

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА И ЗАПРАВочНЫЕ СТАНЦИИ

Е. М. Чикишев,
кандидат технических наук, доцент

Термины и определения. Газовые моторные топлива

Автомобильная газозаправочная станция (АГЗС) осуществляет заправку автомобилей и других транспортных средств, двигатели которых конвертированы или изначально рассчитаны на работу на сжиженном нефтяном газе и имеют соответствующую систему.

Автомобильная газонаполнительная компрессорная станция (АГНКС) - АЗС, технологическая система которой предназначена только для заправки баллонов топливной системы транспортных средств, а также сосудов аккумулятора газа ПАГЗ КПП.

Автомобильная газозаправочная станция (АГЗС) - АЗС, технологическая система которой предназначена только для заправки баллонов топливной системы транспортных средств СУГ.

Многотопливная автозаправочная станция - АЗС, на территории которой предусмотрена заправка транспортных средств двумя и более видами топлива, среди которых допускается жидкое моторное топливо (бензин и дизельное топливо), СУГ (сжиженный пропан-бутан) и КПП (в том числе регазифицированный).

Передвижная автомобильная газозаправочная станция - АГЗС, технологическая система которой характеризуется наличием совмещенного блока транспортировки и хранения СУГ, выполненного как единое заводское изделие.

Криогенная автозаправочная станция (КриоАЗС) - АЗС, технологическая система которой предназначена только для заправки баллонов топливной системы транспортных средств КПП, получаемым на территории станции путем регазификации СПГ.

Передвижная КриоАЗС - КриоАЗС, технологическая система которой характеризуется наличием совмещенного блока транспортировки, хранения и регазификации СПГ, выполненного как единое заводское изделие.

Газобаллонное оборудование (газовое оборудование) автомобиля — дополнительное оборудование, позволяющее хранить и подавать в двигатель внутреннего сгорания газообразное топливо.

Автомобильная газозаправочная станция с одностенными резервуарами - автомобильная газозаправочная станция, технологическая система которой не обеспечивает возможность безопасного перекрытия любой вероятной утечки СУГ или его паров из резервуаров и трубопроводов в окружающую среду, предотвращающего выход за территорию АЗС газопаровоздушных смесей с концентрацией указанных паров более 20% от нижнего концентрационного предела распространения пламени.

Граница АЗС - отображаемая на ситуационном плане земельного участка линия, разделяющая территорию АЗС, на которой должны выполняться требования противопожарного режима эксплуатации этой АЗС, и прилегающую к ней территорию.

Двухоболочечный резервуар СПГ - полуизотермический резервуар (сосуд) для хранения СПГ, оснащенный термоизоляционным кожухом, предназначенным для обеспечения вакуумной изоляции и обеспечивающим при разгерметизации рабочего (внутреннего) сосуда удержание в межстенном пространстве жидкой фазы СПГ и контролируемый сброс паров СПГ в атмосферу из указанного пространства только через сбросную трубу (трубы) технологической системы АЗС.

Площадка заправки ПАГЗ - технологическая площадка, предназначенная для установки ПАГЗ при заправке сосудов аккумулятора ПАГЗ (МЭГК) природным газом.

Сбросная труба - устройство, предназначенное для пожаробезопасного сброса природного газа, паров СПГ или паров СУГ в атмосферу без сжигания.

Нормативная документация

Основные физико-химические свойства и требования к автомобильным топливам – сжиженному углеводородному (нефтяному) (СУГ, СНГ) и компримированному природному (КПГ) газам отражены в следующих нормативных документах:

1. ГОСТ 27577-2000 Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия.
2. ГОСТ Р 57433-2017 Использование природного газа в качестве моторного топлива. Термины и определения.
3. ГОСТ 30319.3-2015 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Вычисление физических свойств, на основе данных о компонентном составе.
4. ГОСТ Р 52087-2018 Газы углеводородные сжиженные топливные. Технические условия.
5. ГОСТ 33986-2016 Автомобильные транспортные средства. Баллоны высокого давления для компримированного природного газа, используемого в качестве моторного топлива. Технические требования и методы испытаний.
6. ГОСТ 11439-2010 Газовые баллоны. Баллоны высокого давления для хранения на транспортном средстве природного газа как топлива. Технические условия.
7. СП 156.13130.2014. Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности.

Мировая добыча природного газа

Список стран мира по добыче природного газа ОПЕК основан на оценках, опубликованных в ежегодном Статистическом бюллетене (Annual Statistical Bulletin 2017).

Список стран мира по добыче природного газа «ВР» основан на оценках, опубликованных в ежегодном Статистическом обзоре мировой энергетики 2017 (Statistical Review of World Energy 2017). Добыча природного газа за 2016 год приведена в миллиардах кубических метров, в % от мировой добычи, в миллионах тонн нефтяного эквивалента и в % от мировой добычи.

Список стран по добыче природного газа в 2016 году по данным ОПЕК

| № | Страна | млрд м ³ /год |
|----|---|--------------------------|
| 1 |  США | 666,228 |
| 2 |  Россия | 642,242 |
| 3 |  Иран | 226,905 |
| 4 |  Катар | 182,830 |
| 5 |  Канада | 174,051 |
| 6 |  Китай | 136,628 |
| 7 |  Норвегия | 120,193 |
| 8 |  Саудовская Аравия | 110,860 |
| 9 |  Алжир | 93,152 |
| 10 |  Туркмения | 81,765 |
| 11 |  Индонезия | 74,026 |
| 12 |  Нидерланды | 50,543 |
| 13 |  Малайзия | 64,428 |
| 14 |  ОАЭ | 61,084 |
| 15 |  Узбекистан | 57,700 |
| 16 |  Австралия | 56,293 |
| 17 |  Тринидад и Тобаго | 43,374 |
| 18 |  Великобритания | 43,022 |
| 19 |  Нигерия | 42,562 |
| 21 |  Египет | 42,102 |
| 22 |  Мексика | 41,227 |
| 23 |  Таиланд | 38,929 |
| 24 |  Аргентина | 36,546 |
| 25 |  Оман | 32,779 |

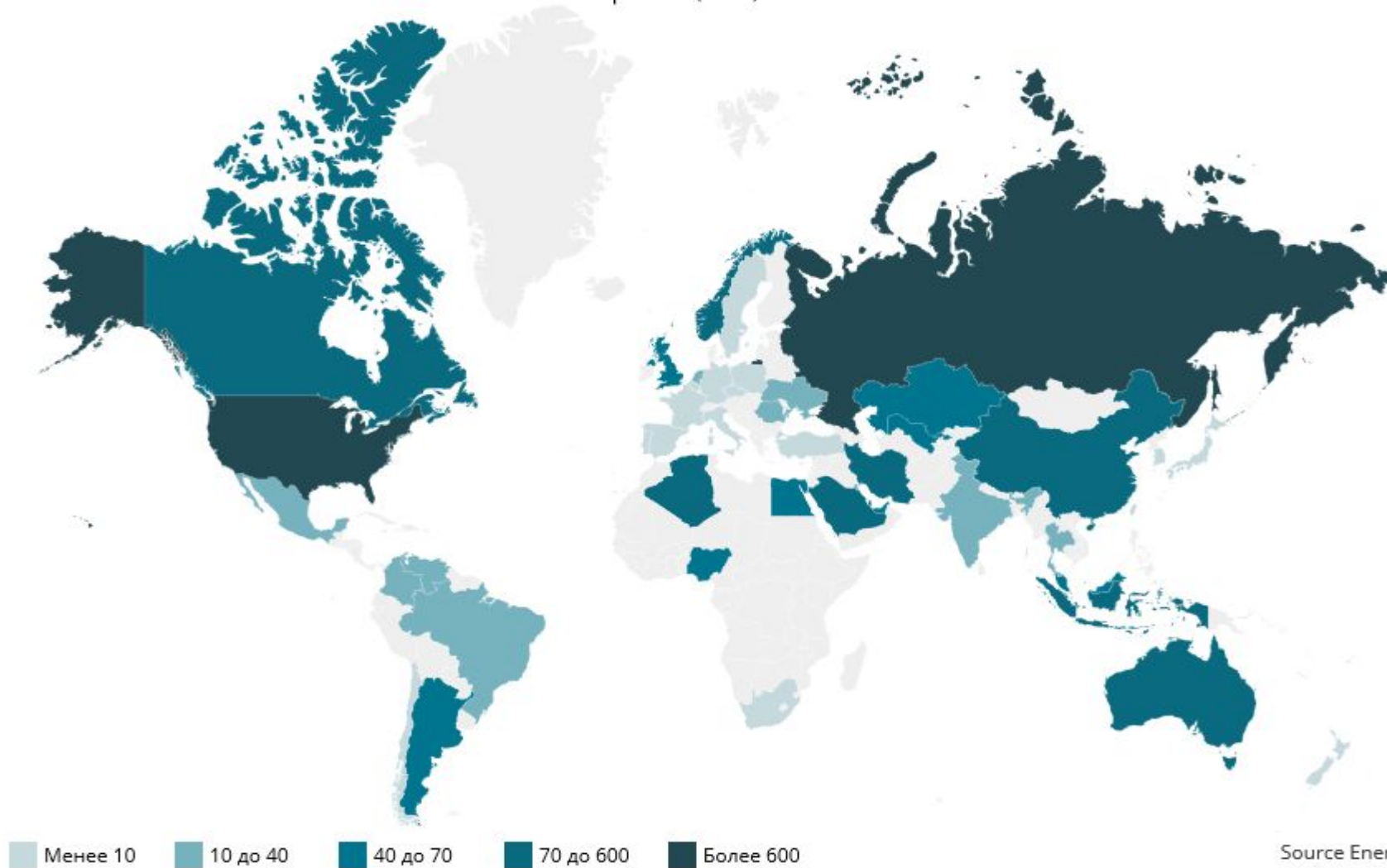
Список стран по добыче природного газа в 2016 году по данным «ВР»

