

**МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ИНСТИТУТ**

Кафедра: Автотракторные двигатели и транспортная экология

РЕФЕРАТ

по предмету «Теплотехника и двигатели внутреннего сгорания»

**«РАБОТА ТОПЛИВНОГО НАСОСА БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ»**

Выполнила: сту-ка группы 154-11 Сервис Игамбердиева М.

Принял: Сидиков Ф.

ТАШКЕНТ-2014

ПЛАН

ВВЕДЕНИЕ

1. Топливный насос
 2. Регулятор давления топлива
 3. Проверку исправности топливного насоса
 4. Топливный насос впрысковых двигателей
 5. Проверку исправности топливного насоса
 6. Снятие и установку топливного насоса, установленного в баке и снаружи.
 7. Краткая характеристика и принцип работы некоторых типичных СВТ, Системы непрерывного впрыска
- Литература

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемая система подачи топлива бензинового двигателя внутреннего сгорания (ДВС) предназначена для непосредственного впрыска топлива в камеру сгорания. В настоящее время система подачи топлива в бензиновых двигателях внутреннего сгорания содержит электробензонасос с постоянным (неуправляемым) расходом рабочего тела насоса. Это обуславливает необходимость применения электробензонасоса с подачей топлива превышающей максимально необходимую величину расхода топлива двигателя. С учетом обеспечения требуемого ресурса и запуска двигателя в холодное время года (когда напряжение в бортовой сети автомобиля может снижаться до 6 В) превышение расхода бензина на номинальном режиме может составлять более 400%. Поэтому для возврата излишков топлива используется сливной трубопровод и редукционный клапан, поддерживающий постоянное давление в напорной топливной магистрали. Современные требования к снижению токсичности продуктов сгорания и испаряемости бензина обуславливают внедрение мероприятий по повышению точности поддержания оптимального соотношения компонентов горючей смеси, уменьшение длины топливной магистрали при снижении давления в ней. С другой стороны, для снижения токсичности продуктов сгорания необходимо улучшить качество подготовки топливовоздушной смеси, то есть получить улучшение тонкости и равномерности распыла топлива, чего можно достичь только увеличением перепада давления на форсунках. При работе двигательной установки необходимо обеспечить максимальную мощность двигателя в следующих случаях:

1. при запуске холодного двигателя, когда снижается тонкость распыла топлива из-за низкой температуры в камере сгорания;

2. при полностью открытой дроссельной заслонке, например, при движении автомобиля в гору;

3. при резком открытии дроссельной заслонки (режим ускорения).

В настоящее время в этих случаях производится увеличение длительности открытия форсунки для подачи большего количества топлива (при коэффициенте избытка окислителя $\alpha = 0,85 \dots 0,9$). Отметим, что в современных двигателях время впрыска в этом случае больше длительности такта «впуск», что снижает равномерность соотношения компонентов по объему камеры сгорания. При холодном пуске двигателя низкая температура в камере сгорания приводит к ухудшению тонкости и равномерности распыла бензина и, как следствие полноты сгорания топлива. При полностью открытой дроссельной заслонке давление во впускном коллекторе повышается практически до атмосферного, а перепад давления на форсунке уменьшается, что также может привести к ухудшению полноты сгорания. При резком открытии заслонки происходит кратковременное понижение давления в топливном коллекторе, связанное с временем срабатывания редукционного клапана и сравнительно большим объемом топливной магистрали, при этом резко возрастает давление во впускном коллекторе. Поэтому целесообразнее во всех перечисленных случаях увеличивать давление в топливном коллекторе до величины, обеспечивающей при любом режиме работы ДВС впрыск бензина в течение такта «впуск». Отметим, что в дизельных двигателях эта проблема была успешно реализована с помощью системы подачи топлива «Common Rail», которая позволила снизить потребление дизельного топлива от 20 до 30%. В бензиновых ДВС практическая реализация увеличения давления впрыска бензина сдерживается отсутствием надежной конструкции бензонасоса высокого давления (в России производство бензонасосов практически отсутствует, а зарубежные могут надежно работать при давлениях не более 5,5 атм). Работы по созданию ДВС с впрыском топлива непосредственно в камеру сгорания активно ведутся ведущими компаниями, но серийного производства пока нет. Для впрыска бензина непосредственно в камеру сгорания за время такта «впуск» требуется применение насоса высокого давления, который должен работать на режиме максимального КПД в области как можно близкой к среднему расходу топлива при движении автомобиля. Этот режим соответствует коэффициенту быстроходности гидродинамического насоса в области 0,5...3, то есть он должен быть очень высоконапорным. Из всех известных типов насосов таким требованиям удовлетворяет только лабиринтно-винтовой. Поэтому настоящий проект сможет быть реализован только при создании конструкции лабиринтно-винтового бензонасоса. Примером такого насоса может служить конструкция, описанная в заявке на предполагаемое изобретение №2009141303.

