

Техосмотр автомобилей, оснащенных ГБО (1)

дата публікації: 2016.08.15



Оснащение газобаллонным оборудованием двигателей внутреннего сгорания сегодня становится все более популярным. Низкая цена газа сокращает эксплуатационные расходы на автомобиль. ГБО характеризуется более низким выбросом токсических компонентов в выхлопных газах. Также обеспечивается больший комфорт во время езды.

1. Свойства газового топлива и двигателей, работающих на газе

Учитывая способ хранения, мы отличаем два вида газовых топлив: сжиженные газы и сжатые газы. От жидких топлив мы получаем большую концентрацию энергии, поэтому полезным решением может быть сжижение газа. Если газ находится в летучем виде, то после сжатия мы получаем достаточное количество энергии в малом объеме.

Учитывая свойства газовых топлив, легкость, с которой их получаем, и возможности их правильного сгорания в двигателе, только некоторые из них применяются как топлива для двигателей. Альтернативными для бензина и дизельного топлива считаются следующие газовые топлива:

- Из сжиженных газов – смесь пропана и бутана (LPG), сжиженный метан (LNG) и сжиженный водород (ограниченная сфера применения);
- Из сжатых газов – метан (CNG) и водород.

Среди перечисленных газовых топлив для питания двигателей внутреннего сгорания наиболее часто применяется смесь пропана и бутана (LPG) и реже – метан (CNG и LNG).

Пропан и бутан являются газами, которые легко поддаются сжижению. При обычной температуре и под воздействием атмосферного давления они находятся в газовом состоянии. Небольшое повышение давления приводит к их переходу в жидкое состояние. Сжиженный метан является более тяжелым, чем воздух, и накапливается на дне. Следует избегать его вдыхания из-за его анестезирующих свойств. При контакте с кожей он может вызвать обморожение (из-за большой скорости испарения). В случае утечки он становится легко воспламеняющим. Характерной чертой смесей пропана и бутана является большой коэффициент теплового расширения. Поэтому баллон можно заправлять жидкой смесью

только до 80% его объема.