| № | Страна | млрд м ³ /год | в % | млн * тонн/год | в % |
|----|---|--------------------------|------|----------------|------|
| 1 |  США | 749,2 | 21,1 | 690,8 | 21,5 |
| 2 |  Россия | 579,4 | 16,3 | 521,5 | 16,2 |
| 3 |  Иран | 202,4 | 5,7 | 182,2 | 5,7 |
| 4 |  Катар | 181,2 | 5,1 | 163,1 | 5,1 |
| 5 |  Канада | 152,0 | 4,3 | 136,8 | 4,3 |
| 6 |  Китай | 138,4 | 3,9 | 124,6 | 3,9 |
| 7 |  Норвегия | 116,6 | 3,3 | 105,0 | 3,3 |
| 8 |  Саудовская Аравия | 109,4 | 3,1 | 98,4 | 3,1 |
| 9 |  Алжир | 91,3 | 2,6 | 82,2 | 2,6 |
| 10 |  Австралия | 91,2 | 2,6 | 82,0 | 2,6 |
| 11 |  Малайзия | 73,8 | 2,1 | 66,5 | 2,1 |
| 12 |  Индонезия | 69,7 | 2,0 | 62,7 | 2,0 |
| 13 |  Туркмения | 66,8 | 1,9 | 60,1 | 1,9 |
| 14 |  Узбекистан | 62,8 | 1,8 | 56,5 | 1,8 |
| 15 |  ОАЭ | 61,9 | 1,7 | 55,7 | 1,7 |
| 16 |  Мексика | 47,2 | 1,3 | 42,5 | 1,3 |
| 17 |  Нигерия | 44,9 | 1,3 | 40,4 | 1,3 |
| 18 |  Египет | 41,8 | 1,2 | 37,6 | 1,2 |
| 19 |  Пакистан | 41,5 | 1,2 | 37,4 | 1,2 |
| 20 |  Великобритания | 41,0 | 1,2 | 36,9 | 1,1 |
| 21 |  Нидерланды | 40,2 | 1,1 | 36,1 | 1,1 |
| 22 |  Таиланд | 38,6 | 1,1 | 34,7 | 1,1 |
| 23 |  Аргентина | 38,3 | 1,1 | 34,4 | 1,1 |
| 24 |  Оман | 35,4 | 1,0 | 31,9 | 1,0 |

Добыча природного газа

Согласно статистическому ежегоднику мировой энергетики за 2018 год. В миллиардах кубических метр на квадратный дюйм

Разбивка по странам (всм) Россия - 2018



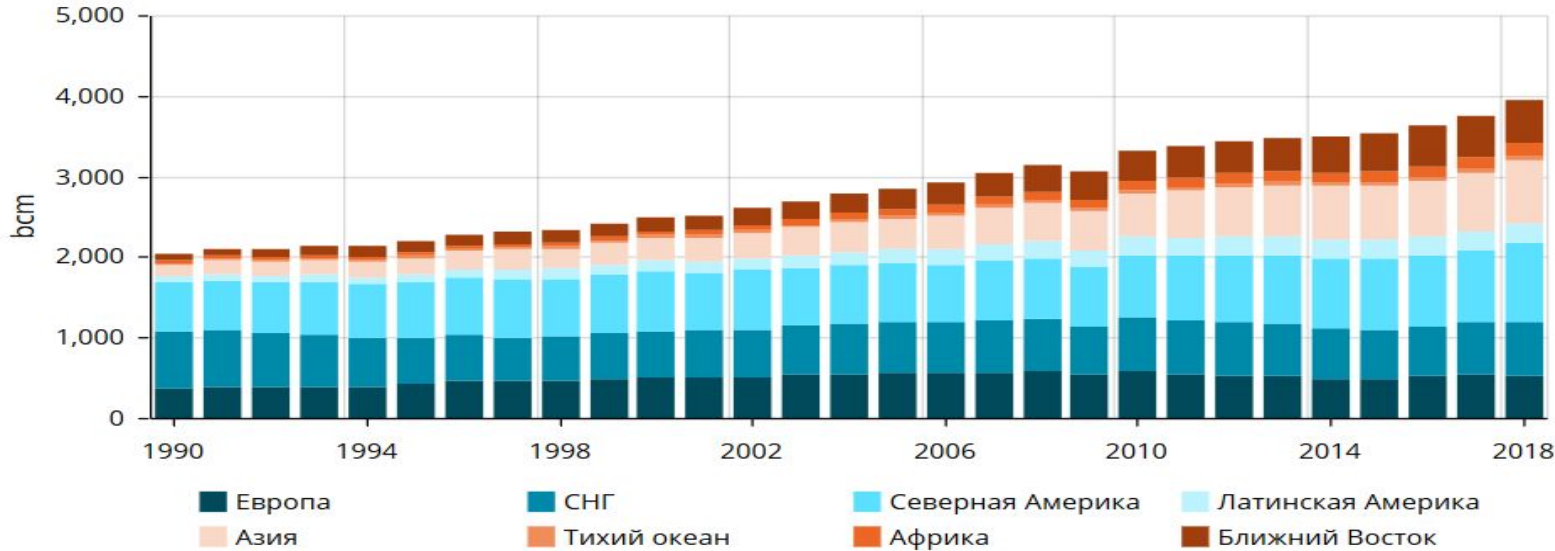
| | |
|-------------------|-----|
| Соединенные Штаты | 864 |
| Россия | 741 |
| Иран | 232 |
| Канада | 188 |
| Катар | 168 |
| Китай | 160 |
| Норвегия | 127 |
| Австралия | 125 |
| Саудовская Аравия | 98 |
| Алжир | 96 |
| Туркменистан | 85 |
| Индонезия | 75 |

Source Enerdata

Мировое потребление энергии

Доля в совокупном потреблении энергии (2018)

Тенденция за период 1990 - 2018



Мировое потребление газа в 2018 году ускорилось из-за усилий США и Китая, на долю которых пришлось 2/3 дополнительного потребления. В 2018 году спрос на газ в США вырос на 10%, что стало самым высоким показателем роста за последние 30 лет, стимулируемым электроэнергетикой (+15 ГВт новых газовых электростанций) и строительством.

Потребление газа также ускорилось в Китае (+18%) в соответствии с политикой замещения угля на газ в электроэнергетике и теплоснабжении. Рост наблюдался также в Индии и Южной Корее благодаря устойчивому экономическому росту. Однако потребление в Японии снизилось, поскольку перезапуск ядерных реакторов сократил потребность в производстве электроэнергии на газовом топливе.

