

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Автомобили»

# ЭСУД

*(электронная система  
управления двигателем)*

Методические указания  
к изучению электронной системы управления двигателем  
для студентов специальностей 190109, 190201  
и направления подготовки 190600.62

Курган 2013

Кафедра «Автомобили»

Дисциплины: «Конструкция автомобилей и тракторов» (190109)  
«Конструкция двигателей» (190201, 190600.62)

Составил канд. техн. наук, доц. Б.М. Тверсков

Утверждены на заседании кафедры «16» февраля 2013 г.

Рекомендовано методическим советом университета «22» февраля 2013 г.

## Содержание

Введение.....	4
Датчик массового расхода воздуха (ДМРВ).....	9
Датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ).....	9
Датчик температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ).....	10
Датчик детонации.....	10
Датчик кислорода (ДК).....	11
Датчик положения коленчатого вала (ДПКВ).....	13
Датчик скорости автомобиля (ДСА).....	14
Автомобильная противоугонная система (АПС).....	14
Режим технического обслуживания .....	17
Выход из режима технического обслуживания и обучение рабочих кодовых ключей.....	17
Замена «обученного» контроллера.....	19
Электробензонасос .....	20
Топливный фильтр.....	20
Рампа форсунок.....	21
Топливные форсунки .....	22
Регулятор давления топлива.....	23
Режимы управления подачей топлива.....	24
Система зажигания.....	26
Система впуска воздуха. Воздушный фильтр.....	28
Дроссельный патрубок.....	29
Регулятор холостого хода (РХХ).....	29
Система улавливания паров бензина (СУПБ).....	31
Неисправности и их причины.....	31
Каталитический нейтрализатор.....	32
Диагностика системы управления.....	33
Меры предосторожности.....	34
Базовая диагностика.....	36
Список литературы.....	38
Приложение 1.....	39

## Введение

В работе дано описание электронной системы управления двигателем (ЭСУД) и её диагностирование автомобилей ВАЗ. Многие из того, что используется в системе ВАЗ, является типичным и с некоторыми изменениями и добавлениями применяется на автомобилях других фирм.

На двигателе автомобилей ВАЗ используется система распределенного впрыска топлива, т. е. для каждого цилиндра используется своя топливная форсунка.

ЭСУД состоит из контроллера (блока управления – БУ), датчиков, управляемых устройств (получающих команды от блока управления), вспомогательных устройств (главное реле, реле включения бензонасоса, реле включения электровентилятора системы охлаждения и предохранителей). Элементы ЭСУД расположены в моторном отсеке (рис. 1).

