

СИСТЕМА «K-JETRONIC» ФИРМЫ «BOSCH»

УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ ВПРЫСКА «K-JETRONIC» ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ БЕЗ КАТАЛИТИЧЕСКИХ НЕЙТРАЛИЗАТОРОВ

Система «K-Jetronic» представляет собой электромеханическую систему непрерывного впрыска топлива. Принципиальная и конструктивная схемы системы впрыска показаны на рис. 1 и 2. При включении зажигания включается топливный насос, который подает топливо из бака, через аккумулятор давления и топливный фильтр к дозатору-распределителю топлива. С помощью встроенного в дозатор-распределитель регулятора давления в дозаторе поддерживается постоянное давление топлива. От дозатора-распределителя топливо поступает к топливным форсункам. Форсунки непрерывно впрыскивают топливо во впускные каналы двигателя и, при открытии впускных клапанов, топливная смесь поступает в камеры сгорания цилиндров. Количество топлива, которое подается к форсункам, определяется положением дроссельной заслонки. Чем больше открыта дроссельная заслонка, тем больше воздуха проходит через впускной трубопровод и тем больше топлива необходимо подавать к форсункам для нормальной работы двигателя. Для определения проходящего через впускной трубопровод воздуха служит измеритель расхода воздуха. Измеритель расхода воздуха совместно с дозатором-распределителем топлива конструктивно составляют единый узел — регулятор состава топливной смеси. Расположенный между воздушным фильтром и дроссельной

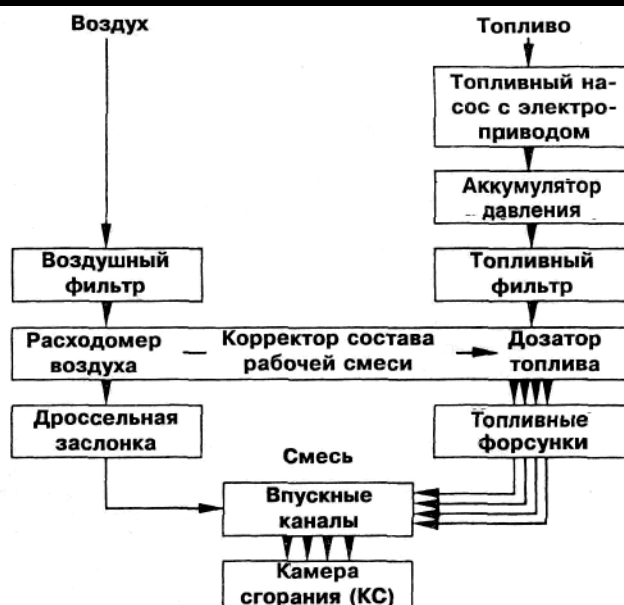


Рис. 1. Принципиальная схема электромеханической системы непрерывного впрыска бензина. Измерение расхода воздуха, подача топлива, приготовление рабочей смеси

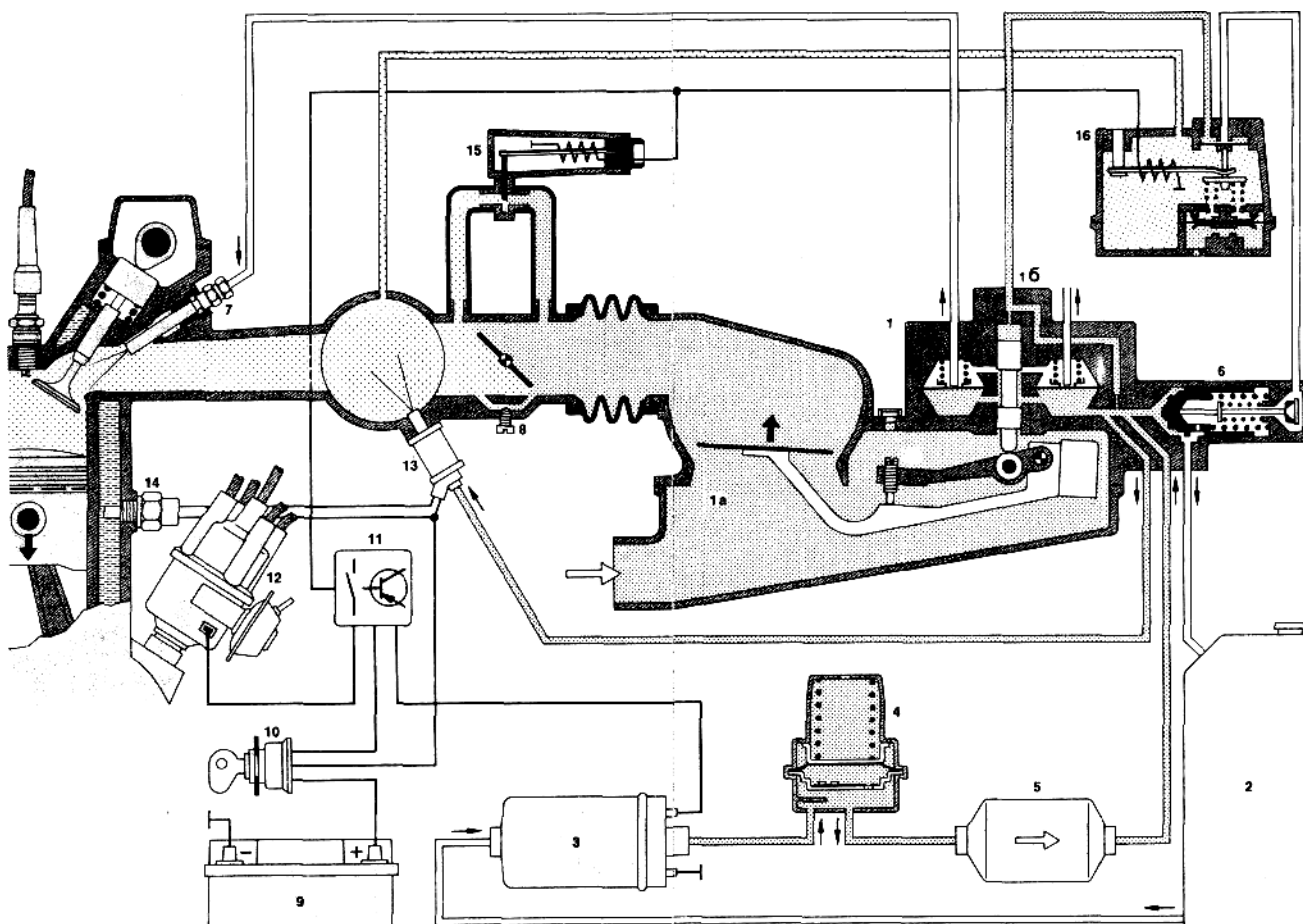


Рис. 2. Конструктивная схема системы впрыска топлива «K-Jetronic»:

1 — регулятор состава топливной смеси, состоящий из измерителя расхода воздуха 1а и дозатора-распределителя топлива 1б; 2 — топливный бак; 3 — топливный насос; 4 — аккумулятор давления; 5 — топливный фильтр; 6 — регулятор давления; 7 — форсунка подачи топлива; 8 — узел дроссельной заслонки; 9 — аккумуляторная батарея; 10 — выключатель зажигания; 11 — реле топливного насоса; 12 — распределитель зажигания; 13 — пусковая форсунка; 14 — тепловое реле времени; 15 — клапан дополнительной подачи воздуха; 16 — регулятор управляющего давления

СИСТЕМА «K-JETRONIC» ФИРМЫ «BOSCH»

заслонкой напорный диск (ротаметр) измерителя расхода воздуха отклоняется под динамическим напором всасываемого во впускной трубопровод воздуха. Отклонение напорного диска передается через систему рычагов на распределительный золотник дозатора-распределителя топлива. Распределительный золотник, перемещаясь вверх, определяет подачу топлива через дифференциальные клапаны к механическим форсункам и дальше в цилиндры двигателя, обеспечивая оптимальный состав топливно-воздушной смеси. Подача топлива во время прогрева двигателя осуществляется с помощью регулятора управляющего давления. Для увеличения частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу во время пуска двигателя служит клапан дополнительной подачи воздуха, установленный в воздушном канале, выполненном параллельно дроссельной заслонке (байпасный канал). Пусковая форсунка используется для облегчения пуска холодного двигателя, продолжительность открытия которой изменяется в зависимости от температуры двигателя тепловым реле времени. Топливо одновременно подается к пусковой форсунке, регулятору давления топлива, управляющему золотнику, нижним камерам дифференциальных клапанов и каналу управляющего давления. В зависимости от величины управляющего давления на верхний торец управляющего золотника действует сила, которая тормозит или облегчает движение золотника вверх. Таким образом появляется возможность коррекции подачи топлива к форсункам. Эта возможность реализуется для некоторых режимов работы двигателя с помощью уже упоминавшегося выше регулятора управляющего давления.

СХЕМА СИСТЕМЫ «K-JETRONIC» ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ С ТРЕХКОМПОНЕНТНЫМИ КАТАЛИТИЧЕСКИМИ НЕЙТРАЛИЗАТОРАМИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

Для обеспечения работы системы впрыска «K-JETRONIC» с нейтрализаторами (рис. 3) были дополнительно разработаны и интегрированы в схему четыре устройства: датчик содержания кислорода (λ-зонд) в отработавших газах, управляющее устройство, тактовый клапан (переменный дроссель) и датчик положения дроссельной заслонки, а также доработан регулятор состава рабочей смеси.

УСТРОЙСТВО АГРЕГАТОВ СИСТЕМЫ ВПРЫСКА

ТОПЛИВНЫЙ НАСОС

Применяется роторный роликовый насос с электроприводом (рис. 4 и 5). Обычно электронасос размещается в топливном баке. Топливо поступает во внутреннюю полость корпуса насоса через впускной штуцер. В рабочей камере насоса на валу эксцентрично вращается ротор, в пазах которого находятся ролики. Захваченное роликами топливо под давлением выходит через нагнетательный штуцер насоса. Топливо протекает через электродвигатель, охлаждая его. Электродвигатель постоянно и полностью заполнен топливом, поэтому опасности взрыва нет.

