

Лекция 7.

ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ

Часть 2

Датчик кислорода

Датчик кислорода (ДК) (λ — зонд) создает выходное напряжение, которое позволяет контролировать наличие кислорода в потоке отработавших газов. Выходное напряжение используется БУ для регулирования и корректировки расчетов длительности импульса впрыска топлива.

ДК, где используется двуокись циркония, работает по принципу источника тока, выдающего высокое напряжение (при богатой смеси), либо низкое (при бедной смеси). Датчики с двуокисью титана изменяют сопротивление в зависимости от того, как изменяется доля содержания кислорода в отработавших газах. Таким образом, получается либо низкое выходное напряжение (при богатой смеси), либо высокое выходное напряжение (при бедной смеси). Титановые датчики в последнее время практически не используются, ранее устанавливались на некоторые марки автомобили, встречаются сейчас очень редко. Циркониевые наоборот, получили широкое распространение. Основа устройства – керамический элемент, выполненный из диоксида циркония (ZrO_2) покрытый платиновой сеткой. ДК автомобиля используется совместно с каталитическим нейтрализатором и выполняет роль датчика обратной связи (от отработанных газов к системе питания) в так называемом замкнутом контуре подачи топлива. При помощи замкнутого контура удается существенно снизить токсичность отработанных газов при холостом ходе и частичных нагрузках. Второй ДК, установленный после каталитического нейтрализатора, нужен для контроля исправности каталитического нейтрализатора (рис. 1).

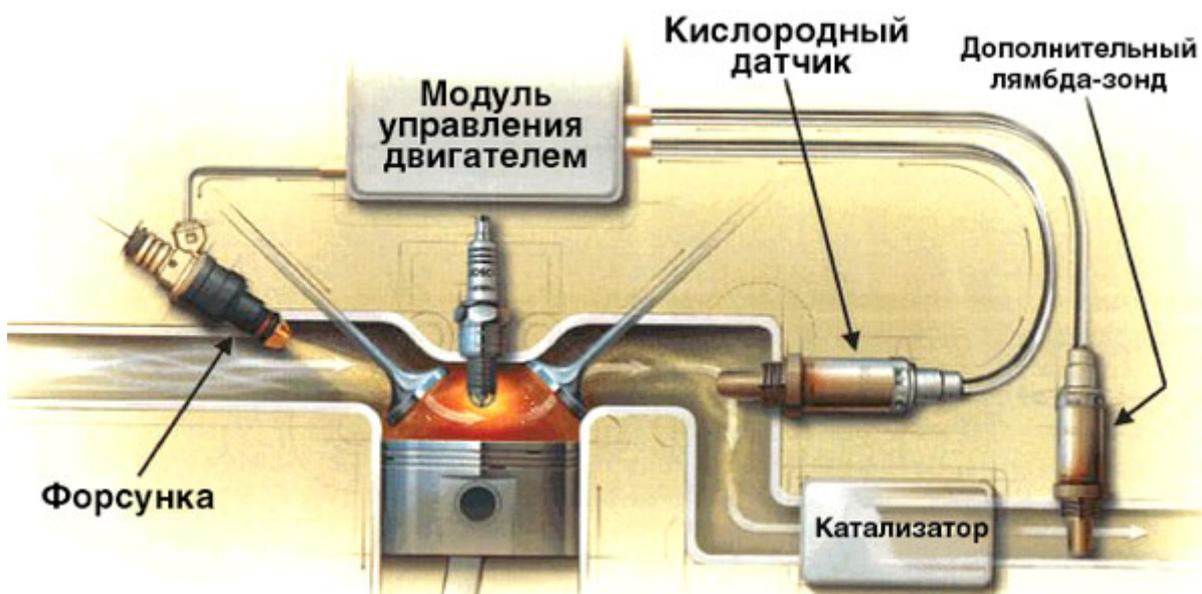


Рис. 1. Система лямбда-коррекции состава топливно-воздушной смеси

Работа ДК зависит от его температуры. Температура, при которой лямбда зонд начинает функционировать, варьируется от 300 до 400 °С, опасный предел 900 – 1000 °С, за которым устройство может перегреться и выйти из строя. Рабочий температурный режим в движении – около 600 °С. В современных лямбда зондах (рис. 2), но не во всех, конструктивно предусмотрен нагревательный элемент, который при запуске мотора на холодную быстро прогреет устройство до температуры в 300 – 400 °С.



Рис. 2. Датчики кислорода различных автомобилей.