Потребление газа также продолжало устойчиво расти в России (хотя и более медленными темпами, чем в 2017 году) и ускорилось в Канаде, Иране и Алжире.

Несмотря на экономический рост, потребление газа в Европе, особенно в Турции, Франции, Германии и Италии, сократилось из-за повышения температуры, повышения доступности атомной и гидроэнергетики, а также роста производства возобновляемой энергии.

Природный газ

Согласно ГОСТ 27577-2000 по физико-химическим показателям природный газ должен соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице.

| Наименование показателя | Значение |
|--|-----------|
| Объемная теплота сгорания низшая, кДж/м ³ , не менее | 31800 |
| Относительная плотность к воздуху | 0,55-0,70 |
| Расчетное октановое число газа (по моторному методу), не менее | 105 |
| Концентрация сероводорода, г/м ³ , не более | 0,02 |
| Концентрация меркаптановой серы, г/м ³ , не более | 0,036 |
| Масса механических примесей в 1 м ³ , мг, не более | 1,0 |
| Суммарная объемная доля негорючих компонентов, %, не более | 7,0 |
| Объемная доля кислорода, %, не более | 1,0 |
| Концентрация паров воды, мг/м ³ , не более | 9,0 |
| Значения показателей установлены при температуре 293 К (20 °С) и давлении 0,1013 МПа | |

Чистый природный газ не имеет цвета и запаха. Для облегчения возможности определения его утечки в него в небольшом количестве добавляют одоранты - вещества, имеющие резкий неприятный запах. Чаще всего в качестве одоранта применяется тиолы (меркаптаны), например, этилмеркаптан (16 г на 1000 м³ природного газа).

Природный газ, состоящий в основе своей из метана CH₄ (от 82% до 98% с небольшой примесью этана C₂H₆ (до 6%), пропана C₃H₈ (до 1,5%) и бутана C₄H₁₀ (до 1,0%), в силу своих физико-химических свойств удовлетворяет большинству требований, предъявляемых к топливу для автомобилей:

- обладает хорошей смешиваемостью с воздухом для образования однородной горючей смеси;
- имеет высокую калорийность горючей смеси и высокое октановое число (ОЧМ > 102-105 ед.), что не допускает детонационного сгорания в цилиндрах двигателя и позволяет использовать высокие степени сжатия;
- обеспечивает минимальное количество веществ, вызывающих коррозию поверхностей двигателей, окисление и разжижение моторного масла в картере двигателя;
- обеспечивает минимальное образование токсичных и канцерогенных веществ в продуктах сгорания;
- обладает способностью сохранять стабильность компонентного состава, физико-химические и моторные свойства;
- имеет минимальное содержание смолистых веществ и механических примесей, способствующих нагарообразованию и загрязнению систем питания и зажигания двигателя.

Технологический процесс АГНКС

- В отличие от авто- и газозаправочных станций, где моторное топливо только реализуется, АГНКС являются объектами, на которых природный газ, поступающий по газопроводу, подвергается комплексной обработке.
- **Технологический процесс АГНКС включает следующие основные мероприятия:**
 - - очистку в сепараторе и фильтрах сырьевого газа от капельной жидкости и механических примесей;
 - - коммерческий замер газа;
 - - компримирование до 25 МПа с охлаждением после каждой ступени сжатия компрессорных установок;
 - - осушку газа от влаги в блоке осушки;
 - - хранение в аккумуляторах при 25 Мпа и распределение через газозаправочные колонки при давлении до 20 МПа.

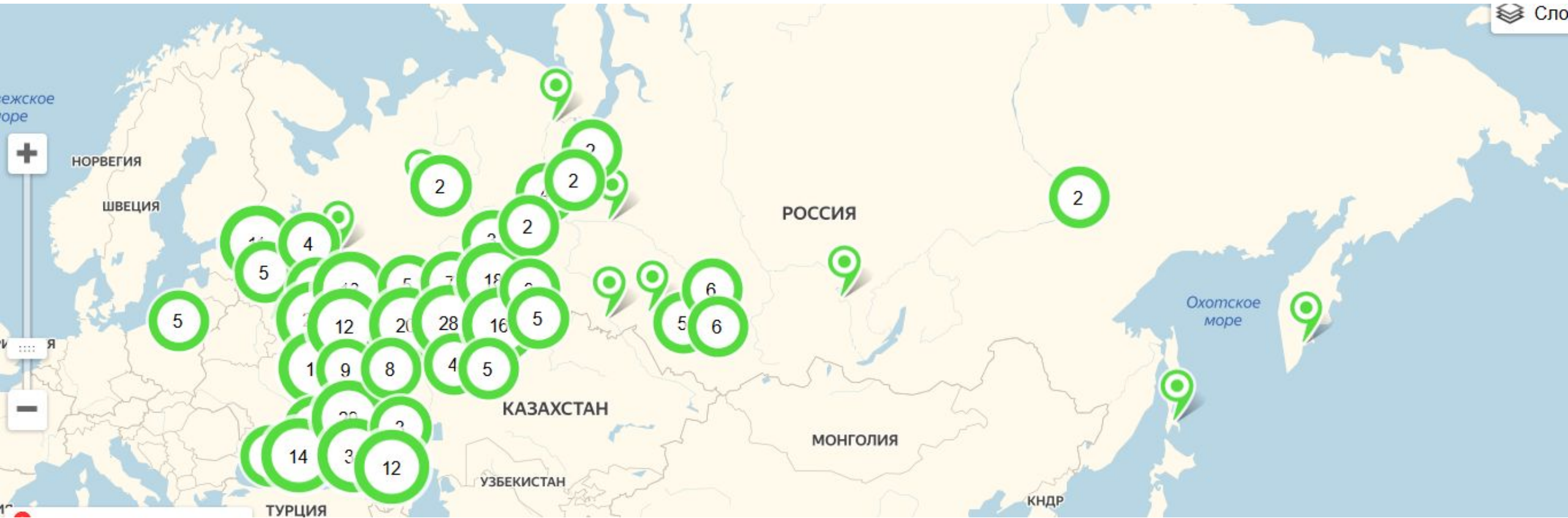
Метод определения природного газа в баллоне

Метод измерения количества отпускаемого газа и применяемые измерительные средства должны обеспечивать измерение с относительной погрешностью не более 5 % для табличного способа расчета с потребителем и не более 1,5 % для счетчиков по учету отпускаемого природного газа на АГНКС.

Определение количества КПГ (м³) в одном баллоне объемом 50 л

| Давление газа в баллоне, кгс/см ² | Температура окружающего воздуха, °С | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | -30 | -20 | -10 | 0 | +10 | +20 | +30 | +40 |
| 10 | 0.55 | 0.55 | 0.54 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.52 | 0.52 |
| 20 | 1.15 | 1.12 | 1.10 | 1.10 | 1.09 | 1.07 | 1.06 | 1.04 |
| 30 | 1.79 | 1.70 | 1.70 | 1.69 | 1.65 | 1.63 | 1.61 | 1.57 |
| 40 | 2.41 | 2.33 | 2.30 | 2.27 | 2.22 | 2.17 | 2.15 | 2.13 |
| 50 | 3.21 | 3.05 | 2.98 | 2.94 | 2.84 | 2.81 | 2.75 | 2.72 |
| 60 | 4.05 | 3.75 | 3.66 | 3.57 | 3.53 | 3.45 | 3.41 | 3.27 |
| 70 | 5.00 | 4.61 | 4.43 | 4.32 | 4.17 | 4.07 | 4.02 | 3.89 |
| 80 | 6.45 | 5.71 | 5.33 | 5.20 | 4.88 | 4.76 | 4.65 | 4.55 |
| 90 | 7.63 | 6.72 | 6.25 | 5.92 | 5.63 | 5.49 | 5.29 | 5.17 |
| 100 | 8.77 | 7.69 | 7.24 | 6.76 | 6.49 | 6.25 | 5.95 | 5.81 |
| 110 | 9.82 | 8.59 | 7.97 | 7.53 | 7.24 | 6.96 | 6.63 | 6.47 |
| 120 | 10.91 | 9.38 | 8.95 | 8.45 | 8.00 | 7.79 | 7.32 | 7.14 |
| 130 | 12.04 | 10.16 | 9.85 | 9.29 | 8.78 | 8.33 | 8.02 | 7.83 |
| 140 | 12.50 | 11.11 | 10.77 | 10.14 | 9.59 | 9.09 | 8.75 | 8.54 |
| 150 | 13.16 | 11.90 | 11.36 | 10.87 | 10.27 | 9.74 | 9.38 | 9.15 |
| 160 | 13.79 | 12.50 | 12.12 | 11.43 | 11.11 | 10.39 | 10.13 | 9.76 |
| 170 | 13.93 | 13.28 | 12.69 | 11.81 | 11.49 | 10.90 | 10.63 | 10.37 |
| 180 | 14.29 | 13.64 | 13.24 | 12.50 | 12.00 | 11.54 | 11.25 | 10.98 |
| 190 | 14.62 | 14.18 | 13.57 | 12.84 | 12.50 | 12.03 | 11.59 | 11.18 |
| 200 | 14.93 | 14.29 | 13.81 | 12.99 | 12.66 | 12.50 | 12.19 | 11.63 |

Сеть АГНКС России



На начало 2018 г. в России работает свыше 250 АГНКС. А на сентябрь 2019 г. уже более 380. Основу сети составляют станции большой производительности на 500 и 250 условных заправок в сутки (55 nm^3).