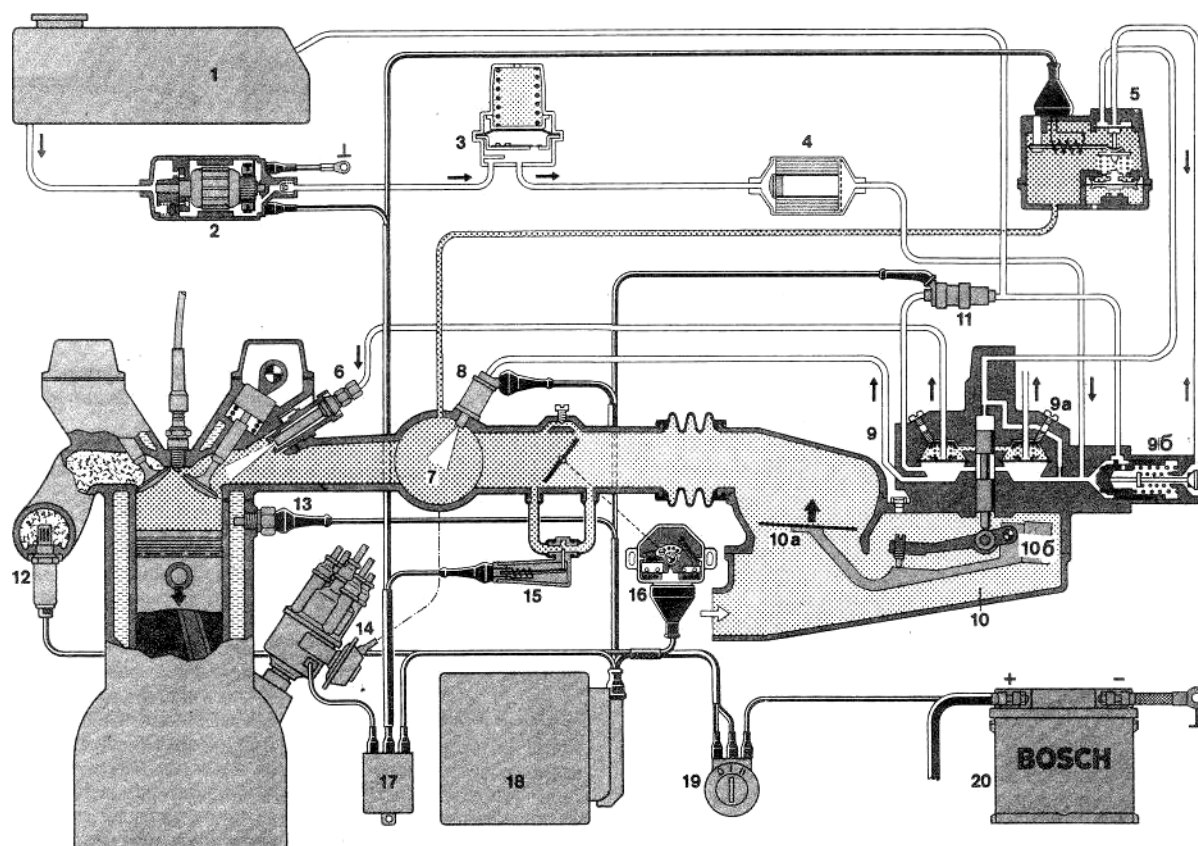


Рис. 3. Схема системы впрыска топлива «K-JETRONIC» для автомобилей с трехкомпонентными каталитическими нейтрализаторами:

1 — топливный бак; 2 — топливный насос; 3 — аккумулятор давления; 4 — топливный фильтр; 5 — регулятор управляющего давления; 6 — форсунка подачи топлива; 7 — впускная труба; 8 — пусковая форсунка; 9 — регулятор состава топливной смеси, состоящий из дозатора-распределителя топлива 9а и регулятора давления в системе 9б; 10 — расходомер воздуха, состоящий из напорного диска (ротаметра) 10а и противовеса 10б; 11 — тактовый клапан (переменный дроссель); 12 — датчик содержания кислорода (λ-зонд); 13 — тепловое реле времени; 14 — датчик-распределитель; 15 — клапан дополнительной подачи воздуха; 16 — датчик углового перемещения дроссельной заслонки; 17 — реле включения топливного насоса; 18 — электронный блок управления (ЭБУ); 19 — выключатель зажигания; 20 — аккумуляторная батарея

СИСТЕМА «K-JETRONIC» ФИРМЫ «BOSCH»

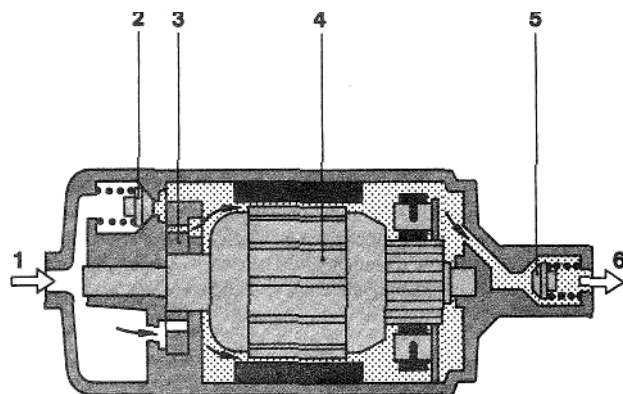


Рис. 4. Топливный насос с электроприводом:

1—впускной штуцер; 2—предохранительный клапан; 3—шибберный насос; 4—якорь электродвигателя; 5—обратный клапан; 6—выпускной штуцер

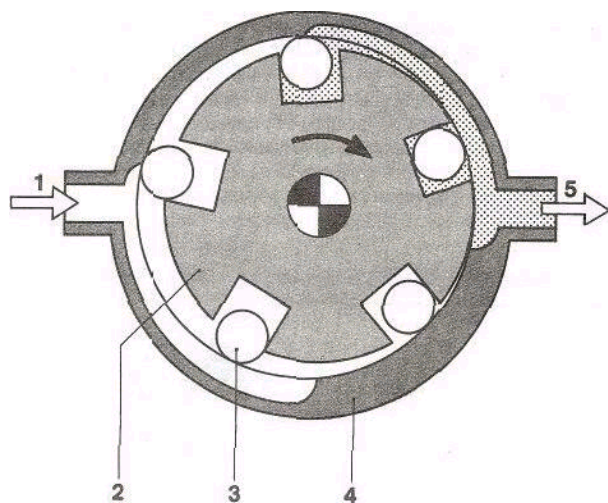
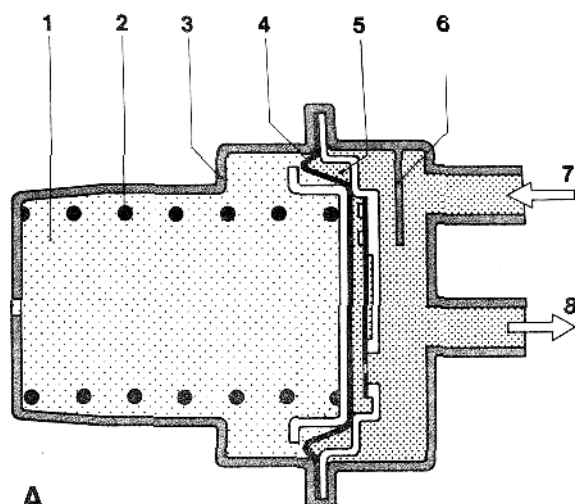


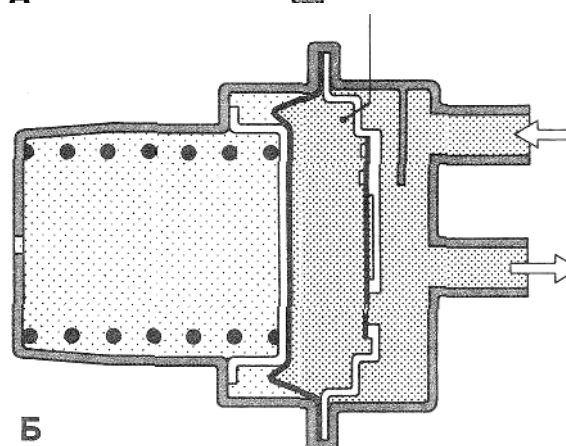
Рис. 5. Шибберный насос с рабочими органами в виде роликов.

Процесс подачи: 1—сторона впуска; 2—диск ротора; 3—ролик; 4—корпус насоса; 5—сторона нагнетания

Насос подает большее количество топлива, чем максимально требуется для двигателя внутреннего сгорания. Это необходимо для того, чтобы поддерживать давление в топливной системе постоянным. При пуске насос работает до тех пор, пока приводится в действие стартер. Если двигатель запущен, то насос остается включенным. Если двигатель не запустился или остановился при включенном зажигании, то предохранительная система (реле включения насоса) отключает электробензонасос.



А



Б

Рис. 6. Аккумулятор давления топлива:

А — пустой; Б — заполненный

1 — пружинная камера; 2 — пружина; 3 — упор; 4 — диафрагма; 5 — полость для накопления; 6 — защитный щиток; 7 — подвод топлива; 8 — отвод топлива

АККУМУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ ТОПЛИВА

Задача топливного аккумулятора — поддерживать заданное давление в системе в течение определенного времени после выключения двигателя. Устройство топливного аккумулятора показано на рис. 6.

Поддержание давления в топливной системе после выключения двигателя необходимо для облегчения повторного горячего пуска. В топливе, находящемся под давлением, не образуются паровые пробки и система впрыска готова к повторному пуску. Дополнительно топливный аккумулятор снижает интенсивность шума, создаваемого топливным насосом. Внутреннее пространство топливного аккумулятора разделено диафрагмой на две камеры. Одна камера для накопления топлива, в другой камере находится пружина — аккумулятор энергии. Во время работы камера заполняется топливом, находящимся под давлением. В результате диафрагма с пружиной отжимается до упора в пружинной камере. В этом положении аккумулятор находится, пока работает двигатель.

СИСТЕМА «K-JETRONIC» ФИРМЫ «BOSCH»

ТОПЛИВНЫЙ ФИЛЬТР

Очень важным элементом является фильтр тонкой очистки топлива. Он задерживает имеющиеся в топливе загрязнения, что позволяет топливной системе безотказно работать.

Устройство фильтра показано на рис 7. Топливный фильтр содержит бумажный фильтрующий элемент с дополнительной сеткой. Опорная пластина фиксирует фильтр в корпусе. Указанное на корпусе фильтра стрелкой направление движения топлива должно соблюдаться. Нельзя допускать чрезмерного загрязнения фильтра. Фильтр необходимо регулярно заменять.

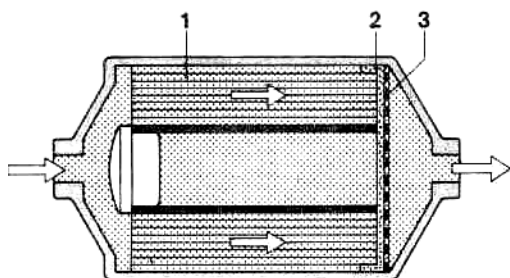


Рис. 7. ТОПЛИВНЫЙ фильтр:

1—бумажный фильтр; 2—сетка; 3—опорная пластина

Давление в системе впрыска поддерживается постоянным с помощью регулятора давления топлива. Устройство регулятора показано на рис 8. Давление в топливной системе и давление пружины на поршень поддерживаются в равновесном состоянии.

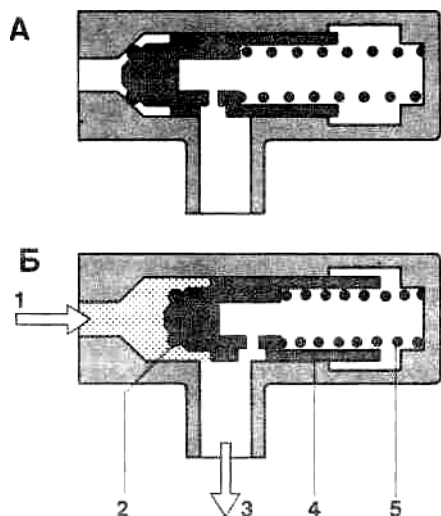


Рис. 8. Регулятор давления топлива в системе:

А—в исходном положении; Б—в рабочем положении 1 — подвод топлива под давлением; 2—уплотнение; 3— сливная магистраль в топливный бак; 4—поршень; 5— регулировочная пружина

Если, например, топливный насос подает несколько меньше топлива, то поршень регулятора уменьшает проходное сечение для слива и тем самым давление в системе вновь восстанавливается.