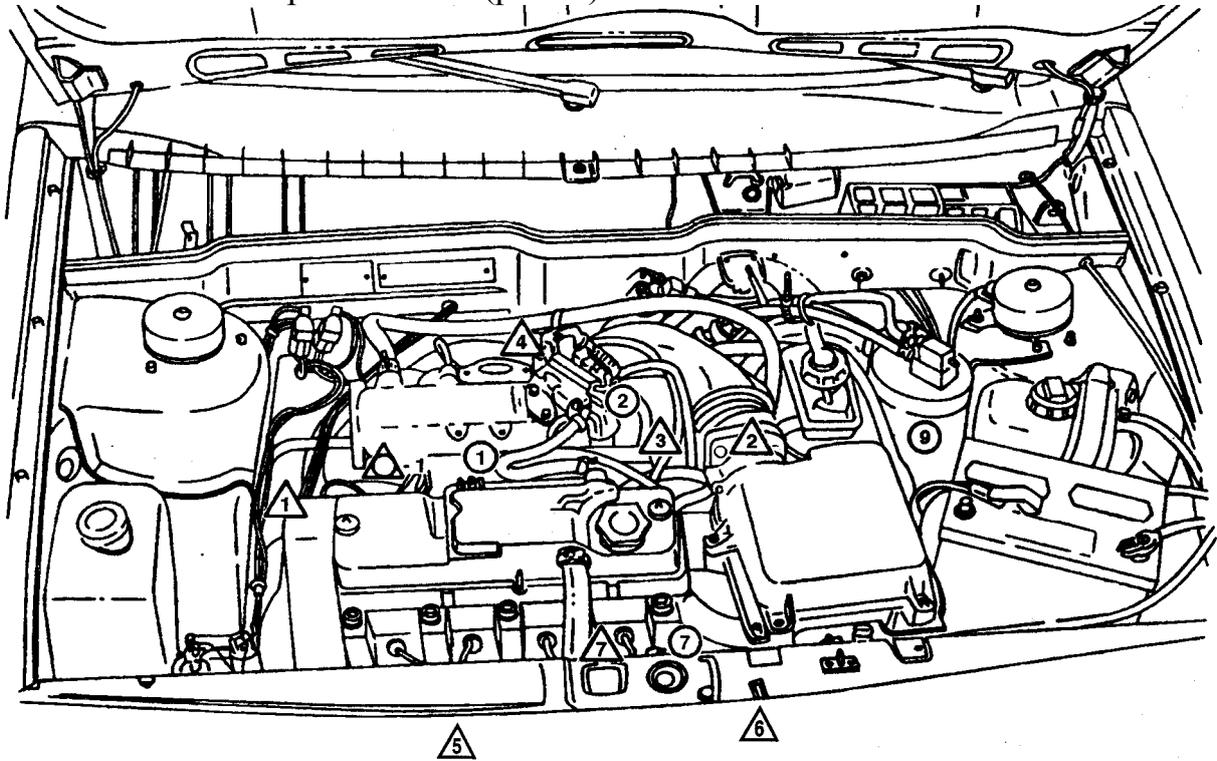


Рис. 1. Расположение элементов ЭСУД на автомобилях ВАЗ

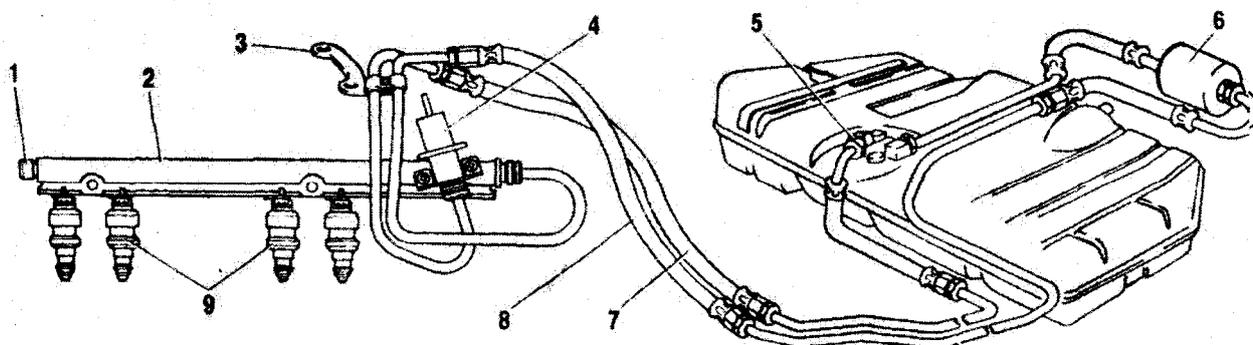
○ – управляемые устройства: 1 - форсунки; 2 - регулятор холостого хода; 3 - главное реле; 4 – реле электробензонасоса; 5 - реле вентилятора системы охлаждения; 6 – электробензонасос (в топливном баке); 7- модуль зажигания; 8 - маршрутный компьютер; 9 - адсорбер; 10-тахометр; 11 - контрольная лампа

△ – датчики: 1 - датчик положения коленчатого вала; 2 - датчик массового расхода воздуха; 3 - датчик температуры охлаждающей жидкости; 4- датчик положения дроссельной заслонки; 5 - датчик кислорода (в системе выпуска); 6 - датчик скорости автомобиля (на коробке передач); 7 - датчик детонации; 8 - индикатор состояния автомобильной противоугонной системы

△ – 1- штуцер контроля давления топлива; 2- топливный фильтр

Контроллер находится в консоли панели приборов. Он принимает инфор-

мацию, поступающую от датчиков, по заложенной в нем программе выполняет расчеты и дает команды на исполнительные устройства ЭСУД: топливные форсунки (ТФ), модуль зажигания (МЗ), регулятор холостого хода (РХХ), электробензонасос (ЭБН) – рис. 2.



**Рис. 2. Система подачи топлива с распределенным впрыском:** 1 - штуцер для контроля давления топлива; 2 - рампа форсунок; 3 - кронштейн крепления топливных трубок; 4 - регулятор давления топлива; 5 - электробензонасос; 6 - топливный фильтр; 7 - сливной топливопровод; 8 - подающий топливопровод; 9 – форсунки

Система подачи топлива обеспечивает подачу необходимого количества топлива в двигатель на всех рабочих режимах. Топливо подается в двигатель через форсунки, установленные во впускной трубе (рампе). В систему подачи топлива входят: электробензонасос, топливный фильтр, топливопроводы (подающий и сливной), рампа форсунок, топливные форсунки, регулятор давления топлива, штуцер контроля давления топлива.