Мировое потребление природного газа автомобильным транспортом

Worldwide NGV Statistics

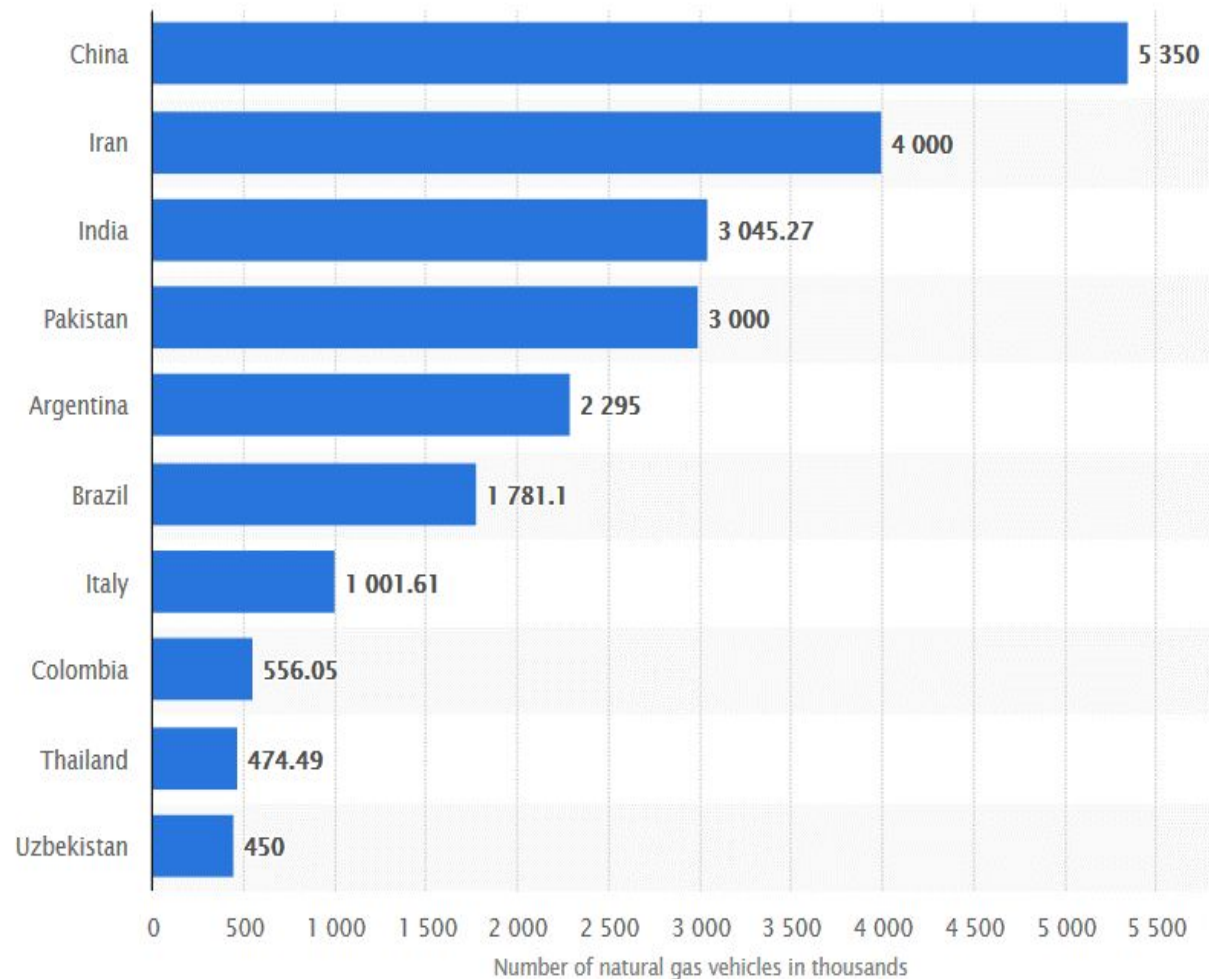
Data updated 31 July, 2019

Natural Gas Vehicles: 27,765,376

Natural Gas Fueling Stations: 32,577

Regional Growth

| | NGVs | Stations |
|---------------|------------|----------|
| ASIA-PACIFIC | 19,841,688 | 19,606 |
| EUROPE | 2,013,693 | 5,116 |
| NORTH AMERICA | 224,500 | 1,856 |
| LATIN AMERICA | 5,417,146 | 5,789 |
| AFRICA | 268,349 | 210 |



АГНКС

Сеть АГНКС включает следующие разновидности конструкции:

- стационарные АГНКС-500 (цифра означает количество условных заправок грузовых автомобилей в сутки). АГНКС-500 созданы на входное давление 0,4-0,6 и 0,6-1,2 МПа. Стационарные АГНКС оборудуются относительно мощными компрессорными установками (500—1000 м³/ч), обеспечивающими заправку любого автомобиля не более чем за 10 мин.;

- блочно-контейнерные АГНКС-250;

- модульные блочно-контейнерные АГНКС-125;

- гаражные АГНКС-75. Гаражные АГНКС предназначены для медленной (в течение нескольких часов) заправки группы автомобилей. Они оборудуются компактными компрессорами с меньшей подачей газа. Гаражные АГНКС предусматривается размещать в небольших автотранспортных предприятиях (на 50-100 авто) и эксплуатировать преимущественно в ночное время (в течение 8-10 ч). Они должны быть укомплектованы двумя компрессорами с подачей соответственно 250 и 500 м³ газа. Их суточная подача составит 5000 и 10 000 м³. В случае необходимости время работы АГНКС может быть увеличено максимум вдвое. Соответственно, возрастет и число заправляемых автомобилей;

- индивидуальные заправочные установки и др.

Стационарная АГНКС



АГНКС

АГНКС блочно-модульного типа состоит из нескольких блоков оборудования:

1. Блок входных кранов с узлом учета газа (БВК)

2. Компрессор. Служит для компримирования природного газа

3. Блок осушки газа. Служит для осушки природного газа.