При выключении двигателя топливный насос отключается. Давление в системе снижается ниже величины, при которой открываются клапанные форсунки. Регулятор давления перекрывает перепускное отверстие и препятствует дальнейшему падению давления в топливной системе. Чтобы надежно перекрыть контур управляющего давления в системе после остановки двигателя, в сливной гидрелинии регулятора управляющего давления применяется запорный клапан на регуляторе давления (рис 9). Он установлен на регуляторе давления с противоположной стороны и открывается поршнем регулятора давления топлива, когда при пуске давление в системе возрастает до рабочего значения.

Во время работы запорный клапан в сливной линии регулятора управляющего давления находится в открытом состоянии.

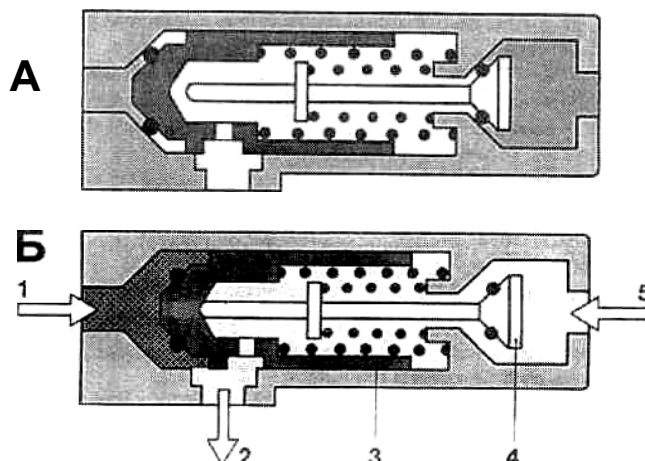


Рис. 9. Регулятор давления топлива с клапаном в контуре управляющего давления:

А—в исходном положении; Б—в рабочем положении

1 — подача топлива под давлением в систему; 2 — сливная магистраль к топливному баку; 3—поршень регулятора давления в системе; 4—клапан контура управляющего давления; 5 — подача топлива от регулятора управляющего давления

ИЗМЕРИТЕЛЬ РАСХОДА ВОЗДУХА

Приготовление рабочей смеси заключается в измерении расхода воздуха и пропорциональном дозировании топлива. Осуществляется с помощью регулятора состава рабочей смеси. Он состоит из измерителя расхода воздуха и дозатора-распределителя топлива.

Измеритель расхода воздуха (рис. 10) работает по принципу ротаметра: в воздушном потоке находится вывешенный поплавочный (напорный) диск, поднимаемый восходящим потоком воздуха. Вес напорного диска и рычага скомпенсирован противовесом. Весь поступивший в двигатель воздух проходит через измеритель расхода воздуха. Напорный диск перемещается в диффузоре. Протекающий через диффузор воздух перемещает ротаметр из положения покоя на определенную величину. Перемещение ротаметра передается на управляющий золотник, который открывает окно для прохождения пропорционального количества топлива.

При вспышках во впускном трубопроводе ротаметр перемещается в противоположном направлении. Благодаря этому освобождается разгрузочный диффузор. Плоская пружина обеспечивает правильное нулевое положение при неработающем двигателе.

СИСТЕМА «K-JETRONIC» ФИРМЫ «BOSCH»

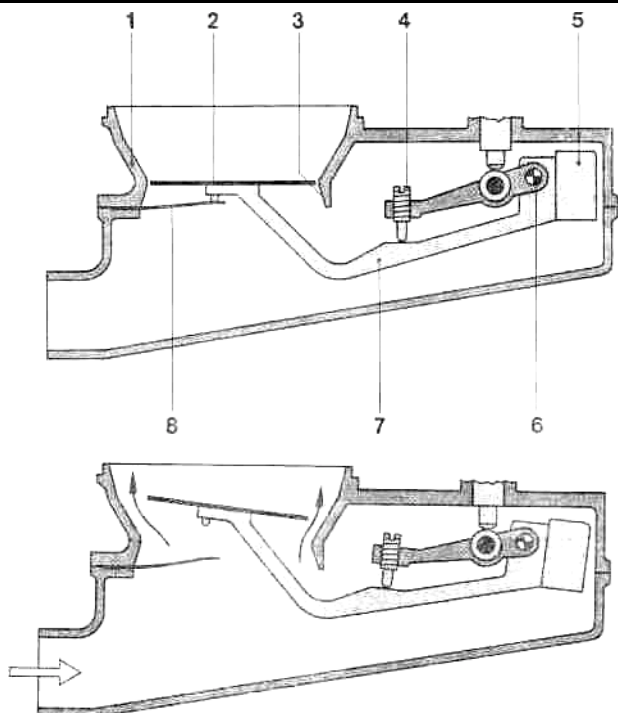


Рис. 10. Измеритель расхода воздуха:

1 — диффузор; 2 — напорный диск (ротаметр); 3 — разгрузочный диффузор; 4 — винт регулирования состава рабочей смеси; 5 — противовес; 6 — центр вращения; 7 — рычаг; 8 — плоская пружина

ДОЗАТОР ТОПЛИВА

Как уже упоминалось, положение напорного диска является мерой для поступившего в двигатель количества воздуха. Положение ротаметра передается с помощью рычага на управляющий золотник, который управляет открытием топливных окон. В зависимости от положения управляющий золотник освобождает соответствующее сечение окна, через которое топливо может протекать к диафрагменным клапанам и далее к клапанным форсункам.

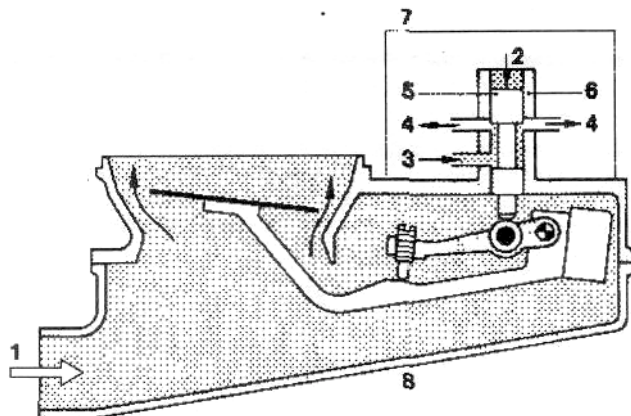


Рис. 11. Управляющий золотник с гильзой:

1 — направление подачи воздуха; 2 — направление действия управляющего давления; 3 — подача топлива в золотник; 4 — дозированная подача топлива через щелевые окна в гильзе золотника; 5 — золотник; 6 — гильза золотника с щелевыми окнами; 7 — дозатор топлива; 8 — измеритель расхода воздуха

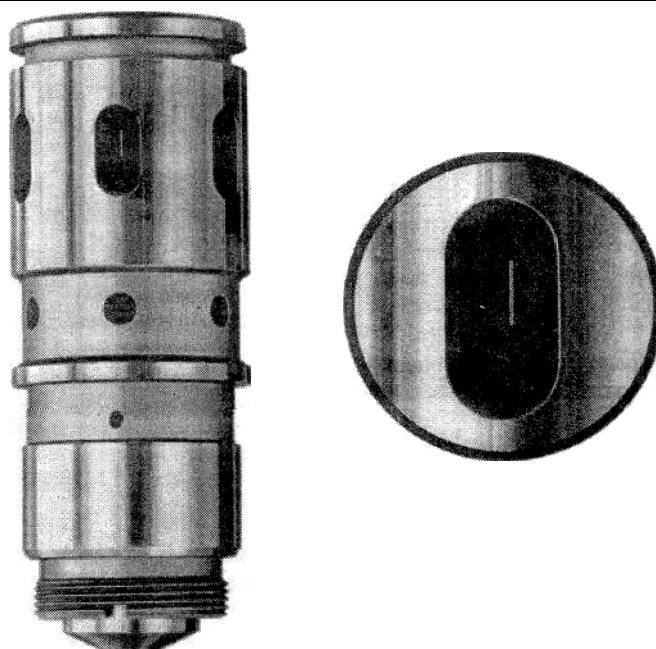


Рис. 12. Гильза золотника с щелевыми окнами. Высота открытия окна регулируется управляющей кромкой золотника. Щелевое окно изображено в увеличенном масштабе. Ширина щелевого окна около 0,2 мм

При небольшом ходе ротаметра золотник поднимется незначительно и освободит небольшое сечение окон. При большом ходе ротаметра золотник освободит большое сечение окон. Таким образом, существует линейная зависимость между ходом ротаметра и освобождением проходного сечения окон, через которые проходит топливо (рис. 11 и 12). Сверху на золотник действует сила управляющего давления (рис. 13 и 14). Управляющее давление с помощью дроссельного отверстия обособляется от давления в системе. Дроссельное отверстие предназначено для разобщения контура управляющего давления и контура давления в системе. Управляющее давление действует через демпфирующий дроссель на золотник и создает таким образом контрсилу для силы, которая появляется на расходомере от динамического воздействия воздушного потока. При этом демпфирующий дроссель препятствует резким перемещениям ротаметра вследствие пульсаций впуска. Величина управляющего давления воздействует на дотирование топлива. При небольшом управляющем давлении прошедшее количество воздуха поднимает ротаметр выше. В результате этого золотник увеличивает открытие дозирующих окон и к двигателю подается больше топлива. При более высоком управляющем давлении подача топлива уменьшается. Изменением величины управляющего давления возможно изменять коэффициент избытка воздуха (α) для повышения мощности на максимальных оборотах а также обогащать топливную смесь при пуске холодного двигателя

Если двигатель работает в диапазоне частичной нагрузки с очень бедной смесью то в режиме полной нагрузки дополнительно к коррекции смеси с помощью формы диффузора необходимо дополнительно обогатить смесь с помощью уменьшения управляющего давления. Решение этой задачи берет на себя регулятор управляющего давления.

