

Министерство образования и молодежной политики Свердловской области
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
Свердловской области
«Уральский колледж технологий и предпринимательства»
(ГАПОУ СО «УКТП»)

Преподаватель – Югринов Владимир Евгеньевич

Обратная связь осуществляется :

+79086330053; yugrinov59@mail.ru

Профессия : **23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств**

МДК 01.01. Устройство автомобилей

Тема: Система питания двигателей.

Система питания газобаллонного двигателя.

Вид учебного занятия:

Изучение нового материала, закрепление изученного материала.

Дата проведения: **26.01.2023** Группа № ТО 210 Курс 2

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАНЯТИЯ:

Изучение нового материала по конспекту.

Раскрыть в личном конспекте следующие определения:

1. Система питания **газобаллонного** ДВС.
2. Принципиальная схема и узлы системы питания **газобаллонного** ДВС.
3. Редуктор высокого давления **газобаллонного** ДВС.
4. Система питания **инжекторного** ДВС.
5. Общее устройство приборов системы питания **инжекторного** ДВС.
7. Особенности процесса смесеобразования и его сгорание.

Повторить и ответить на вопросы пройденной темы:

1. Устройство системы питания инжекторного двигателя.

2. Компоненты системы питания

**3. Перечислить составные части карбюраторной и инжекторной топливной системы и их назначение. Просмотр видеокурса. https://youtu.be/f_vNi4O7idE
<https://youtu.be/kWLEcLwAb8Y>**

Изучение нового материала, закрепление изученного материала.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАНЯТИЯ:

Изучение нового материала по конспекту

1. Устройство системы питания газобаллонного двигателя.

2. Компоненты системы питания.

Раскрыть в личном конспекте следующие определения:

1. Устройство системы питания
2. **Центральный впрыск топлива**
3. **Распределенный впрыск топлива**
4. **Система датчиков и исполнительных механизмов инжекторных двигателей**

Ответить на вопросы:

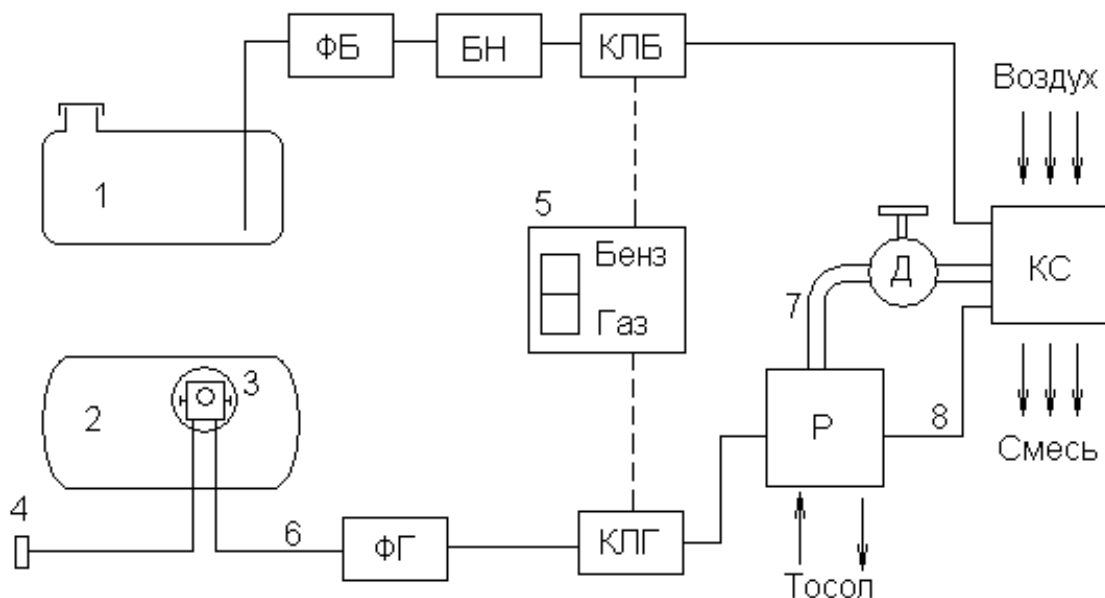
1. **Устройство системы питания?**(перечислить составные части)
2. Принцип действия.
3. Устройство газового редуктора.

Ответы на вопросы **в конспектах** сдать для проверки преподавателю на очередном уроке .

КОНСПЕКТ

1. Система питания газобаллонного автомобиля

Упрощенная схема системы питания газобаллонного автомобиля



1 – Топливный бак. Предназначен для хранения запаса бензина на автомобиле.