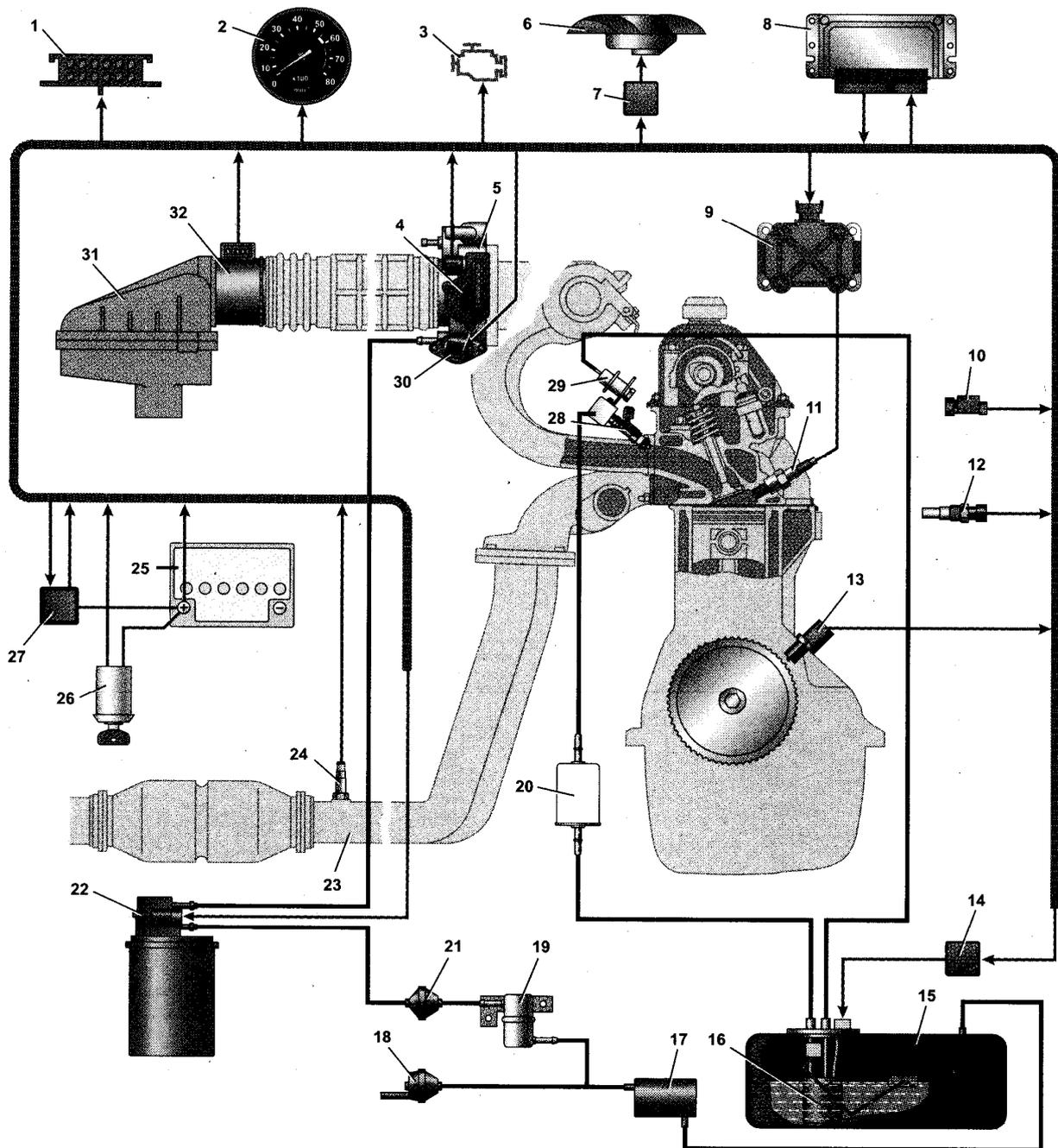
Электробензонасос, установленный в топливном баке, подает топливо через магистральный топливный фильтр и линию подачи топлива на рампу форсунок.

Регулятор давления топлива поддерживает постоянный перепад давления между впускной трубой и нагнетающей магистралью рампы. Давление топлива, подаваемого на форсунки, находится в пределах  $300 \pm 6$  кПа ( $3 \text{ кг/см}^2$ ) при неработающем двигателе. Избыток топлива сверх потребного форсункам возвращается в топливный бак по отдельной линии слива.

Контроллер включает топливные форсунки попарно (1-4, 2-3). Порядок работы двигателя 1-3-4-2. Пары форсунок включаются попеременно через каждые  $180^\circ$  поворота коленчатого вала.

Сигнал контроллера, управляющий форсункой, представляет собой импульс, длительность которого соответствует требующемуся двигателю количеству топлива. Этот импульс подается в определенный момент поворота коленчатого вала, который зависит от режима работы двигателя.

Подаваемый на форсунку управляющий сигнал открывает нормально закрытый клапан форсунки, подавая топливо под давлением во впускной канал. Перепад давления топлива поддерживается постоянным количеством подаваемого топлива пропорционально времени, в течение которого форсунки находятся в открытом состоянии (длительность импульса впрыска). Контроллер поддерживает оптимальное соотношение воздух/топливо путем изменения длительности импульсов.