СИСТЕМА «K-JETRONIC» ФИРМЫ «BOSCH»

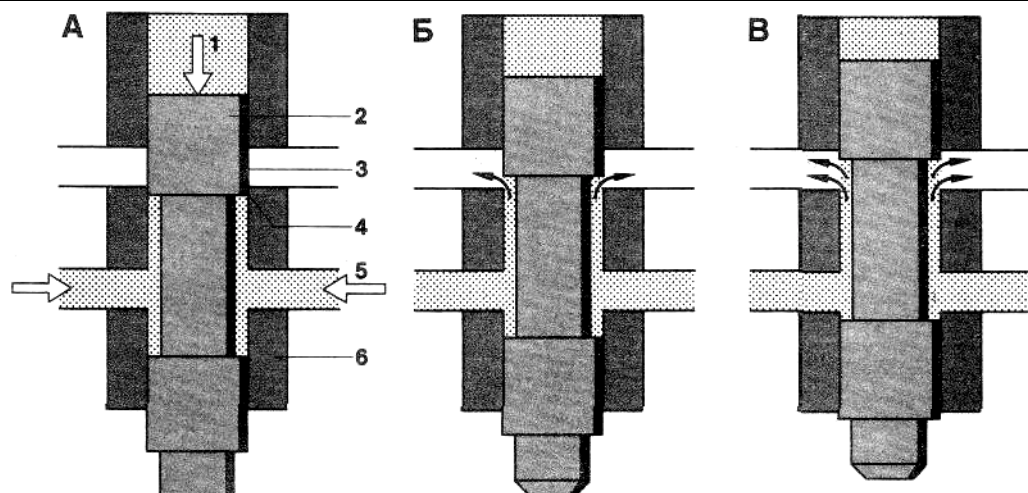


Рис. 13. Золотник и гильза золотника с щелевыми окнами:

А — исходное положение;
Б — частичная нагрузка;
В — полная нагрузка
1 — управляющее давление; 2 — золотник; 3 — щелевое окно; 4 — управляющая кромка золотника; 5 — подача топлива; 6 — гильза

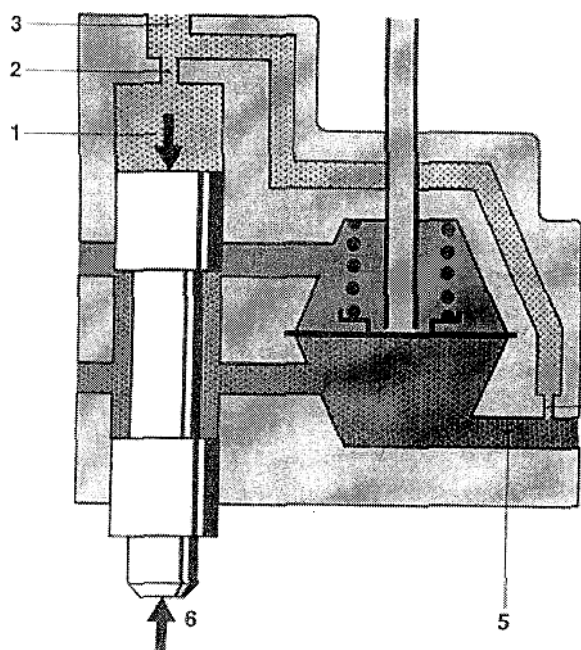


Рис. 14 Направления усилий, действующих на золотник в дозаторе топлива

1 — направление действия управляющего давления, 2 — демпфирующий дроссель 3 — канал к регулятору управляющего давления, 4 — разобщающий дроссель, 5 — давление в системе впрыска; 6 — направление действия силы воздуха при подъеме напорного диска

верхней камере. Верхние камеры соединены соответственно с одним дозирующим окном каждая и по трубопроводу с форсунками. Относительно друг друга камеры герметизированы. Диафрагмы нагружены пружинами. Давление определяется усилием винтовой пружины. Если в верхнюю камеру поступает большее количество топлива то диафрагма изгибается вниз и открывает выпускное отверстие клапана до тех пор пока вновь не установится новый уровень давления. Если расход становится меньше то мембрана изгибается меньше и уменьшает проходное сечение клапана пока вновь не установится равновесный уровень давления. Таким образом на диафрагме устанавливается равновесие сил которое поддерживается путем регулирования проходного сечения выпускного отверстия клапана.

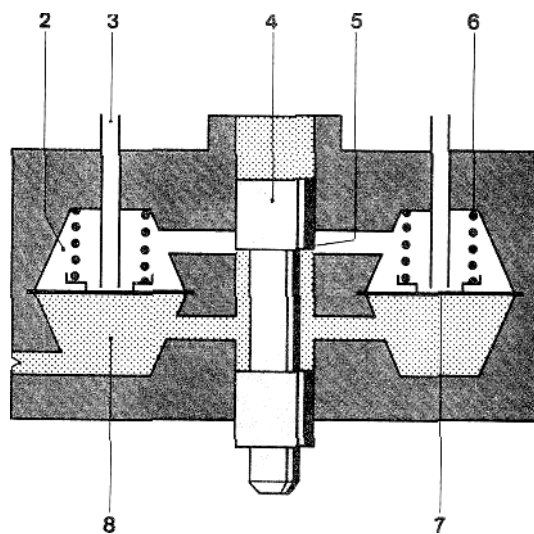


Рис 15 Дозатор топлива с дифференциальными клапанами

1 — подача топлива под давлением системы, 2 — верхняя камера дифференциального нагнетательного клапана; 3 — трубопровод к форсунке подачи топлива под давлением впрыска, 4 — золотник, 5 — управляющая кромка золотника, 6 — пружина клапана, 7 — мембрана клапана; 8 — нижняя камера дифференциального нагнетательного клапана

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ

Расходомер воздуха имеет линейную характеристику. Это означает что при любом установившемся режиме работы двигателя величина перемещения ротаметра прямо пропорциональна количеству расходуемого воздуха. Для того чтобы количество подаваемого к двигателю топлива также изменялось в прямой пропорции с изменением количества расходуемого воздуха поддерживается постоянный перепад давления на переходных сечениях дозирующих окон независимо от протекающего количества топлива.

Перепад давления составляет 0,1 кг/см. Конструкция дифференциального клапана показана на рис 15 16 17. Верхняя камера клапана отделена от нижней камеры с помощью диафрагмы. Нижние камеры всех клапанов соединены друг с другом с помощью кольцевого трубопровода и находятся под давлением топлива в системе. Седло клапана находится в

СИСТЕМА «K-JETRONIC» ФИРМЫ «BOSCH»

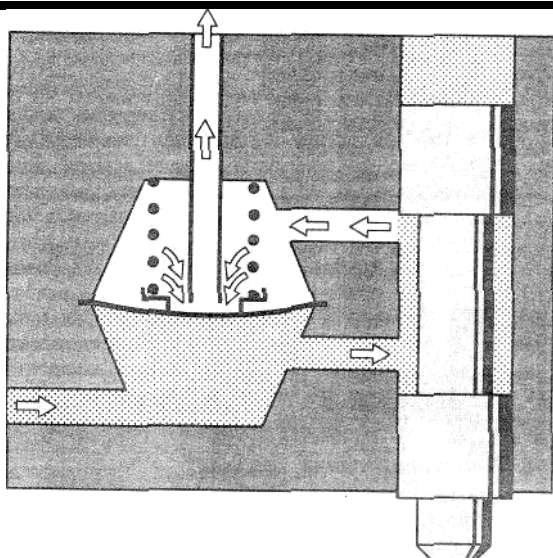


Рис. 16. Дифференциальный нагнетательный клапан, положение при большом количестве впрыскиваемого топлива

ФОРСУНКИ ПОДАЧИ ТОПЛИВА

Форсунка открывается при определенном давлении и благодаря колебательным движениям иглы клапана распыляет топливо в канал перед впускными клапанами цилиндров (рис. 18). Форсунки закреплены в специальном держателе таким образом, что они изолированы от горячего двигателя. Теплоизоляция предотвращает образование паровых пробок после выключения двигателя. Форсунки не выполняют функцию дозирования. Они открываются автоматически как только давление превысит 3,3 кг/см. При работе игольчатого клапана его игла колеблется с высокой частотой генерируя специфический звук. При такой конструкции форсунки достигается удовлетворительное распыливание топлива даже при минимальных его подачах. После выключения двигателя давление в топливной системе понижается до величины при которой игольчатые клапаны форсунок закрываются. Поэтому после остановки двигателя топливо не может больше попадать в

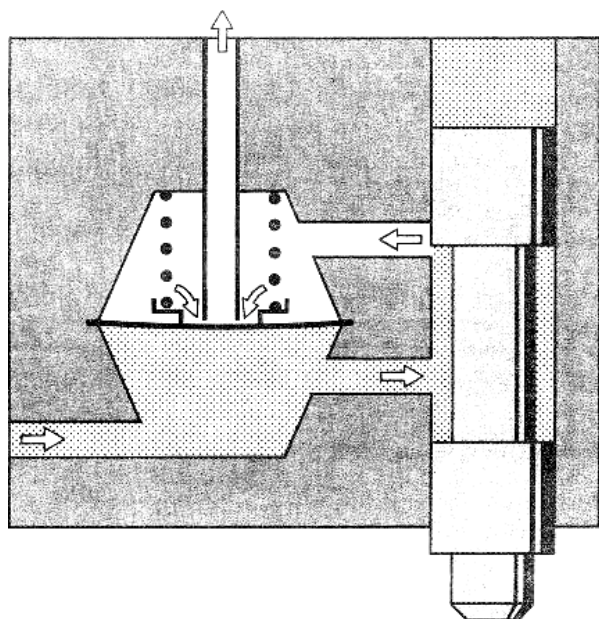


Рис. 17. Дифференциальный нагнетательный клапан, положение при небольшом количестве впрыскиваемого топлива

патрубки впускного канала. Поэтому после остановки двигателя топливо не может больше попадать в патрубки впускного канала.

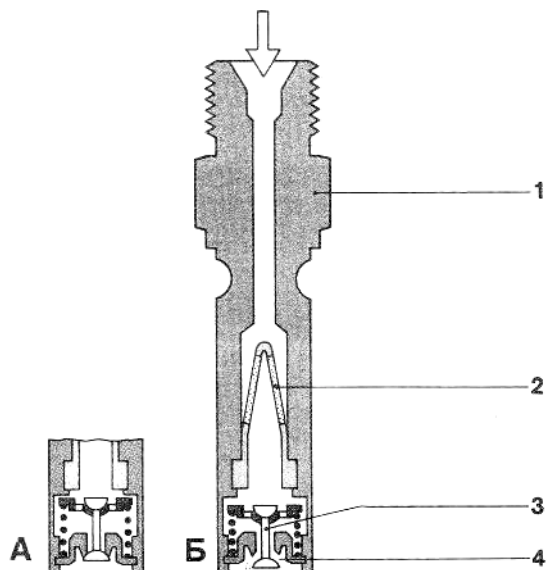


Рис. 18 Форсунка подачи топлива

А — в исходном положении, Б — в рабочем положении

1—корпус форсунки, 2—фильтр, 3—игла форсунки, 4—седло форсунки.

Смесеобразование происходит во впускном патрубке и в цилиндре двигателя (рис.19). Непрерывно впрыскиваемое клапанными форсунками топливо накапливается перед впускными клапанами двигателя. При открывании впускного клапана засасываемый в цилиндр воздух увлекает облако топлива и благодаря турбулентному движению воздушных вихрей в момент впуска и сжатия способствует образованию хорошо воспламеняющейся топливной смеси.

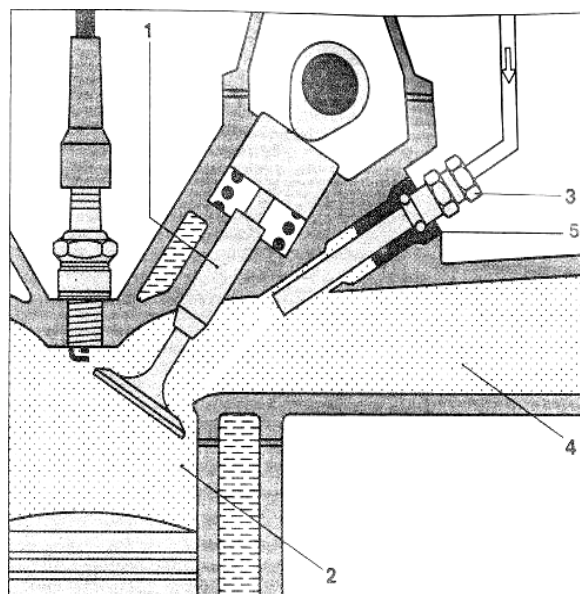


Рис. 19. Смесеобразование

1 — впускной клапан, 2 — камера сгорания, 3 — форсунка подачи топлива; 4—впускной канал, 5—теплоизолирующее уплотнение

СИСТЕМА «K-JETRONIC» ФИРМЫ «BOSCH»

ПУСКОВАЯ ФОРСУНКА И ТЕРМОРЕЛЕ ВРЕМЕНИ

При пуске холодного двигателя возникают конденсационные потери части топлива из за которых топливная смесь становится бедной. Чтобы компенсировать это и облегчить пуск холодного двигателя необходимо впрыскивать дополнительное количество топлива. Дополнительное топливо впрыскивается пусковой форсункой во впускной трубопровод.