На рис.3 приведена зависимость напряжения на выходе ДК от температуры

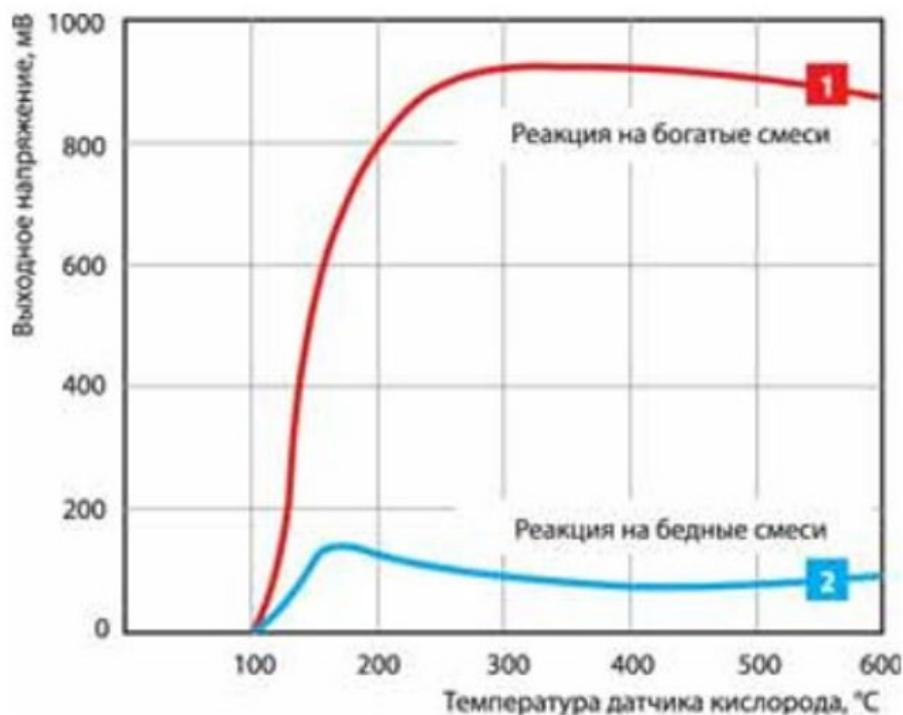


Рис.3 Зависимость напряжения на выходе ДК от температуры

Как видно из рис. 3, пока датчик не прогреет (после пуска двигателя), он не работает, управление подачей топлива идет по разомкнутому контуру (без обратной связи). В это время расчет длительности впрыска БУ выполняет по сигналам ДМРВ, ДТОЖ и ДПДЗ.

Для ускорения прогрева в современных ДК встроены электрические подогреватели, которые ускоряют выход на рабочий режим ДК. Для подогрева ДК используют терморезисторы с положительным температурным коэффициентом сопротивления (позисторы). Зависимость сопротивления позистора от температуры приведена на рис.4. Пока температура низкая, через позистор ДК идет большой ток и быстро нагревает его, когда температура достигнет значения T_{Ref} (рис.4) его сопротивление начнет резко увеличиваться, а ток и нагрев уменьшаться, т. е. наступит равновесие (T_{Ref} — равновесная температура). Для ДК выбирают позистор с $T_{Ref} = 300...400^{\circ}\text{C}$. При этом не требуется никаких электронных терморегуляторов, нагреватель

подключен к напряжению бортсети сразу после замка зажигания. После включения зажигания ДК прогревается до 300...400 °С менее чем за минуту, причем ждать этого прогрева не требуется. При работающем ДВС отработанные газы прогревают ДК до температуры около 600 °С, сопротивление позистора возрастает до такой величины, что ток через него будет очень малым (крайняя правая точка на рис.4), поэтому мощность от бортсети пока работает ДВС позистор не потребляет. Выключается позистор вместе с выключением зажигания.

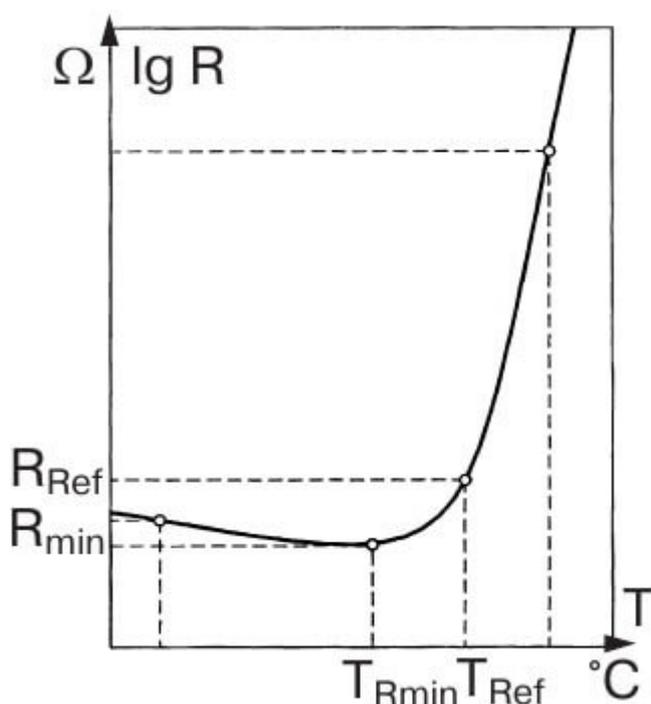


Рис.4. Зависимость сопротивления позистора от температуры

Датчики с подогревом требуют минимального времени на подготовку к работе и практически сразу обеспечивают коррекцию состава горючей смеси.