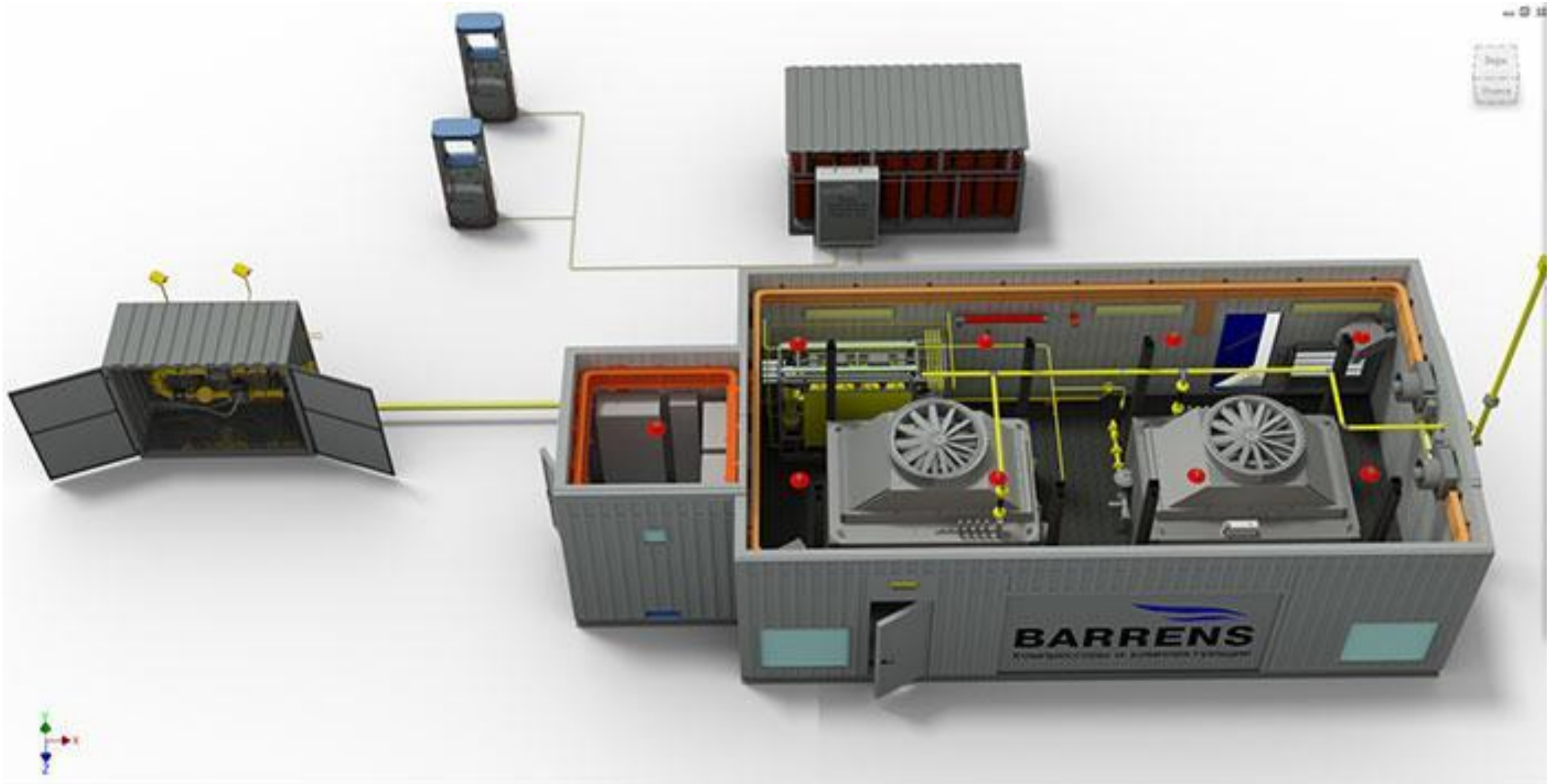
4. Блок аккумуляторов газа. Готовое изделие, размещённое в контейнере. Служит для сглаживания неравномерности потребления газа при заправке автомобилей и создания запаса природного газа, сжатого до 25 МПа.

5. Газозаправочные колонки (трехлинейные двухпостовые). Служит для отпуска топлива автотранспорту.

6. Панель приоритетов. Служит для распределения потока газа.



Блочно-контейнерная АГНКС



АГНКС гаражного типа



ПАГЗ



ПАГЗ



Классификация ПАГЗ

- **Пассивные ПАГЗ** – газовые заправщики без компрессорного оборудования. Используются для перевозки сжатого газомоторного топлива от АГНКС до объектов, не имеющих собственных источников газа. Заправка газомоторного транспорта с помощью таких комплексов происходит путем естественной (пассивной) перекачки за счёт разницы давлений между ПАГЗ и газовой ёмкостью транспортного средства. для повышения эффективности разгрузки ПАГЗ рекомендуется использовать специальное оборудование - модуль разгрузки ПАГЗ.
- **Активные ПАГЗ** – имеют на борту дожимной компрессор, позволяющий заправлять автотранспорт газомоторным топливом. Активные ПАГЗ, выполняя роль стационарной газовой заправочной станции, могут подключаться к источнику газа. По сути активная ПАГЗ – это автомобильная газонаполнительная компрессорная станция на шасси. Также активный ПАГЗ может загружать и разгружать пассивные ПАГЗы.

Классификация газового оборудования КПП

Двигатели внутреннего сгорания газобаллонных автомобилей по способу использования КПП в качестве моторного топлива в двигателях можно разделить на следующие:

- а) двухтопливные** - с универсальной системой питания и искровой системой зажигания, включающей две равноценные системы питания на газе и жидком нефтяном топливе (бензине) или спирте;
- б) газожидкостные** - с системой питания, у которой часть жидкого моторного (дизельного) топлива при работе двигателя на КПП используется в качестве запальной дозы для воспламенения газозвушной смеси в двигателе (газодизели);
- в) газовые** - двигатели конвертируемые только для работы на природном газе с воспламенением газозвушной смеси в цилиндрах от электрической искры или свечи накаливания.

Газовую аппаратуру для автотранспортных средств по системам управления подачей газа в двигатель, по способу смесеобразования и по применяемым исполнительным механизмам можно разделить на несколько типов:

- а) эжекторные - системы в которых газ и воздух смешиваются во впускном коллекторе ДВС и управление подачей газа осуществляется с помощью рычажно-мембранных механизмов;
- б) инжекторные - системы в которых газ впрыскивается при помощи специальных форсунок во впускной коллектор (центральный впрыск) или непосредственно в каждый цилиндр ДВС (распределительный впрыск);
- в) комбинированные - системы в которых для подачи газа в ДВС используется инжекторный регулятор количества подаваемого газа (дозатор) и стандартный внешний смеситель с подачей газозвушной смеси во впускной коллектор двигателя.

Перечисленное оборудование устанавливается на ГБА имеющие двигатели с воспламенением рабочей смеси от электрической искры (газовые искровые двигатели) или от сжатия при использовании дозы дизельного топлива (газодизельные двигатели).

Для большегрузных автомобилей и автобусов широко используются двухтопливные (газодизельные) системы питания, обеспечивающие работу дизеля как на смеси дизельного топлива и природного газа, и непосредственно только на газовом топливе.

Поколения ГБО для КПП

Первое поколение газобаллонного оборудования автомобиля (ГБО)

Принцип работы первого поколения основан на регулировании давления газа, поступающего из редуктора-испарителя и последующей дозировке количества подаваемого газа механически. Эти системы устанавливали на два типа автомобилей: карбюраторные, инжекторные (моновпрысковые). В первом поколении ГБО используются как вакуумные, так и электронные газовые редукторы (без лямбда-зонда). Это — традиционные устройства со смесителем газа.

В комплект газобаллонного оборудования первого поколения входили как вакуумные, так и электрические редукторы с электронным управлением.

Второе поколение ГБО

Системы второго поколения имеют в своем составе электрический редуктор и электронное дозирующее устройство, которое опирается на сигналы датчика содержания кислорода (лямбда-зонд) в выпускном коллекторе двигателя, датчика положения дроссельной заслонки (TPS — Throttle Position Sensor) и датчика частоты вращения коленвала. Газовый электронный блок управления (лямбда-контроллер) получает сигналы от указанных выше датчиков и поддерживает необходимый (стехиометрический) состав газо-воздушной смеси как на установившихся, так и на переходных режимах работы двигателя.

Третье поколение ГБО

В системах газобаллонного оборудования третьего поколения электронный блок вместе с дозатором распределителем обеспечивает распределённый синхронный впрыск газа во впускной коллектор с помощью механических форсунок. Электронный блок опирается на сигналы датчика положения дроссельной заслонки (TPS), датчика содержания кислорода в выпускном коллекторе двигателя (лямбда-зонд), датчик частоты вращения коленвала, датчика абсолютного давления (MAP) и регулирует режим подачи газа.

Индивидуальная подача газа в каждый конкретный цилиндр осуществляется дозирующим устройством — газовым инжектором. Механические форсунки открываются за счет избыточного давления в магистрали подачи газа. Электронный блок ГБО третьего поколения создает собственные топливные карты и из-за особенностей конструкции шагового дозатора недостаточно оперативно корректирует состав газовой смеси.