Пусковая форсунка (рис 20) приводится в действие с помощью электромагнита. В исходном положении подвижный якорь прижимается пружиной к уплотнению и тем самым запирает форсунку. Если электромагнит включается то поднятый от седла клапана электромагнитный якорь освобождает проход для топлива. Топливо попадает под тангенциальным углом в форсунку. Такие форсунки называются центробежными и об-

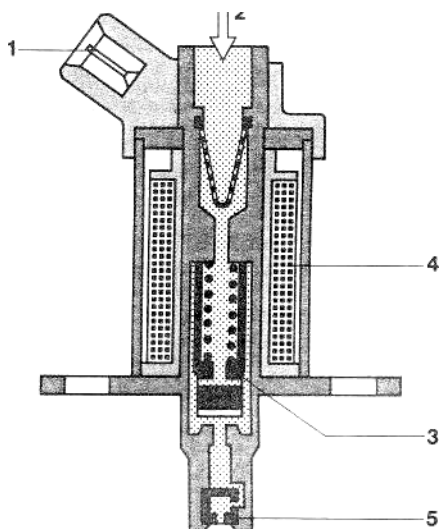


Рис 20 Пусковая форсунка в режиме впрыска

1—колодка электрического подключения, 2—канал подвода топлива с фильтрующей сеткой, 3—электромагнитный якорь, 4—обмотка электромагнита; 5—центробежная форсунка

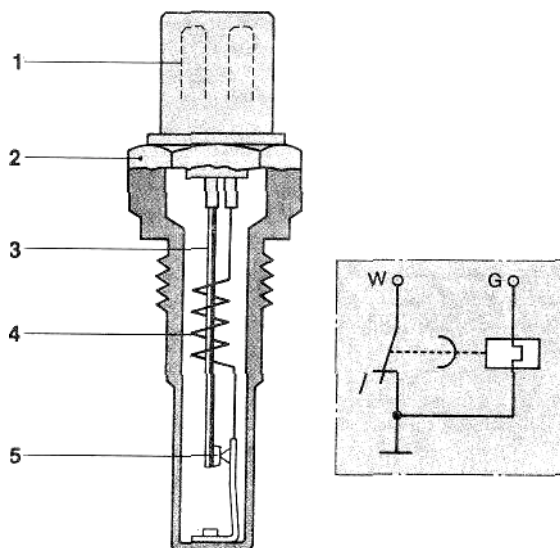


Рис 21 Термореле времени.

1—колодка электрического подключения, 2—резьбовое крепление, 3—биметаллическая пластина, 4—нагревательная обмотка, 5—коммутационный контакт

ладают хорошим распылением.

Термореле времени ограничивает время работы пусковой форсунки. Термореле (рис 21) состоит из биметаллической пластины которая по достижении температуры прогрева двигателя отключает пусковую форсунку. На прогретом двигателе термореле от тепла двигателя находится постоянно в разомкнутом состоянии.

В силу того что термореле относительно далеко расположено от цилиндра прогрев термореле от двигателя в период после-пускового прогрева происходит медленнее чем нагревается двигатель и топливо подаваемое пусковой форсункой может "залить" двигатель. Чтобы этого не происходило, биметаллическая пластина нагревается дополнительно теплом нихромовой проволоки, нагрев которой моделирует фактический нагрев двигателя. Так например при температуре -20°C термореле отключает пусковую форсунку через 8 с.

РЕГУЛЯТОР УПРАВЛЯЮЩЕГО ДАВЛЕНИЯ

Сразу после пуска холодного двигателя часть впрыснутого топлива еще конденсируется во впускном коллекторе и на стенках цилиндра. Это могло бы привести к фактическому обеднению топливной смеси и пропускам воспламенения если бы топливно-воздушная смесь во время прогрева не обогащалась.

Обогащение топливной смеси в период прогрева двигателя осуществляется с помощью регулятора управляющего давления. При холодном двигателе регулятор снижает управляющее давление чем вызывает большее открытие проходных сечений дозирующих окон и как следствие, большую подачу топлива к форсункам. По мере роста температуры двигателя обогащение топливной смеси должно снижаться что также обеспечивает регулятор.

На рис. 22 и 23 изображены различные конструкции регуляторов управляющего давления.

На рис. 22 показан регулятор прогрева который состоит из пружины 4 диафрагменного клапана 1 биметаллической пластины 5 нагревательного элемента 6. В холодном состоянии биметаллическая пластина действует против направления действия пружины 4 и благодаря этому уменьшает силу действующую на диафрагменный клапан который полностью открыт. С началом пуска биметаллическая пластина нагревается электронагревателем и двигателем. По мере прогрева биметаллическая пластина изгибается вверх и суммарная сила действующая на клапан увеличивается. В результате этого клапан перемещается вверх и уменьшает поперечное сечение перепускного отверстия вследствие чего повышается давление в контуре управляющего давления. Управляющее давление при пуске холодного двигателя составляет примерно $0,5 \text{ кг/см}^2$ а когда температура двигателя достигает рабочей, оно стабилизируется на величине равной примерно $3,7 \text{ кг/см}^2$.

Регулятор показанный на рис 23 дополнительно к функции регулятора на рис 22 обеспечивает обогащение топливной смеси в режиме полной нагрузки.

СИСТЕМА «K-JETRONIC» ФИРМЫ «BOSCH»

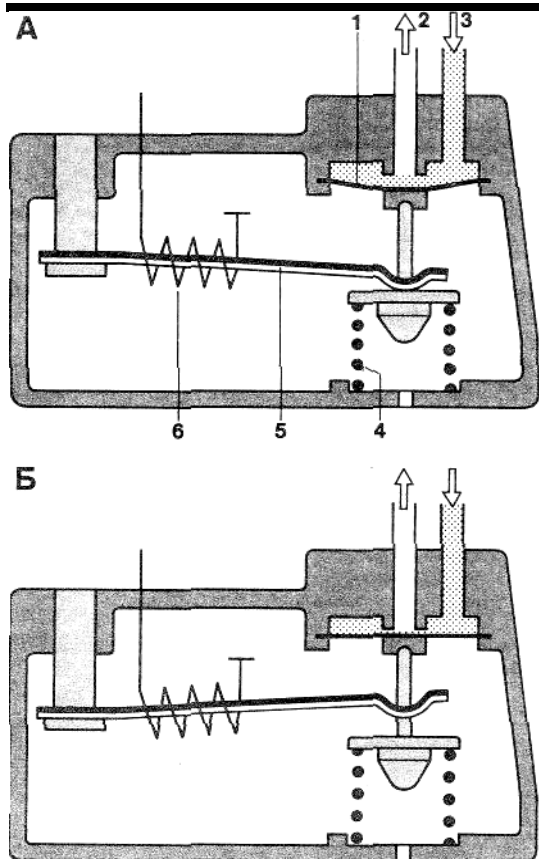


Рис. 22 Регулятор управляющего давления: А — при холодном двигателе; Б — при прогреве до рабочей температуры двигателя

1 — диафрагма клапана, 2 — сливная магистраль, 3 — подвод управляющего давления от регулятора состава смеси, 4 — пружина клапана; 5 — биметаллическая пластина, 6 — нагревательный элемент

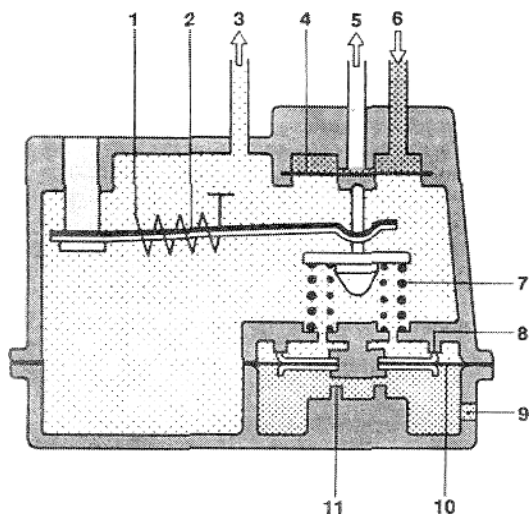


Рис. 23 Регулятор управляющего давления с диафрагмой полной нагрузки в состоянии холостого хода или частичной нагрузки.

1 — нагревательная обмотка, 2 — биметаллическая пластина; 3 — подвод давления воздуха в задрессельном пространстве; 4 — диафрагма клапана; 5 — сливная магистраль к топливному баку, 6 — подвод управляющего давления; 7 — пружины клапана; 8 — верхний упор, 9 — подвод атмосферного давления воздуха, 10 — диафрагма полной нагрузки; 11 — нижний упор

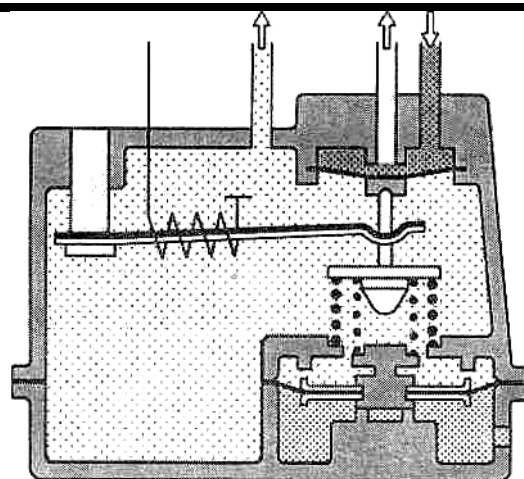


Рис. 24 Регулятор управляющего давления с диафрагмой полной нагрузки в режиме полной нагрузки

В этом варианте регулятора прогрева вместо одной используются две пружины клапана. Наружная пружина опирается на корпус, а внутренняя опирается на диафрагму. Эта диафрагма разделяет регулятор на верхнюю и нижнюю камеры. Верхняя камера соединена с задрессельным пространством, а нижняя с атмосферой.

На режимах холостого хода и частичных нагрузок давление в задрессельном пространстве достаточно низкое, чтобы мембрана не прогнулась до верхних упоров сжав внутреннюю пружину. В режиме полной нагрузки давление в задрессельном пространстве возрастает, что приводит к пригибанию диафрагмы к нижним упорам. Внутренняя пружина клапана разжимается, управляющее давление понижается и тем самым достигается обогащение топливной смеси.

КЛАПАН ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПОДАЧИ ВОЗДУХА

Для дополнительной подачи воздуха при пуске и прогреве двигателя служит клапан подсоединенный параллельно дроссельной заслонке (в байпасном канале). Устройство клапана показано на рис. 25.

В нем перфорированная диафрагма, приводимая в действие биметаллической пластиной, нагреваемая спиралью, управляет поперечным сечением перепускного воздушно о канала. В зависимости от температуры двигателя окно диафрагмы устанавливается таким образом, что при пуске холодного двигателя соответственно освобождается большее поперечное сечение байпасного канала. Однако при дальнейшем повышении температуры двигателя поперечное сечение байпасного канала уменьшается до полного его закрытия при достижении рабочей температуры. Биметаллическая пластина нагревается электронагревателем, что позволяет точнее регулировать прогрев двигателя. Место установки клапана выбрано таким образом, что он воспринимает температуру двигателя. Поэтому при горячем двигателе клапан закрыт.