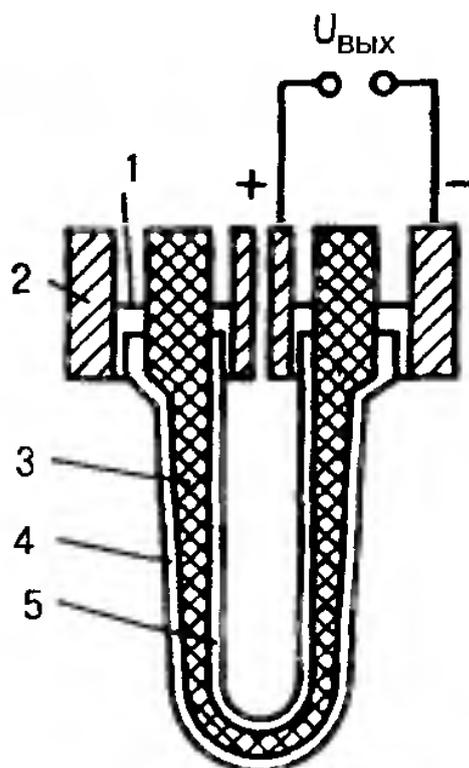


Рис. 5. Схема циркониевого датчика кислорода.

1 - электропроводное уплотнение; 2 - корпус; 3 - твердый электролит; 4, 5 - внешний и внутренний электроды

Циркониевый датчик (рис. 5) является твердым гальваническим элементом и имеет два электрода - внешний 4 и внутренний 5. Оба электрода выполнены напылением из пористой платины или ее сплава и разделены слоем твердого керамического электролита. Электролитом является диоксид циркония ZrO_2 с добавлением оксида иттрия Y_2O_3 для повышения ионной проводимости электролита. Среда, окружающая внутренний электрод, имеет сообщение с окружающим воздухом и, поэтому, имеет постоянное парциальное давление кислорода. Внешний электрод омывается потоком отработавших газов в выпускной системе двигателя с переменным парциальным давлением кислорода. Ионная проводимость твердого электролита, возникающая вследствие разности парциальных давлений кислорода на внешнем и внутреннем электродах, обуславливает появление разности потенциалов между ними. При низком уровне парциального давления кислорода в

отработавших газах, когда двигатель работает на обогащенной смеси датчик, как гальванический элемент, генерирует высокое напряжение (700-1000 мВ). При переходе на обедненную смесь парциальное давление кислорода в отработавших газах заметно увеличивается, что приводит к резкому падению напряжения на выходе датчика до 50-100 мВ. Такое резкое падение напряжения датчика (рис. 6) при переходе от обогащенных к обедненным смесям позволяет определить стехиометрический состав смеси с погрешностью не более $\pm 0,5\%$.

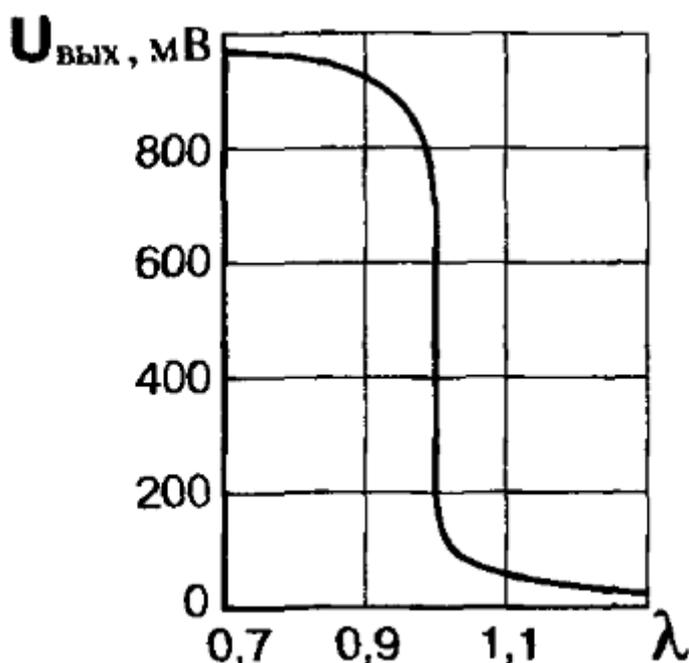


Рис. 6. Зависимость напряжения циркониевого датчика от состава смеси.

