

## Тема 11

### Техническое обслуживание систем питания двигателей

На современных автомобилях используются различные системы впрыска 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 дизельных двигателях впрыск топлива производится под высоким давлением, порция топлива смешивается со сжатым (горячим) воздухом и затем воспламеняется. Давление и время впрыска определяет величину порции впрыскиваемого топлива и соответственно мощность двигателя. Система впрыска топлива является составной частью топливной системы автомобиля. Основным рабочим органом любой системы впрыска является форсунка (*инжектор*). В зависимости от способа образования топливно-воздушной смеси различают системы центрального впрыска, распределенного впрыска и непосредственного впрыска. Системы центрального и распределенного впрыска являются системами предварительного впрыска, т.е. впрыск в них производится во впускной коллектор. Наиболее совершенной 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). Впрыск топлива в системе может осуществляться непрерывно или дискретно. Перспективным с точки зрения экономичности является дискретный впрыск топлива, который используют все современные системы.

Суть электронного управления системой впрыска топлива состоит в приготовлении количественного и качественного состава рабочей смеси (соотношение: воздух-топливо), а также в определении момента подачи топлива в цилиндры и искры на свечи зажигания с учетом режимов работы двигателя и состава отработавших газов. С помощью датчиков компьютерной системы определяются показатели режимов работы

двигателя и автомобиля (количество поступающего в цилиндры воздуха, положение дроссельной заслонки, температура воздуха во впускном трубопроводе, температура охлаждающей жидкости двигателя, частота вращения коленчатого вала и др.), которые преобразуются в электрический сигнал и передаются в электронный блок управления (ЭБУ). В соответствии с заложенной программой ЭБУ обрабатывает полученные сигналы и выдает команды исполнительным устройствам (форсунки, регулятор холостого хода, реле включения вентилятора, свечи зажигания и др.). У бензиновых двигателей с впрыском наиболее эффективны системы с фазированным распределенным впрыском топлива (рис. 1), позволяющие на 12-15% снизить расход топлива и на 18-20% улучшить экологические показатели работы автомобилей по сравнению с ранее применяемыми системами с центральным и одновременным распределенным впрыском топлива. В этих системах с помощью электрического топливного насоса 26, расположенного, как правило, в топливном баке, бензин, проходя топливный фильтр 18, поступает в рампу форсунок 5, откуда подается в цилиндры при электрическом управлении открытием соответствующих форсунок 6. Давление подаваемого топлива регулируется специальным клапаном 4 и равно 0,285-0,325 МПа. Развиваемое электрическим насосом давление топлива у большинства автомобилей составляет не менее 0,30-0,35 МПа. Количество подаваемого в цилиндры топлива зависит от времени открытия электрических клапанов форсунок и строго соответствует количеству поступающего во впускной трубопровод двигателя воздуха, измеряемого датчиком массового расхода воздуха 12 и корректируемого в соответствии с сигналами от датчиков положения дроссельной заслонки 14 и температуры воздуха 16. ЭБУ 13 по специальной программе обрабатывает все поступающие в него данные и контролирует включение электрического бензонасоса, вентилятора системы охлаждения двигателя, кондиционера, компрессора турбонаддува и в соответствии с режимами работы двигателя и автомобиля обеспечивает впрыск топлива форсунками, поддерживая стехиометрический состав топливно-воздушной смеси (отношение количества топлива к воздуху равно 1/14,7). Моменты подачи топлива и искры на свечи зажигания, выдаваемые ЭБУ в качестве исполнительных команд на топливные форсунки 6 и катушки зажигания 8, зависят от входящих в ЭБУ 13 сигналов датчиков синхронизации 19, фазы 9, температуры двигателя 21, детонации 20 и содержания кислорода в отработавших газах 22,24.