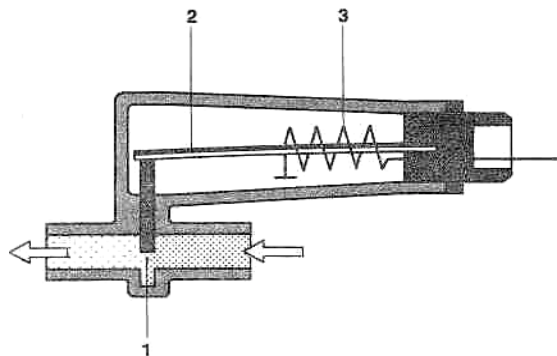


Рис. 25 Клапан дополнительной подачи воздуха

1 — воздушный канал с диафрагменной заслонкой 2 — биметаллическая пластина 3 — нагревательная обмотка

СИСТЕМА «K-JETRONIC» ФИРМЫ «BOSCH»

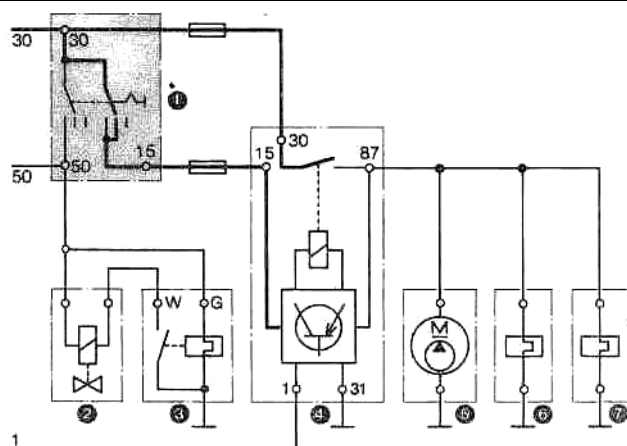


Рис. 26 Цепь разомкнута:

1—выключатель зажигания, 2—пусковая форсунка; 3—Термореле времени пусковой форсунки; 4—топливный насос с электроприводом, 5—реле включения топливного насоса, 6—регулятор управляющего давления 7—клапан дополнительной подачи воздуха

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА

В электрическую схему < K Jetronic > (рис 26) включены выключатель зажигания, пусковая форсунка, термореле времени пусковой форсунки, топливный насос с электроприводом, реле включения топливного насоса регулятор управляющего давления клапан дополнительной подачи воздуха. Приведение в действие этих приборов осуществляется с помощью реле включения топливного насоса, которое включается выключателем зажигания. Наряду с коммутационными задачами реле включения топливного насоса выполняет предохранительную функцию.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ СИСТЕМЫ НА АВТОМОБИЛЯХ С ТРЕХКОМПОНЕНТНЫМИ КАТАЛИТИЧЕСКИМИ НЕЙТРАЛИЗАТОРАМИ

Дополнительные устройства показаны на рис 27. С помощью указанных агрегатов осуществлен принцип адаптивного управления подачей топлива по сигналам датчика содержания кислорода в отработавших газах.

ДАТЧИК СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОРОДА В ОТРАБОТАВШИХ ГАЗАХ

Керамика датчика с помощью резьбы зафиксирована в узле крепления и оснащена электрическими присоединительными элементами и защитной трубкой. Поверхность керамики датчика имеет микропористый слой который благодаря каталитическому действию влияет на характеристику датчика при контактировании с отработавшими газами. На части керамики датчика со стороны выпуска над слоем платины находится хорошо сцепляющийся высокопористый слой керамики. Этот защитный слой предотвращает эрозийное влияние

фракций отработавших газов на слой платины. На стороне присоединения датчика находится металлическая защитная гильза, она имеет отверстие для вентиляции датчика и служит в качестве опоры для тарельчатой пружины. Электрод в изолирующей оболочке выводится из датчика (рис. 28) Чтобы несгоревшие частицы имеющиеся в отработанном газе не соприкасались с керамикой датчика, сторона выпуска оснащена защитной трубкой. Она имеет шлицы, которые выполнены таким образом что отработавшие газы и сопутствующие им твердые вещества не могут попасть на керамику датчика. Кроме этого защитная трубка эффективно ослабляет рост термических напряжений при смене температур, происходящих при переходах от одного рабочего состояния к другому. Напряжение и внутреннее сопротивление датчика зависят от температуры. Возможна надежная нормальная эксплуатация при температурах свыше 350°C (необогреваемый датчик) или 200°C (обогреваемый датчик), поэтому распространение получили обогреваемые датчики.

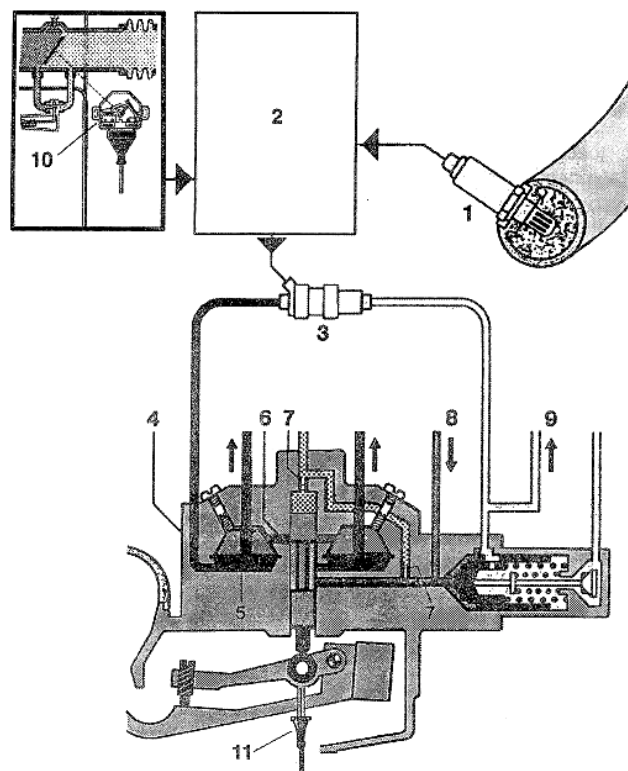


Рис. 27. Взаимосвязи дополнительных устройств:

1 — датчик содержания кислорода; 2—электронный блок управления; 3 — тактовый клапан; 4 — дозатор топлива; 5—нижние камеры дифференциальных нагнетательных клапанов; 6—целевые окна гильзы золотника; 7—разобщающий дроссель; 8—подача топлива под давлением системы; 9—сливная топливная магистраль; 10— датчик положения дроссельной заслонки; 11 — потенциометр дозатора.

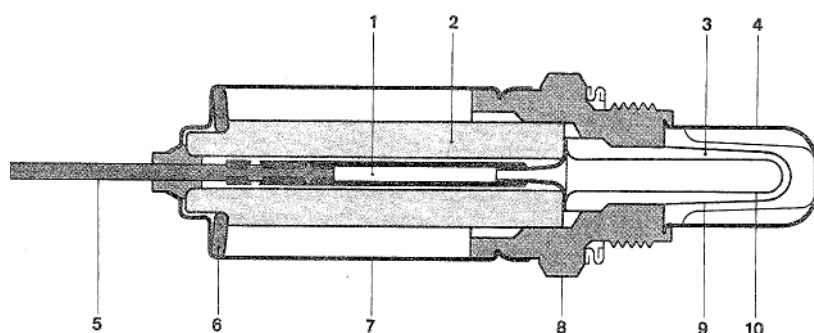


Рис. 28. Датчик содержания кислорода:

1—контактная часть; 2—керамика, контактирующая с воздухом; 3—керамика, контактирующая с отработавшими газами; 4—защитная трубка; 5—колодка электрического подключения; 6—тарельчатая пружина; 7—защитная гильза; 8—корпус (-); 9—электрод (-); 10—электрод (+)

СИСТЕМА «K-JETRONIC» ФИРМЫ «BOSCH»

ОБОГРЕВАЕМЫЙ ДАТЧИК СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОРОДА

Активная керамика датчика обогревается внутри с помощью керамического нагревательного элемента, так что независимо от температуры отработавших газов температура керамики датчика остается выше функциональной границы в 350°C . Обогреваемый датчик имеет защитную трубу с уменьшающимся проходным отверстием. Благодаря этому предотвращается охлаждение керамики датчика при холодном отработавшем газе.

ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ (ЭБУ)

ЭБУ преобразует сигналы, поступающие от датчика положения дроссельной заслонки и датчика содержания кислорода, в управляющие сигналы на тактовый клапан.

ТАКТОВЫЙ КЛАПАН

По командам ЭБУ тактовый клапан соединяет или, разъединяет нижние камеры дифференциальных клапанов со сливной магистралью тем самым уменьшая или увеличивая подачу топлива для поддержания коэффициента соотношения воздуха $\alpha=1$.

ДОЗАТОР ТОПЛИВА ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ С НЕЙТРАЛИЗАТОРАМИ

Дозатор отличается наличием между нижними камерами дифференциальных клапанов и подводящей топливной магистралью дросселирующего отверстия, разобщающего давление в системе и нижних камерах, дополнительно нижние камеры соединены со сливной магистралью через тактовый клапан.

ДАТЧИК ПОЛОЖЕНИЯ ДРОССЕЛЬНОЙ ЗАСЛОНКИ

Датчик посылает сигналы в блок управления о режимах холостого хода и полной нагрузки. Датчик закреплен на дроссельной заслонке. Подвижной контакт датчика закреплен на оси вращения заслонки и замыкает соответствующие контакты в режимах холостого хода и полной нагрузки.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ системы «K-JETRONIC» ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ БЕЗ НЕЙТРАЛИЗАТОРОВ

Данная система обеспечивает выполнение следующих функций:

- измерение расхода воздуха;
- подача топлива;
- приготовление топливной смеси. Количество воздуха, поступающее в двигатель, регулируется дроссельной заслонкой и измеряется расходомером воздуха.

Топливо с помощью электрического топливного насоса подается через топливный аккумулятор и фильтр тонкой очистки к дозатору, который распределяет топливо между форсунками во впускных каналах каждого цилиндра. Количество топлива, поступающее к механическим форсункам, зависит от положения дроссельной заслонки, а следовательно, и от количества проходящего через нее воздуха. Количество воздуха, проходящего через впускной трубопровод, измеряется расходомером, который в свою очередь управляет дозатором топлива.

Соотношение воздуха и топлива для безотказного воспламенения и сгорания должно находиться в пределах от 0,8 до 1,3 α , где α —коэффициент избытка воздуха определяется соотношением поданного количества воздуха к стехиометрическому количеству воздуха.

Стехиометрический состав — это соотношение воздуха и топлива, которое необходимо для полного сгорания, при котором воздух и топливо используются полностью. На 1 кг топлива должно приходиться 14,7 кг воздуха. При $\alpha=1$ количество воздуха и топлива соответствуют стехиометрическому составу. При $\alpha<1$ — недостаточное количество воздуха или богатая

рабочая смесь, при которой достигается максимальная мощность при повышенном расходе топлива. При $\alpha>1$ — избыточное количество воздуха или бедная смесь, при использовании которой расход топлива понижается.