**Рис. 3. Элементы ЭСУД:** 1 — диагностический разъем; 2 — тахометр; 3 — контрольная лампа неисправности системы управления двигателем; 4 — датчик положения дроссельной заслонки; 5 — корпус дроссельной заслонки; 6 — электровентиль радиатора; 7 — реле электровентилятора; 8 — электронный блок управления; 9 — катушка (модуль) зажигания; 10 — датчик скорости автомобиля; 11 — свеча зажигания; 12 — датчик температуры охлаждающей жидкости; 13 — датчик положения коленчатого вала; 14 — реле электробензонасоса; 15 — топливный бак; 16 — электробензонасос; 17 — перепускной клапан; 18 — предохранительный клапан; 19 — гравитационный клапан; 20 — топливный фильтр; 21 — обратный клапан; 22 — клапан продувки адсорбера; 23 — приемная труба; 24 — датчик концентрации кислорода; 25 — аккумуляторная батарея; 26 — выключатель (замок) зажигания; 27 — главное реле; 28 — форсунка; 29 — регулятор давления топлива; 30 — регулятор холостого хо-

да; 31 — корпус воздушного фильтра; 32 — датчик массового расхода воздуха

Увеличение длительности импульса впрыска приводит к увеличению количества подаваемого топлива (обогащение смеси). Уменьшение длительности импульса впрыска приводит к уменьшению количества подаваемого топлива.

После включения зажигания сигнал от контроллера поступает на автомобильную противоугонную систему (АПС), если она установлена и функция иммобилизации включена. Это длится около 2 с. Если АПС не препятствует пуску двигателя, то контроллер продолжает выполнять функции управления и двигатель запускается. В противном случае управление блокируется.

Контроллер выполняет также функцию диагностики системы. Он определяет наличие неисправностей элементов системы, сигнализирует о них водителю лампой «CHECK ENGINE» и сохраняет в своей памяти коды, обозначающие характер неисправности и помогающие механику осуществить ремонт.

Контроллер является сложным электронным прибором, ремонт которого должен производиться только на заводе-изготовителе. Во время эксплуатации и технического обслуживания автомобиля разборка контроллера не допускается.

ЭСУД позволяет максимально оптимизировать работу двигателя. Появляется возможность учитывать состояние окружающей среды, качества топлива, степень износа двигателя, управляющих воздействий водителя через педали подачи топлива и тормоза, переключение передач, работу электропотребителей и т.п. Электронное управление впрыском топлива и зажиганием практически обеспечивает оптимальный состав топливовоздушной смеси, необходимые момент и энергию искрообразования.

ЭСУД снижает токсичность отработавших газов при одновременном улучшении рабочих показателей двигателя, что позволяет при снижении расхода топлива добиться улучшения динамических показателей двигателя.

Хорошая приемистость и экономичность двигателя достигается максимальным использованием антидетонационных свойств бензина, что достигается использованием датчика детонации. Датчик контролирует жесткость сгорания (скорость нарастания давления в цилиндре), сигнал об этом передается на контроллер, а он корректирует угол опережения зажигания (УОЗ).

Снижение токсичности отработавших газов (ОГ) и одновременно повышение экономичности также обеспечивается обратной связью. Датчик кислорода (лямбда-зонд) следит за количеством кислорода в ОГ и тем самым за процессом сгорания.

Состав топливовоздушной смеси регулируется длительностью импульса, подаваемого на форсунки бензина (чем длиннее импульс, тем дольше открыта форсунка и, следовательно, больше будет впрыснуто бензина). Бензин может подаваться синхронно (это зависит от положения коленчатого вала) и асинхронно (не зависит от положения коленчатого вала). Последний режим используется при пуске двигателя.

#### **ЭСУД управляет:**

- моментом и длительностью впрыска топлива;
- временем накопления энергии в катушках зажигания и моментом зажигания;
- частотой вращения коленчатого вала на режиме холостого хода;

- электрическим бензонасосом;
  - электровентилятором системы охлаждения;
  - электроклапаном продувки адсорбера;
  - контрольной лампой или лампой диагностики («CHECK ENGINE» – контроль двигателя);
  - муфтой компрессора кондиционера, если он установлен;
- ЭСУД взаимодействует с противоугонной системой, если она установлена;
- формирует диагностические коды неисправностей и взаимодействует со сканирующими тестерами, показывающими их;
  - формирует сигналы скорости автомобиля, расхода топлива и т.д. для маршрутного компьютера (если он установлен);
  - формирует сигнал тахометра, показывающего частоту вращения коленчатого вала.

Выполнение всего перечисленного осуществляется по результатам обработки информации, поступающей от датчиков контролируемых параметров.

#### **ЭСУД контролирует:**

- положение коленчатого вала (в угловых градусах до ВМТ в 1-м и 4-м цилиндрах);
- частоту вращения коленчатого вала;
- массовый расход воздуха;
- температуру охлаждающей жидкости;
- положение дроссельной заслонки;
- напряжение бортовой сети;
- скорость автомобиля;
- наличие детонации;
- содержание кислорода в отработавших газах;
- наличие запроса на включение кондиционера (если он установлен);
- пароль противоугонной системы на разрешение пуска двигателя (если противоугонная система установлена).

Контроллер имеет три типа памяти: постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) и электрически репрограммируемое запоминающее устройство (ЭРПЗУ).

**Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ).** В ПЗУ хранится программа управления, которая содержит последовательность рабочих команд и калибровочную информацию. Калибровочная информация представляет собой данные управления впрыском, зажиганием, холостым ходом и т.п., которые в свою очередь зависят от массы автомобиля, типа и мощности двигателя, от передаточных отношений трансмиссии и других факторов. Эта память является энергонезависимой, т.е. ее содержимое сохраняется при отключении питания.

**Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ).** Оперативное запоминающее устройство используется микропроцессором для временного хранения измеряемых параметров, результатов вычислений, кодов неисправностей. Микропроцессор может по мере необходимости вносить в ОЗУ данные или считывать их. Эта память является энергозависимой. При прекращении подачи питания (отключение аккумуляторной батареи или отсоединение от контроллера жгута проводов) содержащиеся в ОЗУ диагностические коды неисправностей и расчетные данные стираются.

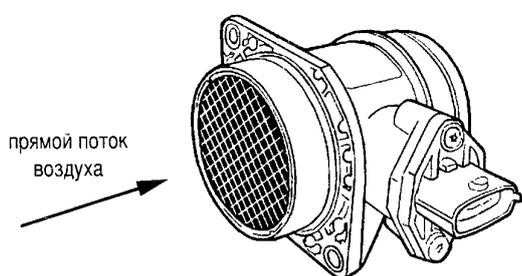
### **Электрически репрограммируемое запоминающее устройство (ЭРПЗУ).**

ЭРПЗУ используется для временного хранения кодов-паролей автомобильной противоугонной системы (АПС). Коды-пароли, принимаемые контроллером от блока управления АПС (если она имеется на автомобиле), сравниваются с храняемыми в ЭРПЗУ, и меняются микропроцессором по определенному закону.

Информация в ЭРПЗУ является энергонезависимой и может храниться без подачи питания на контроллер.

### **Датчик массового расхода воздуха (ДМРВ)**

В системе впрыска применен датчик массового расхода воздуха (рис. 4) термоанемометрического типа. Он расположен между воздушным фильтром и шлангом впускного трубопровода. Сигнал ДМРВ представляет собой напряжение постоянного тока, величина которого зависит от количества и направления движения воздуха, проходящего через датчик.



При прямом потоке воздуха напряжение выходного сигнала датчика изменяется в диапазоне 1...5 В. При обратном потоке воздуха напряжение выходного сигнала датчика изменяется в диапазоне 0...1 В.

**Рис. 4. Датчик массового расхода воздуха**

При проверке состояния двигателя диагностическим прибором DST-2 считывает показания датчика как расход воздуха в килограммах в час. Допустимый расход составляет 7,5...9,5 кг/ч на режиме холостого хода и увеличивается с повышением частоты вращения коленчатого вала.

Если система неисправна, ДМРВ заносит в память контроллера код неисправности и включается контрольная лампа «CHECK ENGINE», сигнализируя о наличии неисправности. В этом случае контроллер рассчитывает значение массового расхода воздуха по частоте вращения коленчатого вала и положению дроссельной заслонки.

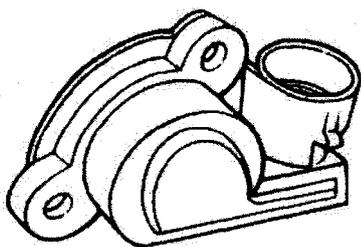
### **Датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ)**

Датчик положения дроссельной заслонки (рис. 5) установлен сбоку на дроссельном патрубке напротив рычага управления дроссельной заслонкой.

ДПДЗ представляет собой резистор потенциометрического типа, один из выводов которого соединен с опорным напряжением (5 В) контроллера, а второй с «массой» контроллера. Третий вывод, соединенный с подвижным контактом потенциометра, является выходом сигнала ДПДЗ.

При движении педали акселератора ось дроссельной заслонки передает свое вращательное движение на ДПДЗ, вызывая изменение напряжения выходного сигнала ДПДЗ. Когда дроссельная заслонка закрыта, выходной сигнал ДПДЗ должен быть в пределах 0,3...0,6 В. При открытии дроссельной заслонки выходной сигнал возрастает, и при полностью открытой дроссельной заслонке выходное напряжение должно быть 4,2...4,5 В. ДПДЗ не регулируется.

По выходному напряжению сигнала в контроллере определяется положение дроссельной заслонки. Данные об этом необходимы для расчета угла опережения зажигания и длительности импульсов впрыска. Возрастающее напряжение сигнала свидетельствует о возрастающей потребности в топливе и необходимости увеличить длительность импульсов впрыска. Самое низкое напряжение сигнала ДПДЗ на режиме холостого хода, в качестве точки отсчета взято 0% открытия дроссельной заслонки.



**Рис. 5. Датчик положения дроссельной заслонки**

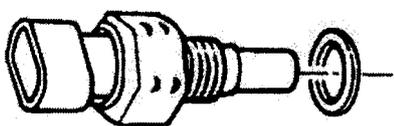
Поломка или ослабление крепления ДПДЗ могут вызвать нестабильность холостого хода, т.к. контроллер не будет получать сигнал о перемещении дроссельной заслонки. При возникновении неисправности цепей ДПДЗ контроллер заносит в свою память ее код неисправности и включает контрольную лампу «CHECK ENGINE», сигнализируя о наличии неполадки. Если это происходит, контроллер рассчитывает значение положения дроссельной заслонки по частоте вращения коленчатого вала.

