержится 712 грамм природного газа.
- По энергии кубометр природного газа эквивалентен 10,467 киловатт-час или 35,687 Британских термических единиц.
- При сжижении природный газ уменьшается в объеме в 600 раз. Один кубический метр породного газа в сжиженном состоянии весит примерно 720 граммов. А один килограмм СПГ, возвращенный в газообразное состояние займет объем 1,38 кубического метра. Цена СПГ на КриоАЗС показывается в килограммах.

Чтобы быстро прикинуть сколько «кубиков» газа войдет в тот или иной баллон, можно разделить вместимость баллона на 4,5. Те же, кого интересует, сколько это килограммов газа, может поделить вместимость на 6,3.

1 м^3	=	712 грамм 10,47 квт-ч 35,687 бте

1 кг	=	1,4 м^3 14,4 квт-ч 49,96 бте

Баллоны

Существуют два конкурентоспособных работающих и проверенных временем способа хранения природного газа на транспортном средстве: в газообразном состоянии под высоким давлением и в сжиженном состоянии при низкой температуре.

На автомобиле КПГ хранится в баллонах – сосудах высокого давления под максимальным рабочим давлением 200 атмосфер. Такое давление нужно, чтобы увеличить запас топлива и пробег между заправками. Баллоны (сосуды высокого давления) являются настолько важным элементом газового автомобиля, что в большинстве стран их производство и эксплуатация регламентируются отдельными стандартами и нормами.



Изготовлением баллонов имеют право заниматься только специализированные аккредитованные организации. Для хранения компримированного природного газа не допускается использование баллонов, предназначенных для других газов и газовых смесей. Чтобы обеспечить безопасную эксплуатацию баллоны для КПГ подвергают сложному комплексу испытаний на устойчивость к воздействию различных факторов.



По материалам баллоны для КПГ делятся на металлические, металлопластиковые и композиционные. Применяемый материал непосредственно влияет на вес и цену баллона.

Основной характеристикой баллона является его вместимость. Наиболее популярными являются баллоны диапазона 40 – 90 литров для легковых и грузовых автомобилей или около 300 литров – для автобусов.

От объема газа, заправляемого в баллоны, непосредственно зависит дальность пробега транспортного средства.

Время от времени производители поднимают вопрос о повышении рабочего давления баллонов для КПГ до 320 и более атмосфер. Мировая практика подтверждает возможность работы с более высокими давлениями: 320, 400, 600, 800 и даже более атмосфер. Но применительно к природному газу на транспорте пока есть только опытные образцы. Звучат предложения разрешить осуществлять заправку автомобилей газом за счет сменных баллонов или их кассет. Эта идея родилась в 50-х годах прошлого столетия в Италии. Как и в случае с повышением рабочего давления, эта идея сегодня имеет немного сторонников.

Заправочные узлы

Нередко можно слышать утверждения о якобы повышенной опасности природного газа из-за высокого давления в баллонах, о запахе газа в салоне и его вредном влиянии на здоровье водителя и пассажиров, о потере мощности и детонации двигателя. Что-то из этого было правдой на заре эры массового использования газа на транспорте лет 30 – 40 назад.

Иногда водители знают только то, что их машина – газовая. А на каком именно газе - пропане или метане – она работает, не понимают. Это время от времени приводит к попыткам заправить пропановый автомобиль метаном. Были случаи, когда это стало причиной фатальных разрушений сосудов и автомобилей. Заправить автомобиль, работающий на СУГ или КПГ, сжиженным метаном или водородом также невозможно.

Проблема заправочных переходников в последнее время получила дополнительное измерение. Актуальным становится вопрос заправки тяжелой техники (грузовики и автобусы) через заправочный узел для легковых автомобилей.

У заправочных пистолетов для тяжелой техники проходное сечение больше чем у пистолетов для легковушек, чтобы повысить скорость заправки автобусов и грузовиков: за одну заправку они берут больше природного газа, чем легковые машины.

С заправочными узлами связана ещё одна проблема: использование переходников (адаптеров). Переходники появились после появления нового типа пистолета – NGV. Однако в мире огромное количество машин, главным образом переоборудованных, имеют горловины старой конструкции. Поэтому появились переходники.

В некоторых странах их применение запрещено полностью, в каких-то странах можно использовать только проверенные адаптеры, принадлежащие АГНКС. При этом подготовку машины к заправке через переходник имеет право осуществлять только сотрудник станции.