Топливная система впрыска должна обеспечивать

- оптимальное соотношение топлива и воздуха при всех рабочих нагрузках и оборотах двигателя,
- минимальный расход топлива токсичность на оборотах холостого хода,
- пуск холодного и горячего двигателя, прогрев холодного двигателя,
- поддержание состава смеси на уровне $\alpha=1$ на всех рабочих нагрузках и оборотах двигателя, оборудованного трехкомпонентными каталитическими нейтрализаторами отработавших газов.

Рассматриваемая система впрыска на частичных режимах обеспечивает приготовление обедненных смесей за счет соотношения угла раскрытия диффузора для прохода воздуха и величины открытия управляющей кромкой золотника щелевого канала в гильзе. На оборотах максимальной мощности обеспечивается подача обогащенной смеси за счет изменения угла раскрытия диффузора, а также снижения управляющего давления действующего на золотник.

На оборотах холостого хода на двигателях не оборудованных трехкомпонентными каталитическими нейтрализаторами система поддерживает приготовление обогащенной топливной смеси за счет угла раскрытия диффузора.

При пуске холодного двигателя система подает богатую смесь за счет уменьшения управляющего давления плюс дополнительная подача топлива пусковой форсункой. При прогреве пусковая форсунка отключается. При пуске горячего двигателя готовится обогащенная смесь.

На двигателях с трехкомпонентными каталитическими нейтрализаторами поддержание состава смеси на уровне $\alpha=1$ осуществляется тактовым клапаном по командам выдаваемым ЭБУ после обработки информации от датчика содержания кислорода в отработавших газах.

ПОДГОТОВКА РАБОЧЕЙ СМЕСИ

Основные эксплуатационные уровни холостой ход, частичная нагрузка, полная нагрузка.

Обеспечение необходимого количества топливной смеси осуществляется конструкцией диффузора (рис. 29).

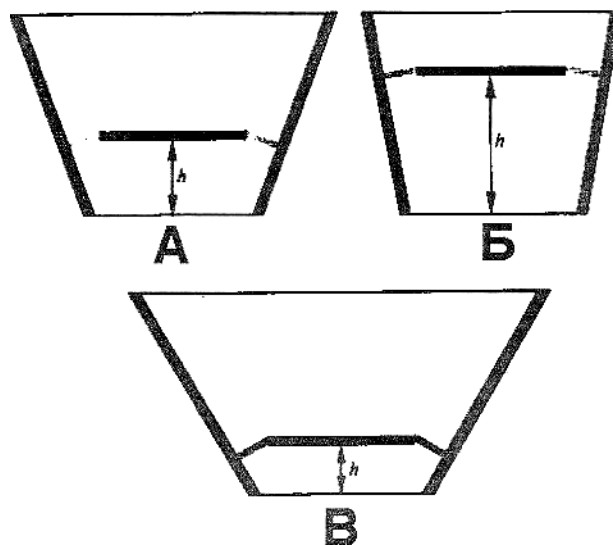


Рис. 29. Влияние угла раскрытия конуса диффузора на приготовление рабочей смеси:

А — форма диффузора для частичных нагрузок; Б — форма диффузора для холостого хода; В — форма диффузора для полной нагрузки.

СИСТЕМА «K-JETRONIC» ФИРМЫ «BOSCH»

Напорный диск может занимать различные положения в полости диффузора, которые соответствуют указанным режимам работы. На рисунке видно, что для каждого из этих положений существует свой угол раскрытия конуса диффузора. На практике это означает более богатые смеси для холостого хода и максимальной нагрузки, а более бедную смесь для частичной нагрузки.

Чем меньше угол раскрытия конуса, тем выше должен подниматься напорный диск при одном и том же увеличении прохождения воздуха, и тем больше откроет золотник щелевые окна и следовательно тем богаче смесь.

Форма диффузора подобрана таким образом, что при работе двигателя на холостом ходу и при полной нагрузке получается более богатая смесь, чем при частичной нагрузке.

Если при постоянной частоте вращения внезапно открывается дроссельная заслонка, разность давления перед ротаметром и за ним резко возрастает. Ротаметр в результате этого кратковременно совершает больший рабочий ход, чем это необходимо при установившемся режиме, и следовательно подача топлива к форсункам будет увеличена. Характеристику процесса ускорения см. на рис. 30.

При пуске холодного двигателя напряжение от выключателя зажигания и стартера через клемму «50» подается на пусковую форсунку и термореле пусковой форсунки. Если процесс пуска продолжается более 8-15 с, то термореле выключает пусковую форсунку, чтобы двигатель не залило. В этом случае термореле выполняет функцию таймера. Если при пуске температура двигателя выше $+35^{\circ}\text{C}$, то Термореле размыкает цепь питания пусковой форсунки и она не впрыскивает дополнительное топливо. Термореле действует в этом случае как термовыключатель (рис. 31).

Кроме того, напряжение от выключателя зажигания и стартера подается при пуске на управляющее реле, которое включается как только начинает проворачиваться коленчатый вал двигателя.

В качестве признаков работы двигателя служат импульсы от катушки зажигания (клемма «1»). Импульсы от электронной схемы зажигания оцениваются управляющим реле. После первого импульса включается управляющее реле и подает напряжение на топливный электронасос, клапан дополнительной подачи воздуха и регулятор управляющего давления (рис. 32). Управляющее реле остается включенным до тех пор, пока включено зажигание и двигатель работает. Если импульсы от катушки зажигания (клемма «1») отсутствуют по причине самопроизвольной остановки двигателя при включенном зажигании, тогда управляющее реле остается включенным через 1 с после последнего импульса отключит электронасос и другие электроприборы системы впрыска. Эта предохранительная схема предотвращает работу топливного электронасоса при неработающем двигателе (рис. 33).

ПРИГОТОВЛЕНИЕ СМЕСИ СИСТЕМОЙ ВПРЫСКА "K-JETRONIC" ДВИГАТЕЛЕЙ С НЕЙТРАЛИЗАТОРАМИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

Применение каталитических нейтрализаторов позволяет снизить токсичность отработанных газов на 90% и более. При обезвреживании отработавших газов с помощью каталитических нейтрализаторов удается понизить содержание окиси углерода (CO) и углеводородов (CH), переведя в ДВУОКИСЬ углерода (CO₂) и воду (H₂O) окислов азота (NOx) в нейтральный азот (N). Наибольшее распространение получил трехкомпонентный каталитический нейтрализатор в котором снижается содержание всех трех токсичных веществ CO, CH и NOx. Оптимальный состав смеси при применении трехкомпонентного нейтрализатора соответствует стехиометрическому составу где $\alpha=1,00$. Только при этом коэффициент избытка воздуха катализатор работает с высоким коэффициентом полезного действия. Катализаторы могут использоваться при работе двигателя только на неэтилированном бензине.

Для работы нейтрализаторов регулирование смеси должно быть очень точным так как отклонение коэффициента избытка воздуха от $\alpha=1$ на 1% существенно нарушает оптимальную работу катализаторов.

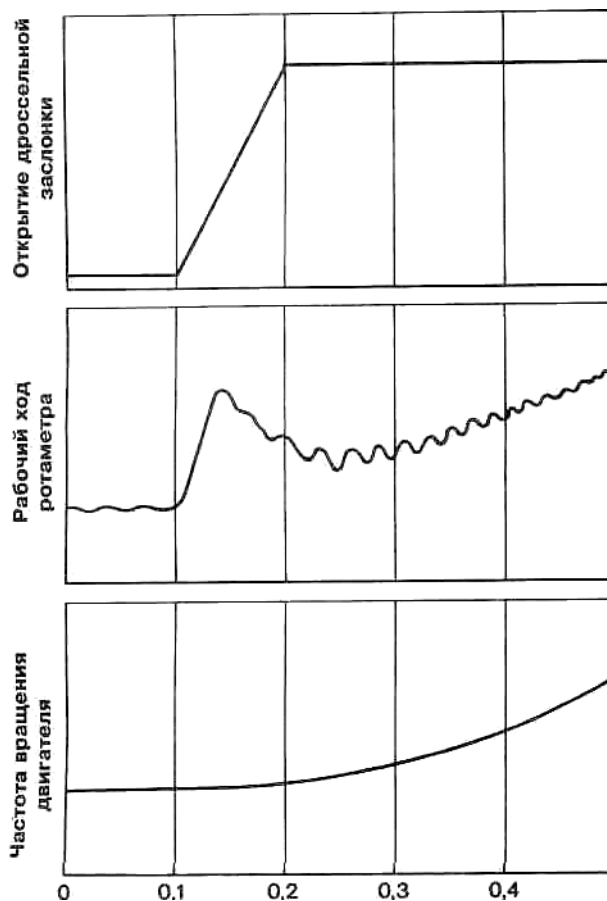


Рис. 30 Процесс ускорения при резком открытии дроссельной заслонки

Создать открытую систему регулирования, работающую со столь высокой точностью, пока не удалось. Задача была решена с помощью закрытой системы регулирования с обратной связью. Обратной связью в системе регулирования служит датчик содержания кислорода (λ зонд) в выхлопных газах который устанавливается в выпускном коллекторе. Скачок напряжения, принимаемый электронным блоком управления от λ зонда оценивается системой регулирования. ЭБУ посылает управляющий сигнал на тактовый клапан который в свою очередь регулирует давление в нижних камерах дифференциальных клапанов и тем самым изменяет количество топлива подаваемого в верхние камеры и дальше к форсункам. Датчик дроссельной заслонки фиксирует угловое положение заслонки и передает сигнал в систему регулирования. Чтобы привести в соответствие впрыснутое количество топлива с желаемым соотношением воздуха и топлива $\alpha=1$ изменяется давление в нижней камере дозатора топлива. Если например повышают давление в нижних камерах то возрастает давление на окнах гильзы золотника вследствие чего увеличивается впрыскиваемое количество топлива. Чтобы можно было изменить давление в нижних камерах последние разобщены с давлением в системе с помощью фиксированного дросселя. Через дроссель переменного сечения соединяются нижние камеры и сток топлива если он открыт то давление в нижних камерах может понижаться. Если дроссель закрыт то в нижних камерах устанавливается давление системы. Если этот дроссель открывается и закрывается в быстром темпе, то давление в нижних камерах может изменяться в соответствии с отношением времени закрытия ко времени открывания. В качестве переменного дросселя используется электромагнитный клапан (тактовый клапан).

СИСТЕМА «K-JETRONIC» ФИРМЫ «BOSCH»

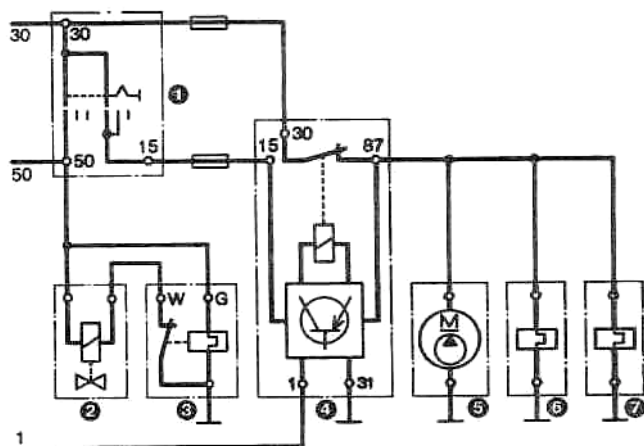


Рис. 31. Пуск холодного двигателя.