2 – Баллон. Предназначен для хранения запаса сжиженного газа на автомобиле

3 – Коробка вентиляции с блоком арматуры. Здесь находятся наполнительный и расходный вентили, а также указатель уровня газа

4 – Заправочное устройство. Через него баллон заполняют сжиженным газом

5 – Переключатель "Бензин-Газ". Клавиша переключателя имеет три положения: Бензин – Выключено – Газ

6 – Топливопровод сжиженного газа

7 – Газовый шланг низкого давления

8 – Шланг управления

ФГ – Фильтр газа

ФБ – Фильтр бензина

БН – Бензонасос. Штатный бензонасос двигателя

КЛГ – Клапан газа электромагнитный. При подаче напряжения питания от переключателя 5 клапан открывается

КЛБ – Клапан бензина электромагнитный. При подаче напряжения питания от переключателя 5 клапан открывается

Р – Газовый редуктор. В редукторе газ испаряется и переходит из жидкого состояния в газообразное. Для испарения газа корпус редуктора подогревается горячим тосолом из двигателя. Редуктор также понижает давление газа от 12...15 кГ/см² до атмосферного

Д – Дозатор. Позволяет регулировать количество газа, поступающего в двигатель и тем самым устанавливать либо экономичный режим движения, либо динамичный.

Принцип действия системы питания газобаллонного автомобиля

Работа двигателя на бензине ничем не отличается от работы обычной системы питания карбюраторного двигателя. А именно, бензонасос БН всасывает бензин из бака 1. пропускает его через топливный фильтр ФБ и через открытый клапан КЛБ подает его в карбюратор КС. В карбюраторе бензин смешивается с воздухом и образует топливно-воздушную горючую смесь. Для переключения двигателя на газ переключатель 5 переводят сначала в положение "Выключено" (в этом положении оба клапана закрыты) и ждут, когда остаток бензина в поплавковой камере карбюратора будет израсходован. Затем переводят переключатель в положение "Газ". При этом открывается газовый клапан КЛГ и двигатель начинает работать на газе.

Баллон для сжиженного газа стальной, сварной. Давление сжиженного газа в баллоне зависит от соотношения пропана и бутана в смеси, не зависит от степени заполнения баллона и находится в пределах 12...15 кГ/см². На баллоне закреплена коробка вентиляции с блоком арматуры. В блоке арматуры находятся наполнительный и расходный вентили. Наполнительный вентиль открывают на время заправки баллона сжиженным газом, по окончании заправки этот вентиль закрывают. Расходный вентиль закрывают при длительной стоянке автомобиля, в остальных случаях этот вентиль открыт. С блоком арматуры связан поплавковый механизм, расположенный внутри баллона и связанный со стрелочным указателем на наружной стороне блока арматуры. Кроме этого поплавковый механизм связан с ограничительным клапаном, который закрывает наполнительную магистраль при заполнении баллона на 90%. Газовая "подушка" объемом 10% необходима для компенсации теплового расширения сжиженного газа. Сжиженный газ имеет большой коэффициент теплового расширения. При отсутствии в баллоне газовой фазы увеличение температуры на 1 градус приводит к увеличению давления на 7 кГ/см². Это может стать причиной разрушения баллона, поэтому заполнение баллона сжиженным газом на 100% не разрешается.

Заправочное устройство 4 обычно выводится наружу автомобиля, чтобы возможные утечки газа из устройства не попадали в салон автомобиля или кабину. В заправочном устройстве имеется шариковый клапан, пропускающий газ из заправочного шланга в баллон и не пропускающий его в обратном направлении.