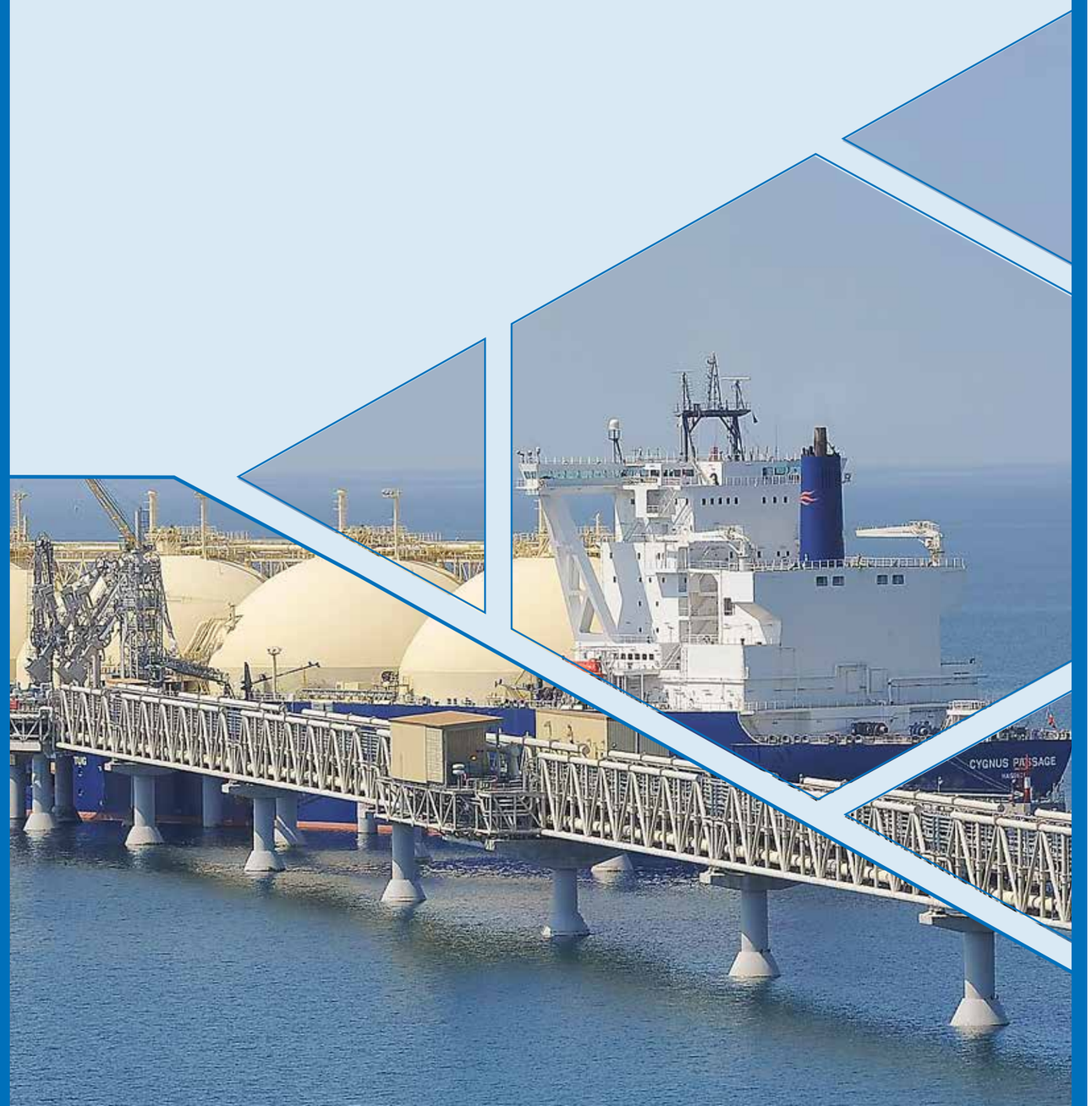
Ограничения на применения адаптеров связаны главным образом с имевшими в истории рынка попытками заправить метановый автомобиль пропаном, что не очень страшно с точки зрения безопасности; или пропановый автомобиль – метаном, что уже чревато разрушениями и жертвами. Баллон для СУГ не рассчитан на «метановые» давления.



Рабочее давление автомобильных сосудов высокого давления равно 200 атмосферам (3000psi – фунтов на кв. дюйм). Заправочные пистолеты, как правило, могут работать с давлением 250 атмосфер (3600psi).

08

СЖИЖЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ

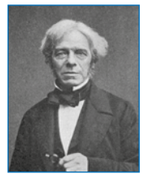




Сжиженный природный газ – СПГ (Liquefied natural gas - LNG) представляет собой криогенную жидкость без запаха и цвета, плотность которой в два раза меньше плотности воды. СПГ не токсичен. Температура его кипения -158 … -163 С°. СПГ для двигателей минимум на 95 % состоит из метана; в остальные 5 % входят этан, пропан, бутан, азот. Для получения исходный СПГ природный газ необходимо очистить от примесей и прежде всего двуокиси углерода.

Компримирование (сжатие) и сжижение природного газа применяются для уменьшения физических объемов хранилища. В сосуд вместимостью 1000 литров при нормальных условиях (давление 1 атмосфера и температура 0 С°) войдет один кубический метр природного газа (нормальный - нм^3), при давлении 200 атмосфер - примерно 220 нм^3, а при температуре минус 162^{o}С - 600 нм^3.

Другими словами: при одинаковой вместимости топливных резервуаров автомобиль на СПГ проедет расстояние почти в три раза больше чем автомобиль на КПГ. Для транспорта, выполняющего рейсы на большие расстояния, это имеет решающее значение.



В начале XIX века Английский ученый Майкл Фарадей доказал возможность сжижения газов и заложил основы холодильного цикла: при повышения давления при комнатной температуре газ переходит в жидкость; при её испарении и возвращении в газообразное состояние выделяется холод; при повторном сжатии (компримировании) газа снова переходит в жидкость. И так далее.



В конце XIX веке немецкий инженер Карл фон Линде, считающийся основоположником холодильной техники, создал первую промышленную воздухоразделительную машину; первым научился сжижать воздух, кислород, азот. Карл Линде начал буквально «делать деньги из воздуха»: его фирма производила и продавала жидкий кислород. Кстати, ему же принадлежит изобретение ацетиленовой горелки.

В истории СПГ были и другие вехи:



- 1886 год: польский физик Кароль Ольшевский получил первый сжиженный природный газ;



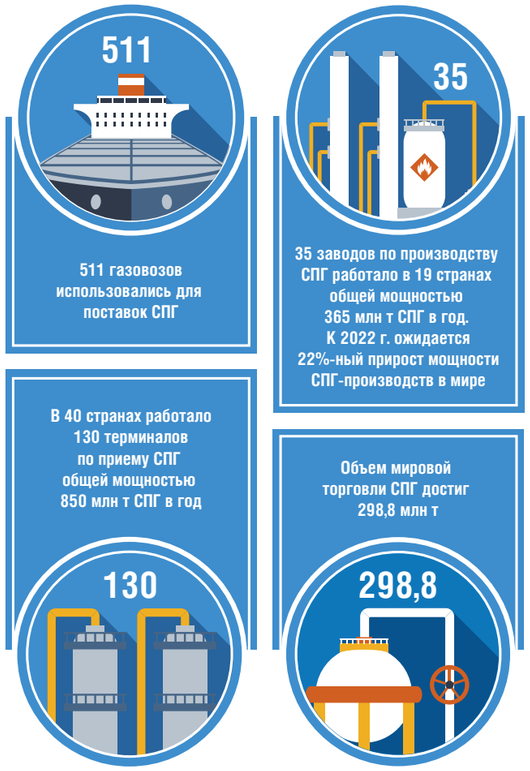
- 1915 год: американский промышленник Годфри Кэбот запатентовал технологию хранения сжиженных газов при сверхнизких температурах;

- 1917 в Западной Вирджинии, США построена первая установка по производству коммерческого СПГ;

- 1957 в эксплуатацию введен первый в мире танкер-метановоз Methane Pioneer, доставивший из США в Великобританию первую товарную партию СПГ.



По состоянию на 2017 г. мировой рынок СПГ характеризовался следующими показателями:



Источник: GIIGNL

Наибольший экономический эффект от использования сжиженного природного газа можно получить на тяжелом транспорте: морские и речные суда, железнодорожные локомотивы, магистральные тягачи, карьерные самосвалы, самолеты.

Центр транспортных стратегий со ссылкой на Lloyd's Marine Intelligence сообщает, что 75% мировой торговли осуществляется морским путем. Мировой торговый флот насчитывает более 50 тысяч кораблей общей грузоподъемностью около 1,4 млрд тонн. И все они наносят ущерб окружающей среде: сброс балластной воды, твердых и жидких бытовых отходов, выбросы парниковых газов, шум, проливы нефтепродуктов, шум – главные факторы негативного воздействия. В свое время Международная морская организация подсчитала, что, если не принять срочные меры, то доля морского транспорта в глобальных техногенных выбросов CO_2 могла бы вырасти с 2,7% в 2007 году до 8,1% в 2050 году.

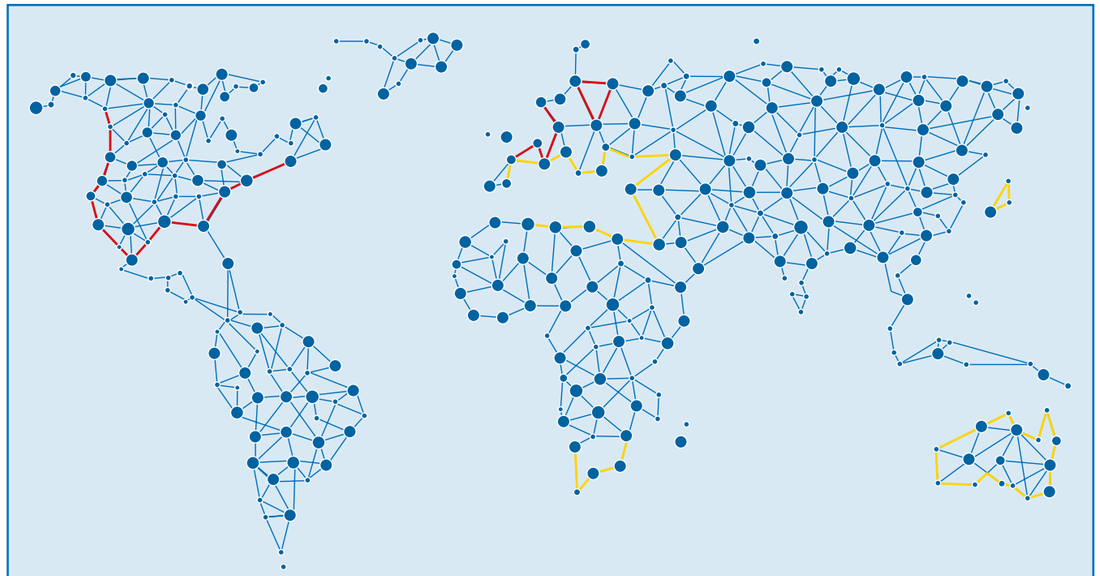
Природный газ позволяет не только соблюдать установленные требования, но и снижать



затраты на топливо, что является экономической основой окупаемости дополнительных затрат на приспособление судна к работе на этом виде топлива.

Перспективный рынок СПГ для бункеровки морских судов в Европе к 2030 году оценивается примерно в 8 – 10 миллиардов $м^3$ в год.

В целях сокращения выбросов была разработана концепция зон с контролируемыми (управляемыми) выбросами (Emission Control Areas - ECA). В рамках Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов – МАРПОЛ (Marine Pollution - MARPOL) формируются следующие экологические зоны:



СУЩЕСТВУЮЩИЕ ЗОНЫ

- Северо-американская зона (тихоокеанское и атлантическое побережье), с 2012 года; ограничивает выбросы SOx, NOx и частиц (PM);
- Побережье США в Мексиканском заливе и Карибский бассейн с 2014 года; ограничивает SOx, NOx и частиц (PM);
- Балтийское и Северное моря, с 1.01.2015; ограничивает только SOx;

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЗОНЫ

- Средиземное и Черное моря; ограничивает выбросы SOx, NOx и частиц (PM);
- Южно-африканская зона;
- Азиатско-тихоокеанская зона;
- Австралийская зона.

Зоны контроля за выбросами (Emission Control Areas) в рамках Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ)

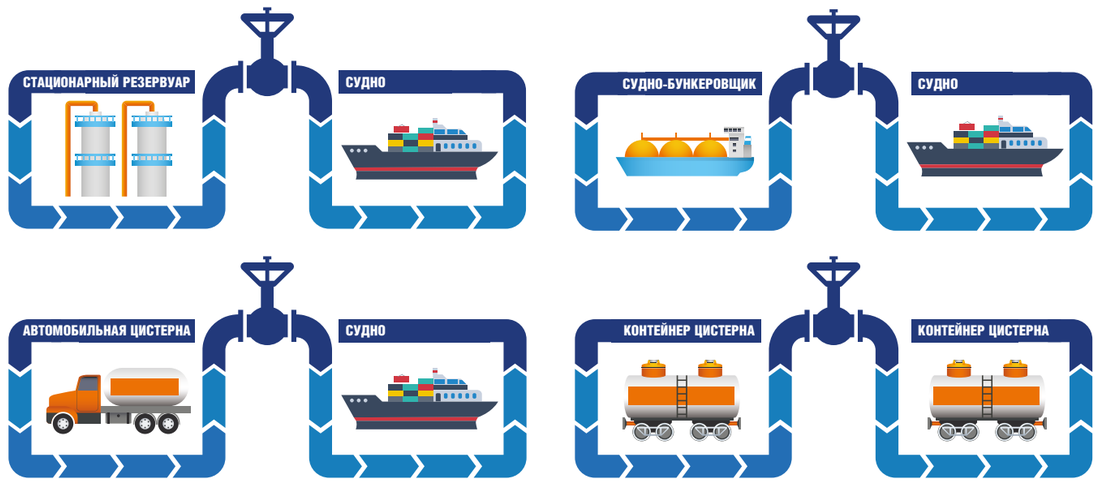

AIDA Nova LNG vessel

Несколько лет назад началось строительство морских судов, использующих в качестве главного топлива СПГ. Финский морской паром Viking Grace является ярким представителем судов нового класса на СПГ. В первый рейс по маршруту Турку - Стокгольм корабль вышел в январе 2013 года. Он берет на борт 3000 пассажиров. Экипаж судна – 200 человек. Корабль оснащен четырьмя газодизельными силовыми установками Wartsila На бункеровку шестидесяти тонн СПГ уходит меньше часа.

Сжиженный природный газ начали применять на судах внутренних водоемов. Успешно эксплуатируют баржу Greenstream в Нидерландах и Германии (проект компании Shell). Крупный проект предложен компанией China Natural Gas, Inc для реки Янцзы, Китай.

Схемы бункеровки кораблей сжиженным природным газом не отличаются от заправки традиционными видами топлива:

Схема бункеровки судов СПГ не отличается от заправки другими видами топлива:

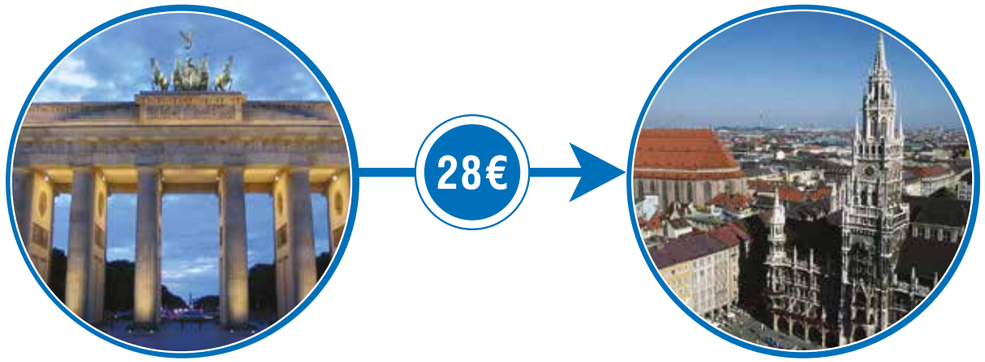



AIDA Nova LNG vessel

09

ЦЕНЫ НА ПРИРОДНЫЙ ГАЗ





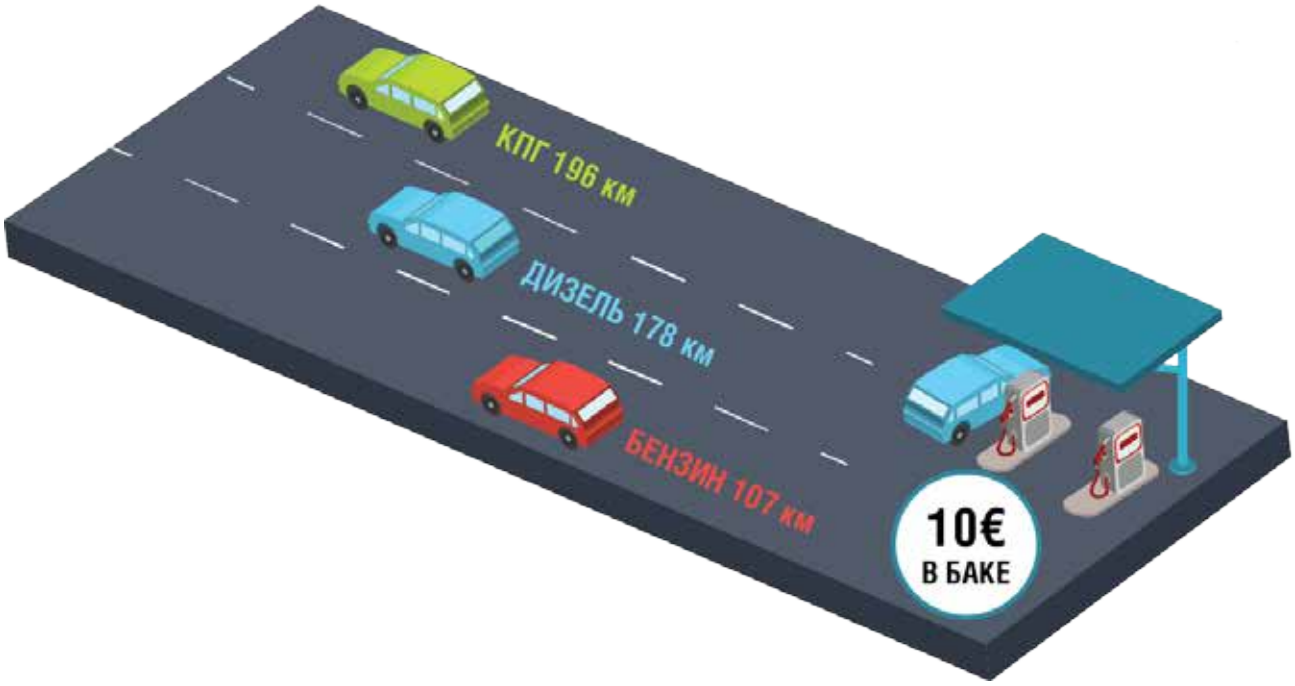
Естественными конкурентами природного газа являются в первую очередь бензин и дизельное топливо. Экономической основой газификации транспорта является разница цен на нефтяное и газовое топливо. Чем больше эта разница, тем более привлекательным становится природный газ, тем сильнее его конкурентное преимущество.

За последние 10 лет средние розничные цены на бензин с октановым числом 95 (RON95) колебались в диапазоне US$ 1,20 - US$ 2,06 за литр, на дизельное топливо - в диапазоне US$ 0,99 - US$ 1,91 за литр.

КПГ на европейских АГНКС стоил на US$ 0,48 - US$ 0,96 дешевле бензина марки 95 и на US$ 0,36 - US$ 0,84 дешевле дизельного топлива. Цена КПГ составляла 39% - 53% от цены бензина и 32% - 48% от цены дизельного топлива.



Как далеко можно уехать на 10 евро?



В 2017 году средняя годовая цена КПГ в Европе была на 47% дешевле бензина марки 95 и на 43% дешевле дизельного топлива.

На фоне значительного падения цен на нефть в 2014 году появились заявления о якобы имеющемся снижении интереса к природному газу. Динамика цен на моторное топливо в начале XXI века по-прежнему характеризуется сменой периодов подъема и спада. При этом результирующая тенденция имеет восходящий характер. Другими словами, цены на топливо в целом продолжают расти, несмотря на непродолжительные периоды снижения.

По мнению некоторых американских экспертов, природный газ может быть привлекательным при цене барреля нефти не менее US$ 60; ниже этого уровня владельцам автотранспорта природный газ якобы не интересен.

Тем не менее, история развития газомоторного рынка на протяжении последних двух десятилетий свидетельствует об устойчивом росте парка газовых машин и спроса на КПГ и СПГ, что объясняется достаточно просто: стремлением сократить затраты на топливо.

По данным германской газомоторной ассоциации Erdgas Mobil, потратив на топливо 10 Евро, водитель автомобиля Opel Zafira Tourer проедет на КПГ в два раза большее расстояние, чем на бензине.

Меньшая по сравнению с нефтяным топливом цена природного газа объясняется тем, что технологическая цепочка от скважины до заправочного пистолета намного короче. Кроме того, страны-импортеры платят за газ в среднем половину того, что они платят за бензин и дизельное топливо.