

Занятие 26.

Впрысковая система питания бензинового двигателя

На современных автомобилях используются различные системы впрыска топлива. Система впрыска (другое наименование - инжекторная система, от injection – впрыск) как следует из названия, обеспечивает впрыск топлива.

Система впрыска используется как на бензиновых, так и дизельных двигателях. Вместе с тем, конструкции и работа систем впрыска бензиновых и дизельных двигателей существенным образом различаются.

В бензиновых двигателях с помощью впрыска образуется однородная топливно-воздушная смесь, которая принудительно воспламеняется от искры.

В зависимости от способа образования топливно-воздушной смеси различают следующие системы центрального впрыска, распределенного впрыска и непосредственного впрыска. Системы центрального и распределенного впрыска являются системами предварительного впрыска, т.е. впрыск в них производится не доходя до камеры сгорания - во впускном коллекторе.

Центральный впрыск (моновпрыск) осуществляется одной форсункой, устанавливаемой во впускном коллекторе. По сути это карбюратор с форсункой. В настоящее время системы центрального впрыска не производятся, но все еще встречаются на легковых автомобилях. Преимуществами данной системы являются простота и надежность, а недостатками - повышенный расход топлива, низкие экологические показатели.

Система распределенного впрыска (многоточечная система впрыска) предполагает подачу топлива на каждый цилиндр отдельной форсункой. Образование топливно-воздушной смеси происходит во впускном коллекторе. Является самой распространенной системой впрыска бензиновых двигателей. Ее отличает умеренное потребление топлива, низкий уровень вредных выбросов, невысокие требования к качеству топлива.

Перспективной является *система непосредственного впрыска*. Впрыск топлива осуществляется непосредственно в камеру сгорания каждого цилиндра. Система позволяет создавать оптимальный состав топливно-воздушной смеси на всех режимах работы двигателя, повысить степень сжатия, тем самым обеспечивает полное сгорание смеси, экономию топлива, повышение мощности двигателя, снижение вредных выбросов. С другой стороны ее отличает сложность конструкции, высокие эксплуатационные требования (очень чувствительна к качеству топлива, особенно к содержанию в нем серы).

Для снижения выбросов твердых частиц в атмосферу с отработавшими газами применяется *комбинированная система впрыска*, объединяющая систему непосредственного впрыска и систему распределенного впрыска на одном двигателе внутреннего сгорания.

Системы впрыска бензиновых двигателей могут иметь механическое или электронное управление. Наиболее совершенным является электронное управление впрыском, обеспечивающее значительную экономию топлива и сокращение вредных выбросов.

Впрыск топлива в системе может осуществляться непрерывно или импульсно (дискретно). Перспективным с точки зрения экономичности является импульсный впрыск топлива, который используют все современные системы.

В двигателе система впрыска обычно объединена с системой зажигания и образует объединенную систему впрыска и зажигания (например, системы Motronic, Fenix). Согласованную работу систем обеспечивает система управления двигателем.

Система центрального впрыска.

Система центрального впрыска (моновпрыск) относится к системам впрыска топлива бензиновых двигателей. Работа системы основана на впрыске топлива одной форсункой, расположенной на впускном коллекторе двигателя.

Известными конструкциями системы центрального впрыска являются системы Mono-Jetronic и Opel-Multec. Система впрыска Mono-Jetronic разработана фирмой Bosch в 1975 году. Система устанавливалась на автомобили марки Volkswagen, Audi .

Устройство системы впрыска Mono-Jetronic.

Конструкция системы Mono-Jetronic включает регулятор давления, центральную форсунку впрыска, дроссельную заслонку с механическим приводом, электросервопривод дроссельной заслонки, а также элементы электронного управления - входные датчики и блок управления.

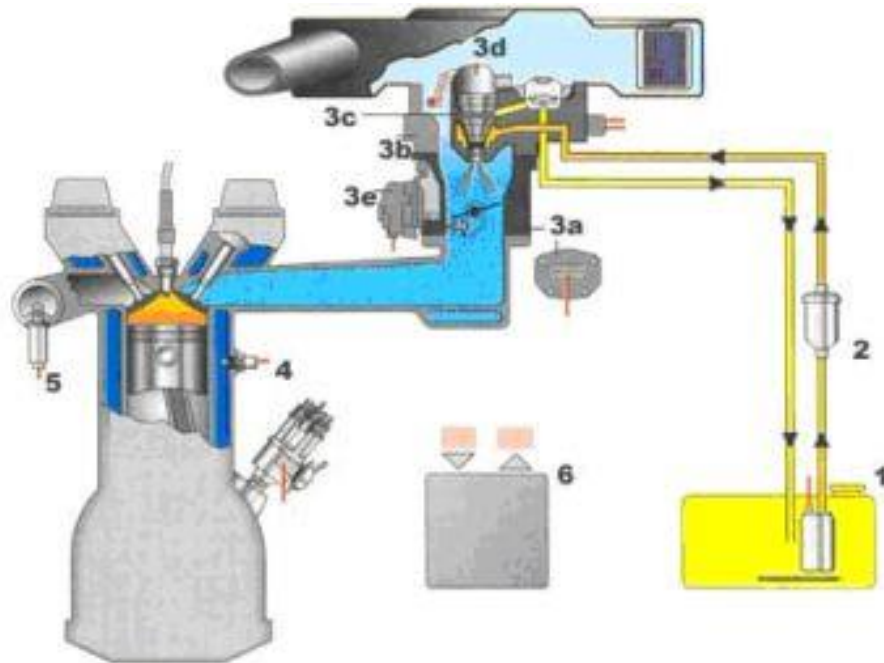


Рисунок 1 Схема системы центрального впрыска Mono-Jetronic

- 1-топливный насос
- 2-фильтр топливный
- 3-центральная форсунка впрыска
- a - потенциометр дроссельной заслонки
- b - регулятор давления
- c - форсунка
- d - датчик температуры воздуха
- e - электродвигатель привода дроссельной заслонки
- 4-датчик температуры охлаждающей жидкости
- 5-кислородный датчик (лямбда-зонд)
- 6-электронный блок управления

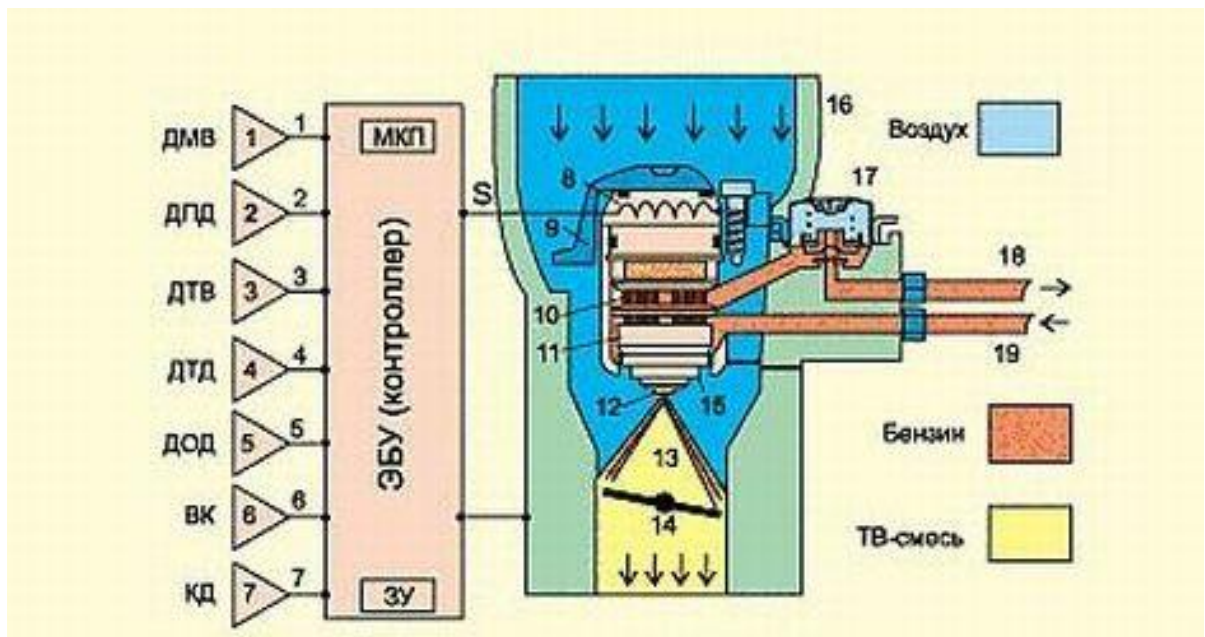


Рисунок 2 Схема системы центрального впрыска Mono-Jetronic

- 1-датчик момента впрыска;
- 2-датчик положения дроссельной заслонки (дроссельный потенциометр);
- 3-датчик температуры воздуха;
- 4-датчик температуры охлаждающей жидкости;
- 5-датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- 6-концевой выключатель сервопривода;
- 7-кислородный датчик;
- 8-электромагнитная катушка (соленоид);
- 9-установочное место датчика температуры воздуха;
- 10-сетчатый фильтр;
- 11-запорный клапан;
- 12-распылительное сопло;
- 13-смесительная зона;
- 14-дроссельная заслонка;
- 15-центральная форсунка впрыска;
- 16-корпус;
- 17-регулятор давления;
- 18-обратная бензомагистраль;
- 19-подающая бензомагистраль.

Регулятор давления поддерживает постоянное рабочее давление в системе впрыска (0,1МПа). Кроме этого, с помощью регулятора в системе после выключения двигателя сохраняется остаточное давление, что препятствует образованию воздушных пробок и облегчает пуск двигателя.

Центральная форсунка впрыска обеспечивает импульсный впрыск топлива. Форсунка представляет собой электромагнитный клапан. Управление клапаном осуществляется электрическим сигналом, поступающим от электронного блока управления. Основу форсунки составляет электромагнитная катушка (соленоид), запорный клапан, возвратная пружина и распылительное сопло.

Дроссельная заслонка предназначена для регулирования объема поступающего воздуха. Дроссельная заслонка имеет два привода: механический и электрический. Механический привод осуществляется от педали газа.

Электросервопривод дроссельной заслонки служит для стабилизации оборотов холостого хода за счет принудительного открытия дроссельной заслонки.

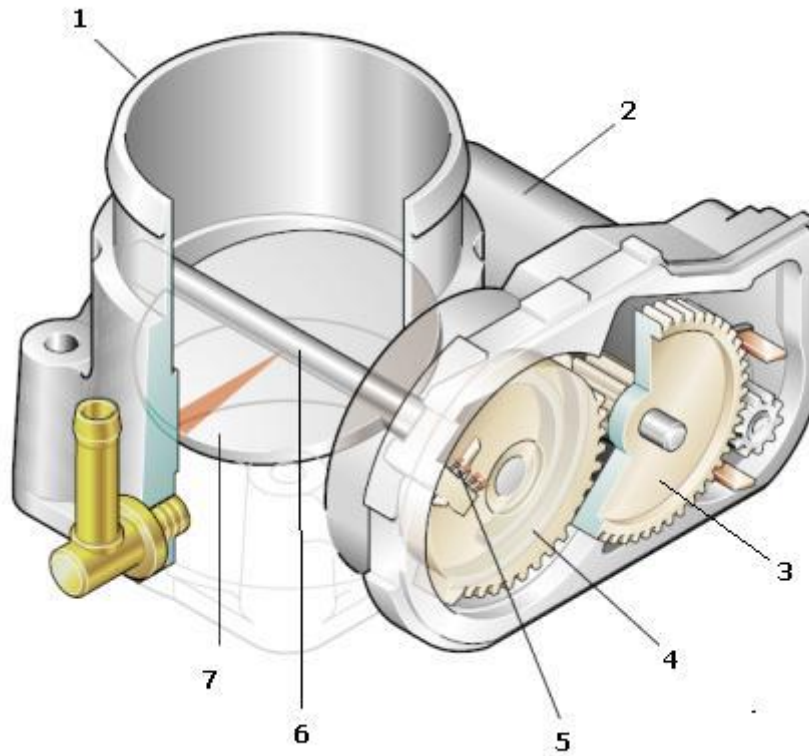


Рисунок 3 Схема дроссельной заслонки с электрическим приводом

- 1-корпус;
- 2-электродвигатель;
- 3-двухступенчатый цилиндрический редуктор;
- 4-пружинный возвратный механизм;
- 5-датчик положения дроссельной заслонки;
- 6-вал дроссельной заслонки;
- 7-дроссельная заслонка.

Электронный блок управления осуществляет управление центральной форсункой впрыска (электромагнитным клапаном) и электросервоприводом дроссельной заслонкой. Блок управления включает микропроцессор и блок памяти. В блоке памяти помещена информация об эталонной характеристике впрыска (соотношение компонентов топливно-воздушной смеси на всех режимах работы двигателя).

Входные датчики фиксируют текущее состояние работы двигателя. В системе используются датчики момента впрыска, положения дроссельной заслонки, температуры воздуха, температуры охлаждающей жидкости, оборотов двигателя, выключатель сервопривода, концентрации кислорода.

По показаниям датчиков температуры воздуха и положения дроссельной заслонки рассчитывается необходимый объем воздуха в системе впрыска. Масса всасываемого воздуха, через плотность, находится в прямой зависимости от температуры. Чем холоднее воздух, тем он более плотный, а значит обладает большей массой. Датчик температуры воздуха расположен перед центральной форсункой впрыска.

Дроссельная заслонка устроена так, что каждому ее положению соответствует определенное количество пропускаемого воздуха. Этот параметр фиксирует датчик положения дроссельной заслонки, представляющий собой потенциометр. Датчик положения дроссельной заслонки (дроссельный потенциометр) установлен непосредственно на оси привода заслонки.

В случае отказа датчиков температуры воздуха и положения дроссельной заслонки их работа дублируется сигналами датчика оборотов и датчика температуры охлаждающей жидкости (температуры двигателя).

Впрыск топлива осуществляется на основании сигналов датчика момента впрыска, которые подаются одновременно с сигналами на воспламенение топливно-воздушной смеси.

Выключатель сервопривода обеспечивает работу системы в режиме холостого хода двигателя. Замкнутое положение выключателя свидетельствует о режиме холостого хода, при этом включается электросервопривод дроссельной заслонки и поворачивает ее на определенный угол.

Датчик концентрации кислорода (кислородный датчик) предназначен для поддержания оптимального соотношения компонентов топливно-воздушной смеси. Датчик устанавливается в выпускной системе:

- в выпускном коллекторе;
- на автомобилях с каталитическим нейтрализатором - перед нейтрализатором.

Принцип работы системы впрыска Mono-Jetronic.

При работе двигателя сигналы от датчиков поступают в электронный блок управления. По совокупности сигналов и информации об эталонных характеристиках впрыска блок управления вычисляет начало и продолжительность открытия центральной форсунки. В соответствии с расчетными данными подается сигнал на электромагнитную катушку форсунки. Запорный клапан открывается. Бензин через сопло под давлением распыляется во впускном коллекторе и смешивается с воздухом. Образующая топливно-воздушная смесь подается в камеры сгорания двигателя.

В системе предусмотрена автоматическая стабилизация оборотов. На основании сигнала выключателя сервопривода электродвигатель открывает дроссельную заслонку на определенный угол, чем достигается устойчивая работа в режиме холостого хода.

Конструкция и принцип работы системы впрыска Opel-Multec аналогичны системе Mono-Jetronic.

Система распределенного впрыска.

Система распределенного впрыска (многоточечная система впрыска) относится к системам впрыска топлива бензиновых двигателей. Работа системы основана на впрыске топлива в каждый цилиндр отдельной форсункой.

По принципу действия системы распределенного впрыска топлива разделяются на системы непрерывного и импульсного впрыска. В зависимости от вида управления

различают системы распределенного впрыска с механическим и электронным управлением.

Известными конструкциями системы распределенного впрыска топлива являются системы K-Jetronic, KE-Jetronic и L-Jetronic. Основным производителем систем впрыска является фирма Bosch.

Система распределенного впрыска *K-Jetronic* является механической системой непрерывного впрыска топлива.

Система распределенного впрыска *KE-Jetronic* представляет собой механическую систему непрерывного впрыска топлива с электронным управлением.

Система распределенного впрыска *L-Jetronic* является системой импульсного впрыска с электронным управлением.

Система распределенного впрыска K-Jetronic представляет собой механическую систему непрерывного впрыска топлива.

Система впрыска K-Jetronic имеет достаточно сложное устройство и включает дроссельную заслонку, расходомер воздуха, дозатор-распределитель топлива, регулятор давления питания, регулятор управляющего давления, форсунки впрыска, пусковую форсунку, термореле, а также клапан добавочного воздуха.

Дроссельная заслонка предназначена для регулирования объема поступающего воздуха. Заслонка имеет механический привод от педали газа.

Расходомер воздуха обеспечивает измерение объема воздуха за счет пропорционального перемещения напорного диска. Напорный диск соединен с плунжером дозатора-распределителя с помощью рычагов. При открытии дроссельной заслонки во впускной коллектор поступает большой объем воздуха, который перемещает напорный диск расходомера. Напорный диск крепится на рычаге. На оси рычага закреплен другой рычаг с роликом и регулировочным винтом. Ролик упирается в нижний конец плунжера дозатора-распределителя.

Дозатор-распределитель предназначен для распределения топлива по форсункам цилиндров на всех режимах работы двигателя. Распределение топлива осуществляется за счет перемещения плунжера. Снизу на плунжер воздействует рычаг напорного диска, сверху – управляющее давление, которое создает регулятор управляющего давления. Согласованное перемещение плунжера и напорного диска обеспечивает стехиометрическое соотношение воздуха и бензина в топливно-воздушной смеси.

Регулятор давления питания поддерживает постоянное по величине давление топлива в системе.

Регулятор управляющего давления создает подпорное давление на верхнем конце плунжера, за счет чего достигается обогащение или обеднение топливно-воздушной смеси. Это необходимо при определенных режимах работы двигателя, в т.ч. при холодном пуске, прогреве на холостом ходу, а также при максимальной нагрузке.

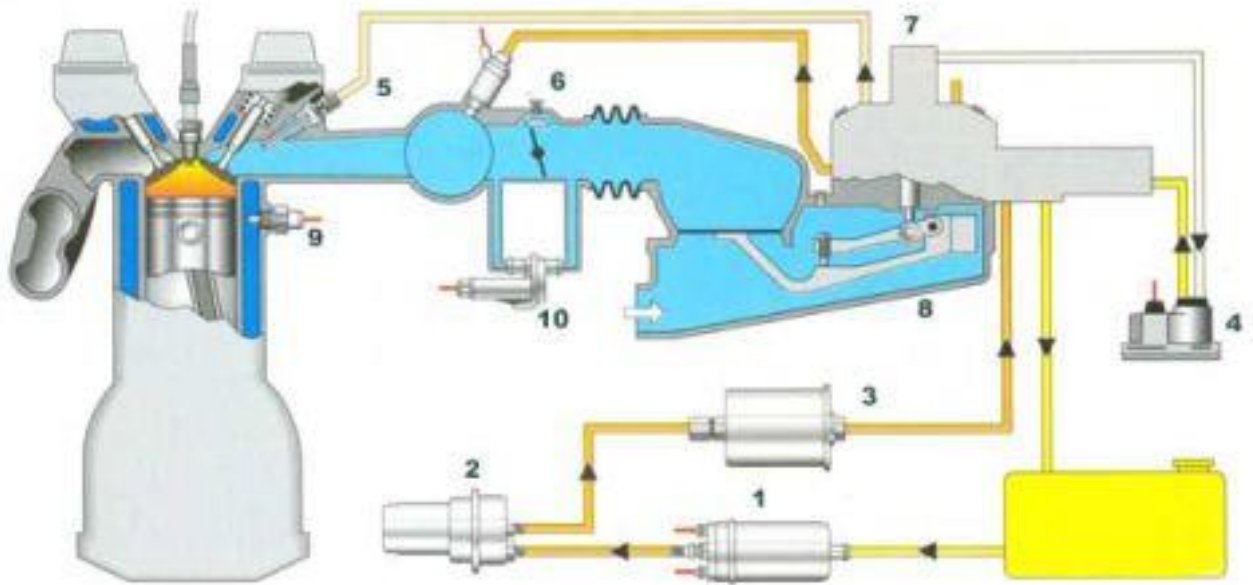


Рисунок 4 Схема системы впрыска К-Jetronic

- 1-топливный насос
- 2-аккумулятор топлива
- 3-топливный фильтр
- 4-регулятор управляющего давления
- 5-форсунка впрыска
- 6-пусковая форсунка
- 7-дозатор-распределитель топлива
- 8-расходомер воздуха
- 9-термореле
- 10-клапан добавочного воздуха

Форсунки впрыска обеспечивают непрерывный впрыск топлива под давлением.

Для обеспечения запуска двигателя при температуре ниже 10°C в системе К-Jetronic применяется пусковая форсунка и клапан добавочного воздуха.

Пусковая форсунка осуществляет при запуске и прогреве двигателя впрыск во впускной коллектор дополнительного количества топлива. Работа пусковой форсунки осуществляется под управлением термореле.

Термореле устанавливается в блоке цилиндров двигателя, где отслеживает температуру охлаждающей жидкости. При запуске двигателя термореле включает пусковую форсунку. При достижении охлаждающей жидкости определенной температуры пусковая форсунка отключается.

Клапан добавочного воздуха обеспечивает дополнительную порцию воздуха при запуске двигателя в обход дроссельной заслонки. В исходном положении клапан открыт. По мере прогрева двигателя клапан закрывается (перемещается биметаллическая пластина с диафрагмой клапана).

Холостой ход двигателя регулируется двумя винтами:

1-количества смеси, устанавливающий частоту вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу;

2-качества смеси, определяющий содержание угарного газа в отработавших газах.

Регулировки холостого хода изначально производятся заводом-изготовителем.

Принцип действия системы K-Jetronic.

При нажатии педали газа открывается дроссельная заслонка. Проходящий через нее воздух перемещает напорный диск расходомера воздуха. Движение диска через рычаги передается на плунжер дозатора-распределителя.

Топливная система подает бензин к дозатору-распределителю, от которого плунжер нагнетает топливо к форсункам впрыска. Форсунки непрерывно впрыскивают топливо во впускной коллектор двигателя. Там оно смешивается с воздухом и образуется топливно-воздушная смесь. При открытии впускных клапанов топливно-воздушная смесь поступает в камеры сгорания двигателя.

Количество топлива поступающего к форсункам определяется положением дроссельной заслонки. Чем больше открыта дроссельная заслонка, тем больше воздуха проходит через впускной коллектор и тем больше топлива подается к форсункам. В зависимости от режимов работы двигателя объем впрыскиваемого топлива регулируется управляющим давлением.

Для увеличения оборотов во время пуска двигателя и работы на холостом ходу во впускной коллектор подается дополнительная порция воздуха через клапан дополнительной подачи воздуха и дополнительная порция топлива пусковой форсункой.

Система распределенного впрыска KE-Jetronic является механической системой непрерывного впрыска топлива с электронным управлением качественным составом топливно-воздушной смеси.

Конструктивно система KE-Jetronic построена на основе системы K-Jetronic. Для реализации электронного управления впрыском в систему дополнительно включены электрогидравлический регулятор давления, мембранный регулятор давления, расходомер воздуха с потенциометрическим датчиком. Электронное управление обеспечивают входные датчики и блок управления.

Электрогидравлический регулятор давления предназначен для обеспечения качественного состава топливно-воздушной смеси. В системе KE-Jetronic электрогидравлический регулятор давления устанавливается вместо регулятора управляющего давления. Регулятор давления представляет собой электроуправляемый клапан, который регулирует величину управляющего (подпорного) давления. В отличие от системы K-Jetronic управляющее давление подводится не к плунжеру, а к дифференциальным клапанам дозатора-распределителя.

Электронный блок управления преобразует электрические сигналы входных датчиков в управляющее воздействие на исполнительные устройства, в качестве которых выступают электрогидравлический регулятор давления, пусковая форсунка, клапан добавочного воздуха, клапан системы улавливания паров бензина.

Мембранный регулятор давления служит для поддержания требуемого рабочего давления в дозаторе-распределителе. Он устанавливается в возвратной магистрали системы.

Расходомер воздуха обеспечивает количественное регулирование состава топливно-воздушной смеси. В приводе расходомера установлен потенциометрический датчик, который фиксирует величину поворота напорного диска. Перемещение потенциометра на определенный угол воспринимается электронным блоком управления

как изменение нагрузки двигателя. Расходомер с потенциометрическим датчиком расширяет область применения мембранного регулятора давления.

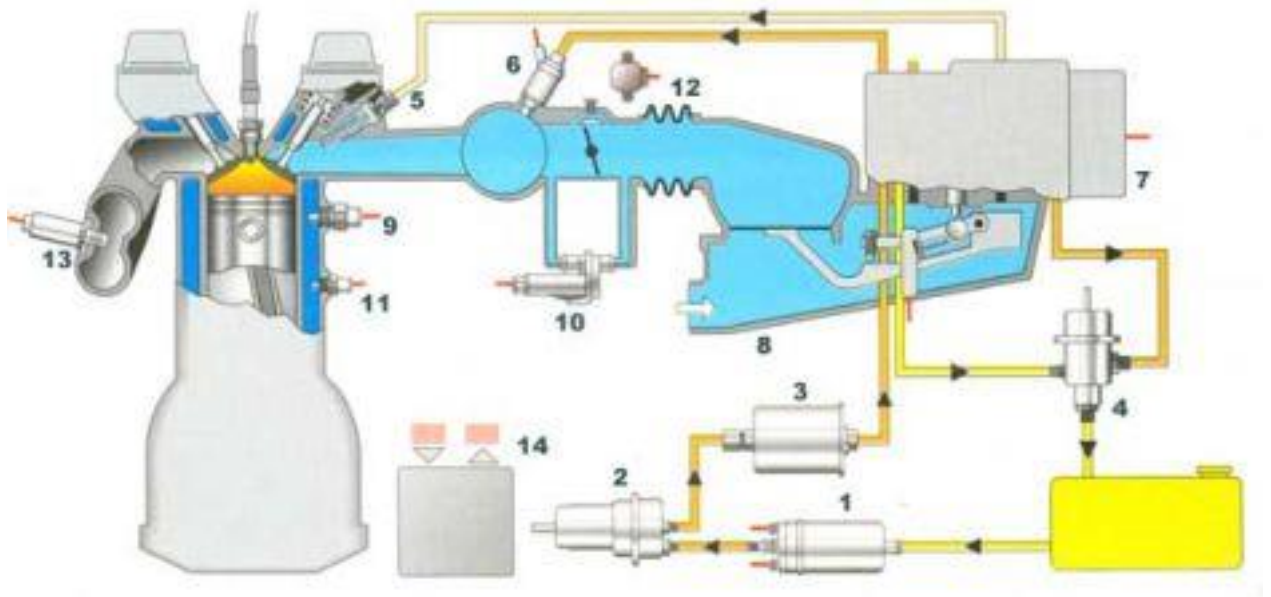


Рисунок 5 Схема системы впрыска KE-Jetronic

- 1-топливный насос
- 2-аккумулятор топлива
- 3-топливный фильтр
- 4-регулятор давления
- 5-форсунка впрыска
- 6-пусковая форсунка
- 7-дозатор топлива
- 8-расходомер воздуха
- 9-термореле
- 10-клапан добавочного воздуха
- 11-датчик температуры охлаждающей жидкости
- 12-потенциометр дроссельной заслонки
- 13-кислородный датчик (лямбда-зонд)
- 14-электронный блок управления

Входные датчики фиксируют текущее состояние работы двигателя. На разных типах двигателей может устанавливаться от 4 до 11 входных датчиков. К примеру на автомобиле Audi-80 устанавливались датчики температуры охлаждающей жидкости, положения дроссельной заслонки, нагрузки двигателя (потенциометр расходомера), частоты вращения коленчатого вала двигателя, высоты над уровнем моря, концентрации кислорода, режима холостого хода.

Принцип действия системы KE-Jetronic.

При запуске холодного двигателя для быстрого прогрева и устойчивой работы система обеспечивает образование обогащенной топливно-воздушной смеси. На основании сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости электронный блок управления закрывает клапан электрогидравлического регулятора давления. Подпорное давление в нижних полостях дифференциальных клапанов дозатора-распределителя уменьшается.

Верхние полости дифференциальных клапанов увеличиваются и к форсункам впрыска поступает больше топлива. Смесь становится обогащенной.

При постоянной частоте вращения коленчатого вала двигателя электрогидравлический регулятор давления не работает (биметаллическая пластина с клапаном находится в среднем положении). Связь "расходомер воздуха - плунжер дозатора-распределителя" обеспечивает образование стехиометрической топливно-воздушной смеси.

При резком открытии дроссельной заслонки происходит обогащение топливно-воздушной смеси. Система рассматривает резкое открытие заслонки как потребность в максимальной мощности. Сигналы от датчика положения дроссельной заслонки и потенциометра расходомера воздуха поступают в электронный блок управления, который активизирует электрогидравлический регулятор давления. Клапан регулятора закрывается, подпорное давление уменьшается, подача топлива к форсункам увеличивается, смесь обогащается.

При торможении двигателем, наоборот, образуется обедненная топливно-воздушная смесь. По команде электронного блока управления клапан электрогидравлического регулятора открывается, подпорное давление в нижних камерах дифференциальных клапанов увеличивается, объем верхних камер дифференциальных клапанов уменьшается, соответственно подача топлива к форсункам уменьшается, смесь обедняется.

При температуре ниже 10°C происходит срабатывание пусковой форсунки и клапана добавочного воздуха.

Дальнейшая работа двигателя осуществляется по совокупности сигналов входных датчиков.

Система распределенного впрыска L-Jetronic является системой импульсного впрыска с электронным управлением количественным и качественным составом топливно-воздушной смеси. Для обеспечения импульсного впрыска топлива в системе применены форсунки с электромагнитным управлением.

В сравнении с системами K-Jetronic и KE-Jetronic, импульсный впрыск, реализованный в системе L-Jetronic, обеспечивает топливную экономичность, снижение токсичности отработавших газов и улучшение динамических характеристик автомобиля.

Конструкция системы впрыска L-Jetronic включает распределительную магистраль, форсунки впрыска, регулятор давления топлива, расходомер воздуха, пусковую форсунку, клапан добавочного воздуха, а также обязательные элементы электронного управления - входные датчики и блок управления.

Распределительная магистраль предназначена для распределения топлива по форсункам впрыска.

Форсунка впрыска обеспечивает импульсный впрыск топлива за счет электромагнитного управления иглой распылителя.

Регулятор давления топлива служит для поддержания постоянного давления в распределительной магистрали системы, а также для устранения пульсаций топлива, возникающих при работе форсунок впрыска.

Электронный блок управления принимает сигналы от входных датчиков и преобразует их в управляющие воздействия на следующие исполнительные устройства, в

качестве которых выступают форсунки впрыска, пусковая форсунка и клапан добавочного воздуха.

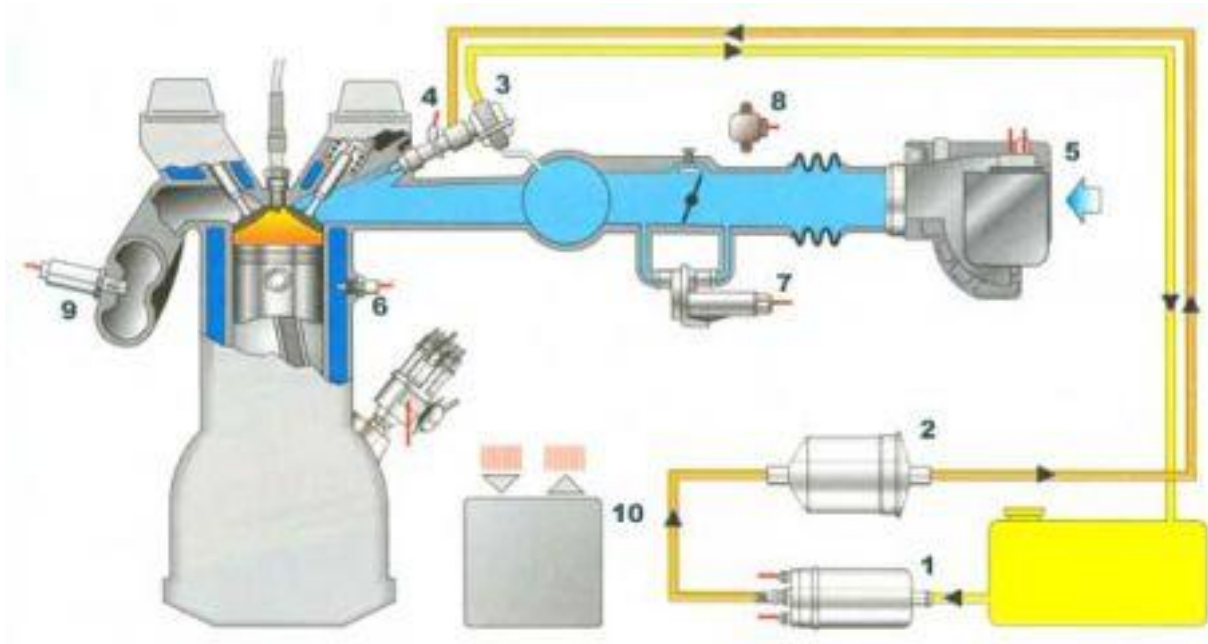


Рисунок 6 Схема системы впрыска L-Jetronic

- 1-топливный насос
- 2-топливный фильтр
- 3-регулятор давления топлива
- 4-форсунка впрыска
- 5-расходомер воздуха
- 6-термореле
- 7-клапан добавочного воздуха
- 8-потенциометр дроссельной заслонки
- 9-кислородный датчик (лямбда-зонд)
- 10-электронный блок управления

Основными управляющими параметрами, формируемыми электронным блоком управления, являются необходимый объем впрыскиваемого топлива и время начала впрыска.

Расходомер воздуха обеспечивает количественное регулирование топливно-воздушной смеси. Объем поступающего в систему воздуха отслеживается потенциометрическим датчиком расходомера. В соответствии с объемом воздуха производится впрыск определенного количества топлива.

Для облегчения пуска холодного двигателя и быстрого его прогрева в системе используются пусковая форсунка и клапан добавочного воздуха. Форсунка и клапан управляются электронным блоком.

Пусковая форсунка впрыскивает дополнительную порцию топлива. Работа форсунки обеспечивается термореле и датчиком температуры охлаждающей жидкости. Клапан добавочного воздуха обеспечивает при запуске дополнительную порцию воздуха. Он устанавливается параллельно дроссельной заслонки.

В системе предусмотрена механическая регулировка количества и качества топливно-воздушной смеси на холостом ходу за счет соответствующих винтов. Винт

качества устанавливается в обводном канале расходомера воздуха. Он регулирует содержание угарного газа в отработавших газах. Винт количества устанавливается в обводном канале дроссельной заслонки. Он регулирует обороты холостого хода.

Входные датчики фиксируют параметры работы двигателя и преобразуют их в электрические сигналы. В системе L-Jetronic устанавливаются следующие датчики: температуры воздуха, потенциометр расходомера воздуха, положения дроссельной заслонки, высоты над уровнем моря, распределитель зажигания, температуры охлаждающей жидкости, термореле.

Разновидностями системы L-Jetronic являются системы LE-Jetronic, LH-Jetronic, которые имеют отдельные конструктивные отличия.

Принцип действия системы L-Jetronic.

Топливная система обеспечивает подачу бензина к распределительной магистрали, от которой оно поступает к форсункам впрыска. Входные датчики фиксируют температуру, давление и объем поступающего воздуха, температуру, частоту вращения и нагрузку двигателя. Сигналы от датчиков поступают в электронный блок управления.

Электронный блок управления определяет необходимое количество топлива для работы двигателя и подает импульс определенной продолжительности на электромагнитный клапан форсунки впрыска. Форсунка производит впрыск заданного количества топлива в определенное время. При соединении топлива с воздухом образуется топливно-воздушная смесь, которая при открытии впускных клапанов поступает в камеры сгорания двигателя.

При пуске двигателя, его прогреве, а также во время работы под максимальной нагрузкой система обеспечивает образование обогащенной топливно-воздушной смеси. По сигналу датчика положения дроссельной заслонки система распознает указанные режимы и обеспечивает впрыск большего объема топлива. Смесь при этом обогащается.

При температуре ниже 10°C для создания обогащенной топливно-воздушной смеси используется пусковая форсунка и клапан добавочного воздуха.

Система непосредственного впрыска.

Система непосредственного впрыска топлива является самой современной системой впрыска топлива бензиновых двигателей. Работа системы основана на впрыске топлива непосредственно в камеру сгорания двигателя.

Впервые система непосредственного впрыска была применена на двигателе GDI (Gasoline Direct Injection – непосредственный впрыск бензина), устанавливаемом на автомобиле компании Mitsubishi. В настоящее время система непосредственного впрыска используется в двигателях многих автопроизводителей. Передовики Audi (двигатели TFSI) и Volkswagen (двигатели FSI, TSI), которые практически полностью перешли на бензиновые двигатели с непосредственным впрыском.

Двигатели с непосредственным впрыском имеют в своем активе BMW (двигатели N54, N63), Infiniti (двигатели M56), Ford (двигатели EcoBoost), General Motors (двигатели Ecotec), Hyundai (двигатели Theta), Mazda (двигатели Skyactiv), Mercedes-Benz (двигатели CGI).

Применение системы непосредственного впрыска позволяет достичь до 15% экономии топлива, а также сокращения выброса вредных веществ с отработавшими газами.

Устройство системы непосредственного впрыска топлива.

Конструкция системы непосредственного впрыска топлива рассмотрена на примере системы, устанавливаемой на двигатели FSI (Fuel Stratified Injection – послойный впрыск топлива). Система непосредственного впрыска составляет контур высокого давления топливной системы двигателя и включает топливный насос высокого давления, регулятор давления топлива, топливную рампу, предохранительный клапан, датчик высокого давления и форсунки впрыска.

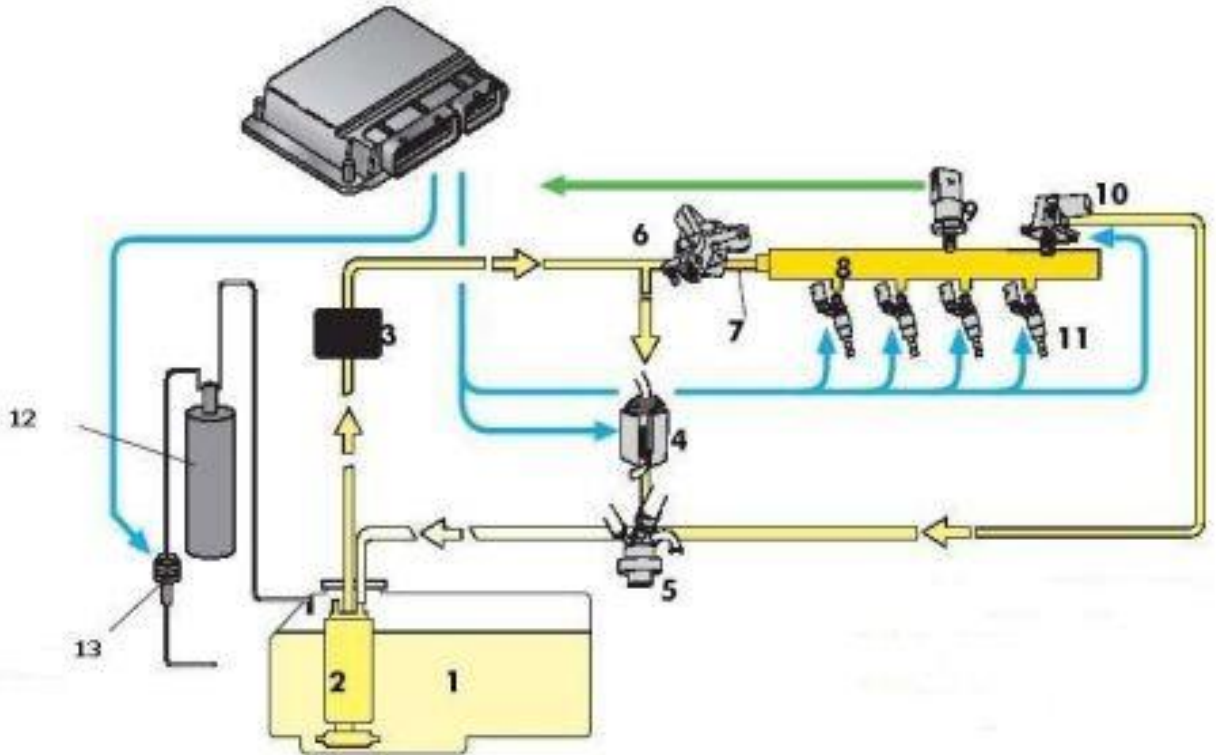


Рисунок 7 Схема системы непосредственного впрыска (на примере системы Motronic MED7)

- 1-топливный бак
- 2-топливный насос
- 3-топливный фильтр
- 4-перепускной клапан
- 5-регулятор давления топлива
- 6-топливный насос высокого давления
- 7-трубопровод высокого давления
- 8-распределительный трубопровод
- 9-датчик высокого давления
- 10-предохранительный клапан
- 11-форсунки впрыска
- 12-адсорбер
- 13-электромагнитный запорный клапан продувки адсорбера

Топливный насос высокого давления служит для подачи топлива к топливной рампе и далее к форсункам впрыска под высоким давлением (3-11 МПа) в соответствии с потребностями двигателя. Основу конструкции насоса составляет один или несколько плунжеров. Насос приводится в действие от распределительного вала впускных клапанов.

Регулятор давления топлива обеспечивает дозированную подачу топлива насосом в соответствии с впрыском форсунки. Регулятор расположен в топливном насосе высокого давления. Топливная рампа служит для распределения топлива по форсункам впрыска и предотвращения пульсации топлива в контуре. Предохранительный клапан защищает элементы системы впрыска от предельных давлений, возникающих при температурном расширении топлива. Клапан устанавливается на топливной рампе.

Датчик высокого давления предназначен для измерения давления в топливной рампе. В соответствии с сигналами датчика блок управления двигателем может изменять давление в топливной рампе. Форсунка впрыска обеспечивает распыление топлива в камере сгорания для образования топливно-воздушной смеси.

Согласованную работу системы обеспечивает электронная система управления двигателем, которая является дальнейшим развитием объединенной системы впрыска и зажигания. Традиционно система управления двигателем объединяет входные датчики, блок управления и исполнительные механизмы.

Помимо датчика высокого давления топлива в интересах системы непосредственного впрыска работают датчик частоты вращения коленчатого вала, датчик положения распределительного вала, датчик положения педали акселератора, расходомер воздуха, датчик температуры охлаждающей жидкости, датчик температуры воздуха на впуске.

В совокупности датчики обеспечивают необходимой информацией блок управления двигателем, на основании которой блок воздействует на исполнительные механизмы - электромагнитные клапаны форсунок, предохранительный и перепускной клапаны.

Принцип действия системы непосредственного впрыска.

Система непосредственного впрыска в результате работы обеспечивает несколько видов смесеобразования:

- послойное ;
- стехиометрическое гомогенное ;
- гомогенное.

Многообразие в смесеобразовании определяет высокую эффективность использования топлива (экономия, качество образования смеси, ее полное сгорание, увеличение мощности, уменьшение вредных выбросов) на всех режимах работы двигателя.

Послойное смесеобразование используется при работе двигателя на малых и средних оборотах и нагрузках. Стехиометрическое (другое наименование – легковоспламеняемое) гомогенное (другое наименование – однородное) смесеобразование применяется при высоких оборотах двигателя и больших нагрузках. На бедной гомогенной смеси двигатель работает в промежуточных режимах.

При послойном смесеобразовании дроссельная заслонка почти полностью открыта, впускные заслонки закрыты. Воздух поступает в камеры сгорания с большой скоростью, с образованием воздушного вихря. Впрыск топлива производится в зону свечи зажигания в конце такта сжатия. За непродолжительное время до воспламенения в районе свечи зажигания образуется топливно-воздушная смесь с коэффициентом избытка воздуха от 1,5 до 3. При воспламенении смеси вокруг нее остается достаточно много чистого воздуха, выступающего в роли теплоизолятора.

Гомогенное стехиометрическое смесеобразование происходит при открытых впускных заслонках, дроссельная заслонка при этом открывается в соответствии с положением педали газа. Впрыск топлива производится на такте впуска, что способствует образованию однородной смеси. Коэффициент избытка воздуха составляет 1. Смесь воспламеняется и эффективно сгорает во всем объеме камеры сгорания.

Бедная гомогенная смесь образуется при максимально открытой дроссельной заслонке и закрытыми впускными заслонками. При этом создается интенсивное движение воздуха в цилиндрах. Впрыск топлива производится на такте впуска. Коэффициент избытка воздуха поддерживается системой управления двигателем на уровне 1,5. При необходимости в состав смеси добавляются отработавшие газы из выпускной системы, содержание которых может достигать до 25%.

Комбинированная система впрыска.

Несмотря на все преимущества, бензиновый двигатель с непосредственным впрыском топлива при определенных режимах работы характеризуется значительным содержанием твердых частиц (сажи) в отработавших газах. Их содержание может превышать выбросы аналогичного по объему дизельного двигателя.

С целью уменьшения выбросов вредных веществ, выполнения требований норм Евро-6 концерн Volkswagen разработал комбинированную систему впрыска, объединяющую систему непосредственного впрыска и систему распределенного впрыска на одном двигателе. Блок управления двигателем в зависимости от режимов работы активизирует одну из систем впрыска, чем достигается существенное снижение выбросов частиц сажи и углекислого газа.

В настоящее время комбинированный впрыск реализован на двигателях TFSI объемом 1,8 и 2,0 литра.

Конструкция комбинированной системы впрыска включает элементы системы непосредственного впрыска (форсунки, топливную рампу высокого давления), системы распределенного впрыска (форсунки, топливную рампу низкого давления), топливный насос высокого давления, обеспечивающий питание обеих систем.

Форсунки системы непосредственного впрыска установлены непосредственно в камерах сгорания цилиндров. Топливная рампа высокого давления поддерживает давление 20 МПа. Форсунки системы распределенного впрыска установлены в каналах впускного коллектора перед впускными клапанами.

Работа комбинированной системы впрыска осуществляется в зависимости от нагрузки на двигатель. При запуске двигателя, его прогреве, а также при работе с максимальной нагрузкой активизируется система непосредственного впрыска. При этом на разных режимах производится разное количество впрысков топлива: при запуске – три впрыска на такте сжатия; на холодном двигателе – один впрыск на такте впуска; при прогреве двигателя и движении с максимальной нагрузкой – два впрыска, один на такте впуска, другой на такте сжатия.

Система распределенного впрыска подключается при частичной нагрузке двигателя. Данный режим работы характерен в основном для городского движения, которое сопровождается частыми остановками и стартами автомобиля. При работе в режиме распределенного впрыска комбинированная система периодически задействует форсунки непосредственного впрыска для предотвращения их засорения.

Оптимизация режимов впрыска топлива в соответствии с режимами работы двигателя позволяет достичь минимального выброса сажевых частиц в атмосферу с отработавшими газами. Необходимо отметить, что при выходе из строя одной из систем впрыска двигатель продолжает работать в аварийном режиме, а автомобиль имеет возможность двигаться.

Форсунка.

Форсунка (другое название - инжектор), являясь конструктивным элементом системы впрыска, предназначена для дозированной подачи топлива, его распыления в камере сгорания (впускном коллекторе) и образования топливно-воздушной смеси.

Форсунка используется в системах впрыска как бензиновых, так и дизельных двигателей. На современных двигателях устанавливаются форсунки с электронным управлением впрыска.

Электромагнитная форсунка устанавливается, как правило, на бензиновых двигателях, в т.ч. оборудованных системой непосредственного впрыска. Форсунка имеет достаточно простое устройство, включающее электромагнитный клапан с иглой и сопло.

Работа электромагнитной форсунки осуществляется следующим образом. В соответствии с заложенным алгоритмом электронный блок управления обеспечивает в нужный момент подачу напряжения на обмотку возбуждения клапана. При этом создается электромагнитное поле, которое преодолевая усилие пружины, втягивает якорь с иглой и освобождает сопло. Производится впрыск топлива. С исчезновением напряжения, пружина возвращает иглу форсунки на седло.

Топливный насос.

Топливный насос – основной конструктивный элемент топливной системы бензинового двигателя, обеспечивающий подачу под давлением определенного количества топлива к форсункам (двигатели с впрыском топлива) или карбюратору (карбюраторные двигатели). В зависимости от типа привода различают механические и электрические топливные насосы.

Электрический топливный насос.

Электрический топливный насос применяется в топливной системе бензиновых двигателей с распределенным впрыском топлива. В двигателях с непосредственным впрыском топлива, а также дизельных двигателях электрический насос используется в контуре низкого давления для предварительной подачи топлива к насосу высокого давления. Электрический топливный насос создает давление топлива в пределах 0,3-0,4 Мпа (в двигателях с непосредственным впрыском – до 0,7 Мпа). Использование механических насосов в системах впрыска топлива невозможно по причине низкого давления подачи топлива.

Топливный насос с электрическим приводом может располагаться в топливопроводе или в топливном баке. На большинстве современных автомобилей топливный насос встроен в топливный бак. Такая схема обеспечивает лучшее охлаждение насоса, сокращает вероятность потерь за счет отсутствия всасывающей магистрали. С другой стороны, система имеет максимальную длину нагнетательного топливопровода, что повышает его уязвимость.

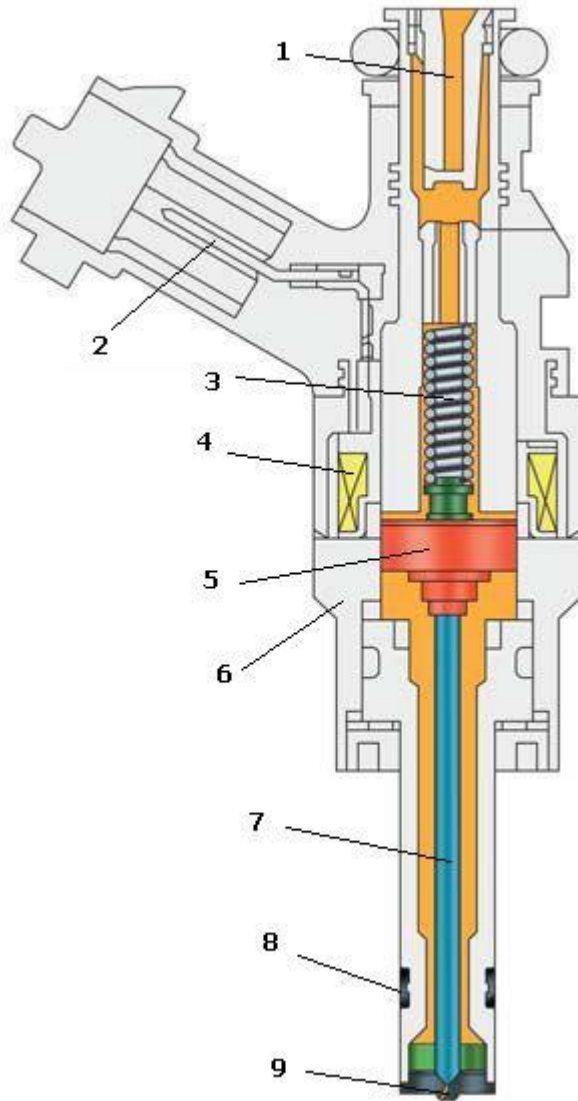


Рисунок 7 Устройство электромагнитной форсунки

- 1-сетчатый фильтр
- 2-электрический разъем
- 3-пружина
- 4-обмотка возбуждения
- 5-якорь электромагнита
- 6-корпус форсунки
- 7-игла форсунки
- 8-уплотнение
- 9-сопло форсунки

Электрический топливный насос состоит из электрического привода (электродвигатель) и насосной части (собственно насос), помещенных в металлический корпус. Все элементы топливного насоса находятся в контакте с топливом. Бензин имеет высокое электрическое сопротивление (более 1 МОм), предотвращающее короткое замыкание. Конструктивно топливный насос представляет собой модуль, в который

помимо насоса включаются датчик расхода топлива, сетчатый топливный фильтр, топливозаборник.

Работу топливного насоса обеспечивают два клапана – обратный и редукционный. Обратный клапан запирает топливную систему при остановке двигателя. Редукционный клапан поддерживает определенное давление в системе, перепуская часть топлива обратно на впуск.

По конструкции различают следующие виды электрических топливных насосов: роликовый, шестеренный и центробежный.

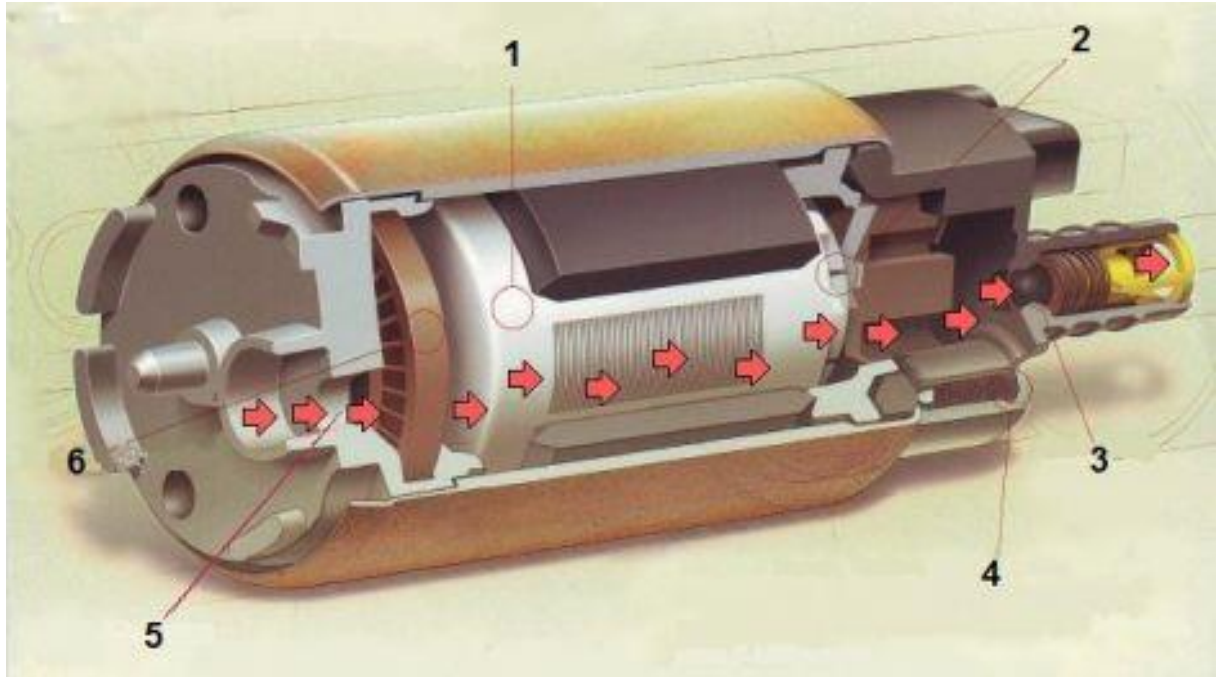


Рисунок 8 Устройство электрического топливного насоса

- 1-электродвигатель
- 2-щеточный узел
- 3-обратный клапан
- 4-крышка
- 5-впускной порт
- 6-рабочее колесо

Работа топливного насоса начинается по сигналу блока управления двигателем, при котором происходит активация реле насоса. Для обеспечения запуска двигателя электрический топливный насос начинает работу сразу с включением зажигания. На некоторых автомобилях включение насоса происходит при открытии водительской двери, т.е. еще до запуска двигателя в топливной системе создается рабочее давление. Электрический топливный насос поддерживает давление топлива в узких пределах. Давление регулируется путем изменения напряжения или с помощью предохранительного клапана.