Четвёртое поколение ГБО

Данная система, с помощью электромагнитных форсунок, обеспечивает распределённый последовательный или параллельный впрыска газа. Принцип действия этой системы отличается от предыдущих поколений более точной дозировкой топлива, т.к. подача топлива осуществляется рядом с бензиновой форсункой.

Работа электромагнитных газовых форсунок корректируется при помощи газового блока управления (аналог штатного автомобильного электронного блока управления мотором). Газовый блок управления считывает сигналы (сгенерированные бензиновым ЭБУ) идущие на бензиновые форсунки и на их основе производит расчет сигналов для управления газовыми форсунками. В расчете порции газа используются данные с датчиков: температура газа, давление газа, температура редуктора, разрежение в коллекторе. Управление впрыском газа фактически осуществляется на основе сигналов штатного ЭБУ.

Поколения ГБО для КПП

Поколение ГБО Четыре +

Это оборудование разработано специально для двигателей с непосредственным впрыском топлива. В виду конструктивной особенности двигателя бензин на холостых оборотах подается маленькой порцией непосредственно к свече зажигания. Подавать газ на холостых оборотах нецелесообразно. Газовый блок отличается от четвертого поколения принципом работы. Теперь он управляет и бензиновыми и газовыми форсунками одновременно. Для защиты бензиновых форсунок подача топлива через них не прекращается, а ограничивается. В итоге, пропорция до 20% бензина и 80% газа.

Пятое поколение ГБО

Отличительной особенностью пятого поколения автомобильного газобаллонного оборудования является то, что газ подается в цилиндры двигателя в жидком состоянии. Для этого система дополнительно оснащается газовым насосом, который заставляет циркулировать жидкий газ из баллона через систему топливных магистралей в рампу газовых форсунок и таким образом создает необходимое постоянное давление перед форсунками. Через клапан обратного давления газ возвращается в баллон.

Газовые электромагнитные форсунки подают газ в жидком состоянии. В таких системах сложнее всего было преодолеть обмерзание газовых форсунок. Разработаны специальные форсунки для впрыскивания жидкой фазы газа во впускной коллектор. В результате отпала необходимость в установке редуктора-испарителя, и мотор теперь можно заводить в любую погоду сразу на газе.

Газовый блок управления использует бензиновые топливные карты, заложенные в штатный ЭБУ, и вносит лишь необходимые поправки для адаптации к газу.

Слабым местом этой системы является газовый насос. Конденсат и плохое качество газа сводят его ресурс на нет, а неоправданно высокая стоимость делают это оборудование экономически невыгодным.

Шестое поколение ГБО

Принципиально другой подход к двигателю с непосредственным впрыском топлива. Это решение выглядит более грамотным и законченным по сравнению с 4+. Для тех, кто ездит на двигателе MPI (обычный инжекторный двигатель), это оборудование не подойдет. Газовое топливо подается через **насос высокого давления** и бензиновые форсунки прямо в камеру сгорания. В обычных инжекторных моторах нет насоса высокого давления. Газ с помощью электрического насоса в баллоне подается в блок клапанов и уже из него — через насос высокого давления и бензиновые форсунки в двигатель. Часть оборудования, а именно: баллон и насос из пятого поколения. Новое — это блок клапанов. В блок приходит одновременно 2 топлива: и бензин, и газ, и с помощью системы клапанов подается необходимое топливо. Бензин может не использоваться.

ГОСТ 33986-2016 Автомобильные транспортные средства. Баллоны высокого давления для компримированного природного газа, используемого в качестве моторного топлива. Технические требования и методы испытаний

Настоящий стандарт устанавливает технические требования, предъявляемые к наполняемым баллонам, рассчитанным на рабочее давление не более 20,0 МПа, которые предназначены для использования только в составе систем питания транспортных средств в целях хранения на борту компримированного (сжатого) природного газа (далее - КПГ) под высоким давлением, используемого в качестве топлива, и методы их испытаний.

Баллоны, предназначенные для хранения КПГ, могут быть изготовлены из стали, алюминия или неметаллического материала и иметь конструкцию, которая соответствует установленным условиям эксплуатации. Действие настоящего стандарта распространяется на баллоны следующих типов:

- КПГ-1 - баллон металлический;
- КПГ-2 - баллон с металлическим лейнером, армированным внешней намоткой армирующим материалом, пропитанным связующим (намотка в виде обручей);
- КПГ-3 - баллон с металлическим лейнером, армированным жгутовой нитью, пропитанной связующим (сплошная намотка);
- КПГ-4 - баллон с лейнером из неметаллического материала, армированным жгутовой нитью, пропитанной связующим (полностью из композиционных материалов).



Терминология

автоматический клапан баллона: Автоматический клапан, регулирующий подачу КПП в топливную систему, который не имеет ручного управления.

автофреттаж: Метод создания предварительно напряженной конструкции баллона, используемый при изготовлении баллонов из композиционных материалов с металлическим лайнером, в результате которого материал лайнера баллона подвергается нагрузкам, превышающим его предел текучести, достаточным для того, чтобы вызывать остаточную пластическую деформацию, обуславливающую сжимающие напряжения в лайнере баллона и растягивающие напряжения в волокнах при нулевом внутреннем давлении.

армирующий материал: Непрерывные волокна, воспринимающие основную нагрузку в композиционном материале.

баллон: Сосуд, имеющий одну или две горловины для установки вентилей, фланцев или штуцеров, предназначенный для транспортирования, хранения и использования КПП.

внешняя намотка: Система внешнего армирования корпуса с помощью волокон и смолы.

герметичность баллона: Свойство баллона не пропускать КПП через стенки и соединения с запорной арматурой.

горловина баллона: Конструктивный элемент баллона с отверстием, имеющим резьбу для присоединения запорной арматуры.

Примечание - Горловину баллона допускается выполнять частично или целиком внутри баллона.

датчик/указатель давления: Герметическое устройство, которое указывает величину давления КПП.

давление автофреттажа: Давление внутри баллона с внешней намоткой, при котором устанавливается требуемое распределение напряжения между лайнером баллона и внешней намоткой.

пробное давление: Гидравлическое давление, при котором баллон испытывают на прочность.

рабочее давление: Максимальное давление, на которое рассчитан элемент оборудования и на основе которого определяется прочность рассматриваемого элемента оборудования.

Примечание - Применительно к баллону - это установившееся давление КПП на уровне 20 МПа при постоянной температуре 15°C и максимальном давлении наполнения, равном 26 МПа.

Терминология

днище: Неотъемная часть корпуса баллона, ограничивающая внутреннюю полость с торца.

клапан: Устройство, при помощи которого может регулироваться поток КПП.

композиционный материал (композит): Материал, состоящий из непрерывных волокон и полимерного связующего.

компримированный природный газ; КПП: Сжатый природный газ, хранимый на борту транспортного средства для использования в качестве топлива.

лейнер: Внутренняя герметизирующая оболочка баллона, которая может нести часть нагрузки.

намотка в виде обручей: Внешняя намотка, выполненная с использованием армирующей нити, намотанной в основном по окружности на цилиндрической части баллона, таким образом, что нить не подвергается значительной нагрузке в направлении, параллельном продольной оси баллона.

партия: Ограниченная группа последовательно изготовленных лейнеров баллонов, характеризующихся одними и теми же свойствами, предписанными конструкторскими материалами и процессом изготовления.

полная намотка: Наружная намотка, выполненная с помощью армирующей нити, намотанной на баллон по окружности и в осевом направлении.

предварительное напряжение: Напряжение, возникшее в ходе технологического процесса.

предохранительное устройство: Устройство для защиты баллона от разрыва, срабатывающее при избыточных температуре и/или давлении посредством сброса КПП в окружающую среду.

рабочие температуры: Максимальные показатели температурных диапазонов, при которых обеспечивается безопасное и надлежащее функционирование конкретного элемента специального оборудования и с учетом которых этот элемент был сконструирован и официально утвержден.

разрушение баллона: Потеря баллоном способности выдерживать внутреннее давление.

ручной вентиль: Устройство, входящее в состав баллона и приводимое в действие вручную.

связующий материал: Полимерный материал, обеспечивающий монолитность композита и передачу нагрузки между волокнами.

тип баллона: Баллоны, не имеющие между собой значительных различий в отношении конструкции, размерных характеристик и материалов.