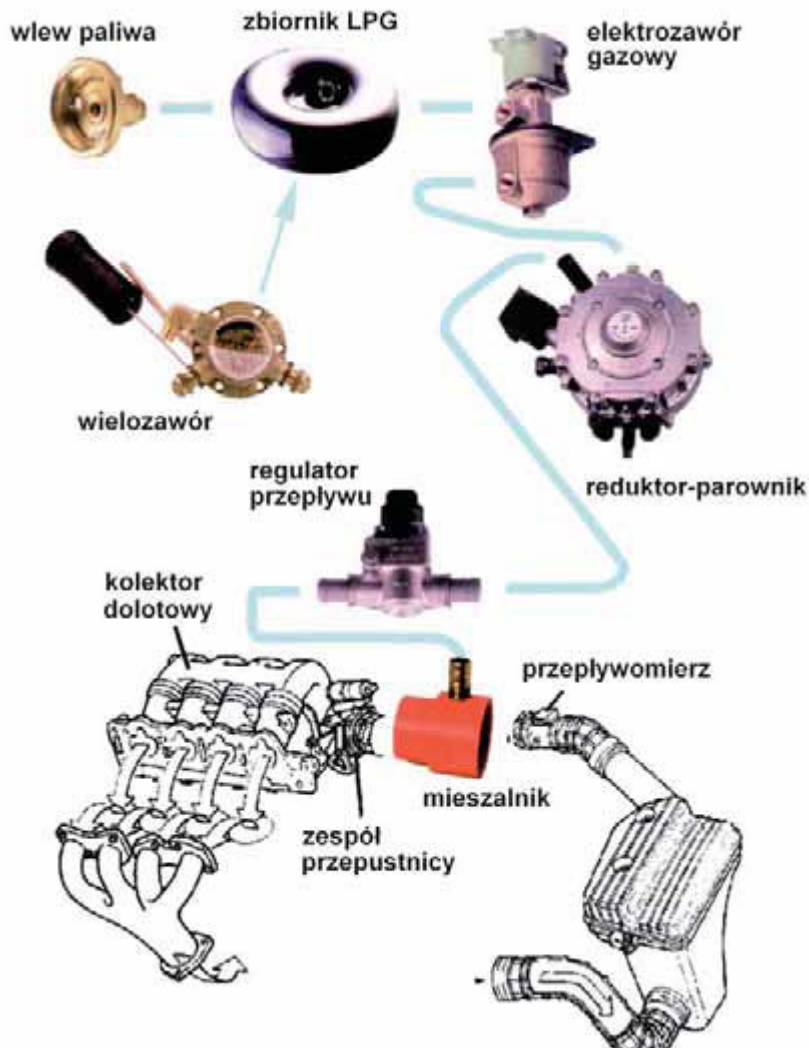


Рис. 1. Устройство классической (смесительной) газовой установки, питающей двигатель внутреннего сгорания газом LPG с электронным регулятором потока газа (система 2 поколения).

Сжатый метан характеризуется малой плотностью энергии в единице объема (несмотря на сжатие до давления около 20 МПа), что требует применять баллоны большого объема и веса. К позитивным свойствам метана относится высокое октановое число, широкий диапазон воспламеняемости и высокая температура самовозгорания, а также низкий выброс токсических соединений в выхлопах двигателя, работающего на этом газе. Природный газ легче воздуха и не опускается на дно (возможность парковать автомобиль в подземных гаражах). Во время сжижения природный газ охлаждается до температуры около -162°C , а его объем уменьшается почти в 630 раз. Благодаря этому плотность энергии метана очень высокая. Отрицательным свойством этого топлива является затрудненное хранение (специальные и дорогие криогенные баки).

Для оценки физико-химических свойств газового топлива применяются ниже представленные параметры:

- Теплота сгорания топливно-воздушной смеси – количество химической энергии, содержащееся в единице объема смеси газа и воздуха стехиометрического состава;
- Коэффициент избытка воздуха λ – определяет количество имеющегося воздуха относительно теоретически необходимого количества для полного сгорания;

- Октановое число определяет устойчивость топлива к детонациям и детонационному сгоранию;
- Скорость ламинарного сгорания смеси определенного состава (λ);
- Температура зажигания;
- Предел воспламеняемости и предел взрываемости, которые связаны с ранее упомянутыми параметрами.

Большое влияние на мощность двигателя имеет теплота сгорания смеси топлива и воздуха стехиометрического состава ($\lambda=1$). Меньшая теплота сгорания смеси приводит к снижению мощности двигателя, работающего на газе.

	Бензин	Метан	LPG (50% бутан, 50% пропан)	Водород
Теплота сгорания смеси ($\lambda=1$), MJ/m	~3,7	3,37	3,66	3,2
Скорость ламинарного сгорания / m/s	0,3÷0,6	0,34	0,39 пропан 0,38 бутан	3,17÷10
Потребность воздуха на кг топлива	15 kg/1 kg	17,2 kg/1 kg	15,5 kg/1 kg	34,6 kg/1 kg
Октановое число	< 98	110÷130	100÷115	> 60 переменное
Плотность, kg/m ³	0,72÷0,76 kg/dm ³	0,72	2,0 пропан 2,7 бутан	0,09
Температура зажигания, °C	220 нормальная 270 супер	650	481 пропан 430 бутан	585
Диапазон воспламеняемости λ	0,7÷1,25 (практичный)	0,6÷2,0	0,40÷1,91 пропан 0,34÷1,74 бутан	0,15÷10
Предел воспламеняемости %	1,3÷7	5÷15	2,12÷9,35 пропан 1,80÷8,50 бутан	4÷74,2

Сравнение выбранных свойств альтернативных к бензину топлив

Преимуществом газового топлива является высокое октановое число (выше 100). Это позволяет увеличить степень сжатия и мощность двигателя. Полное использование свойств этого топлива возможно в двигателях, спроектированных только для работы на газе (высшая степень сжатия, измененная конструкция впускной системы). На практике мы отказываемся от всех преимуществ газового топлива в двигателях внутреннего сгорания, спроектированных для работы на бензине. Такое решение приводит к утрате мощности бензинового двигателя, работающего на газе, и повышает расход газа.