Другими словами, напряжение ДК зависит от разницы концентрации кислорода на внутреннем и наружном электродах — именно этот факт используется для контроля остаточного кислорода в выхлопных газах.

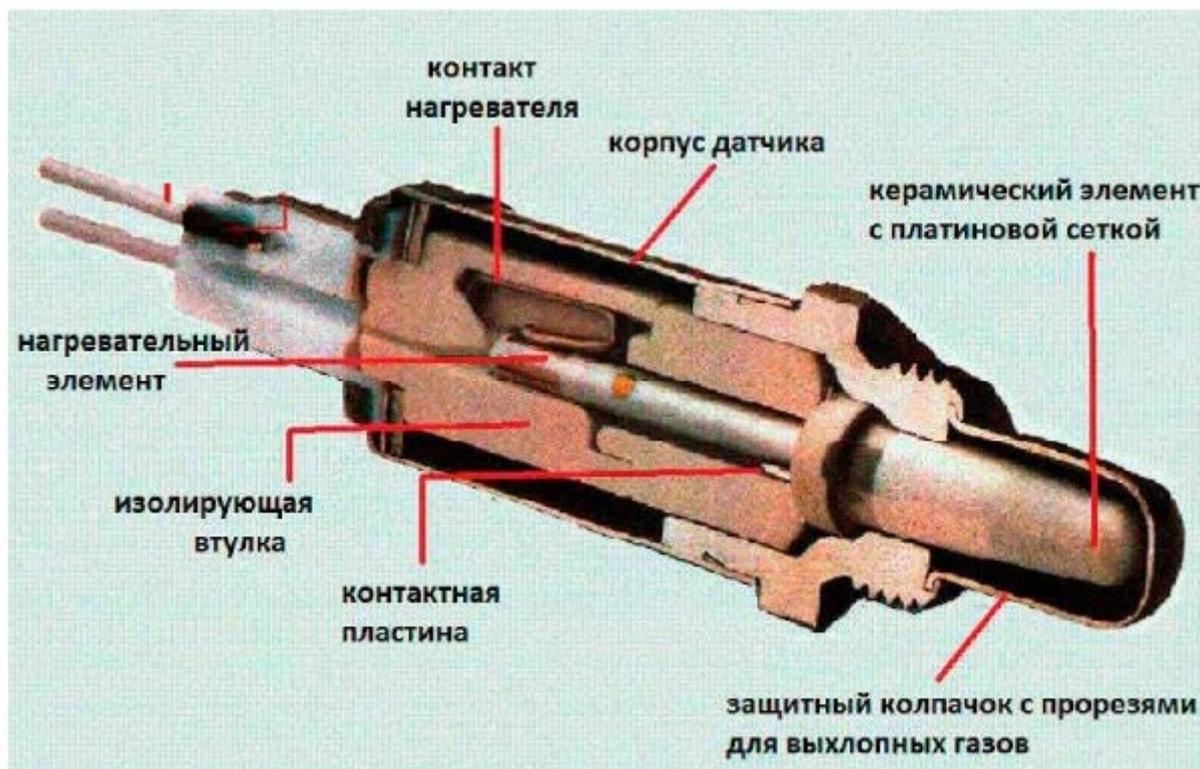


Рис.7. Конструкция датчика кислорода

На рис.7 представлена конструкция ДК. Одна часть элемента расположена в выхлопной трубе и контактирует с выхлопными газами, а другая снаружи, контактирует с атмосферным воздухом через места выхода проводов.

Диагностика (проверка) кислородных датчиков

Обычно долговечность кислородных датчиков составляет не менее 100 ...160 тыс. км. Преждевременный выход из строя датчика провоцируют:

- продукты сгорания насыщенных углеводородов моторного масла (при низкой кондиции маслоъемных колец или колпачков);
- применение этилированного бензина, а также бензина с железо- и марганецсодержащими добавками, повышающими антидетонационные свойства топлива,
- попадание в чувствительный элемент продуктов кремнийорганических (силиконовых) герметиков;
- всевозможные "присадки", "очистители топливных систем", растворители, сольвенты и тому подобные добавки в топливо. Использовать следует только жидкости, сертифицированные для систем

- с датчиками кислорода и каталитическими нейтрализаторами;
- составные части охлаждающей жидкости (антифриза), попавшие в систему выпуска.