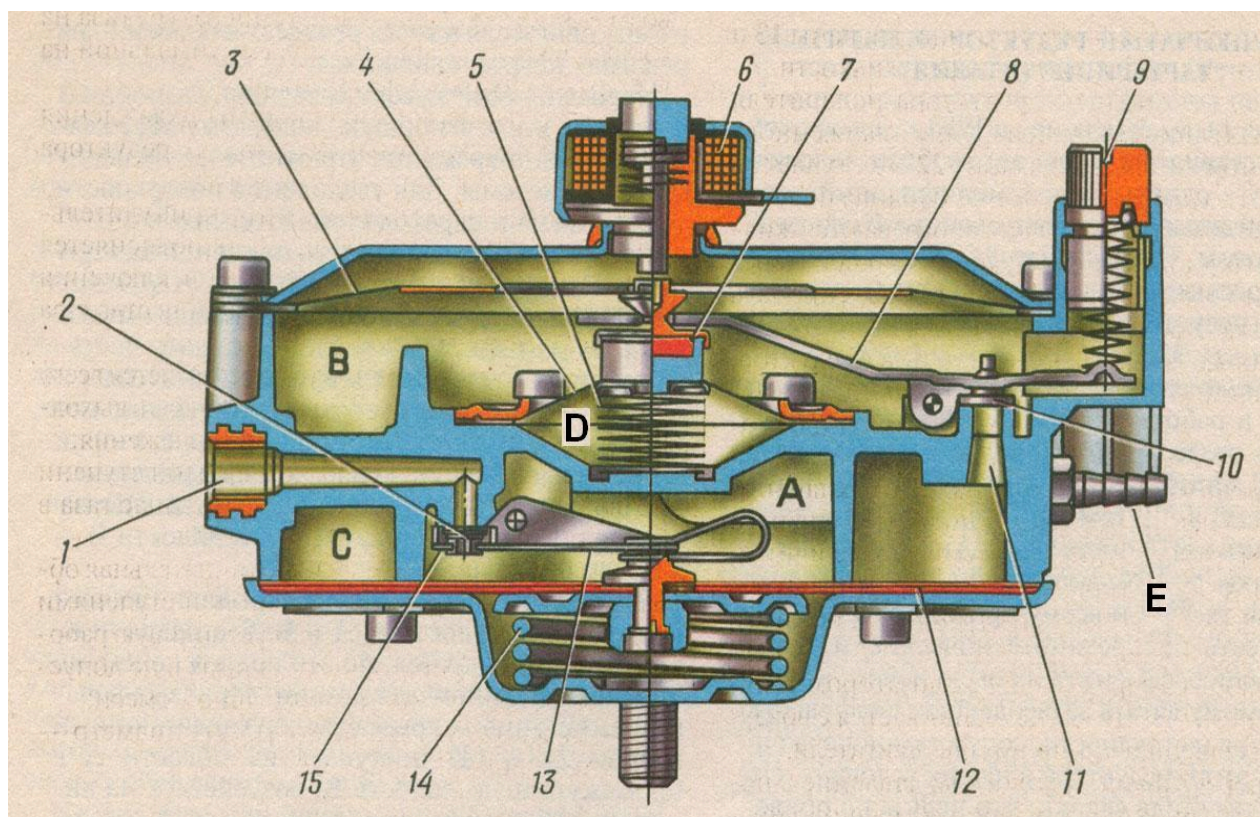
Отбор сжиженного газа из баллона осуществляется с его дна, из жидкой фазы. По топливопроводу сжиженный газ поступает в фильтр ФГ и затем через открытый клапан КЛГ поступает в редуктор-испаритель. Корпус редуктора-испарителя подогревается горячим тосолом из системы охлаждения двигателя. Это необходимо для испарения сжиженного газа и перехода его в газообразное состояние. Газовый редуктор диафрагменного типа двухступенчатый, понижает давление газа до величины атмосферного давления. Топливопровод 6 – медная трубка, шланг управления 8 из маслостойкой резины, газовый шланг 7 из маслостойкой резины, с большим проходным сечением.

При неработающем двигателе в карбюраторе разрежения нет и атмосферное давление по шлангу управления 8 передается в редуктор Р, что приводит к его закрытию. Газ из редуктора не выходит. При работающем двигателе в карбюраторе образуется разрежение, которое по шлангу управления 8 передается в редуктор и снимает блокировку подачи газа в двигатель. Разрежение в смесительной камере карбюратора вызывает всасывание газа из газового шланга 7 низкого давления через дозатор Д. В карбюраторе-смесителе КС газ смешивается с воздухом и образует газоздушную горючую смесь, которая поступает в цилиндры двигателя. Дозатор Д представляет собой обычный кран, которым можно увеличивать или уменьшать проходное сечение газовой магистрали низкого давления. При уменьшении количества газа в смеси, она становится более бедной, движение автомобиля становится более экономичным, но динамика автомобиля ухудшается. При вращении дозатора в другую сторону, всё изменяется в обратном направлении.

Газовый редуктор Ловато (Lovato) – Италия

Малогабаритный газовый редуктор-испаритель Ловато предназначен для применения на легковых автомобилях – имеет в своем составе следующие функциональные элементы:

- испаритель сжиженного газа,
- двухступенчатый редуктор давления,
- разгрузочное устройство,
- устройство для принудительной подачи газа в смеситель,
- регулятор холостого хода.



Редуктор-испаритель Ловато: 1 – входной канал для сжиженного газа, 2 – седло клапана первой ступени, 3 – диафрагма второй ступени, 4 – диафрагма разгрузочного устройства, 5 – пружина разгрузочного устройства, 6 – электромагнит, 7 – постоянный магнит, 8 –

рычаг клапана второй ступени, 9 – регулировочный винт холостого хода, 10 – клапан второй ступени, 11 – канал, 12 – диафрагма первой ступени, 13 – рычаг клапана первой ступени, 14 – пружина, 15 – клапан первой ступени, А – полость камеры первой ступени, В – полость камеры второй ступени, С – полость теплообменника, D – полость разгрузочного устройства, Е – штуцер разгрузочного устройства.

Редуктор состоит из корпуса, двух крышек и деталей клапанных механизмов. В полости С непрерывно циркулирует горячий тосол из системы охлаждения двигателя (подвод и отвод тосола на рисунке не показан). В результате этого весь корпус редуктора прогревается до рабочей температуры двигателя и, поэтому, сжиженный газ, попадая через канал 1 в полость А, испаряется и переходит в газообразное состояние. При этом газ воздействует на диафрагму первой ступени 12 и, преодолевая сопротивление пружины 14, смещает её вниз и через рычаг 13 закрывает клапан первой ступени 15. Равновесие силы давления газа и силы упругости пружины достигается при давлении 0,05...0,07 МПа (0,5...0,7 кГ/см²).