Газовое топливо характеризуется большой эффективностью процесса сгорания, более свободным сгоранием (повышение температуры выхлопных газов, возможность возвратного движения пламени) и более высокой энергией зажигания.

Полностью использовать преимущества газового топлива позволяют современные системы питания, в которых применяется впрыск топлива (аналогично к впрыску бензина). Такое

решение позволяет оптимизировать как положение коленчатого вала (открытие и закрытие форсунки), так и зажигание смеси.

Основные преимущества автомобиля, работающего на газе – меньшая стоимость газового топлива, меньший выброс токсических компонентов в выхлопных газах, увеличение ресурса моторного масла (отсутствует разрежение), большой ресурс двигателя (отсутствие осадков, не смывается масло со стенок цилиндра).

К основным недостаткам относятся стоимость покупки и установки газового оборудования, возможно небольшое падение мощности двигателя и максимальной скорости (не касается впрыска жидкого газа) и небольшое повышение расхода газа по сравнению с бензином.



Рис. 2. Схема газовой установки Etagas с избыточным давлением LPG (система 3 поколения).

2. Устройство и принцип работы газовой установки

Системы питания газовыми топливами зависят от типа системы питания двигателей внутреннего сгорания и делятся на:

- Классические (смесительные) без регулировки потока газа (1 поколение) или с регулировкой потока газа (2 поколение),
- С избыточным давлением – питание газовой фазой непрерывным способом через форсунку (3 поколение) или последовательно через форсунки (4 поколение),
- С впрыском – впрыск жидкой фазы газа (5 поколение).

Сегодня в Восточной Европе наиболее распространенной системой является система питания с избыточным давлением с электромагнитными форсунками (6 поколение).

2.1. Классическая система питания газом

Устройство классической (смесительной) системы питания смесью пропана и бутана представлено на рис.1. Заливная топливная горловина позволяет заправлять баллон жидким газом. Соединение заливной топливной горловины с трубопроводом баллона с помощью гибкого трубопровода или медной трубки позволяет заправлять баллон до 80% его объема. Из баллона по трубопроводу газ протекает к блокирующему электронному клапану и после его открытия к редуктору-испарителю. После испарения газ поступает в смеситель, где он смешивается с воздухом, который всасывается двигателем. В установке I поколения количество газа, питающего двигатель, зависит от вакуумного давления во впускной системе.

Система предназначена для применения в двигателях с карбюраторными системами питания или с системами впрыска (без лямбда-зонда и катализатора).

В двигателях с впрыском топлива, оснащенных лямбда-зондом и катализатором применяется установка 2 поколения с электронным управлением потока газа. Между редуктором и смесителем находится электронный регулятор потока газа. Для правильной работы системы регулировки используются сигналы частоты вращения двигателя, вместимость кислорода в выхлопных газах и нагрузки двигателя (положение дроссельной заслонки). Соответствующий алгоритм обрабатывает эту информацию и позволяет правильно устанавливать регулятор потока газа.

Объединенный трубопровод баллона (мультиклапан) должен обязательно иметь указатель уровня топлива, ограничивающий наполнение баллона клапан, ограничивающий чрезмерную утечку из баллона клапан, предохраняющее от чрезмерного повышения давления устройство, возвратный клапан и электромагнитный клапан, блокирующий утечку газа из баллона. Баллон поставляется с фиксаторами и монтажным комплектом, которые должны соответствовать требованиям относительно продольных и поперечных нагрузок.