### **Датчик температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ)**

ДТОЖ (рис. 6) установлен в потоке охлаждающей жидкости двигателя на отводящем патрубке охлаждающей рубашки на головке блока цилиндров. Чувствительным элементом датчика температуры охлаждающей жидкости является термистор, т. е. резистор, электрическое сопротивление которого изменяется в зависимости от температуры. Высокая температура вызывает низкое сопротивление (70 Ом при 130°C), а низкая температура охлаждающей жидкости – высокое сопротивление (100700 Ом при -40°C).

Контроллер подает на ДТОЖ напряжение питания 5 В через резистор с постоянным сопротивлением, находящийся внутри контроллера.

Температуру охлаждающей жидкости контроллер рассчитывает по падению напряжения на ДТОЖ. Падение напряжения относительно высокое на холодном двигателе и низкое на прогревом. Температура охлаждающей жидкости используется в большинстве функций управления двигателем.



**Рис. 6. Датчик температуры охлаждающей жидкости**

При возникновении неисправности цепей ДТОЖ контроллер заносит в свою память ее код, включает контрольную лампу «CHECK ENGINE» и вентилятор системы охлаждения, и рассчитывает значение температуры охлаждающей жидкости по специальному алгоритму.

### **Датчик детонации (ДД)**

В датчике детонации (ДД) использован пьезо-керамический чувствительный элемент, который во время вибрации генерирует сигнал напряжения переменного тока. Амплитуда и частота сигнала зависят от амплитуды и частоты вибрации той части двигателя, на которой установлен датчик.

При возникновении детонации амплитуда вибраций повышается. Контроллер, анализируя показания датчика, выделяет сигнал этой частоты и корректирует угол опережения зажигания для гашения детонации.

При возникновении неисправности цепей ДД контроллер заносит в свою память код неисправности и включает лампу «CHECK ENGINE», сигнализируя о неполадке. Для определения и устранения неисправности необходимо использовать соответствующую диагностическую карту.

### Датчик кислорода (ДК)

Наиболее эффективное снижение токсичности отработавших газов бензиновых двигателей достигается при соотношении воздуха и топлива в смеси 14,5...14,6 :1. Данное соотношение называется стехиометрическим. При этом составе топливоздушная смесь каталитический нейтрализатор наиболее эффективно снижает количество углеводородов, окиси углерода и окислов азота, выбрасываемых с отработавшими газами. Для оптимизации состава отработавших газов с целью достижения наибольшей эффективности работы нейтрализатора применяется управление топливоподачей по замкнутому контуру с обратной связью по наличию кислорода в отработавших газах.

Контроллер рассчитывает длительность импульса впрыска по таким параметрам, как массовый расход воздуха, частота вращения коленчатого вала, температура охлаждающей жидкости и т.д. Для корректировки расчетов длительности импульса впрыска используется информация о наличии кислорода в отработавших газах, которую выдает датчик кислорода (ДК) (рис. 7).

ДК устанавливается в трубе системы выпуска (рис.24). Его чувствительный элемент находится в потоке отработавших газов. ДК генерирует напряжение, изменяющееся в диапазоне 50...900 мВ. Это выходное напряжение зависит от наличия или отсутствия кислорода в отработавших газах и от температуры чувствительного элемента ДК.

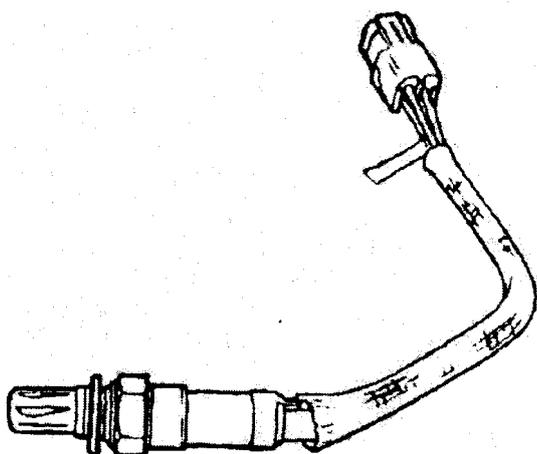


Рис. 7. Датчик кислорода

Когда ДК находится в холодном состоянии, выходной сигнал датчика отсутствует, поскольку в этом состоянии его внутреннее электрическое сопротивление очень высокое – несколько МОм. По мере прогрева датчика сопротивление падает и появляется способность генерировать выходной сигнал.

Для эффективной работы ДК должен иметь температуру не ниже 150°C. Для быстрого прогрева после запуска двигателя ДК снабжен внутренним электрическим подогревающим элементом, которым управляет контроллер.