Из полости А через канал 11 газ поступает к клапану первой ступени 10 и, проходя через него, заполняет полость В второй ступени. При этом газ воздействует на диафрагму 3 второй ступени, поднимает её, и через рычаг 8 закрывает клапан 10. Равновесие наступает при давлении в полости В 50...100 Па (0,0005...0,001 кГ/см²), то есть, чуть выше атмосферного.

При работающем двигателе разрежение из смесителя передается по шлангу в полость В первой ступени и газ из неё поступает в смеситель. При этом давление в полости В снижается, диафрагма 3 опускается, открывает клапан 10 второй ступени, и газ из полости А поступает в полость В, а оттуда в смеситель. По мере расхода газа из полости А давление в ней снижается, диафрагма 12 поднимается, открывает клапан первой ступени 15 и газ из канала 1 поступает в полость А.

Разгрузочное устройство D предназначено для принудительного закрытия клапана второй ступени 10 при неработающем двигателе. Это необходимо для обеспечения пожарной безопасности автомобиля. Полость D связана с штуцером Е и далее, через шланг, с задрессельным пространством двигателя. При неработающем двигателе в полости D атмосферное давление и пружина 5 через рычаг 8 принудительно закрывает клапан 10 второй ступени, в результате чего газ из редуктора не выходит. При работающем двигателе разрежение из задрессельного пространства по шлангу, через штуцер Е передается в полость D. При этом диафрагма разгрузочного устройства, преодолевая сопротивление пружины 5, опускается и не препятствует движению рычага 8, которым управляет диафрагма 3 второй ступени.

На короткое плечо рычага 8 воздействует пружина и регулировочный винт 9 холостого хода. При помощи этого винта настраивают работу двигателя на холостом ходу.

Электромагнит 6 используется для принудительного открытия клапана 10 второй ступени. Это может потребоваться для обогащения смеси при пуске двигателя, или для выпуска газа из редуктора перед его обслуживанием или ремонтом. Для включения электромагнита водитель нажимает на кнопку управления в кабине. При этом напряжение 12В подается на обмотку электромагнита 6. Его сердечник втягивается внутрь обмотки и воздействует на рычаг 8, открывая клапан 10 второй ступени, – газ поступает в смеситель. Сердечник электромагнита выступает наружу и, в случае необходимости, водитель может нажать на него непосредственно, со стороны моторного отсека.

2. Инжекторная система

На всех современных автомобилях с бензиновыми моторами используется инжекторная система подачи топлива, поскольку она является более совершенной, чем карбюраторная, несмотря на то, что она конструктивно более сложная.

Инжекторный двигатель – не новь, но широкое распространение он получил только после развития электронных технологий. Все потому, что механически организовать управление системой, обладающей высокой точностью работы было очень сложно. Но с появлением микропроцессоров это стало вполне возможно.

Инжекторная система отличается тем, что бензин подается строго заданными порциями принудительно в коллектор (цилиндр).