2.2. Система питания с избыточным давлением

Система питания газом с избыточным давлением похожа устройством на систему впрыска бензина. Питающие установки не имеют смесителя. Системы питания газом 3 поколения (рис. 2) позволяют постоянно подавать летучий газ вблизи впускных клапанов двигателя (с помощью форсунок и односторонних клапанов). Такой тип газовой установки применяется в двигателях с многоточечным, управляемым электроникой впрыском бензина (с лямбда-зондом и катализатором). Современным и распространенным конструкторским решением является установка с избыточным давлением 4 поколения (рис. 3) с последовательным впрыском испаряемого газа. Установка применяется к двигателям с многоточечным впрыском бензина, которые оснащены лямбда-зондом, катализатором и системой бортовой диагностики OBDII/EOBD. Газ подается отдельно к каждому цилиндру газовыми форсунками с электронным управлением (находятся вблизи бензиновых форсунок). Для управления газовыми форсунками применяются оригинальные сигналы, управляющие бензиновыми форсунками. Компьютер на основании этих сигналов определяет время открытия газовых форсунок, отдельно для каждого цилиндра. Программы управления подбираются к определенному типу двигателя. Параметры работы двигателя, работающего на газе, сравнимы с параметрами, полученными при работе на бензине.

Система каждый раз запускает двигатель на бензине (для правильной работы гидравлических элементов). После достижения требуемой рабочей температуры происходит автоматическое переключение работы на газе. В отличие от классической системы, испаряемый газ впрыскивается вблизи впускных клапанов (более точная дозировка, отсутствие возвратного движения пламени). Применение алгоритмов с логикой, близкой к бензиновым системам, приводит к снижению расхода газа, выбросов токсических компонентов в выхлопах и повышению эксплуатационных показателей двигателей, работающих на газе. Система питания не требует специальной регулировки. Характеристика управляющего устройства программируется с помощью компьютера в процессе самоадаптации.