Если температура датчика выше 150°C, то в момент перехода через точку стехиометрии выходной сигнал датчика переключается между низким уровнем (50...200 мВ) и высоким (700...900 мВ). Низкий уровень сигнала соответствует бедной смеси (наличие кислорода), высокий – богатой (отсутствие кислорода).

**Работа цепи датчика кислорода.** Контроллер постоянно выдает в цепь ДК стабильное опорное напряжение 450 мВ. Когда ДК не прогрет, напряжение выходного сигнала датчика находится в диапазоне 300...600 мВ. По мере прогрева датчика его внутреннее сопротивление уменьшается, и он начинает генерировать меняющееся напряжение, выходящее за пределы этого диапазона. По изменению напряжения контроллер определяет, что ДК прогрелся, и его выходной сигнал может быть использован для управления топливоподачей в режиме замкнутого контура.

При нормальной работе системы подачи топлива в режиме замкнутого контура выходное напряжение ДК изменяется между низким и высоким уровнями.

Обычный отказ ДК – «отравление». Оно может наступить при использовании этилированного бензина (есть ДК, не восприимчивые к этому) либо при использовании силиконовых герметиков при ремонте двигателя. В первом случае ДК покрывается налетом зеленого цвета, а во втором – белого. Вулканизирующиеся при комнатной температуре герметики содержат в большом количестве силикон (соединения кремния) с высокой летучестью. Испарения силикона могут попасть в систему вентиляции картера и присутствовать при процессе сгорания. Присутствие соединений свинца и кремния в отработавших газах приводят к выходу ДК из строя.

Если отказал ДК, это не вызывает остановки двигателя, но система с обратной связью переходит к системе питания без обратной связи. В этом случае сигнал ДК контроллер не воспринимает и сигнал от исправного ДК оценивает, как от неисправного. Дело в том, что показателем исправности ДК является непрерывное изменение уровня его сигнала. Если же сигнал в течение примерно 5 с имеет только малую или большую величину, то контроллер (БУ) определяет состояние ДК как неисправное. Но причина сбоя может быть не в датчике. Например, малая величина сигнала ДК может быть обусловлена замыканием выходной цепи датчика на «массу», пониженным давлением топлива (ЭБН, фильтр и т.д.), засорением топливных форсунок, подсосом воздуха во впускном тракте и т.д.)

Если БУ получает сигнал с напряжением, свидетельствующим об обедненной смеси в течение длительного времени, в его оперативную память (ОЗУ) заносится соответствующий код неисправности (низкий уровень сигнала ДК). Причиной может быть замыкание выходной цепи ДК на массу, негерметичность системы впуска воздуха, пониженное давление топлива.

Если БУ получает сигнал с напряжением, свидетельствующим об обогащенной смеси в течение длительного времени, в его оперативную память также заносится соответствующий код неисправности (высокий уровень сигнала ДК). Большая величина сигнала ДК (богатый состав смеси) в течение длительного времени может появиться из-за замыкания выходной цепи датчика на другой источник напряжения, повышенного давления топлива, негерметичности топливных форсунок и т.д.

Неисправности цепей ДК, дефект датчика, его отравление или непрогретое состояние могут вызвать длительное нахождение напряжения сигнала в диапазоне 300...600 мВ. При этом в память контроллера занесется соответствующий код неисправности. Управление топливоподачей будет осуществляться по ра-

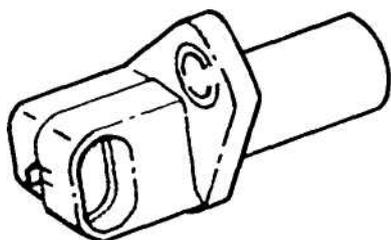
замкнутому контуру.

При возникновении кодов неисправности датчика кислорода контроллер осуществляет управление топливоподачей в режиме разомкнутого контура.

При повреждениях жгута, колодки или штекеров ДК необходимо заменить весь датчик в сборе. Ремонт жгута, колодки или штекеров не допускается. Попытка отремонтировать провода, колодки или штекеры может привести к нарушению работы ДК.

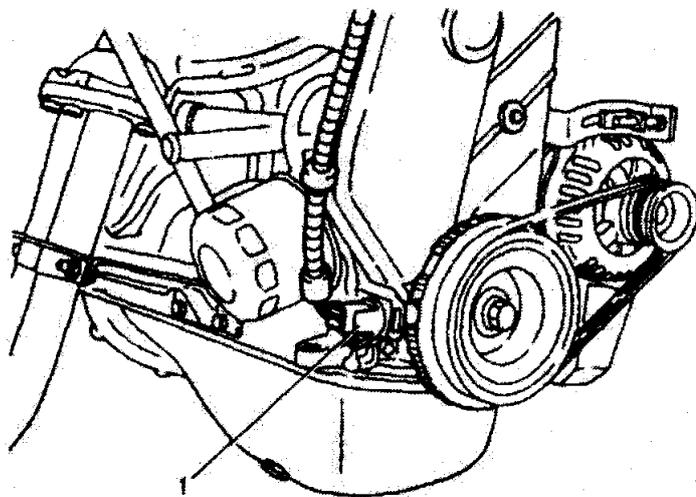
### Датчик положения коленчатого вала (ДПКВ)

Датчик положения коленчатого вала (рис. 8, 9) установлен на крышке масляного насоса (рис. 8) на расстоянии около  $1 \pm 0,4$  мм от задающего диска коленчатого вала.