Выключены пусковая форсунка и термореле времени, двигатель вращается, от клеммы «1» катушки зажигания идут импульсы, управляющее реле, топливный насос с электроприводом, клапан дополнительной подачи воздуха и регулятор управляющего давления включены.

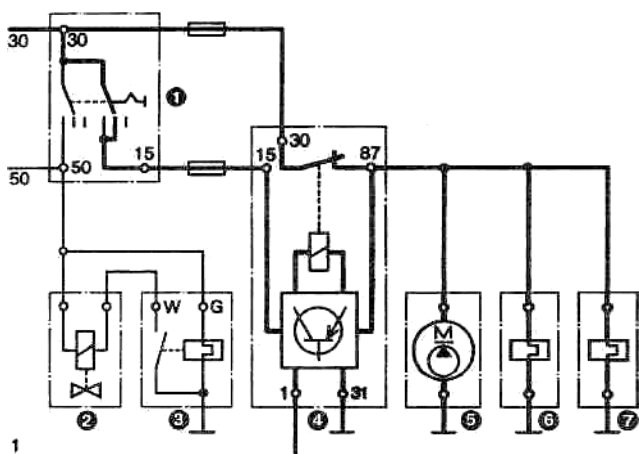


Рис. 32. Двигатель работает.

Зажигание включено, управляющее реле, топливный электронасос, клапан дополнительной подачи воздуха и регулятор управляющего давления включены.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ДАТЧИКА СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОРОДА

В настоящее время существует два типа датчиков - на основе двуоксида циркония и двуоксида титана. Оба датчика реагируют на парциальное давление кислорода в выпускной системе, но физические принципы их работы различны.

Основы работы циркониевого датчика могут быть рассмотрены на схеме, приведенной на рис. 34. Два электрода — внешний и внутренний, выполненные из пористой платины или ее сплава, разделены слоем твердого электролита. В качестве электролита используется двуоксид циркония со стабилизирующими добавлениями оксида иттрия. Внутренний электрод находится в окружающей среде с постоянным парциальным давлением кислорода, а внешний, омываемый потоком отработавших газов, — в выпускной системе двигателя с изменяющимся парциальным давлением кислорода. Ионная проводимость твердого электролита, возникающая вследствие разности парциальных давлений кислорода на внешнем и внутреннем электродах, обуславливает появление разности потенциалов между электродами. Таким образом, циркониевый датчик можно рассматривать как гальванический элемент.

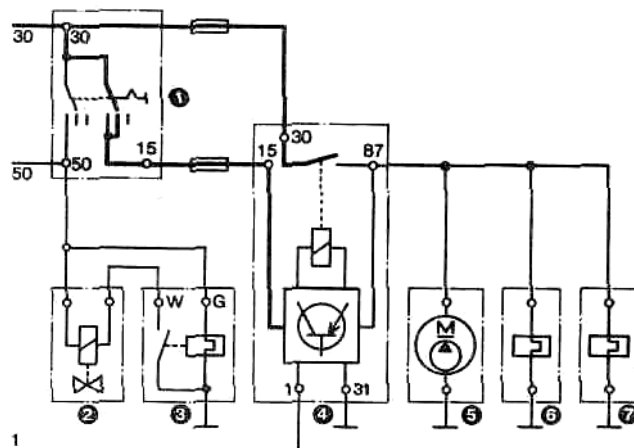


Рис. 33. Зажигание включено, двигатель не работает.

Импульсы от клеммы «1» катушки зажигания не поступают. Управляющее реле, топливный насос с электроприводом, клапан дополнительной подачи воздуха и регулятор управляющего давления выключены.

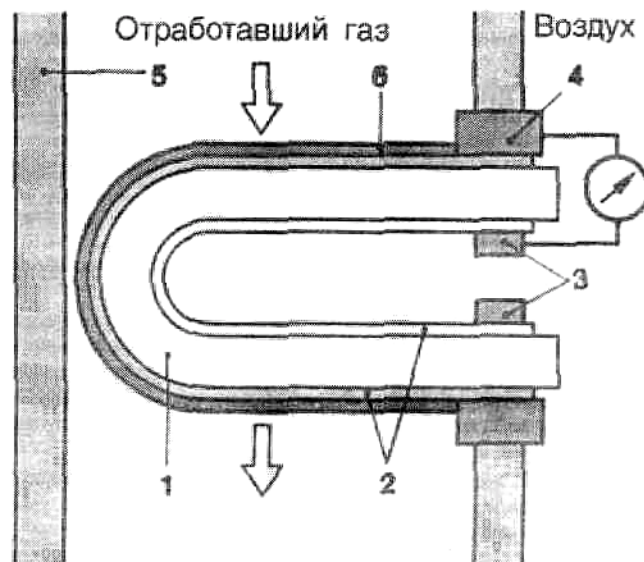


Рис. 34. Расположение датчика содержания кислорода в выпускном трубопроводе:

1—керамика датчика; 2—электроды; 3—контакт; 4— контактирование корпуса; 5—выпускной коллектор; 6— керамический пористый защитный слой

При низком уровне парциального давления кислорода в обогащенной смеси ($\alpha < 1$) датчик генерирует достаточно большое напряжение 700... 1000 мВ. При переходе состава смеси через стехиометрическое значение в зону обедненных смесей ($\alpha > 1$) парциальное давление кислорода в отработавших газах заметно увеличивается, что приводит к резкому падению напряжения на выходе датчика до 50...100 мВ. Такая характеристика датчика (рис. 35) позволяет определить стехиометрический состав смеси с погрешностью не более $\pm 0,5\%$.

КОНТУР РЕГУЛИРОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ИЗБЫТКА ВОЗДУХА

Контур регулирования коэффициента избытка воздуха совмещен с системой управления подготовки рабочей смеси (рис. 36). Заданное системой управления впрыскиваемое количество топлива приводится в соответствие с помощью сигнала от датчика содержания кислорода.

СИСТЕМА «K-JETRONIC» ФИРМЫ «BOSCH»

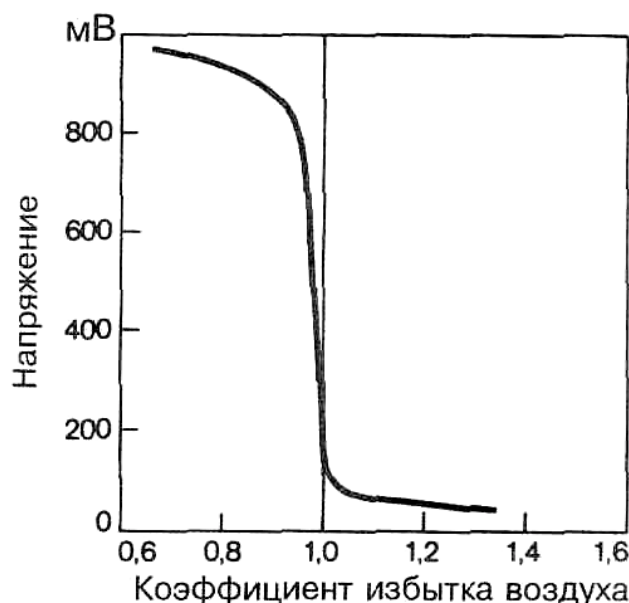


Рис. 35. Характеристика напряжения датчика содержания кислорода при рабочей температуре 600°C:

1 — напряжение; 2 — коэффициент избытка воздуха

С помощью контура регулирования, замкнутого Л-зондом, могут распознаваться и корректироваться отклонения от определенного соотношения воздуха и топлива. Принцип регулирования основывается на измерении остаточного содержания кислорода в отработавших газах с помощью Л-зонда. Остаточное содержание кислорода является мерой для состава подаваемой к двигателю смеси из воздуха и топлива. Датчик содержания кислорода в выпускном трубопроводе поставляет информацию о том, богаче или беднее смесь, чем стехиометрическая ($\alpha=1,00$).

При отклонении от этой величины выходной сигнал датчика выдает скачок напряжения, который оценивает схема регулирования.

Напряжение зонда является мерой для корректировки количества топлива при смесеобразовании. Подготовленный в схеме регулирования сигнал используется для воздействия на исполнительный элемент системы впрыска бензина с электронным управлением.

При приготовлении смеси с помощью электромеханической системы непрерывного впрыска регулирование состава смеси осуществляется с помощью дополнительного регулятора и электромеханического регулирующего органа (тактового клапана). Таким образом, топливо может дозироваться настолько точно, что во всех режимах в зависимости от нагрузки и частоты вращения коэффициент избытка воздуха является оптимальным. При этом явления износа двигателя не играют никакой роли. При значениях выше $\alpha=1,00$ происходит увеличение, ниже $\alpha=1,00$ — уменьшение дозы топлива.

Это непрерывное, почти безинерционное регулирование смеси на уровне $\alpha=1,00$ является условием того, что каталитический нейтрализатор может обезвреживать токсичные вещества с высоким коэффициентом полезного действия.

ФУНКЦИИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ

ПУСК

Л-зонд выдает оцениваемый сигнал лишь при температурах выше 350°C. До достижения этой температуры от регулирования отказываются и смесь из воздуха и топлива настраивается на среднее значение. Обогащение смеси в период пуска может осуществляться соответствующими элементами схемы управления.

управления.

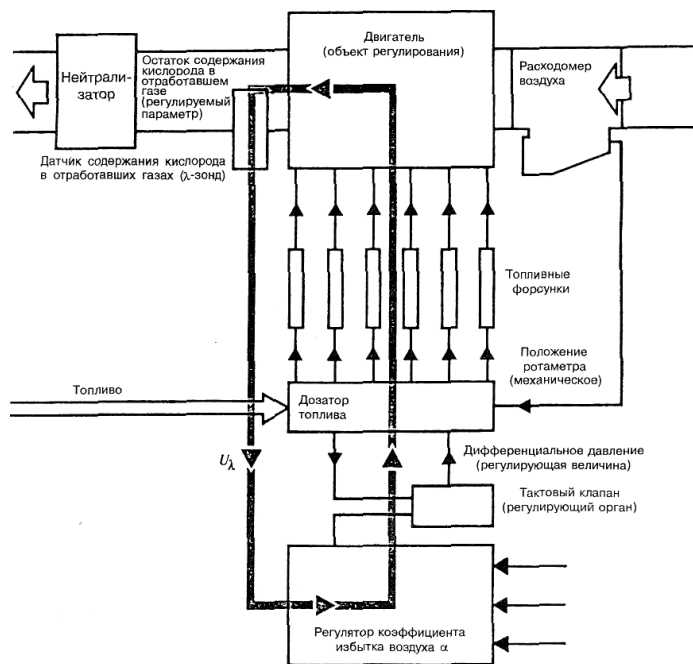


Рис. 36. Контур регулирования коэффициента избытка воздуха α

УСКОРЕНИЕ И ПОЛНАЯ НАГРУЗКА

Обогащение рабочей смеси во время ускорения может осуществляться с помощью регулирующего устройства. При этом может быть необходимо эксплуатировать двигатель в случае полной нагрузки с $\alpha < 1$. Об этом режиме эксплуатации по аналогии с режимом ускорения сигнал подается на регулирующее устройство, которое включает дозирование топлива в увеличенной пропорции.

ОТКЛОНЕНИЕ В СОСТАВЕ СМЕСИ

В регулирующем устройстве предусмотрена схема, которая контролирует датчик содержания кислорода и при его выходе из строя переключается на работу по среднему значению коэффициента, заложенному в память программы регулирования.