Устройство ДВС

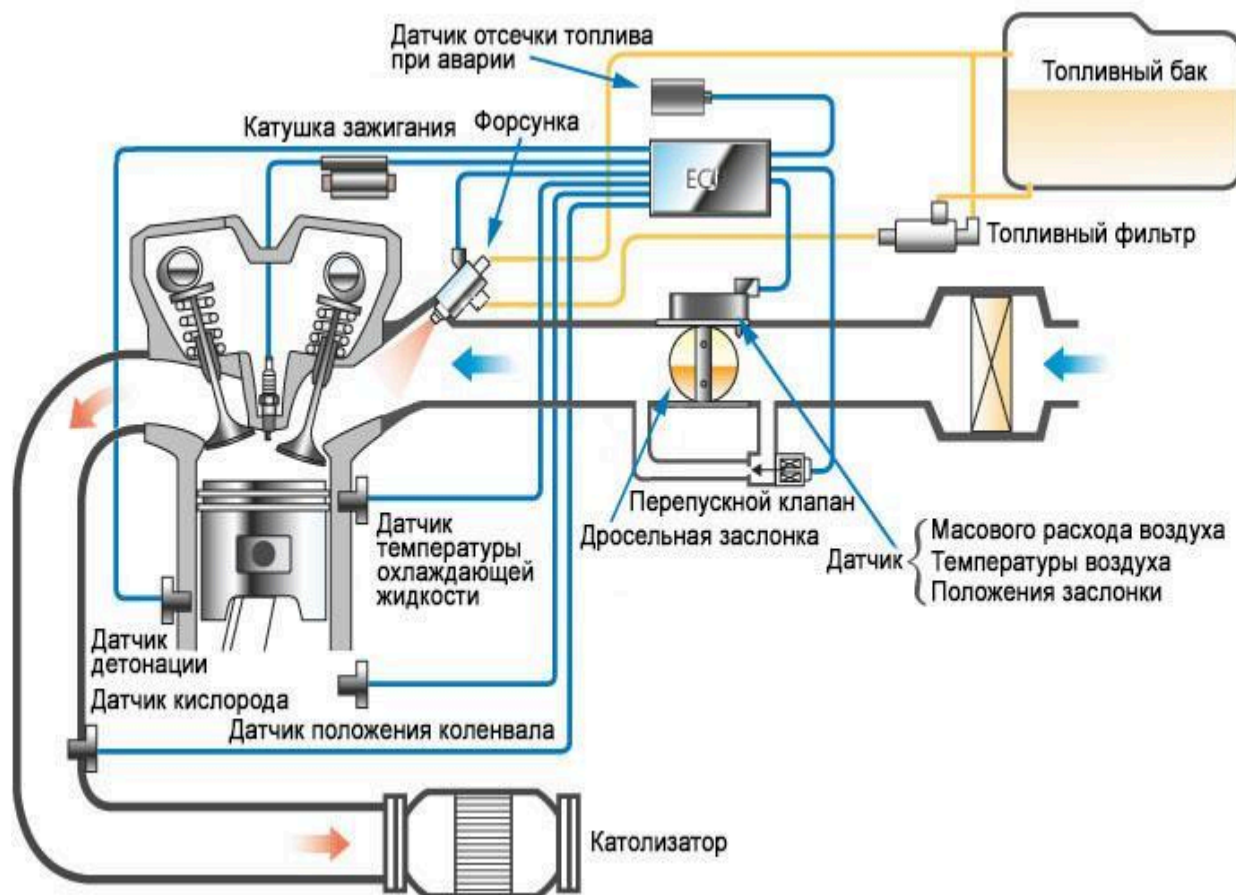
Основным достоинством, которым обладает инжекторная система питания, является соблюдение оптимальных пропорций составных элементов горючей смеси на разных режимах работы силовой установки. Благодаря этому достигается лучший выход мощности и экономичное потребление бензина.

Устройство системы

Инжекторная система подачи топлива состоит из электронной и механической составляющих. Первая контролирует параметры работы силового агрегата и на их основе подает сигналы для срабатывания исполнительной (механической) части.

К электронной составляющей относится микроконтроллер (электронный блок управления) и большое количество следящих датчиков:

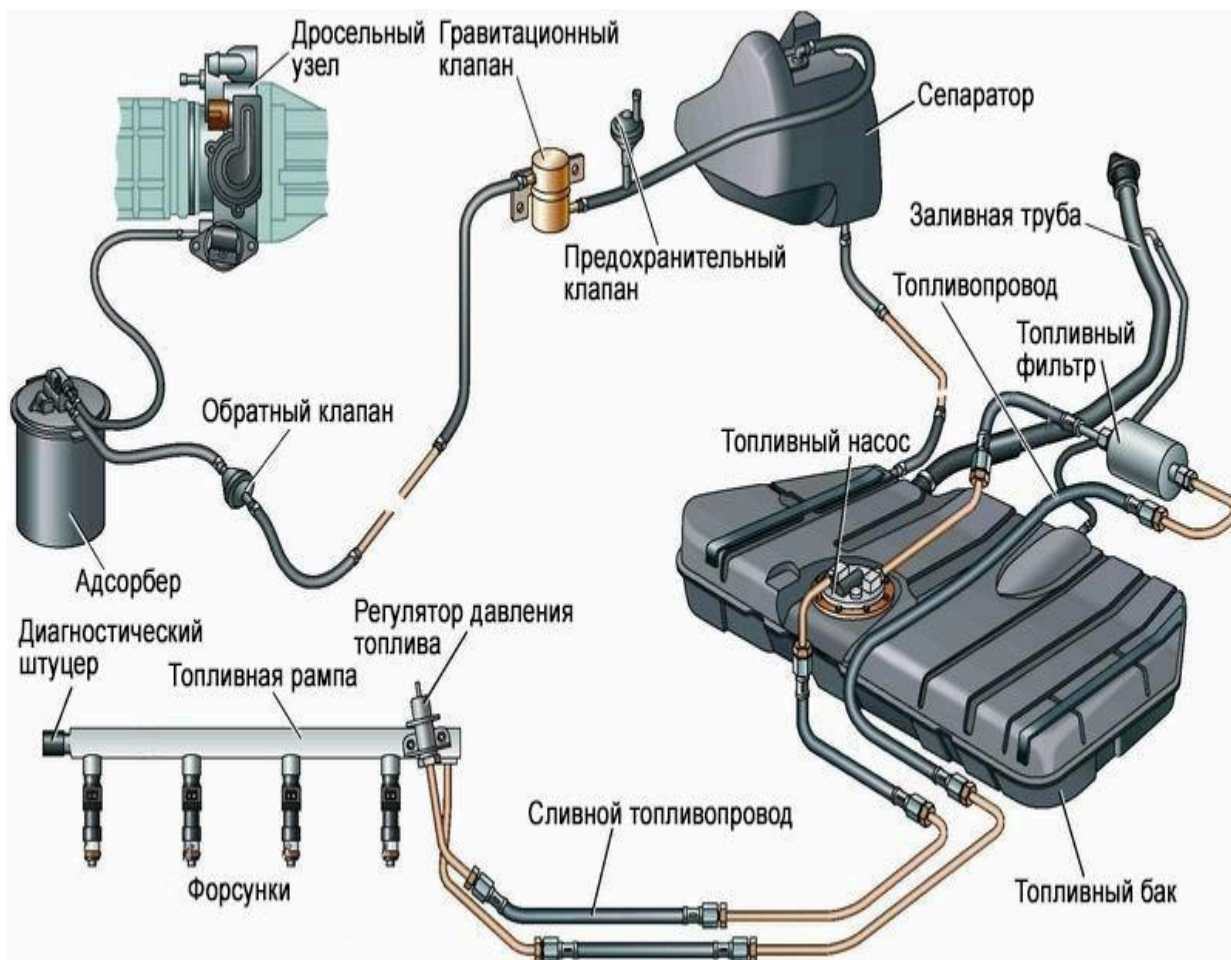
- лямбда-зонд;
- положения коленвала;
- массового расхода воздуха;
- положения дроссельной заслонки;
- детонации;
- температуры ОЖ;
- давления воздуха во впускном коллекторе.



На некоторых авто могут иметься еще несколько дополнительных датчиков. У всех у них одна задача – определять параметры работы силового агрегата и передавать их на ЭБУ

Что касается механической части, то в ее состав входят такие элементы:

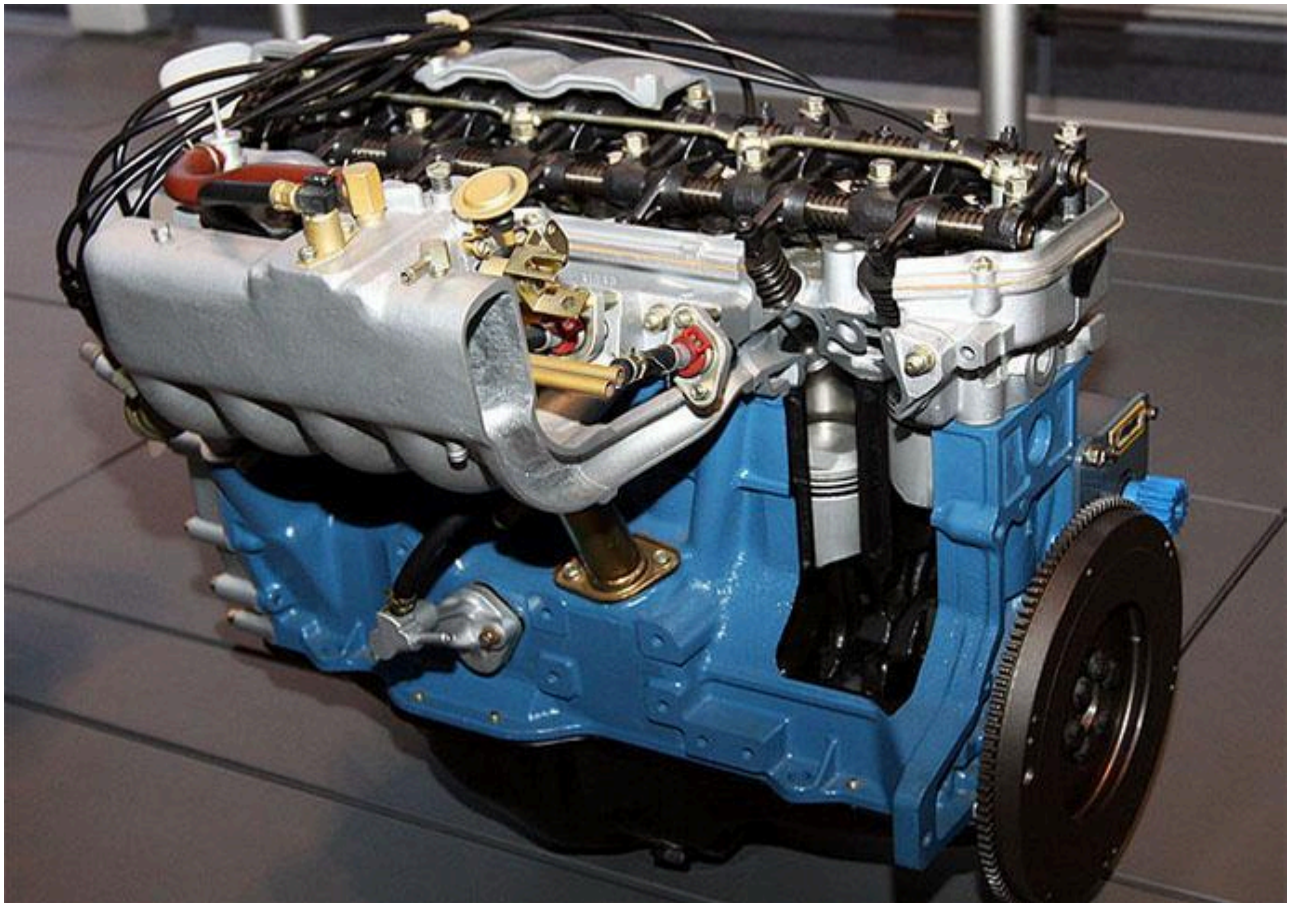
- бак;
- электрический топливный насос;
- топливные магистрали;
- фильтр;
- регулятор давления;
- топливная рампа;
- форсунки.



Как все работает

Теперь рассмотрим принцип работы инжекторного двигателя отдельно по каждой составляющей. С электронной частью, в целом, все просто. Датчики собирают информацию о скорости вращения коленчатого вала, воздуха (поступившего в цилиндры, а также остаточной его части в отработанных газах), положения дросселя (связанного с педалью акселератора), температуры ОЖ. Эти данные датчики передают постоянно на электронный блок, благодаря чему и достигается высокая точность дозирования бензина.

Поступающую с датчиков информацию ЭБУ сравнивает с данными, внесенными в карты, и уже на основе этого сравнения и ряда расчетов осуществляет управление исполнительной частью. В электронный блок внесены так называемые карты с оптимальными параметрами работы силовой установки (к примеру, на такие условия нужно подать столько-то бензина, на другие – столько-то).



Чтобы было понятнее, рассмотрим более подробно алгоритм работы электронного блока, но по упрощенной схеме, поскольку в действительности при расчете используется очень большое количество данных. В целом, все это направлено на высчитывание временной длины электрического импульса, который подается на форсунки.

Поскольку схема – упрощенная, то предположим, что электронный блок ведет расчеты только по нескольким параметрам, а именно базовой временной длине импульса и двум коэффициентам – температуры ОЖ и уровне кислорода в выхлопных газах. Для получения результата ЭБУ использует формулу, в которой все имеющиеся данные перемножаются.

Для получения базовой длины импульса, микроконтроллер берет два параметра – скорость вращения коленчатого вала и нагрузку, которая может высчитываться по давлению в коллекторе.

Обороты (RPM)	Нагрузка				
	1	2	3	4	5
1000	1	2	3	4	5
2000	2	4	6	8	10
3000	3	6	9	12	15
4000	4	8	12	16	20

К примеру, обороты двигателя составляют 3000, а нагрузка 4. Микроконтроллер берет эти данные и сравнивает с таблицей, внесенной в карту. В данном случае получаем базовую временную длину импульса 12 миллисекунд.

Но для расчетов нужно также учесть коэффициенты, для чего берутся показания с датчиков температуры ОЖ и лямбда-зонда. К примеру, температура составляет 100 град, а уровень кислорода в отработанных газах составляет 3. ЭБУ берет эти данные и сравнивает с еще несколькими таблицами. Предположим, что температурный коэффициент составляет 0,8, а кислородный – 1,0.

Датчик температуры ОЖ		Датчик кислорода	
t°С	коэффициент	O ₂	коэффициент
0	1,2	0	1
25	1,1	1	1
50	1,0	2	1
75	0,9	3	1
100	0,8	4	0,75

Получив все необходимые данные электронный блок проводит расчет. В нашем случае 12 множится на 0,8 и на 1,0. В результате получаем, что импульс должен составлять 9,6 миллисекунды.

Описанный алгоритм – очень упрощенный, на деле же при расчетах может учитываться не один десяток параметров и показателей.

Поскольку данные поступают на электронный блок постоянно, то система практически мгновенно реагирует на изменение параметров работы мотора и подстраивается под них, обеспечивая оптимальное смесеобразование.

Стоит отметить, что электронный блок управляет не только подачей топлива, в его задачу входит также регулировка угла зажигания для обеспечения оптимальной работы мотора.

Теперь о механической части. Здесь все очень просто: насос, установленный в баке, закачивает в систему бензин, причем под давлением, чтобы обеспечить принудительную подачу. Давление должно быть определенным, поэтому в схему включен регулятор.

По магистралям бензин подается на рампу, которая соединяет между собой все форсунки. Подающийся от ЭБУ электрический импульс приводит к открытию форсунок, а поскольку бензин находится под давлением, то он через открывшийся канал просто впрыскивается.