В результате воздействия перечисленных факторов ухудшается быстродействие датчика. Это является начальным этапом ухудшения его выходных параметров и вызывает запаздывание срабатывания цепи обратной связи при поддержании оптимального состава топливовоздушной смеси, что значительно снижает эффективность управления. При этом возможно ухудшение характеристик управляемости автомобиля (потеря мощности), а также снижение экономичности, повышение содержания вредных веществ в отработавших газах. Часть автомобилей, оборудованных системой самодиагностики OBD-II (On-Board Diagnostics II), обнаруживают повышенную инерционность и информируют об этом водителя включением индикаторной лампы неисправности ("Check Engine"). Некоторые системы самодиагностики не определяют эту неисправность.

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Электрический бензонасос

Электрический бензонасос (рис.8) установлен в большинстве современных автомобилей в топливном баке, во время работы его электродвигатель охлаждается бензином (поэтому нельзя выкачивать весь бензин из бака).



Рис.8. Электрический бензонасос

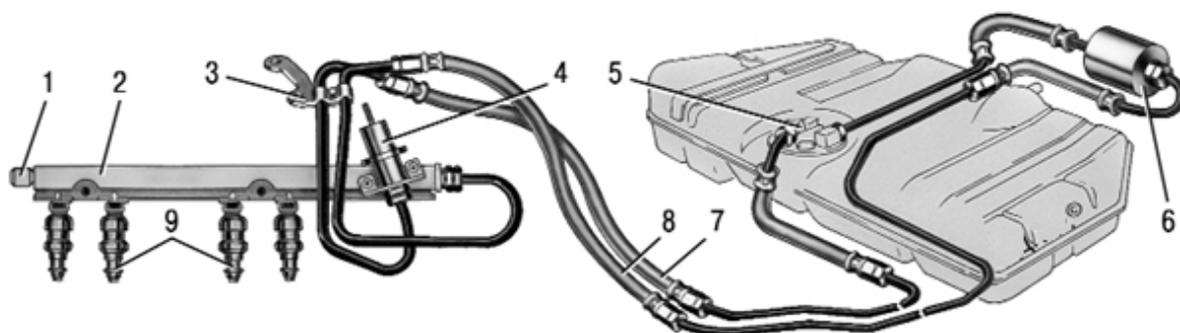


Рис.9. Система подачи топлива. 1 – пробка штуцера для контроля давления топлива; 2 – рампа форсунок; 3 – скоба крепления топливных трубок; 4 – регулятор давления топлива; 5 – топливный насос; 6 – топливный фильтр; 7 – сливной топливопровод; 8 – подающий топливопровод; 9 – форсунки

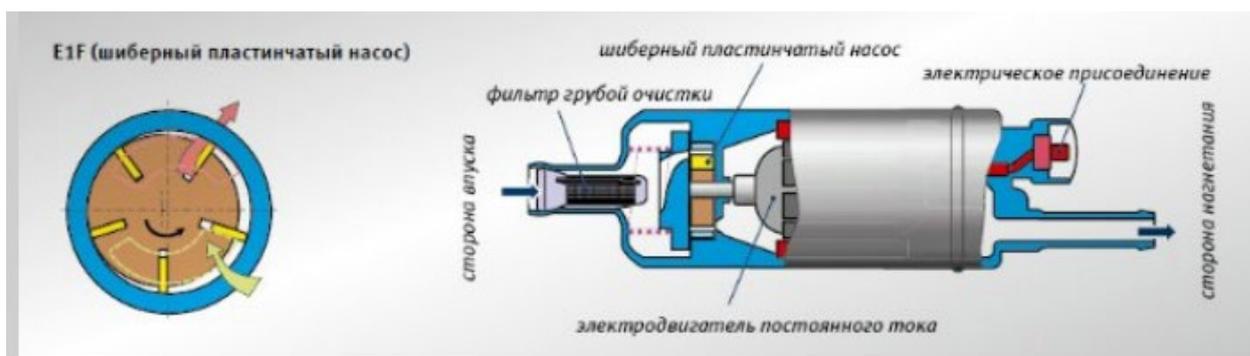


Рис. 10. Конструкция шиберного (пластинчатого) насоса

Конструкция шиберного (пластинчатого) насоса приведена на рис. 10.

При вращении ротора электродвигателя пластины шиберного насоса прижимает к оболочке центробежная сила.