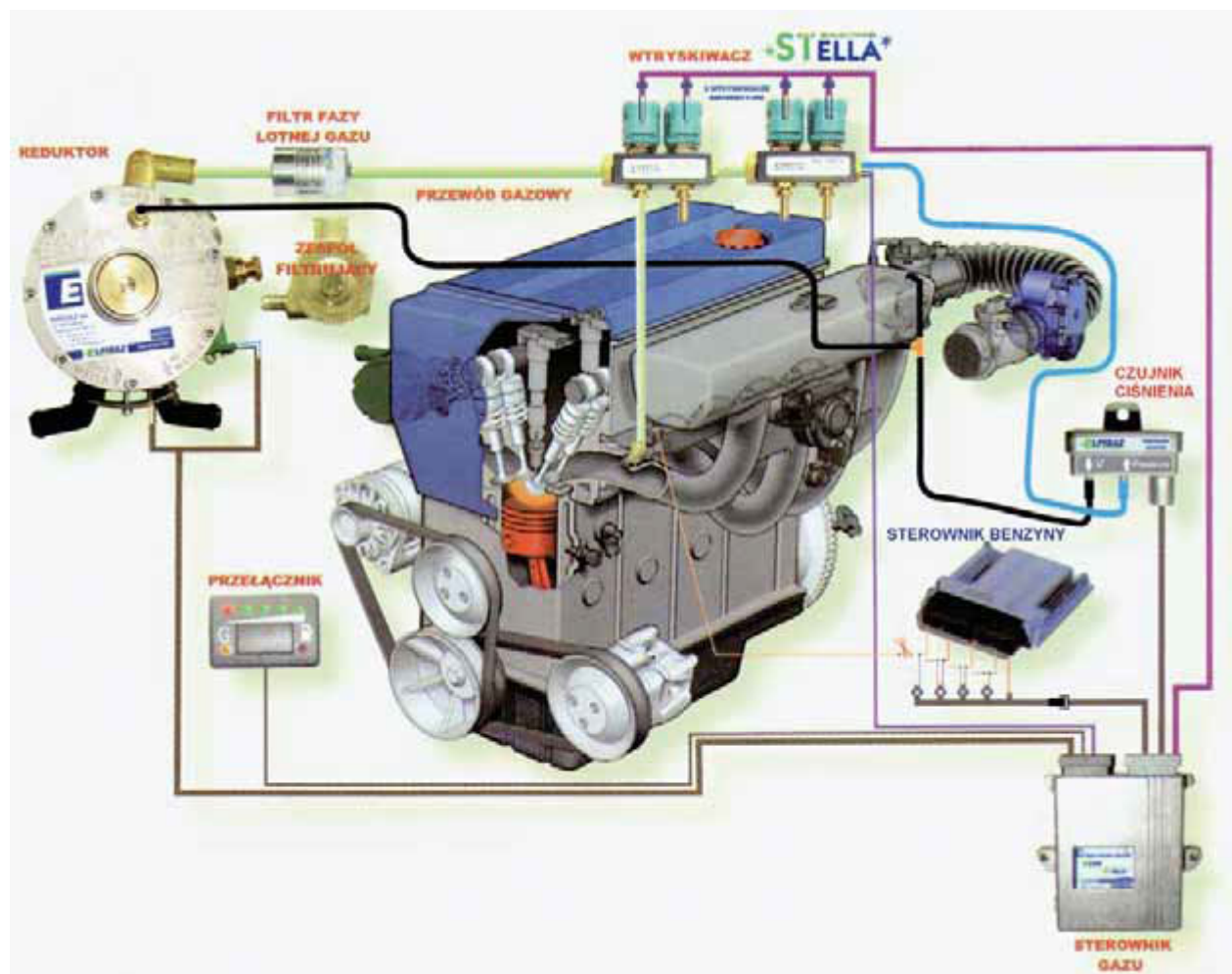


Рис. 3. Схема установки Stella с избыточным давлением с последовательным впрыском газа, система 4 поколения.

2.3. Система впрыска жидкого газа

Установки впрыска жидкого газа (5 поколения) предназначены для двигателей с искровым зажиганием с многоточечным впрыском бензина, которые оснащены лямбда-зондом, катализатором и системой бортовой диагностики OBDII/EOBD. В отличие от установки 4 поколения, газовое топливо подается в двигатель в жидком состоянии. После включения газового насоса и открытия электронного клапана баллона, газ в жидкой фазе по трубопроводу питания подается к регулятору давления. Затем жидкий газ поступает по эластическому трубопроводу к форсункам, которые находятся в коллекторе вблизи впускных клапанов. Впрыскиваемый жидкий газ испаряется в струе протекающего воздуха, что приводит к охлаждению порции и наполнению цилиндров. Избыток газа возвращается в баллон обратным трубопроводом. Для управления впрыском газа применяются сигналы, которые управляют бензиновыми форсунками.

Установка впрыска жидкого газа не имеет испарителя. Как пример, на рисунке 4 представлена схема установки 5 поколения для двигателей с опосредствованным впрыском бензина. Ниже перечислены основные элементы установки впрыска газа в жидком виде.

- Газовый насос с мультиклапаном (находится в баллоне) – нагнетает жидкий газ к дальнейшей части установки, повышая его давление выше давления в баллоне. Он оснащен клапаном, предохраняющим от перелива. В горловине насоса находится мультиклапан, который является набором клапанов, объединенных в одном устройстве, которые являются вместе с заправочным клапаном трубопроводом баллона.

- Регулятор давления удерживает давление в установке выше давления в баллоне. В регуляторе находится электронный клапан, который открывает и закрывает поток газа в дальнейшую часть установки.

- Блок управления газом обрабатывает сигналы, которые служат для активации бензиновых форсунок (которые создает блок управления бензином), учитывая свойства газового топлива, и управляет открытием газовых форсунок. Он также управляет работой остальных элементов установки (газовый насос, электроклапана). Блок управления переключает двигатель на питание бензином после исчерпания запасов газа в баллоне.

Основным свойством конструкции является размещение всех устройств внутри баллона (за исключением форсунок и регулятора давления), что облегчает установку устройств в камере двигателя. Известными производителями установок впрыска жидкого газа являются голландские фирмы Vialle и Prins, которые также предлагают установки для двигателей с непосредственным впрыском бензина (топливо впрыскивается непосредственно в камеру сгорания). Бензиновая форсунка используется также для дозирования газа, что позволяет его охлаждать и очищать без необходимости потребления бензина. Это значит, что система непосредственного впрыска газа в жидкой фазе позволяет питать двигатель исключительно газом. Впрыск жидкого газа обеспечивает точную подготовку смеси и контроль ее состава, что улучшает эффективность катализатора. Система полностью соответствует требованиям стандарта OBD и обеспечивает полную независимость управления порцией топлива, фазой впрыска и углом опережения зажигания. Возможен обмен данными между управляющими устройствами с помощью протоколов CAN. Мощность двигателя идентична для обоих видов топлива. Дозировка газа становится настолько четкой, как в наиболее новых системах впрыска бензина, и работа на газе двигателей с турбонаддувом становится возможной.