Виды и типы инжекторов

Инжекторы бывают двух видов:

1. С одноточечным впрыском. Такая система является устаревшей и на автомобилях уже не используется. Суть ее в том, что форсунка только одна, установленная во впускном коллекторе. Такая конструкция не обеспечивала равномерного распределения топлива по цилиндрам, поэтому ее работа была сходной с карбюраторной системой.
2. Многоточечный впрыск. На современных авто используется именно этот тип. Здесь для каждого цилиндра предусмотрена своя форсунка, поэтому такая система отличается высокой точностью дозировки. Устанавливаются форсунки могут как во впускной коллектор, так и в сам цилиндр (инжекторная **система непосредственного впрыска**).

На многоточечной инжекторной системе подачи топлива может использоваться несколько типов впрыска:

1. Одновременный. В этом типе импульс от ЭБУ поступает сразу на все форсунки, и они открываются вместе. Сейчас такой впрыск не используется.
2. Парный, он же попарно-параллельный. В этом типе форсунки работают парами. Интересно, что только одна из них подает топливо непосредственно в такте впуска, у второй же такт не совпадает. Но поскольку двигатель – 4-тактный, с клапанной системой газораспределения, то несовпадение впрыска по такту на работоспособность мотора влияния не оказывает.
3. Фазированный. В этом типе ЭБУ подает сигналы на открытие для каждой форсунки отдельно, поэтому впрыск происходит с совпадением по такту.

Примечательно, что современная инжекторная система подачи топлива может использовать несколько типов впрыска. Так, в обычном режиме используется фазированный впрыск, но в случае перехода на аварийное функционирование (к примеру, один из датчиков отказал), инжекторный двигатель переходит на парный впрыск.

Обратная связь с датчиками

Одним из основных датчиков, на показаниях которого ЭБУ регулирует время открытия форсунок, является лямбда-зонд, установленный в выпускной системе. Этот датчик определяет остаточное (не сгоревшее) количество воздуха в газах.



Благодаря этому датчику обеспечивается так называемая «обратная связь». Суть ее заключается вот в чем: ЭБУ провел все расчеты и подал импульс на форсунки. Топливо поступило, смешалось с воздухом и сгорело. Образовавшиеся выхлопные газы с не сгоревшими частицами смеси выводятся из цилиндров по системе отвода выхлопных газов, в которую установлен лямбда-зонд. На основе его показаний ЭБУ определяет, правильно ли были проведены все расчеты и при необходимости вносит корректировки для получения оптимального состава. То есть, на основе уже проведенного этапа подачи и сгорания топлива микроконтроллер делает расчеты для следующего.

Стоит отметить, что в процессе работы силовой установки существуют определенные режимы, при которых показания кислородного датчика будут некорректными, что может нарушить работу мотора или требуется смесь с определенным составом. При таких режимах ЭБУ игнорирует информацию с лямбда-зонда, а сигналы на подачу бензина он отправляет, исходя из заложенной в карты информации.

На разных режимах обратная связь работает так:

- **Запуск мотора.** Чтобы двигатель смог завестись, нужна обогащенная горючая смесь с увеличенным процентным содержанием топлива. И электронный блок это обеспечивает, причем для этого он использует заданные данные, и информацию от кислородного датчика он не использует;
- **Прогрев.** Чтобы инжекторный двигатель быстрее набрал рабочую температуру ЭБУ устанавливает повышенные обороты мотора. При этом он постоянно контролирует его температуру, и по мере прогрева корректирует состав горючей смеси, постепенно ее обедняя до тех пор, пока состав ее не станет оптимальным. В этом режиме электронный блок продолжает использовать заданные в картах данные, все еще не используя показания лямбда-зонда;

- Холостой ход. При этом режиме двигатель уже полностью прогрет, а температура выхлопных газов – высокая, поэтому условия для корректной работы лямбда-зонда соблюдаются. ЭБУ уже начинает использовать показания кислородного датчика, что позволяет установить стехиометрический состав смеси. При таком составе обеспечивается наибольший выход мощности силовой установки;
- Движение с плавным изменением оборотов мотора. Для достижения экономичного расхода топлива при максимальном выходе мощности, нужна смесь со стехиометрическим составом, поэтому при таком режиме ЭБУ регулирует подачу бензина на основе показания лямбда-зонда;
- Резкое увеличение оборотов. Чтобы инжекторный двигатель нормально отреагировал на такое действие, нужна несколько обогащенная смесь. Чтобы ее обеспечить, ЭБУ использует данные карт, а не показания лямбда-зонда;
- Торможение мотором. Поскольку этот режим не требует выхода мощности от мотора, то достаточно, чтобы смесь просто не давала остановиться силовой установке, а для этого подойдет и обедненная смесь. Для ее проявления показаний лямбда-зонда не нужно, поэтому ЭБУ их не использует.

Как видно, лямбда-зонд хоть и очень важен для работы системы, но информация с него используется далеко не всегда.

Напоследок отметим, что инжектор хоть и конструктивно сложная система и включает множество элементов, поломка которых сразу же сказывается на функционировании силовой установки, но она обеспечивает более рациональный расход бензина, а также повышает экологичность автомобиля. Поэтому альтернативы этой системе питания пока нет.