КПГ-1 - баллон металлический



Баллон с металлическим лейнером, армированным внешней намоткой армирующим материалом, пропитанным связующим (намотка в виде обручей)



**Баллон с металлическим лайнером, армированным жгутовой нитью,
пропитанным связующим (сплошная намотка)**



Баллон с лайнером из неметаллического материала, армированным жгутовой нитью, пропитанным связующим (полностью из композиционных материалов)



Сжиженный нефтяной газ

В зависимости от содержания основного компонента и направления использования сжиженных газов устанавливают марки.

| Марка | Наименование |
|-------|-----------------------------------|
| ПТ | Пропан технический |
| ПА | Пропан автомобильный |
| ПБА | Пропан-бутан автомобильный |
| ПБТ | Пропан-бутан технический |
| БТ | Бутан технический |

Согласно ГОСТ Р 52087-2018 по физико-химическим и эксплуатационным показателям автомобильные СУГ должны соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице.

Физико-химические и эксплуатационные показатели сжиженных

| Наименование показателя | газов | |
|--|---|----------------------------|
| | Пропан автомобильный | Пропан-бутан автомобильный |
| Массовая доля компонентов, %: сумма метана, этана и этилена | Не нормируется. Определение обязательно | |
| сумма пропана и пропилена, не менее | Не нормируется. Определение обязательно | |
| в том числе пропана | 85 ± 10 | 50±10 |
| сумма непредельных углеводородов, не более | 6,0 | 6,0 |
| Объемная доля жидкого остатка при температуре 20 °С.%. не более | 0,7 | 1,6 |
| Давление насыщенных паров избыточное. МПа. при температуре: + 45 °С, не более | 1,6 | 1,6 |
| 20 °С, не менее | — | 0,07 |
| 30 °С. не менее | 0,07 | — |
| Массовая доля сероводорода и меркаптановой серы. %. не более | 0,01 | |
| в т. ч. сероводорода, не более | 0,003 | |
| Наличие свободной воды и щелочи | Отсутствие | |
| Октановое число, не менее | 89 | |

Физические характеристики некоторых углеводородов

| Показатель | Метан | Этан | Этилен | Пропан | Пропилен | н-Бутан |
|---|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|
| Химическая формула | CH_4 | C_2H_6 | C_2H_4 | C_3H_8 | C_3H_6 | C_4H_{10} |
| Молекулярная масса, кг/кмоль | 16,043 | 30,068 | 28,054 | 44,097 | 42,081 | 58,124 |
| Молекулярный объем, $\text{м}^3/\text{кмоль}$ | 22,38 | 22,174 | 22,263 | 21,997 | 21,974 | 21,50 |
| Плотность газовой фазы, $\text{кг}/\text{м}^3$, при 0°C | 0,7168 | 1,356 | 1,260 | 2,0037 | 1,9149 | 2,7023 |
| Плотность газовой фазы, $\text{кг}/\text{м}^3$, при 20° | 0,668 | 1,263 | 1,174 | 1,872 | 1,784 | 2,519 |
| Температура кипения, при 101,3 кПа | -161 | -88,6 | -104 | -42,1 | -47,7 | -0,5 |
| Температура воспламенения, $^\circ\text{C}$ | 545–800 | 530–694 | 510–543 | 504–588 | 455–550 | 430–569 |

Некоторые параметры газов

Углеводородные газы могут быть переведены в жидкое состояние при сжатии, если температура при этом не превышает определенного значения, характерного для каждого однородного газа. Температура, выше которой данный газ не может быть сжижен никаким повышением давления, называется критической температурой. Давление, необходимое для сжижения газа при этой критической температуре, называется критическим давлением.

| Показатель | Метан | Этан | Этилен | Пропан | Пропилен | н-Бутан | Изобутан | н-Бутилен | Изобутилен | н-Пентан |
|-----------------------------|-------|------|--------|--------|----------|---------|----------|-----------|------------|----------|
| Критическая температура, °С | -82,5 | 32,3 | 9,9 | 96,84 | 91,94 | 152,01 | 134,98 | 144,4 | 155 | 196,6 |
| Критическое давление, МПа | 4,58 | 4,82 | 5,033 | 4,21 | 4,54 | 3,747 | 3,6 | 3,945 | 4,10 | 3,331 |

Применение СНГ на автомобильном транспорте в умеренном климатическом районе:

летний период — с 1 апреля по 1 октября;

зимний период — с 1 октября по 1 апреля.

Допускается применять газ марки пропан-бутановую смесь в качестве топлива автомобильного транспорта во всех климатических районах при температуре окружающего воздуха не ниже минус 20 °С.

Сжиженный нефтяной газ тяжелее воздуха (пропан в 1,56 раза, бутан в 2,09 раза).

Минимальные расстояния от КриоАЗС и АГЗС до объектов, к ним не относящихся

Минимальные расстояния от КриоАЗС и АГЗС, выполненных как самостоятельный участок многотопливной АЗС, многотопливной АЗС и АГНКС до объектов, к ним не относящихся, принимаются в соответствии.

Наименование объекта, до которого определяется расстояние

Расстояние от зданий, сооружений и оборудования технологических систем АЗС, м
с наличием СУГ с наличием КПП с наличием СПГ

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| 1. Производственные и складские здания и сооружения промышленных предприятий (за исключением указанных в строках 9 и 10), административно-бытовые здания и сооружения промышленных предприятий, размещенных вне территорий населенных пунктов | 40 | 25 | 40 |
| 2. Лесничества (лесопарки) с лесными насаждениями: хвойных и смешанных пород | 50 | 30 | 50 |
| лиственных пород | 25 | 15 | 25 |
| 3. Здания и сооружения классов функциональной пожарной опасности Ф1 - Ф4 (кроме указанных в п. 1) | 60 | 35 (при размещении вне территорий населенных пунктов) | 60 |
| 4. Места массового пребывания людей | 60 | 35 | 60 |
| 5. Индивидуальные гаражи и открытые стоянки для автомобилей | 40 | 30 | 40 |
| 6. Автомобильные дороги общей сети (край проезжей части): I, II и III категории | 25 | 15 | 25 |
| IV и V категории | 20 | 12 | 20 |
| Маршруты электрифицированного городского транспорта (до контактной сети) | 25 | 15 | 25 |
| 7. Железные дороги общей сети (до подошвы насыпи или бровки выемки) | 40 | 30 | 40 |
| 8. Очистные канализационные сооружения и насосные станции, не относящиеся к АЗС | 60 | 15 | 40 |
| 9. Наружные установки категорий АН, БН, ГН, здания и сооружения с наличием радиоактивных и вредных веществ I и II классов опасности по ГОСТ 12.1.007 | 100 | 100 | 100 |
| 10. Склады (вне зданий) лесных материалов, торфа, волокнистых горючих веществ, сена, соломы, а также участки открытого залегания торфа | 50 | 30 | 40 |

Транспортировка СНГ автомобильным транспортом

В России на сравнительно небольшие расстояния (до 300 км) сжиженные углеводородные газы перевозят в автоцистернах. Автомобильная цистерна представляет собой горизонтальный цилиндрический сосуд, в заднее днище которого вварен люк с приборами. Автоцистерны по конструкции и назначению подразделяются на **транспортные** и **раздаточные**.

Транспортные цистерны служат для перевозки относительно больших количеств сжиженного газа с заводов-поставщиков до кустовых баз и газонаполнительных станций, от КБ и ГНС до крупных потребителей и групповых установок со сливом газа в резервуары.

Раздаточные автоцистерны предназначены для доставки сжиженного углеводородного газа потребителю с розливом в баллоны и снабжены полным комплектом оборудования (насос, раздаточная рамка) для розлива. При необходимости раздаточные автоцистерны могут использоваться как транспортные. Наружную поверхность всех автоцистерн окрашивают алюминиевой краской. С обеих сторон защитного кожуха цистерны по средней его линии на всю длину наносятся отличительные полосы красного цвета шириной 200 мм. Над отличительными полосами и по окружности фланца чёрным цветом делаются надписи «Пропан» (или другой сжиженный газ) и «Огнеопасно». На металлической табличке, прикрепляемой к автоцистерне, выбиваются следующие клейма: завод-изготовитель; номер цистерны по списку завода, год изготовления и дата освидетельствования, общая масса цистерны в тоннах, вместимость цистерны в м³, рабочее и пробное давление в МПа; клеймо завода.