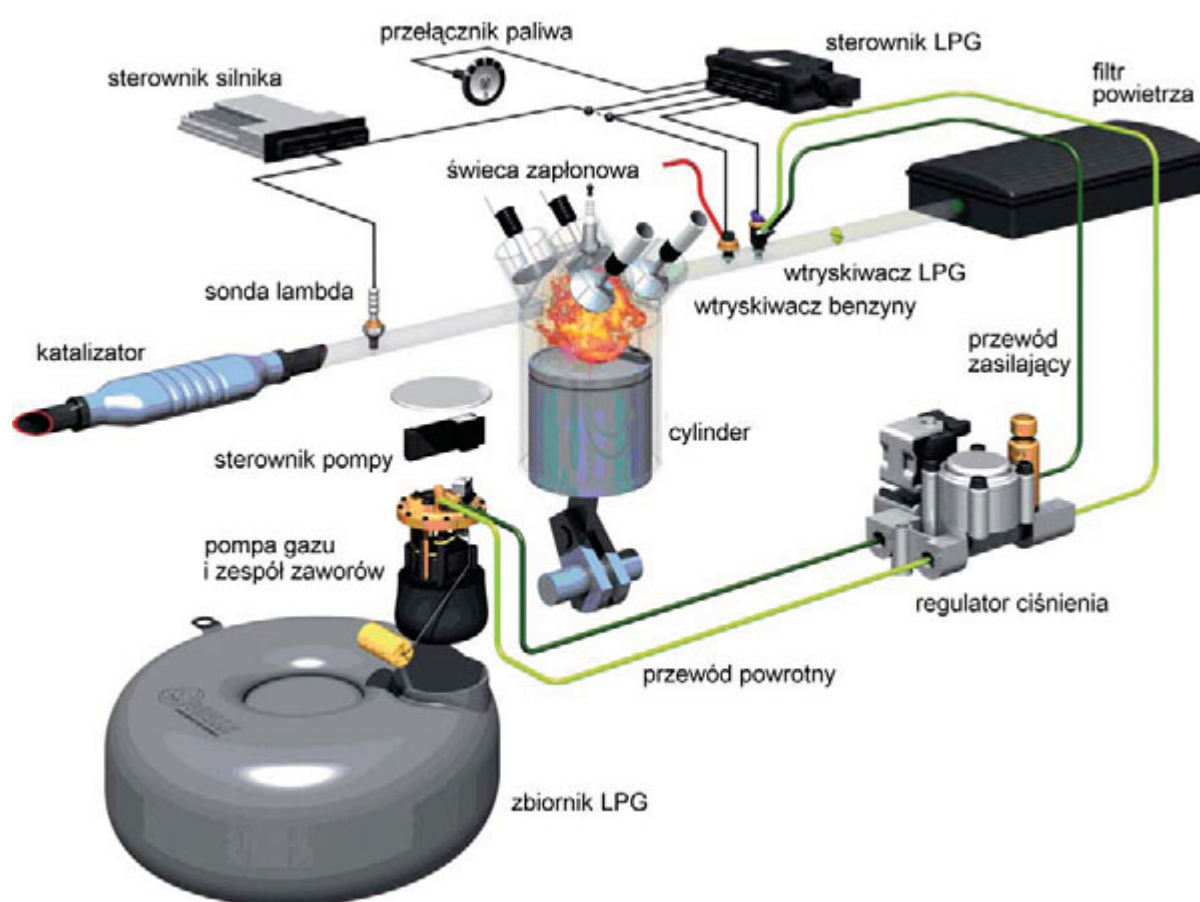


Рис. 4. Основные элементы установки системы LP и опосредствованного впрыска жидкого газа во впускной коллектор.