Регулятор давления топлива

Регулятор давления топлива служит для поддержания постоянного перепада давления между рампой и впускным коллектором. Без поддержания постоянного перепада количество впрыскиваемого форсунками топлива при одинаковой длительности импульса, поступающего от блока управления (БУ)

ЭСУД, было бы различным. Во впускном трубопроводе давление уменьшается при закрытии дроссельной заслонки и увеличивается при ее открывании. На мембрану 4 (рис. 11) с одной стороны воздействует давление топлива (полость А), а с другой – давление пружины и давление (разрежение), подведенное из впускного трубопровода. При падении давления во впускном трубопроводе мембрана, прогибаясь, сжимает пружину, открывает клапан 5 и бензин сливается в топливный бак. Регулятор настроен на требуемое давление, поэтому не разбирается и не ремонтируется.

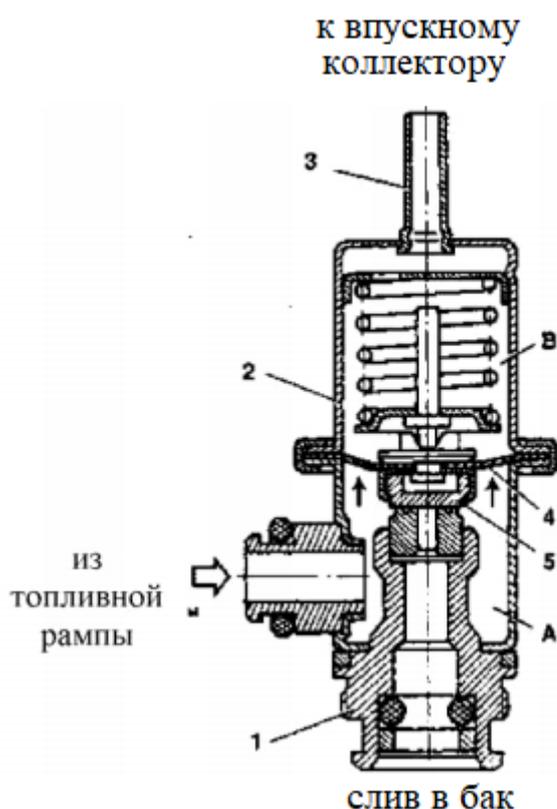


Рис. 11. Регулятор давления топлива:

1 – корпус; 2 – крышка; 3 – патрубок для вакуумного шланга; 4 – мембрана; 5 – клапан; А – топливная полость; В – вакуумная полость

Регулятор холостого хода (РХХ)

РХХ (рис. 12), обеспечивает проход воздуха по обходному каналу (байпасу) при закрытой дроссельной заслонке при холостом ходе. Клапан РХХ установлен в обходном канале подачи воздуха дроссельного патрубка (рис. 12,

б). В РХХ шаговый электродвигатель 1 (рис. 12, б) перемещает запорную иглу с конусом 4, выполняющую роль клапана. При поступлении сигнала с БУ игла втягивается (перемещается короткими шагами), изменяя (увеличивая) проходное сечение байпасного воздушного канала 2. В результате обороты холостого хода непрогретого двигателя возрастают, а по мере его прогрева БУ закрывает клапан, уменьшая количество воздуха, подаваемого в обход дроссельной заслонки, что приводит к уменьшению оборотов холостого хода, которые далее поддерживаются постоянными.

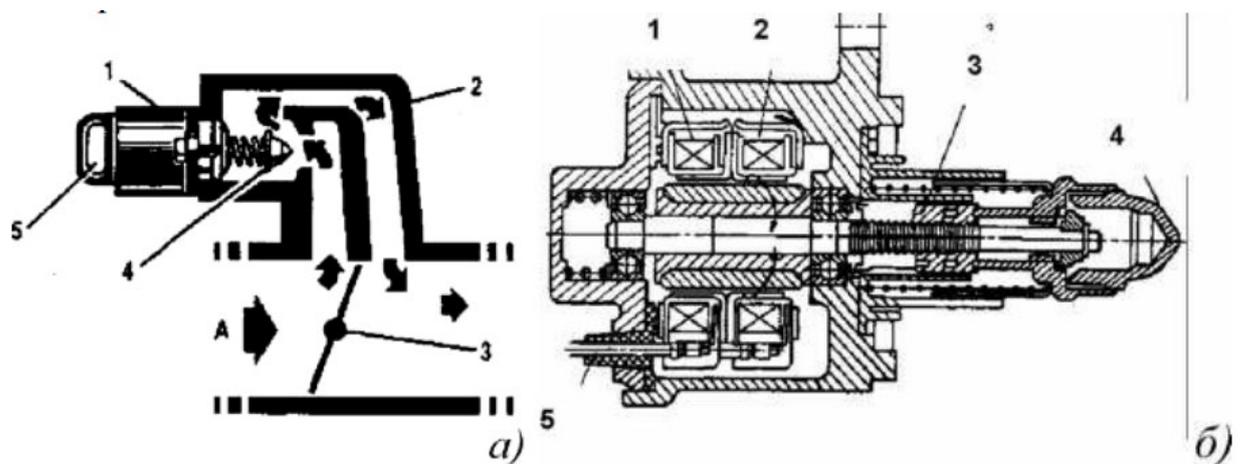


Рис. 12. Регулятор холостого хода:

Схема регулировки подачи воздуха (а): 1 – шаговый электродвигатель; 2 – обходной канал (байпас); 3 – дроссельная заслонка; 4 – дросселирующий элемент (игла); 5 – электрический разъем; А – поступающий воздух и эскиз РХХ (б): 1, 2 – обмотки шагового электродвигателя; 3 – передача винт-гайка; 4 – игла; 5 – электрический разъем

Кроме того, когда дроссельная заслонка резко закрывается (при торможении двигателем), РХХ открывается и воздух идет в обход дроссельной заслонки, при этом обеспечивается обеднение топливной смеси с целью уменьшения токсичности отработавших газов (ОГ) и повышения топливной экономичности двигателя. При неисправности РХХ может происходить самопроизвольное колебание оборотов холостого хода от нормальных до 4000 мин⁻¹. Запуск двигателя невозможен без приоткрытия дроссельной заслонки при помощи педали газа, т.к. при отпускании педали газа двигатель глохнет,

(для ее удержания регулируют трос привода дроссельной заслонки, приоткрывая ее). Обычно эту неисправность называют «пропал холостой ход».

В автомобилях, имеющих для открытия дроссельной заслонки сервопривод, РХХ нет, а регулировка холостого хода возложена на сервопривод.

Электромагнитные топливные форсунки

Топливные форсунки (рис. 13) представляют собой электромагнитные клапаны, открываемые при подаче импульса от БУ. От продолжительности импульса зависит количество впрыскиваемого топлива.

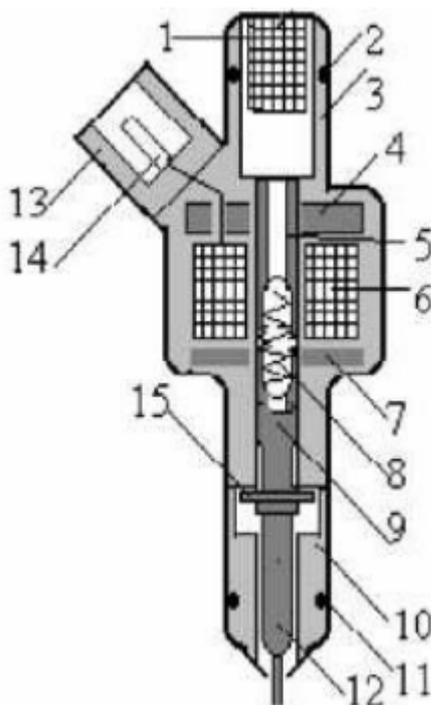


Рис. 13. Топливная форсунка:

Конус распыла (факел) топлива форсункой захватывает впускной клапан, который при этом закрыт. Топливные форсунки закреплены на рампе с помощью пружинных фиксаторов.

Форсунка (рис.13) имеет распылитель 10 с запирающим конусом 12.

Запирающий конус 12 снабжен штифтом, который находится в сопловом отверстии распылителя 10. В корпусе форсунки 3 помещен электромагнит с магнитной системой 5, обмоткой 6 и подвижной частью электромагнита - якорем 9. Якорь 9 электромагнита связан с запирающим конусом 12. Пружина помещенная между неподвижной частью магнитной системы 5 и якорем 9, прижимает запирающий конус 12 к седлу корпуса распылителя 10. На корпусе форсунки 3 установлен электрический разъем 13 с выходными контактами 14. Внутри корпуса форсунки 3 через магнитную систему 5 к сопловому отверстию распылителя 10 проходит канал подачи бензина, снабженный фильтром 1. Форсунка распылителем 10 устанавливается в отверстие головки цилиндров или во впускной трубопровод и уплотняется резиновым кольцом 11, а корпусом 3 – в отверстие рампы и уплотняется резиновым кольцом 2. Рампу устанавливают на головке цилиндров или на впускном трубопроводе, закрепляя форсунки на двигателе. Топливо может подаваться в соответствии с положением коленчатого вала (синхронно) и независимо от положения коленчатого вала (асинхронно). Асинхронная подача топлива используется на режиме пуска двигателя. Длительность импульса при этом формируется БУ в зависимости от температуры охлаждающей жидкости. При холодном двигателе длительность импульса, подаваемого на форсунку, увеличивается с целью обогащения топливовоздушной смеси. Это позволяет ускорить пуск двигателя и сделать его более надежным. Режим сохраняется, пока частота вращения коленчатого вала не превысит 900 мин^{-1} . На прогретом двигателе длительность импульса, подаваемого на форсунку, уменьшается. Если при прокрутке двигателя стартером дроссельная заслонка будет открыта более чем на 75 %, это воспринимается БУ как режим ликвидации перелива топлива и подача топлива форсунками прекращается. Подача топлива прекращается БУ при торможении двигателем, при выключении зажигания и при чрезмерно больших оборотах двигателя (более 6200 мин^{-1}). Управление длительностью импульса впрыска может происходить с учетом сигналов датчиков ЭСУД. Характерной неисправностью форсунок является нарушение соответствия

между длительностью импульса и количеством впрыскиваемого топлива. Это принято называть «засорением» и «зависанием» клапанов форсунок. При «засорении» форсунки топлива впрыскивается меньше, а при «зависании» – больше. Если топлива впрыскивается меньше, происходит падение мощности двигателя, работа на холостом ходу становится неустойчивой (двигатель «троит»), возникают провалы при разгоне. Если же топлива излишек (переобогащение смеси), то также падает мощность двигателя, затрудняется пуск, двигатель неустойчиво работает на холостом ходу и, естественно, при этом повышается расход топлива. Под «засорением» форсунок часто скрываются два дефекта: «залипание» (клапан форсунки не открывается) и закоксовывание (отложение смолистых веществ).

Клапан продувки адсорбера (КПА)

Электромагнитный клапан продувки адсорбера (рис.14) работает совместно с адсорбером и предназначен для уменьшения загрязнения окружающей среды путем улавливания паров бензина (топливный бак с атмосферой не связан). КПА установлен непосредственно на адсорбере

КПА управляется БУ. Адсорбер представляет собой емкость с активированным углем, который удерживает пары бензина при неработающем двигателе. Пары бензина попадают из топливного бака в адсорбер (патрубок TANK) по трубопроводу, адсорбер (полость «за углем») соединен с атмосферой (патрубок «AIR»).

При работе двигателя происходит продувка адсорбера. КПА соединяет полость («перед углем») адсорбера с впускным трубопроводом, воздух поступает через патрубок «AIR». БУ регулирует степень продувки по специальной программе, подавая на КПА управляющий сигнал различной частоты (8; 16 и 32 Гц).

Продувка адсорбера производится только при определенных условиях, а именно:

-температура охлаждающей жидкости выше определенного значения;

- двигатель не работает на принудительном холостом ходу
- ЭСУД работает в режиме обратной связи, с учетом сигнала ДК,
- двигатель проработал определенное время после пуска.

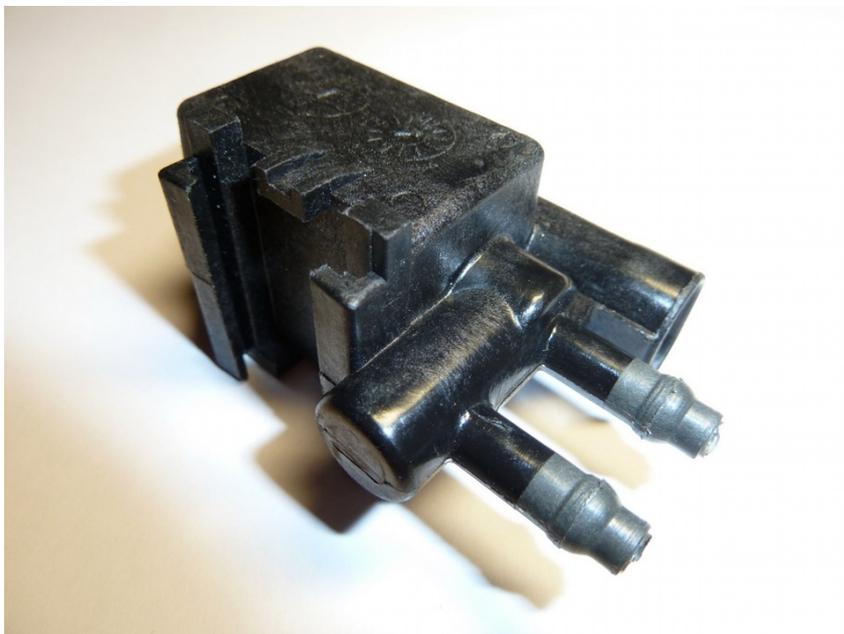


Рис.14. Электромагнитный клапан продувки адсорбера

При неисправности системы улавливания паров бензина (СУПБ) происходит следующее:

- нестабильные обороты холостого хода
- остановка двигателя на холостом ходу,
- ухудшение ездовых качеств автомобиля, повышенная токсичность ОГ и запах бензина из выпускной трубы