Технические характеристики автоцистерн-полуприцепов

| Показатель | Марка автоцистерны-полуприцепа | | | |
|---|--------------------------------|------------|------------|---------|
| | ППЦТ-12 | ППЦТ-15 | ППЦТ-31 | ППЦТ-45 |
| Давление, МПа, не более | | | | |
| Рабочее | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| Расчетное | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| Пробное | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 |
| Вместимость геометрическая сосуда, м ³ | 12,45 | 14,5 ± 0,1 | 31,2 ± 0,1 | 45,75 |
| Вместимость полезная резервуара, м ³ (при коэффициенте наполнения 0,85) | 10,58 | 12,32 | 26,5 ± 0,1 | 38,89 |
| Масса транспортируемого газа, кг, не более | 6080 | 7076 | 15 237 | 21 000 |
| Производительность насоса, л/мин. | 90 | до 90 | | |

Число марки означает геометрическую вместимость в м³

Полуприцеп-цистерна ППЦ-12



Полуприцеп-цистерна ППЦ-28



Полуприцеп-цистерна ППЦ-32



Полуприцеп-цистерна ППЦ-36



Полуприцеп-цистерна ППЦ-40



Сжиженный природный газ

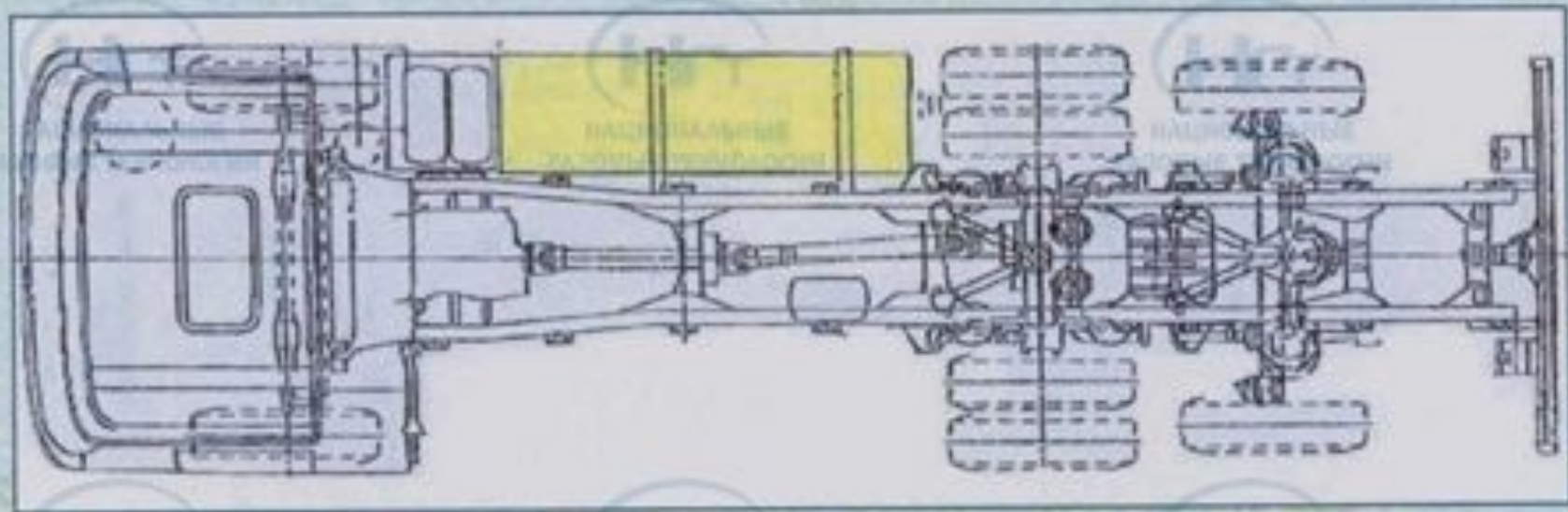
Сжиженный природный газ - криогенная жидкость с содержанием метана не менее 86% об. (ТУ 05-03-03-85) и температурой кипения от минус 162°С. При регазификации из 1 м³ СПГ получают около 600 м³ газа при нормальных условиях (760 мм рт. ст., 0°С).



Основные виды КриоАЗС в России

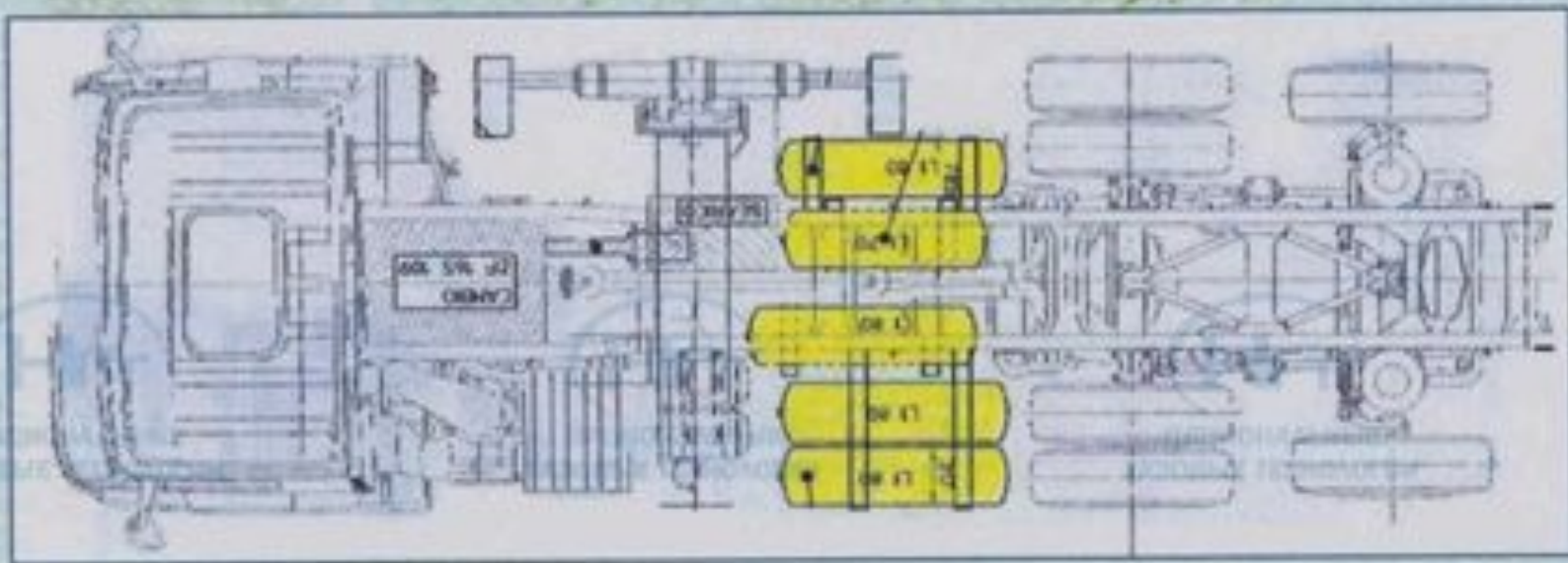
- автомобильные индивидуальные стационарные и подвижные заправочные станции производительностью до 80 л/ч СПГ;
- автомобильные гаражные заправочные станции производительностью от 80 до 900 л/ч СПГ;
- автомобильные городские (муниципальные) комплексы по сжижению природного газа производительностью свыше 1 т/ч СПГ, в том числе на основе существующих АГНКС и газораспределительных станций (ГРС).

При этом учитывается особенность транспортировки природного газа в России, а именно: наличие широкой сети газопроводов низкого давления (от 0,1 до 0,6 МПа) во многих населённых пунктах страны.



HAJÓKALIBER
FAJÁTJÁR TÖRZSÖKÖZ

LNG



HAJÓKALIBER
FAJÁTJÁR TÖRZSÖKÖZ

CNG

HAJÓKALIBER
FAJÁTJÁR TÖRZSÖKÖZ

Газобаллонный автомобиль на компримированном и сжиженном природном газе



Газобаллонный автомобиль на сжиженном нефтяном газе



Газобаллонный автомобиль на сжатом природном газе