3. Дополнительные условия для автомобиля с газовой установкой

Установить ГБО лучше всего в автосервисе, у которого есть соответствующие сертификация и разрешение на монтаж газового оборудования. Монтаж должен происходить в соответствии с нормативами и требованием стандарта. Владелец автомобиля обязаны предоставить следующие документы:

- сертификат на право установки ГБО,
- свидетельство установленной формы согласно требованиям безопасности переустановленного оборудования для работы на газе,
- сертификаты на баллоны и техническое оборудование,
- акт приема-передачи между сервисом и владельцем автомобильного транспорта.

Насчет регистрации установленного оборудования в ГАИ действующее законодательство Украины не дает однозначного ответа. Но лучше всего подать заявление с пакетом документов для последующей перерегистрации ТЗ и отметки об установлении ГБО в техпаспорте. При этом стоит помнить, что техосмотр машины платный.

В действующих европейских стандартах применяются следующие обозначения:

- LPG – сжиженный углеводородный газ, основными компонентами которого являются пропан и бутан;
- CNG – сжатый природный газ, основным компонентом которого является метан;
- LNG – сжиженный, охлажденный до температуры не меньше -162°C природный газ, основным компонентом которого является метан;
- Газ – газовое топливо;
- Установка – комплект деталей и узлов, размещенных в автомобиле, необходимых для работы двигателя на газе;
- Бак – или баллон, постоянно размещен в автомобиле для работы на газе, который предназначен для питания двигателей в автомобилях.

Оборудование автомобиля установкой не может нарушать параметры, указанные производителем автомобиля (допустимые нагрузки на оси, размещение центра тяжести, клиренс автомобиля и т.п.) и не должно нарушать работу двигателя. Работа установки должна быть правильной и безопасной.

Элементы установки не могут находиться ниже 0,2 м от поверхности дороги, если они не защищены нижней частью автомобиля, размещенной ниже них на расстоянии до 0,15 м на уровне спереди и с боков. Выход выхлопной трубы не может быть направлен в сторону какого-либо элемента установки.

Газовая установка должна быть проектирована на давление 2,6-3 МПа. Соединения установки, через которые проходит газ, должны находиться в легкодоступных местах для контроля их плотности. Переключение питания должно производиться с места водителя без необходимости выключать двигатель.

Комплектацию установки и способ ее соединения и размещения в автомобиле определяет сертифицированный работник СТО. Установка должна быть защищена от коррозии и так устроена, чтобы можно было проводить ее периодический осмотр. Элементы установки:

- Должны быть соответствующим образом защищены (касается элементов, которые подвергаются механическим повреждениям).
- Не могут выступать за периметр автомобиля (не касается топливной горловины),
- Не могут значительно затруднять доступ к двигателю и иным узлам, в которых находится или через которые проходит газ.

- Не могут быть размещены в пассажирском пространстве без полного прикрытия.

Разъединение деталей и узлов ГБО должно происходить исключительно с применением инструментов. Подача газа к впускной системе при нерабочем двигателе, а также после переключения на другое топливо должна быть остановлена до 2 с.

Через элементы установки, в которых находится газ, не может протекать электрический ток. Электрическая система, которая входит в состав установки, должна быть защищена от перегрузок и должна быть оснащена как минимум одним предохранителем, доступным без применения инструментов.

В автомобиле на газе, отсек, в котором установлен баллон, должен быть оснащен детектором газа. При этом в салоне водителя должен находиться указатель уровня топлива и световая сигнализация газового детектора.

Газовые баллоны должны:

- Соответствовать требованиям, определенным в технических условиях технического надзора,
- Устанавливаться с максимальной защитой от последствий столкновения и от повреждения грузом.
- Быть закрытыми от воздействий солнечных лучей. Крепление баллонов к автомобилю должно защищать их от смещения при ускорении автомобиля.



Рис. 5. Образец баллона, оснащенного газонепроницаемым корпусом, который закрывает только клапана.

Элементы крепления и части автомобиля, прилегающие к баллону, должны быть отделены от него эластической и не впитывающей влагу перегородкой. Баллоны должны быть так размещены, чтобы была возможность легко считать состояние наполненности и данные относительно идентификационной маркировки и обозначений о легализации.