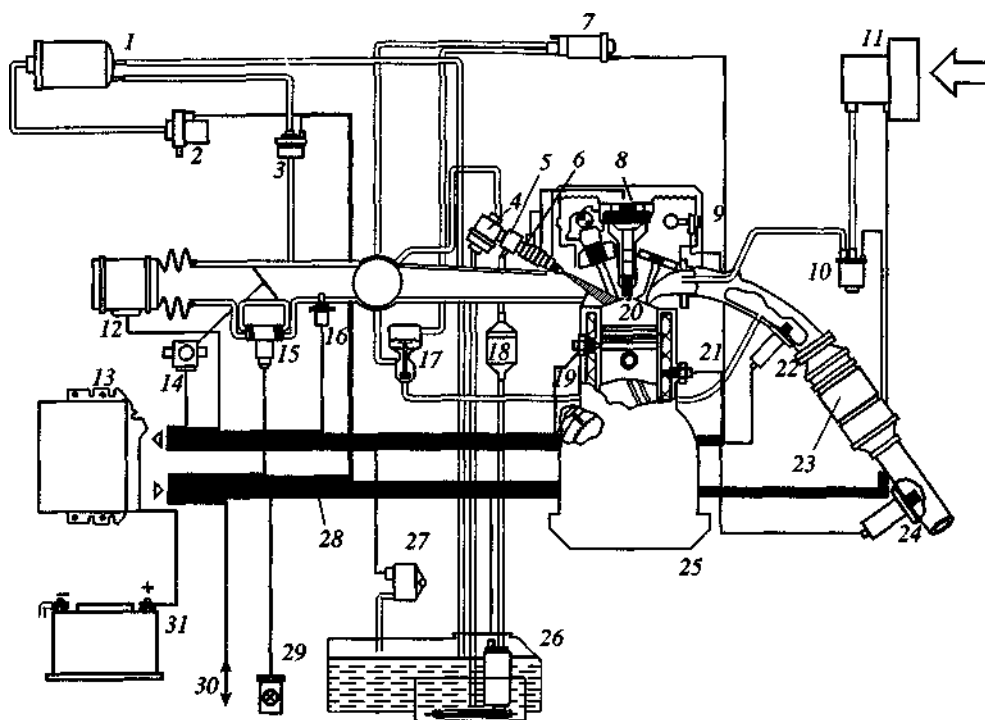


Рис. 1. Система управления работой бензинового двигателя

1 - адсорбер с активированным углем; 2 - клапан впуска воздуха; 3 - клапан продувки адсорбера; 4 — регулятор давления топлива; 5 — рампа форсунок; 6 - форсунка (инжектор); 7 — регулятор давления клапана рециркуляции; 8 - катушка зажигания; 9 - датчик фазы (положения кулачкового вала); 10 - клапан дополнительного воздуха; 11 - насос дополнительного воздуха; 12 - датчик массового расхода воздуха; 13 - электронный блок управления; 14 - датчик положения дроссельной заслонки; 15 — регулятор холостого хода; 16 — датчик температуры воздуха; 17 — клапан рециркуляции отработавших газов; 18 — топливный фильтр; 19 — датчик синхронизации оборотов коленчатого вала; 20 - датчик детонации; 21 - датчик температуры двигателя; 22, 24 — кислородный датчик (X-зонд); 23 - нейтрализатор отработавших газов; 25 - двигатель; 26 - электрический топливный насос; 27 - датчик разности давления; 28 - электрические цепи; 29 - лампа диагностики; 30 - диагностический разъем; 31 - аккумуляторная батарея

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.

Особенностью компьютерных систем управления работой двигателя является наличие большого количества дополнительных датчиков и исполнительных механизмов, которые в соответствии с теорией надежности можно рассматривать как систему последовательно соединенных устройств, что может привести к снижению показателей надежности системы, особенно при внезапных отказах.

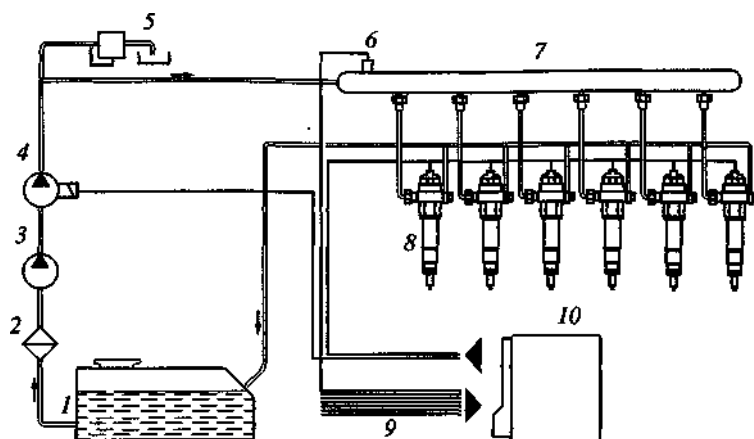
Отказы компьютерных систем трудно диагностируемы обычными методами, а их последствия (прекращение транспортного процесса,

увеличение расхода топлива и токсичности отработавших газов) трудноустраняемы. Для предупреждения отказов и неисправностей в компьютерных системах управления работой двигателей предусмотрено встроенное диагностирование. ЭБУ фиксирует отклонения рабочих параметров в управлении работой двигателя и регистрирует их в виде кодов неисправностей, сигнализируя при движении автомобиля или при ТО и ремонте об отклонении параметров технического состояния от установленных норм. О неисправностях в компьютерной системе сигнализирует лампа диагностики 29 с рисунком двигателя или надписью "проверь двигатель" ("check engine"). При использовании глобальной (OBD-2) и специальной технологии контроля, разрабатываемой производителем автомобилей, коды неисправностей считываются с помощью мотор-тестера или сканера, подсоединяемого к диагностическому разъему 30. При подключении диагностического сканера более полно определяется техническое состояние компьютерной системы (коды и их описание), при этом имеется возможность выполнить корректировки по составу топливно-воздушной смеси, углу опережения зажигания и др.

Наиболее характерны отказы следующих элементов системы управления работой бензиновых двигателей: электрические цепи - окисление контактов и обрыв проводов (35%), топливный насос (22%), клапан холостого хода (10%), элементы системы зажигания (9%), форсунки (8%), датчик кислорода (7%), датчики и реле (6%), электронный блок управления (3%). Восстановление технического состояния системы управления работой двигателя проводится по разработанным производителем автомобилей алгоритмам (диагностическим картам) для каждого кода неисправности. Диагностическая карта устанавливает последовательность проведения работ при контроле компьютерной системы, определении неисправностей и их устранении. Данные работы выполняет специально подготовленный персонал на диагностических постах АТП и СТО. Посты оснащаются комплектом приборов и приспособлений. Стандартный набор для двигателя включает: пробник электрический, специальный тестер, осциллограф-мультиметр, перемычку, разрядник, пробник для цепи форсунок, топливный манометр, прибор для проверки форсунок, вакуумный насос, съемник высоковольтных проводов, набор адаптеров, манометр для измерения давления в системе выпуска.

Впрыск топлива в дизельных двигателях может производиться двумя способами: в предварительную камеру или непосредственно в камеру сгорания. Двигатели с впрыском в предварительную камеру отличаются низким уровнем шума и плавностью работы. Но в настоящее время предпочтение

отдается системам непосредственного впрыска. Несмотря на повышенный уровень шума, такие системы имеют высокую топливную экономичность.



**Рис. 2.** Система управления работой дизельного двигателя с общей рейкой и аккумулятором давления

1 — топливный бак; 2 — фильтр; 3 — топливоподкачивающий насос; 4 — насос высокого давления; 5 — редукционный клапан; 6 — датчик давления; 7 — рейка-аккумулятор топлива; 8 — форсунки; 9 - электрические цепи от измерительных датчиков; 10 - электронный блок управления

Системы впрыска дизельных двигателей могут иметь механическое или электронное управление. В механических системах регулирование давления, объема и момента подачи топлива производится механическим способом. В электронных системах (рис. 2) используются датчики и схемы управления, аналогичные рассмотренным. Определяющим конструктивным элементом системы впрыска дизельного двигателя является топливный насос высокого давления (ТНВД). На легковые автомобили с дизельным двигателем устанавливаются различные конструкции систем впрыска: с рядным ТНВД, с распределительным ТНВД, насос-форсунками, Common Rail. Прогрессивной системой впрыска является система Common Rail, рис.2.

В системе впрыска с насос-форсунками функции создания высокого давления и впрыска топлива объединены в одном устройстве – насос-форсунке. Насос-форсунка имеет постоянный (неотключаемый) привод от распределительного вала двигателя, поэтому подвержена интенсивному износу. Это качество насос-форсунки направляет предпочтения автопроизводителей в сторону системы Common Rail.

Работа системы впрыска Common Rail основана на подаче топлива к форсункам от общего аккумулятора высокого давления – топливной рампы.

Для снижения уровня шума, улучшения самовоспламенения и снижения вредных выбросов в системе реализован многократный впрыск топлива - предварительный, основной и дополнительный.

ЭБУ с помощью датчика 6 выполняет контроль давления топлива в рейке-аккумуляторе 7 и осуществляет электрическое управление цикловой подачей топлива через форсунки 8 и углом опережения впрыска топлива в соответствии с режимами работы двигателя и автомобиля.

Из топливного бака 1 через фильтр 2 и топливоподкачивающий насос 3, используемый в основном для удаления воздуха из системы, топливо насосом высокого давления 4, работа которого контролируется ЭБУ, подается в рейку-аккумулятор. При этом величина давления топлива устанавливается редукционным клапаном 5 и контролируется ЭБУ.

Давление впрыска топлива на современных автомобилях с дизельным двигателем увеличено до 200 МПа при минимальном его отклонении на каждой из форсунок, что достигается использованием в системе общей для всех форсунок рейки-аккумулятора топлива. На некоторых автомобилях в применяются насос-форсунки, приводимые в действие от специальных кулачков на распределительном валу двигателя.

Для определения и восстановления технического состояния электронных систем на компьютеризированных дизельных двигателях используются аналогичные коды неисправностей, считываемые с помощью диагностических средств, технологии технического обслуживания и ремонта, алгоритмы поиска и устранения неисправностей.

Контроль давления в топливных системах бензиновых и дизельных двигателей осуществляется в процессе технического обслуживания и ремонта автомобилей с использованием образцового деформационного манометра. Технология проверки с помощью манометра предусматривает определение технического состояния без снятия с автомобиля топливного насоса, фильтра, регулятора давления топлива (редукционного клапана) и форсунок. При демонтаже форсунки проверяются на стендах на величину цикловой подачи топлива и качество его распыления, а с помощью сжатого воздуха и емкости с керосином или дизельным топливом определяется герметичность форсунок 8, зависят от входящих в ЭБУ 13 сигналов датчиков синхронизации 19, фазы 9, температуры двигателя 21, детонации 20 и содержания кислорода в отработавших газах 22,24.

Контрольные вопросы:

1. Назовите содержание операций технического обслуживания систем питания бензиновых двигателей.

2. Какое оборудование применяется на постах технического обслуживания и ремонта систем питания двигателей?
3. Назовите характерные отказы элементов систем питания автомобильных двигателей.
4. Назовите перспективные системы питания бензиновых и дизельных двигателей.