Форсунки, производимые сегодня серийно, для впрыска топлива могут быть применены и в предлагаемой системе подачи. Также потребуются изменение конструкции головки блока ДВС для обеспечения впрыска непосредственно в камеру сгорания, как это реализовано в системе «Common Rail». Остальные

элементы (блок управления работой ДВС, датчики трубопроводы и др.) предлагаемой к рассмотрению системы питания ДВС будут либо заимствованы, либо изменены незначительно по сравнению с существующими сегодня.

В механических и электронно-механических СВТ вместо РМ имеются шланги (трубки) подвода топлива к форсункам, а также после ТН (по ходу топлива) устанавливается аккумулятор давления - резервуар запаса топлива (40 мл) под давлением для избежания образования пузырьков воздуха при снижении давления после выключения двигателя. Топливный бак имеет систему вентиляции во избежание образования разрежения при заборе топлива и избыточного давления при повышении температуры. Если раньше вентиляция обеспечивалась простым соединением бака с атмосферой, то сейчас пары топлива отводятся системой вентиляции во впускной тракт и сжигаются в двигателе, предварительно пройдя очистку в емкости с активированным углем.

1. Топливный насос создает необходимое давление в системе при одновременной производительности (л/мин) не менее заданной. В его корпусе монтируется приводной электродвигатель и качающий узел - собственно насос. ТН может быть подвесным (к днищу кузова) или погружным (в топливном баке). Качающий узел бывает роликовый, шестеренчатый или турбинный и подает топливо порциями, омывающими электродвигатель. Взрыва топлива от искрения щеток не происходит в силу отсутствия воздуха. Многообразие ТН привело к тому, что только фирма Bosch выпускала свыше 70 наименований, что вынудило несколько лет назад заняться стандартизацией и сократить их число до 10-15. Как правило, специальными реле или контроллером реализуются схемы "двойного включения" ТН. Первое включение происходит на несколько секунд при включении зажигания для предварительного создания давления топлива. Второе включение обеспечивает постоянную работу насоса по сигналу вращения коленчатого вала.

Топливные фильтры тонкой очистки - бумажные, тонкость очистки 2...4 мкм.

2. Регулятор давления топлива (РДТ) - пружинный мембранный клапан, удерживающий необходимое системное давление путем стравливания избыточного топлива в сливной топливопровод. В многоточечных и многопозиционных СВТ в силу того, что выходная сторона форсунок подвержена изменяющемуся разрежению впускного тракта воздуха (от нажатия на педаль "газа"), изменяется перепад давлений между входом и выходом форсунки, что приводит к нарушению топливodosирования. Во избежание этого к РДТ подводится разрежение впускного тракта, в силу чего результирующее давление остается постоянным. В механических и электронно-механических СВТ такая проблема отсутствует, т.к. доза топлива однозначно определяется в ДРТ в силу постоянства скорости потока топлива.

В одноточечных СВТ этой проблемы также нет, т.к. форсунка находится перед дроссельной заслонкой (по ходу воздуха), т.е. при постоянном (атмосферном) давлении.

Топливные демпферы представляют из себя небольшие (30...50 мл) полости, которые сглаживают пульсации топливного насоса. В большинстве систем они отсутствуют, т.к. с функцией сглаживания справляются полости топливного фильтра и распределительной магистрали.

Топливный насос карбюраторных двигателей

На автомобилях, оборудованных карбюраторными двигателями, топливный насос расположен с левой стороны блока цилиндров, рядом с кронштейном масляного фильтра и приводится в действие промежуточным валом.

3. Проверку исправности топливного насоса выполняйте в следующем порядке:

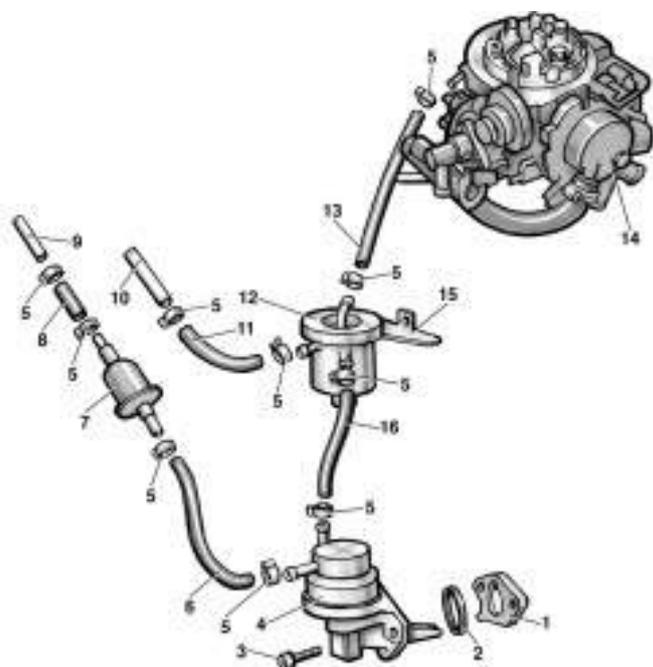


Рис. 5.14. Топливный насос карбюраторного двигателя:

- 1 – дистанционная прокладка топливного насоса;
- 2 – уплотнительное кольцо;
- 3 – болт крепления;
- 4 – топливный насос;
- 5 – хомут;
- 6 – шланг от фильтра к насосу;
- 7 – топливный фильтр;
- 8 – шланг от топливопровода к фильтру;
- 9 – топливопровод;
- 10 – трубка обратного слива топлива;
- 11 – шланг от резервуара к трубке обратного слива;
- 12 – топливный резервуар;
- 13 – шланг от резервуара к карбюратору;
- 14 – карбюратор;
- 15 – кронштейн топливного резервуара;
- 16 – шланг от насоса к резервуару

- ослабьте хомут 5 (см. [рис. 5.14](#));
- отсоедините от насоса 4 шланг 16;
- несколько раз нажмите на рычаг привода насоса. Если из насоса при нажатии на рычаг будет выливаться топливо, значит, насос исправен;
- в противном случае насос подлежит ремонту.

4. Топливный насос впрысковых двигателей

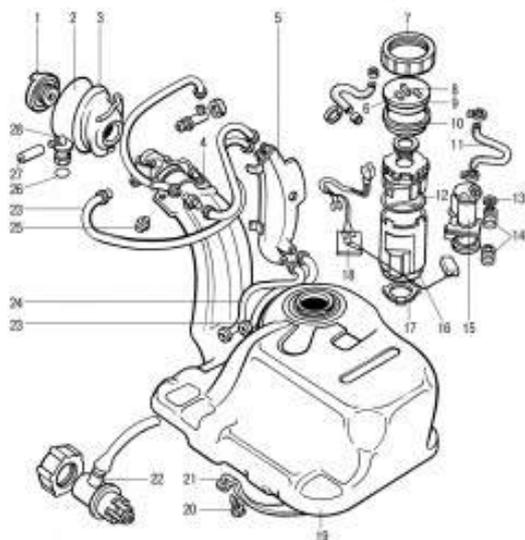


Рис. 5.12. Топливный бак и топливный насос автомобилей с двигателем SOHC:

- 1 – крышка наливной горловины;
- 2 – стопорное кольцо;
- 3 – резиновый уплотнитель;
- 4 – подсоединение шины заземления;
- 5 – расширительный бачок;
- 6 – штуцер подачи топлива;
- 7 – фланцевая гайка;
- 8 – штуцер возврата топлива;
- 9 – крышка;
- 10 – уплотнение;
- 11 – шланг;
- 12 – уплотнение;
- 13 – шайба;
- 14 – резиновые демпферы;
- 15 – топливный насос;
- 16 – кожух топливного насоса;
- 17 – стопорное кольцо;
- 18 – датчик уровня топлива;
- 19 – уплотнение;

- 20 – болт; 21 – шина крепления;
- 22 – клапан вентиляции;
- 23 – трубка сапуна (Универсал);
- 24 – трубка сапуна;
- 25 – болт; 26 – уплотнение;
- 27 – шланг к угольному фильтру;
- 28 – клапан

На автомобилях, оборудованных двигателями с системой впрыска, топливный насос может быть установлен в топливном баке или снаружи перед баком за топливным фильтром с правой стороны ([рис. 5.12](#) и [5.13](#)).

На автомобилях с двигателями SOHC топливный насос установлен в топливном баке.

На автомобилях с двигателями DOHC один топливный насос установлен в топливном баке, а второй насос установлен за топливным фильтром. Доступ к насосу можно получить после поднятия задней части автомобиля и снятия нижней защиты.

5. Проверку исправности топливного насоса выполняйте в следующем порядке:

- проверьте исправность предохранителя в цепи топливного насоса;
- отсоедините высоковольтный провод от распределителя зажигания (средний провод) и соедините его с массой, при необходимости используя дополнительный отрезок провода;
- включите стартер, при этом насос должен монотонно шуметь;
- если шум при работе насоса отсутствует, снимите реле топливного насоса и соедините контакт реле с положительной клеммой аккумуляторной батареи. Если насос начнет работать, неисправно реле и его необходимо заменить. Если насос не работает, проверьте электрические провода к насосу;
- если насос работает, но топлива подается меньше нормы, вероятно,

засорился топливный фильтр. Если насос неисправен, его необходимо заменить.

6. Снятие и установку топливного насоса, установленного в баке, выполняйте в следующем порядке:

- отсоедините провод от отрицательной клеммы аккумуляторной батареи;
- отсоедините топливные шланги от подающего 6 (см. [рис. 5.12](#)) и возвратного 8 штуцеров;
- отсоедините электрические провода от крышки 9;
- отверните и снимите большую фланцевую гайку 7 крепления крышки;
- снимите крышку 9 и уплотнительное кольцо 10;
- извлеките топливный насос 15 и кожух 16 из бака. Насос и кожух снимаются с датчиком указателя уровня топлива 2;

Установку проводите в последовательности, обратной снятию.

Замените уплотнения насоса. При завинчивании большой фланцевой гайки при креплении насоса в баке проверьте, чтобы крышка 9 заняла определенное положение, когда стрелочки на штуцерах (направление потока) совпадают с соответствующими шлангами.

Снятие и установку топливного насоса, установленного снаружи, выполняйте в следующем порядке:

- отсоедините провод от отрицательной клеммы аккумуляторной батареи;
- подложите ветошь под напорным шлангом в моторном отсеке;
- медленно ослабьте соединение и снимите давление в топливной системе;
- повторно затяните соединение;

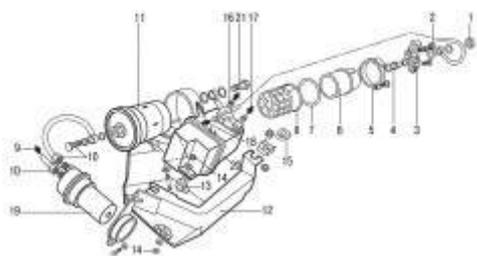


Рис. 5.13. Топливный бак и топливный насос автомобилей с двигателем ООСН: 1 – гайка; 2 – пробка; 3 – переходник; 4 – клапан; 5 – кольцо крепления; 6 – топливный насос; 7 – уплотнение; 8 – фильтр; 9 – топливопровод к распределителю; 10 – соединительная муфта; 11 – топливный фильтр; 12 – кронштейн; 13 – резиновый демпфер; 14 – гайка; 15 – пружинная скоба; 16 – возвратная трубка; 17 – штуцер трубопровода от всасывающего насоса; 18 – штуцер трубопровода возврата топлива; 19 – аккумулятор давления; 20 – бачок насоса; 21 – болт

- для улучшения доступа, отверните четыре гайки 17 (см. [рис. 5.13](#)) и опустите кронштейн 20 насоса ;
- отсоедините электрический разъем от топливного насоса;
- ослабьте кольцо 10 и медленно снимите насос;
- снимите уплотнение 8 и топливный сетчатый фильтр 7. Уплотнение подлежит замене. Сетчатый фильтр необходимо промыть в чистом бензине. Установку проводите в последовательности, обратной снятию. Замените уплотнительное кольцо, перед установкой смочив его в бензине.

7. Краткая характеристика и принцип работы некоторых типичных СВТ

Системы непрерывного впрыска

Bosch K-Jetronic

Bosch K-Jetronic - механическая СВТ (рис.3.1а). К - kontinuiuerlich (нем.) - непрерывный.

Главным узлом устройства управления является дозатор-распределитель топлива (ДРТ). Топливо под действием давления (0,47 МПа) попадает в нижние камеры дифференциальных клапанов 1f и под управляющую кромку 1c плунжера 1d. Всасываемый воздух поднимает на некоторую величину напорный диск 15, который в свою очередь поднимает плунжер, управляющая кромка которого открывает дозирующие каналы (по числу цилиндров), в силу чего в верхние камеры 1e поступает количество топлива пропорционально воздуху. Давление топлива в верхних камерах совместно с пружинами приоткрывает дифференциальные клапаны, и топливо поступает к форсункам. При достижении давления в форсунках около 0,3 МПа они открываются и непрерывно распыляют топливо перед впускными клапанами.

Особенность гидравлики такова, что изменение сечения дозирующих каналов изменяет скорость потока топлива, и в результате нарушается доза топлива. Исключить это можно только одним путем - приданием потоку топлива постоянной скорости. Это возможно, если на пути топлива установить некое устройство, обеспечивающее постоянный перепад давлений. Именно таким устройством является дифференциальный клапан (0,01 Мпа). Теперь в силу постоянной скорости доза топлива зависит только от величины сечения дозирующего канала, а она, в свою очередь, однозначно зависит от величины подъема напорного диска, т.е. от количества воздуха.

На динамических (переходных) режимах (см. табл. 3.1) доза топлива корректируется. Так,

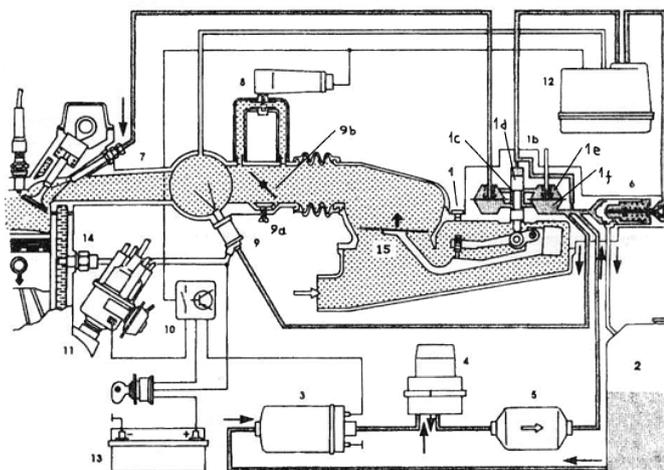


Рис.3.1а. Схема системы впрыска K-Jetronic [3]:

1- винт регулировки состава смеси; 1b- дозатор-распределитель топлива; 1c -

управляющий плунжер; 1d - управляющая кромка плунжера; 1e - верхняя камера дифференциального клапана; 1f - нижняя камера дифференциального клапана; 2 - топливный бак; 3 - топливный насос; 4 - аккумулятор давления; 5 - топливный фильтр; 6 - регулятор давления топлива; 7 - форсунка; 8 - клапан добавочного воздуха; 9 - пусковая форсунка; 9a - винт регулировки холостого хода; 9b - дроссельная заслонка; 10 - реле топливного насоса; 11 - датчик частоты вращения и положения коленчатого вала в распределителе зажигания; 12 - регулятор управляющего давления; 13 - аккумуляторная батарея; 14 - термотаймер; 15 - измеритель расхода воздуха.

Обогащение смеси при холодном пуске достигается включением пусковой форсунки 9. Время включения определяется термотаймером 14 в зависимости от температуры двигателя, но не более 8 с, чтобы не "залить" цилиндры бензином.

В начале прогрева плунжер находится максимально вверху, т.к. противодействие топлива (сверху на плунжер) минимально. С прогревом противодействие под действием регулятора управляющего давления (РУД) 12 постепенно увеличивается, плунжер снижается, сечение дозирующих каналов, а значит и доза топлива, уменьшаются. При ускорении двигателя водитель открывает дроссельную заслонку, соединяя впускной тракт с атмосферой. Давление (разрежение) во впускном тракте падает с минус 0,06...0,07 МПа до нуля. Противодействие РУД снижается, плунжер уходит вверх, и смесь обогащается на величину, обеспечивающую уверенное ускорение. При резком ускорении, кроме того, плунжер под действием напорного диска "подпрыгивает" вверх, что обеспечивает дополнительное обогащение смеси. С ростом скорости автомобиля и частоты вращения коленчатого вала разрежение растет, противодействие увеличивается, плунжер снижается, и доза топлива уменьшается до экономичной, что обеспечивает нормальное движение автомобиля на частичной нагрузке (постоянной крейсерской скорости). Кроме того, обеднение смеси обеспечивается замедлением скорости подъема напорного диска (относительным снижением) в силу пологости стенок шахты, в которой он перемещается. При полном газе напорный диск попадает в область почти вертикальных стенок, что дает обогащение смеси. На холостом ходу, когда потребление воздуха минимально, напорный диск снижается в то место, где стенки шахты практически вертикальны. Это обеспечивает относительно высокий подъем напорного диска и плунжера сравнительно с количеством всасываемого воздуха, что дает обогащение, необходимое для устойчивого и комфортного вращения двигателя. **Bosch KE-Jetronic**

Bosch KE-Jetronic - электронно-механическая система (рис.3.16). E - elektronische (нем.) - электронный.

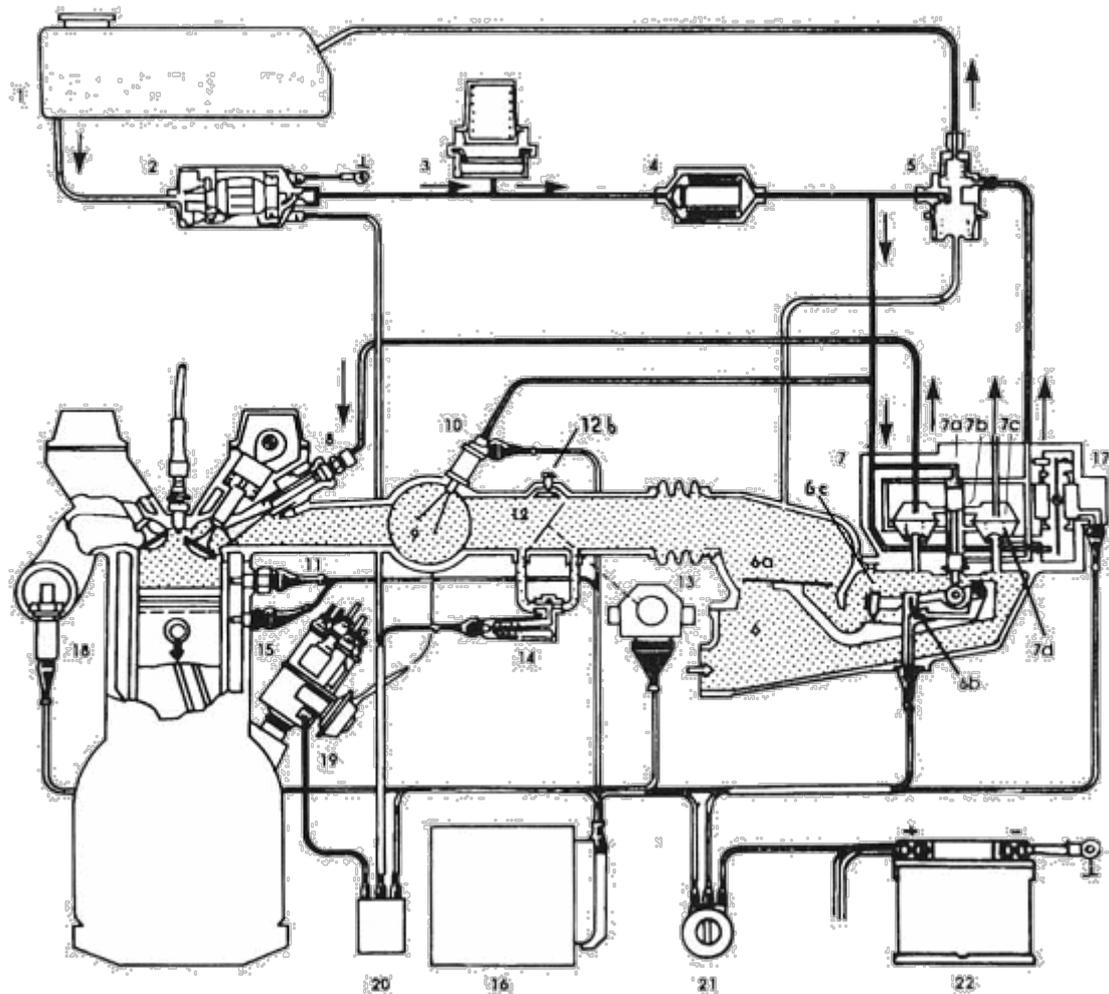


Рис.3.16. Схема системы впрыска KE-Jetronic [3]:
 1 - топливный бак; 2 - топливный насос; 3 - аккумулятор давления; 4 - топливный фильтр; 5 - регулятор давления топлива; 6 - измеритель расхода воздуха; 6а - напорный диск; 6б - датчик положения напорного диска; 6с - винт регулировки состава смеси; 7 - дозатор-распределитель топлива; 7а - управляющий плунжер; 7б - управляющая кромка плунжера; 7с - верхняя камера дифференциального клапана; 7д - нижняя камера дифференциального клапана; 8 - форсунка; 9 - впускной коллектор; 10 - пусковая форсунка; 11 - термотаймер; 12 - дроссельная заслонка; 12б - винт регулировки холостого хода; 13 - датчик положения дроссельной заслонки; 14 - клапан добавочного воздуха; 15 - датчик температуры охлаждающей жидкости; 16 - контроллер; 17 - электрогидравлический регулятор управляющего давления; 18 - датчик концентрации кислорода (лямбда-зонд); 19 - датчик частоты вращения и положения коленчатого вала в распределителе зажигания; 20 - реле топливного насоса; 21 - замок зажигания; 22 - аккумуляторная батарея. Система имеет некоторое сходство с К-Jetronic, но принципиально отличается по методу управления. Динамические режимы обеспечиваются не изменением противодействия на управляющий плунжер, а путем изменения давления в нижних камерах дифференциальных клапанов. Для этого непосредственно к дозатору-распределителю топлива (ДРТ) прикреплен электрогидравлический регулятор управляющего давления (ЭРУД). На обмотку электромагнитного клапана ЭРУД поступает управляющий ток $I_{упр}$

от контроллера. При увеличении тока клапан приоткрывается, давление в нижних камерах снижается, и дифференциальные клапаны пропускают к форсункам большую дозу топлива - смесь обогащается. При уменьшении тока смесь обедняется. При торможении двигателем направление тока меняется на противоположное, и топливо к форсункам не поступает вообще. При нулевом токе разницу давлений в камерах устанавливают около 0,04 Мпа.

Кроме того, на установившихся режимах (холостом ходу и частичной нагрузке) контроллер по сигналам лямбда-зонда ток управления изменяется в диапазоне 4...16 мА, что обеспечивает поддержание нормальной смеси и дожигание отработавших газов в нейтрализаторе. Этим достигается выполнение экологических норм, а также экономия топлива. При холодном пуске $I_{упр}$ велик - 50...120 мА в зависимости от температуры двигателя, и кроме того, аналогично K-Jetronic включается пусковая форсунка. Это обеспечивает необходимое обогащение смеси для запуска. В процессе прогрева двигателя изменяется сигнал датчика температуры охлаждающей жидкости, и по командам контроллера $I_{упр}$ постепенно (5...7 мин) снижается и входит в диапазон управления установившимся режимом. При разгоне двигателя $I_{упр}=60...20$ мА, чем обеспечивается требуемое обогащение смеси.

При выходе контроллера из строя двигатель ухудшает работу, но способен обеспечить движение автомобиля с неплохими характеристиками. При этом обогащение смеси при разгоне создается за счет резкого перемещения напорного диска измерителя расхода воздуха, при котором управляющий плунжер "подпрыгивает", и его управляющая кромка дополнительно открывает дозирующие каналы.

Литература

<http://www.inno.ru/project/40273/>

<http://injector.fotocrimea.com/osvt1.html>