Баллоны для газа LPG должны быть размещены так, чтобы в рабочей позиции вытекание газа происходило в жидком состоянии. Запрещено устанавливать баллоны в передней части автомобиля, в подкапотном пространстве или в салоне. Вблизи баллонов не должны находиться твердые элементы с острыми краями. Расстояние между баллонами и выхлопной системой не может быть меньше чем 0,1 м, если не применяется термическая защита. Недопустимы переделки баллона и установки.

Каждый баллон для газа LPG, который объединен в узлы и соединен одним трубопроводом

питания, должен быть оснащен:

- Односторонним клапаном, который находится за автоматическим блокирующим клапаном баллона,
- Клапаном безопасности трубопровода, который вмонтирован в трубопроводе питания (находится за односторонним клапаном),
- Системой фильтрации, которая находится перед односторонним клапаном/клапанами.



Рис.6. Образец омологационной маркировки (официальное признание согласно последним стандартам и требованиям) на элементах газовой установки.

Не требуется одностороннего клапана, и клапана безопасности газового трубопровода, если обратное давление блокирующего автоматического клапана превышает 0,5 МПа в закрытом положении.

Ручной блокирующий клапан баллона газовой установки LNG должен находиться в легкодоступном месте, должен быть четко обозначен и его использование не должно требовать применения инструментов.

Топливные горловины / клапана для заправки баллонов должны:

- Находиться в легкодоступном месте, что позволяет заправлять баллоны снаружи автомобиля,
- Быть надежно вмонтированы и защищены от вращения, как и от загрязнений и должны быть видимы во время заправки.

Металлические трубопровода, примененные в газовой установке, должны быть бесшовные, стальные или медные (для газа LPG) и исключительно стальные (для газа CNG). Стальные трубопровода должны быть из нержавеющей стали или из стали с антикоррозионным покрытием. Допускается применение твердых трубопроводов, изготовленных из неметаллических материалов. Трубопроводы газовой установки LNG должны быть изготовлены исключительно из нержавеющей стали.

Медные трубопроводы по всей длине должны быть покрыты резиновой или пластмассовой защитой. Металлические трубопроводы, соединяющие элементы установки, которые в процессе эксплуатации могут перемещаться, должны быть сформированы в петлю. Провода должны быть уложены таким образом, чтобы:

- Их можно было легко контролировать,

- Не терлись об элементы автомобиля,
- Расстояние от выхлопной системы было не меньше 0,1 м, если не применяется термический экран,
- Не проходили вблизи мест для подъема автомобиля,
- Крепеж исключал их вибрацию.

Трубопроводы не должны быть сварены, спаяны или соединены прижимными защелкивающими соединениями. Металлические трубопроводы необходимо соединять с помощью соединений с раструбом или самозажимным кольцом. Количество соединений должно быть ограничено к минимуму. Внешний диаметр твердого трубопровода для жидкого газа не может превышать 12 мм, а толщина его стенки должна составлять как минимум 0,8 мм.

На работу редуктора не должно влиять ускорение или замедление автомобиля. Расстояние между редуктором и выхлопной системой не может быть меньше 0,1 м, если не применяется термический экран.

Баллоны, вмонтированные в закрытом пространстве автомобиля, должны быть умещены в цельном газонепроницаемом корпусе или должны быть оснащены газонепроницаемым корпусом, который прикрывает только клапаны (рис 5).

Цельные корпуса должны иметь как минимум два вентиляционных отверстия, а корпуса, закрывающие только клапаны баллонов – минимум одно отверстие. Профиль вентиляционного отверстия не может быть меньше 4,5 см². Выходы вентиляционных отверстий не могут быть направлены в сторону выхлопной системы, не могут вести к колесной арке и, в случае жидкого газа, они должны быть направлены вниз.

Корпуса, закрывающие клапана баллонов и трубопроводы системы их вентиляции должны демонстрировать газонепроницаемость при избыточном давлении 0,01 МПа (без видимых деформаций, допустимая утечка газа до 100 см³/час). Не должна возникать возможность случайного открытия корпусов.

К. Ситек

Джерело: