БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет: Механизации сельского хозяйства

Кафедра: Т и А

Специальность: Автомобили и АХ

**РЕФЕРАТ**

Газобаллонное оборудование пятого поколения

**Содержание**

Введение

1 Системы ГБО

2 Пятое поколение ГБО

Заключение

Библиографический список

**Введение**

В 30-е годы 19 века англичанин Барнетт получил патент на газовый двигатель, а уже в 1860 году француз Э. Ленуар построил мотор работающий на смеси воздуха и газа, а бензиновый двигатель появился лишь два десятилетия спустя и газ, как возможный вариант моторного топлива был забыт на долгое время. Лишь спустя 100 лет были сделаны попытки его использования в газогенераторных двигателях – газ вырабатывался в топке, а оттуда подавался в двигатель.

Использование газа вместо бензина не является вынужденной мерой, наоборот, газовое топливо сгорает полнее, поэтому концентрация окиси углерода в выхлопе газового двигателя в разы меньше. В выхлопе газового двигателя, в отличие от бензинового, нет ни сернистого газа, ни соединений свинца. Газовые и бензиновые двигатели выбрасывают в атмосферу одинаковое количество углеводородов, но опасность для человека представляют лишь продукты их окисления.

Бензиновый двигатель выбрасывает легко окисляющиеся вещества – этил и этилен, а двигатель работающий на газе – метан, наиболее устойчивый к окислению среди углеводородов и, следовательно, менее опасный. В двигателе внутреннего сгорания газообразная смесь воздуха и топлива всасывается в цилиндр двигателя, сжимается поршнем, воспламеняется искрой, давит на поршень, двигает шатунный механизм и выбрасывается их цилиндра. Здесь важную роль играет детонация (распространение пламени в веществе со скоростью, превышающей скорость звука в данном веществе).

Антидетонационная способность топлива определяется его октановым числом – чем оно выше, тем лучше топливо. Газ имеет октановое число равное 105, что недостижимо для доступных марок бензина. При сгорании газа образуется меньше твердых частиц и золы, вызывающих повышенный износ цилиндров и поршней двигателя. Масляная пленка, несмываемая жидким топливом, дольше держится на металлических поверхностях и газ, практически не вызывает коррозии металла.

**1 Системы ГБО**

Все конструкции газовых систем питания можно условно разбить на пять поколений:

1. Первое поколение ГБО

Предназначено для использования в карбюраторных и инжекторных автомобилях без катализатора.

Различают 2 вида оборудования 1 поколения:

• Вакуумное - для карбюраторных автомобилей без катализатора.

• Электронное - для карбюраторных и инжекторных а/м без катализатора.

Принципиальное различие вакуумного редуктора от электронного заключается в запорном элементе разгрузочной камеры:

в вакуумном эту функцию выполняет вакуумная мембрана к которой подаётся разрежение от впускного коллектора:

• двигатель работает - есть вакуум - редуктор открыт;

• двигатель заглушен - вакуума нет - редуктор закрыт.

В электронном редукторе эту функцию выполняет электромагнитный клапан управляемый от "электронного блока безопасности" который при работающем двигателе открывает его, обеспечивая подачу газа из 1 ступени редуктора во 2-ю. При прекращении работы двигателя, электронный блок безопасности перекрывает подачу газа.

Многие электронные редукторы, в отличии от вакуумных, имеют двойную регулировку "холостого хода" - динамическую и статическую, что позволяет точнее отрегулировать и более стабильно удерживать холостой ход.

Для инжектроных а/м применяют защитный клапан обратного хлопка.

Схематично (см. рис.1) пропан-бутановая смесь в жидкой фазе поступает из баллона к двигателю последовательно проходя через газовый электромагнитный клапан (ЭМК), в редуктор, где переходит в газовую фазу благодаря нагреванию за счет охлаждающей системы двигателя и затем, после редуктора уже в виде газа поступает в миксер.

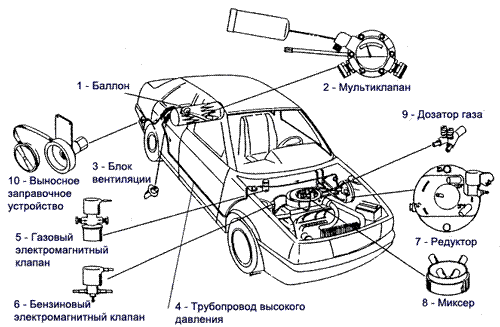


Рисунок 1 Схема ГБО

1 - Баллон

Баллон выполнен из листовой термообработанной стали толщиной 3-4 мм, для обеспечения безопасности даже в случае аварий.

Традиционная форма баллона - цилиндрическая с выпуклыми торцами. В настоящее время выпускаются баллоны различных размеров, соответствующие объему двигателя.

Баллон тороидальной формы специально разработан для крепления в месте хранения запасного колеса. Этот тип баллона, выпускается различных размеров и позволяет иметь максимальный полезный объем газа при минимальных размерах.

Установка тороидальных баллонов предпочтительна, когда необходимо максимально использовать полезный объем автомобиля. особенно в кузовах типа “универсал”.

Особое внимание нужно обратить на то, что баллон не должен быть заполнен на 100%.

Мультиклапан ( см. следующий раздел) обеспечивает это благодаря конструкции поплавка и соответствующей запорной системе. 80% предел заполнения баллона является хорошим условием безопасности. Фактически, необходимо нагреть баллон до 80 град.С, чтобы жидкость заполнила весь объем. Такие температурные условия возможны ТОЛЬКО в случае пожара и НИКОГДА в нормальных условиях эксплуатации.

2 - Мультиклапан

Мультиклапан, расположенный в баллоне, состоит из комплекса механизмов, выполняющих следующие функции:

- Заполнение в процессе заправки.

- Ограничение объема заправки. Максимально допустимый объем заполнения составляет 80% общего объема баллона.

- Определение уровня газа.

- Подача газа.

- Перекрытие подачи газа. Мультиклапан имеет два крана для перекрытия заправочных и расходных трубопроводов. Эти краны обычно открыты, но они могут быть закрыты во время заправочных операций, после аварий и т. д....

Если мультиклапан установлен в труднодоступном месте, то необходимо установить дистанционное управление для легкого закрытия расходной трубки.

3 - Блок вентиляции

Блок вентиляции - важный элемент с точки зрения безопасности. Он позволяет избежать возможного накопления газа в результате каких-либо непредвиденных обстоятельств. Блок вентиляции может изготавливаться из различных материалов (пластмасса, алюминий). Он имеет отверстие в центре для крепления на баллоне и резиновое кольцо для герметизации разъема. Съемная крышка обеспечивает легкий доступ к мультиклапану. Блок вентиляции имеет две трубки для вывода газа в забортное пространство с помощью гофрированных шлангов, как показано на рисунке. Два шланга крепятся с помощью хомутов, обеспечивая таким образом циркуляцию воздуха внутри блока. Трубопровод, подающий газ к редуктору, проходит внутри одного из этих шлангов, а внутри другого проходит трубопровод от заправочного устройства. Крышка блока выполнена из прозрачного материала для легкого считывания показаний уровня газа в баллоне. Циркуляция воздуха в блоке обеспечивается движением автомобиля.

4 - Трубопровод высокого давления

Этот трубопровод выполнен из отожженной меди и позволяет выдерживать давление 45 бар. Он может быть легко смонтирован обычным инструментом. Баллон связан с мультиклапаном и редуктором посредством именно этого трубопровода. Трубопровод соединяется с различными устройствами с помощью специальных штуцеров. Трубопровод должен быть закреплен на днище автомобиля, далеко от выхлопной трубы и подвески автомобиля, через равные интервалы с помощью самоконтрящихся винтов. В месте крепления должны быть эластичные прокладки для гашения вибрации.

5 - Газовый электромагнитный клапан

Это устройство предназначено для автоматического перекрытия подачи сжиженного газа от баллона к двигателю. Оно имеет электромагнит (12v), выходные и выходные штуцера и фильтр для фильтрации посторонних частиц. Газовый клапан закрыт, когда на него не подано напряжение. Когда электрическая цепь замкнута клапан открывается и открывает подачу газа. В процессе установки рекомендуется обратить внимание на стрелки, имеющиеся на поверхности клапана, которые указывают направление потока газа - то есть от баллона к двигателю. Клапан оснащен крепежом для фиксации клапана в вертикальном положении, обычно на стенке двигательного отсека.

6 - Бензиновый электромагнитный клапан

Это устройство блокирует подачу бензина когда автомобиль работает на газе. Клапан состоит из электромагнитной катушки и двух ниппелей (входного и выходного). Клапан включается вручную или автоматически при электронной инсталляции. Бензиновый клапан закрыт, когда электричество не подано на него и открывается при включении. Он устанавливается в двигательном отсеке между бензонасосом и карбюратором. На корпусе клапана имеются стрелки, указывающие направление потока бензина. Клапан должен быть закреплен вертикально, на расстоянии от "опасных" частей двигателя. Место установки должно обеспечивать удобный доступ к клапану. Этот клапан устанавливается только на карбюраторных машинах.

7 - Редуктор

Редуктор - важнейший компонент ГБО. Он обеспечивает теплообмен для испарения газа и редукцию давления до значений, близких к атмосферному для подачи к двигателю. Редукторы выпускаются в различных исполнениях:

ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ для автомобилей с карбюраторами;

ЭЛЕКТРОННЫЙ для инжекторных машин;

ТУРБО для машин с турбонаддувом.

8 - Миксер

Миксер снабжает двигатель необходимым количеством газа в смеси с воздухом . Это может быть реализовано различными способами. или используя диффузор карбюратора, или созданием диффузора в конструкции самого миксера. Конструкция миксера приспособлена только для определенной марки машины.

2. Второе поколение ГБО

Предназначено для использования в инжекторных автомобилях с каталитическими нейтрализаторами (катализаторами).

Состоит из электронного оборудования 1-го поколения и электро-механической системы контроля подачи и регулировки потока газа, предназначенной для достижения точного состава топливно-воздушной смеси, которая необходима для правильной работы нейтрализатора (система "Лямбда-Контроля").

Для поддержания правильного состава газо-воздушной смеси, Лямбда-контроллеры используют сигнал от штатного Лямбда-зонда автомобиля, а так же сигнал положения дроссельной заслонки и датчика оборотов двигателя, для оптимизации топливно-воздушной смеси на переходных режимах работы двигателя.

Системы 2-го поколения гарантируют поддержание экологических требований Евро 1. Некоторые системы Лямбда-контроля, с двумя регулировками (на холостом ходу и на оборотах) поддерживают экологические требования Евро 2.

Системы первого и второго поколений имеют ряд недостатков и, не отвечают действующим в настоящее время стандартам ЕЭК ООН. Токсичность отработавших газов автомобилей, оснащенных такими системами, как правило, находится на уровне норм ЕВРО-1, которые действовали в Европе до 1996 года, и лишь в отдельных случаях приближаются к нормам ЕВРО-2.

В связи с этим производители газового оборудования разработали системы третьего и четвертого поколений, которые находят все большее распространение.

3. Третье поколение ГБО

Предназначено для использования в а/м с экологическими требованиями не выше Евро 2.

Системы 3 поколения принципиально отличаются от систем 1 и 2 поколения и называются системами параллельного впрыска газа.

Газ в таких системах подаётся во впускной коллектор в непосредственной близости к впускному клапану каждого цилиндра. Между редуктором, который подаёт избыточное давление и штуцерами-клапанами установленными во впускном коллекторе, находится электронно-механический шаговый дозатор - распределитель, который обеспечивает правильную дозировку потока газа во впускной коллектор.

Управление переключением режимов и поддержанием правильной подачи газо-воздушной смеси занимается электронный блок управления, на который поступают необходимые сигналы со штатных датчиков двигателя (TPS, Лямбда-зонд, MAP, RPM).

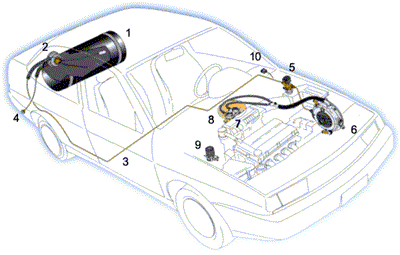


Рисунок 2 Схема ГБО третьего поколения для карбюраторного автомобиля.

1 - баллон

2 - мультиклапан

3 - газовая магистраль высокого давления

4 - выносное заправочное устройство

5 - газовый клапан

6 - редуктор-испаритель

7 - дозатор

8 - смеситель воздуха и газа

9 - бензиновый клапан

10 - переключатель видов топлива

Сжиженный нефтяной газ (пропан-бутан) под давлением поступает из баллона (1) в газовую магистраль высокого давления (3). Расход газа из баллона происходит посредством мультиклапана (2), через который также осуществляется заправка с помощью выносного заправочного устройства (4).

По магистрали газ в жидкой фазе попадает в газовый клапан-фильтр (5), который очищает газ от взвесей и смолистых отложений и перекрывает подачу газа при выключении зажигания или при переходе на бензин.

Далее очищенный газ по трубопроводу поступает в редуктор-испаритель (6), где давление газа понижается с шестнадцати атмосфер до одной. Интенсивно испаряясь, газ охлаждает редуктор, поэтому последний присоединяется к системе водяного охлаждения двигателя. Циркуляция тосола позволяет избежать обмерзания редуктора и его мембран.

Под действием разряжения, создаваемого во впускном коллекторе работающего двигателя, газ из редуктора по шлангу низкого давления через дозатор (7) поступает в смеситель (8), установленный между воздушным фильтром и дросcельными заслонками карбюратора. Иногда вместо установки смесителя производится непосредственная врезка газовых штуцеров в карбюратор.

Управление режимами работы (на газе или на бензине) осуществляется с помощью переключателя видов топлива (10), установленного на панели приборов.

При выборе позиции "ГАЗ" переключатель открывает электромагнитный газовый клапан (5) и отключает электромагнитный бензиновый клапан (9). И, наоборот, при переходе с газа на бензин, переключатель закрывает газовый клапан и открывает бензиновый. С помощью светодиодов переключатель позволяет контролировать, какое топливо используется в данный момент.

Переключатель может быть оснащен указателем уровня топлива в баллоне (для этого мультиклапан должен быть оснащен сенсором уровня топлива).

Установка ГБО третьего поколения на инжекторные автомобили отличается тем, что вместо бензоклапана для отсечения подачи бензина используется эмулятор форсунок. Когда подается газ, этот эмулятор имитирует работу бензиновых форсунок, чтобы штатный компьютер не перешел в аварийный режим. По этой же причине нужно устанавливать эмулятор лямбда-зонда.

Системы 3 поколения не используют вычислительных мощностей и топливных карт заложенных в штатных бензиновых контроллерах, они попросту работают в "параллельном" режиме, т. е. создают собственные топливные карты.

Скорость реакции на корректировку смеси у систем 3 поколения не высокая и обусловлена скоростью работы шагового дозатора - распределителя. Поэтому с появлением экологических требований Евро-3 и систем бортовой диагностики 2 поколения OBD II и EOBD, спрос на газовые системы 3 поколения упал, а учитывая их довольно высокую стоимость и появления систем 4 поколения практически исчез.

4. Четвертое поколение ГБО

Предназначено для использования в любых инжекторных автомобилях и совместимо с экологическими требованиями Евро-3, а так же системами бортовой диагностики OBD II и EOBD.

Системы 4 поколения называют "Фазированный распределённый впрыск". Они используют вычислительные мощности и топливные карты заложенные в штатный контроллер а/м, и вносят лишь необходимые поправки для адаптации газовой системы к бензиновой топливной карте.

4 поколение характеризует наличие отдельных электромагнитных форсунок впрыска газа в каждый цилиндр т. е. полностью аналогично бензиновой системе. Фазу и дозировку впрыска определяет штатный бензиновый контроллер а/м.

Важным плюсом систем 3 и 4 поколения является функция автоматического перехода с газового топлива на бензиновое, по окончании газа или при невозможности использования газа на некоторых мощностных режимах. Как и в системе предыдущего поколения, газовые форсунки устанавливаются на коллекторе непосредственно у впускного клапана каждого цилиндра.

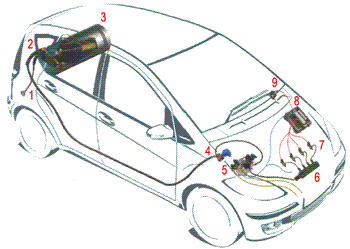


Рисунок 3 Система IGS (injector gas system) для инжекторных автомобилей с катализатором (4-е поколение ГБО)

1 - Заправочное устройство

2 - Мультиклапан

3 - Баллон

4 - Электроклапан

5 - Редуктор

6 - Газовые штуцеры

7 - Форсунки

8 - ЭБУ

9 - Переключатель “Газ / Бензин”

2 - Мультиклапан

Мультиклапан, расположенный в баллоне, состоит из комплекса механизмов, выполняющих следующие функции:

- Заполнение в процессе заправки.

- Ограничение объема заправки. Максимально допустимый объем заполнения составляет 80% общего объема баллона.

- Определение уровня газа.

- Подача газа.

- Перекрытие подачи газа. Мультиклапан имеет два крана для перекрытия заправочных и расходных трубопроводов. Эти краны обычно открыты, но они могут быть закрыты во время заправочных операций, после аварий и т. д....

Если мультиклапан установлен в труднодоступном месте, то необходимо установить дистанционное управление для легкого закрытия расходной трубки.

3 - Баллон

Баллон выполнен из листовой термообработанной стали толщиной 3-4 мм, для обеспечения безопасности даже в случае аварий.

Традиционная форма баллона - цилиндрическая с выпуклыми торцами. В настоящее время выпускаются баллоны различных размеров, соответствующие объему двигателя.

Баллон тороидальной формы специально разработан для крепления в месте хранения запасного колеса. Этот тип баллона, выпускается различных размеров и позволяет иметь максимальный полезный объем газа при минимальных размерах.

Установка тороидальных баллонов предпочтительна, когда необходимо максимально использовать полезный объем автомобиля. особенно в кузовах типа “универсал”.

Особое внимание нужно обратить на то, что баллон не должен быть заполнен на 100%.

Мультиклапан (см. пред. раздел) обеспечивает это благодаря конструкции поплавка и соответствующей запорной системе. 80% предел заполнения баллона является хорошим условием безопасности. Фактически, необходимо нагреть баллон до 80 град.С, чтобы жидкость заполнила весь объем. Такие температурные условия возможны ТОЛЬКО в случае пожара и НИКОГДА в нормальных условиях эксплуатации.

4 - Клапан LPG

Устройство, которое устанавливается между баллоном и редуктором. Этот клапан открывает подачу газа на редуктор; обычно он находится в закрытом положении.

5 - Редуктор

В редукторе-испарителе сжиженный газ переходит из жидкого состояния в газообразное. Жидкость, поступающая из системы охлаждения двигателя, подогревает редуктор, при этом происходит полный переход из жидкого в газообразное состояние. В зависимости от мощности двигателя, устанавливается редуктор соответствующего типа.

7 - Форсунки

Блок форсунок - электромеханическое устройство с калиброванными отверстиями, при изменении времени открытия, изменяется количество топлива, поступающего в двигатель при постоянном давлении газа на выходе из редуктора.

8 - Блок управления

Управляет электромеханиическими газовыми форсунками на основе информации полученной от штатного блока управления двигателем. Устанавливается в разрыве между штатным блоком управления и бензиновыми форсунками, отключает подачу импульса для бензиновых форсунок, принимает временной импульс от блока управления двигателем, корректирует длительность импульса и передает его на газовые форсунки. Блок управления двигателем сам управляет подачей газового топлива через блок управления системы ALFA.

9 - Переключатель топлива

Электронное устройство предназначенное для переключения между двумя видами топлива, при остановке двигателя автоматически отключают подачу газового топлива. Поставляется в различном исполнении, устанавливается в салоне втомобиля, в согласованном с заказчиком месте.

Системы газобаллонного оборудования четвертого поколения отличаются тем, что газ подается непосредственно во впускной коллектор через специальные газовые форсунки. Они управляются собственным электронным блоком управления, который синхронизирует свою работу со штатным контроллером и одновременно выполняет функции эмулятора.

5. Пятое поколение ГБО

Системы распределенного последовательного (фазированного) впрыска жидкого газа с электромагнитными форсунками, которые управляются самообучаемым электронным блоком управления подачи газа.

**2 Пятое поколение ГБО**

Системы 5го поколения называют: "LPI - Liquid Petroleumgas Injection" или "Жидкий фазированный распределённый впрыск".

В Европе используется пятое поколение ГБО. Газ поступает в цилиндры в жидкой фазе. Для этого в баллоне находится газонасос, обеспечивающий циркуляцию жидкой фазы газа из баллона через рампу газовых форсунок с клапаном обратного давления обратно в баллон. Системы 5 поколения используют вычислительные мощности и топливные карты, заложенные в штатный контроллер автомобиля, и вносят лишь необходимые поправки для адаптации газовой системы к бензиновой топливной карте. 5 поколение характеризует наличие отдельных электромагнитных форсунок впрыска газа в каждый цилиндр, как и в бензиновом двигателе. Фазу и дозировку впрыска определяет штатный бензиновый контроллер. Важным плюсом систем 3, 4 и 5 поколений является функция автоматического перехода с газового топлива на бензиновое. К преимуществу систем 5 поколения можно отнести отсутствие потери мощности и отсутствие повышенного расхода газа, а также возможность запуска двигателя на газе при любых отрицательных температурах, так как исчезла необходимость испарять газ перед подачей в двигатель. К недостаткам системы пятого поколения можно отнести её высокую чувствительность к грязному газу, низкую ремонтопригодность и высокую сложность.

Основное отличие систем пятого поколения состоит в том, что в этих системах осуществляется фазированный распределённый впрыск жидкой фазы пропан-бутановой смеси. Таким образом, отпадает необходимость в наиболее уязвимом узле газового оборудования - в редукторе. Все остальное аналогично системам четвертого поколения.

Впрыска газ производится электромагнитными форсунками, которые управляются самообучаемым электронным блоком управления подачи газа совместно с штатным блоком управления двигателем автомобиля.

Жидкая фаза пропан-бутановой смеси постоянно циркулирует внутри системы через рампу газовых форсунок с клапаном обратного давления обратно в баллон во избежание образования паровых пробок. Для этого в баллоне находится газовый насос, который и обеспечивает циркуляцию жидкой фазы газа из баллона и обратно.

Системы 5 поколения используют вычислительные мощности и топливные карты, заложенные в штатный контроллер а/м, и вносят лишь необходимые поправки для адаптации газовой системы к бензиновой топливной карте. 5 поколение характеризует наличие отдельных электромагнитных форсунок впрыска газа в каждый цилиндр т. е. полностью аналогично бензиновой системе. Фазу и дозировку впрыска определяет штатный бензиновый контроллер а/м.

Система ГБО впрыска жидкого газа предназначена для инжекторных автомобилей с катализатором и совместимы с экологическими требованиями Евро 3 и Евро 4.

Газовые установки пятого поколения оснащены более мощным ЭБУ, что позволяет применять их исключительно для новых автомобилей высокого ценового сегмента.

Преимущества

Преимущество этой установки в том, что она держит нормы экологичности Евро 5, расход одинаковый, а мощность на оборотах свыше 3000 на 5% больше.

Основным преимуществом систем ГБО пятого поколения является отсутствие потери мощности и отсутствие повышенного расхода при работе на газе. К тому же, ввиду отсутствия необходимости испарять газ перед подачей в двигатель запуск на газе возможен при любых отрицательных температурах.

Также к преимуществам систем 5го поколения можно отнести отсутствие потери мощности и отсутствие повышенного расхода газа, а также возможность запуска двигателя на газе при любых отрицательных температурах, так как исчезла необходимость испарять газ перед подачей в двигатель. К недостаткам системы можно отнести её высокую чувствительность к грязному газу, низкую ремонтопригодность и высокую сложность. Три этих недостатка практически перечёркивают все её преимущества в условиях эксплуатации в России.

Важным плюсом систем 3, 4 и 5 поколения является функция автоматического перехода с газового топлива на бензиновое.

Недостатки:

Для 4-х цилиндров стоит 2000 евро.

Насос рискует сгорень от нашего "хорошого" газа, а стоит он порядка 700 евро.

К недостаткам систем ГБО пятого поколения можно отнести высокую чувствительность к загрязнениям газа. А учитывая качество газа в России, можно сказать что этот недостаток перечёркивают все преимущества эксплуатации систем пятого поколения в России.

К тому же, можно отметить очень высокую сложность этих систем, и как следствие недостаток обученного персонала и низкую ремонтопригодность.

Тем не менее, в связи с высокими стандартами на пропан-бутановое топливо в США и Европе, системы пятого поколения устанавливают на свои автомобили и самые именитые автопроизводители. Примером тому может служить Ford-F150, на который прямо на заводе установлена современная система впрыска жидкого пропана.

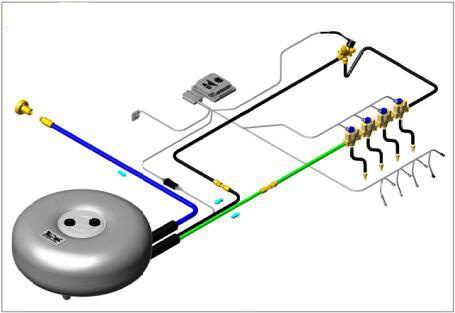


Рисунок 4 Система ГБО 5го поколения спортивного автомобиля

**Заключение**

Карбюраторные двигатели первого поколения использовались на протяжении всего XX в. В 80-х гг. стали ужесточаться требования по экологии. Следствием этого стало появление каталитических конверторов (катализаторов), которые дожигают окислившиеся и недоокислившиеся продукты до конечных продуктов горения. Катализаторы потребовали более точной дозировки топлива. На автомобили стали устанавливать лямбда-контроллеры, которые по содержанию кислорода в отработанных газах уменьшали или увеличивали поступление топлива либо кислорода, ― так появилось второе поколение.

Карбюраторные системы с пассивным всасыванием называли эжекторными, а следующие впрысковые системы с активной дозировкой топлива ― инжекторными. Третье поколение ― это система с принудительной подачей топлива и более точной дозировкой по цилиндрам (так называемый распределенный впрыск).

Следующим шагом в развитии стали более точные топливные системы с фазированным впрыском. Эти системы называют четвертым поколением. Когда экологические нормы ужесточились до Euro III и Euro IV, стали появляться не только катализаторы с лямбда-датчиком, но и каталитические конверторы со вторым лямбда-датчиком, который контролирует процесс дожига в катализаторе. Были изобретены системы контроля на уровне электроники: бортовая диагностика OBD и EOBD. Они контролируют не только исполняющие устройства, но и процесс их работы.

Затем появилось пятое поколение ― когда впрыск не только принудительный и фазированный, но производится не во впускном коллекторе, а в самом цилиндре. Это так называемые двигатели непосредственного впрыска. Наиболее известный представитель таких двигателей ― Mitsubisi. Такие же двигатели появились у машин Volkswagen Touareg.

Предсказуемо и шестое поколение топливных систем. В них будет осуществляться контроль не только впрыска, но и горения в цилиндре. То есть не лямбда-датчик на выходе, а непосредственный контроль в камере горения. Принцип контроля может быть оптический, электро-химический или любой другой.

Вот шесть типов топливных систем, известных в мире. Альтернативные газовые топливные системы вышли сейчас на уровень четвертого поколения бензиновых систем ― фазированный впрыск газа. При этом сохраняются все преимущества газового топлива ― значительные выгоды в экономии и экологии.

**Библиографический список**

1 Использованы материалы интернет ресурсов