Задающий диск объединен со шкивом привода генератора и представляет собой зубчатое колесо с 60 зубьями, расположенными на его периферии с шагом  $6^\circ$ . Для синхронизации два зуба отсутствуют. При совмещении середины первого зуба зубчатого сектора дис

**Рис. 8. Датчик положения коленчатого вала** ка после этой «длинной» впадины, образованной пропущенными зубьями, с осью ДПКВ коленчатый вал двигателя находится в положении  $114^\circ$  (19 зубьев) до верхней мертвой точки 1-го и 4-го цилиндров.



При вращении задающего диска изменяется магнитный поток в магнитопроводе датчика, наводя импульсы напряжения переменного тока в его обмотке. Контроллер определяет положение и частоту вращения коленчатого вала по количеству и частоте следования этих импульсов и рассчитывает фазу и длительность импульсов управления форсунками и модулем зажигания.

**Рис. 9. Расположение на двигателе датчика положения коленчатого вала:** 1 - датчик положения коленчатого вала

Провода ДПКВ защищаются от помех экраном, замкнутым на массу. При возникновении неисправности в цепи датчика положения коленчатого вала двигатель перестает работать, контроллер заносит в свою память код неисправности и необходимо включает лампу «CHECK ENGINE», сигнализируя о неисправности.

Для снятия ДПКВ:

1. Выключить зажигание.
2. Отсоединить провода от датчика.
3. Отвернуть винт крепления датчика к крышке масляного насоса и снять датчик.

Для установки ДПКВ:

1. Прикрепить датчик к крышке масляного насоса винтом, затягивая его моментом 8...12 Н·м.
2. Присоединить к датчику провода.

### Датчик скорости автомобиля (ДСА)

ДСА так же, как и ДПКВ, могут быть трех типов. Датчик скорости автомобилей ВАЗ (рис. 10) устанавливается на коробке передач (рис. 11) и формирует импульсный сигнал, частота которого пропорциональна скорости автомобиля. Этот сигнал поступает на спидометр и на маршрутный компьютер (если он установлен), а также на БУ, где используется в качестве одного из параметров управления подачей топлива на принудительном холостом ходу.

Рис. 10. Датчик скорости

В чувствительном элементе ДСА используется эффект Холла. При вращении ведомого вала КПП (а следовательно, ведущих колес) датчик скорости вырабатывает импульсы с частотой шесть на один метр пути автомобиля (частота импульсов 12 в секунду соответствует скорости 7,2 км/ч). БУ определяет скорость автомобиля по частоте следования импульсов.

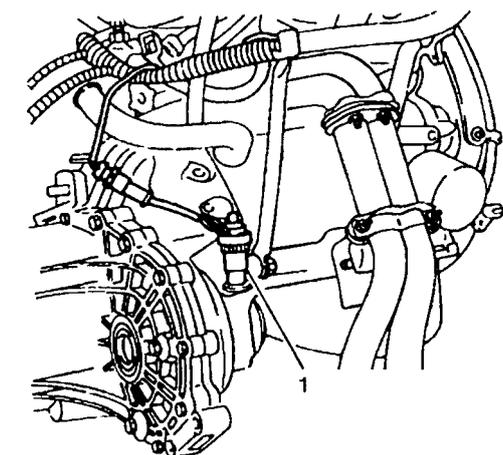


Рис. 11. Расположение на двигателе датчика скорости автомобиля:

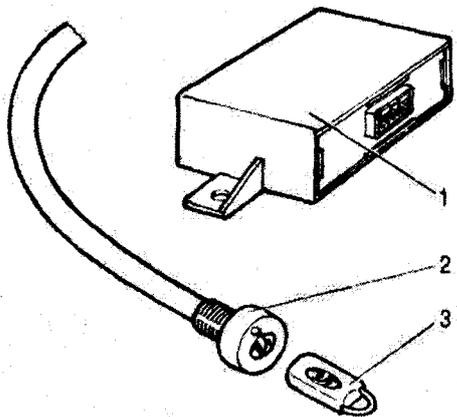
1 - датчик скорости

При неисправности ДСА блок управления заносит в оперативную память (ОЗУ). Код неисправности и включает лампу «CHECK ENGINE», сигнализируя о неисправности. В этом случае отсутствуют показания спидометра; кроме этого, при движении на принудительном холостом ходу (торможении двигателем) двигатель может заглохнуть. Чтобы последнее не происходило, нужно отсоединить колодку жгута от ДСА и отрегулировать трос привода дроссельной заслонки на повышенные обороты холостого хода.

### Автомобильная противоугонная система (АПС)

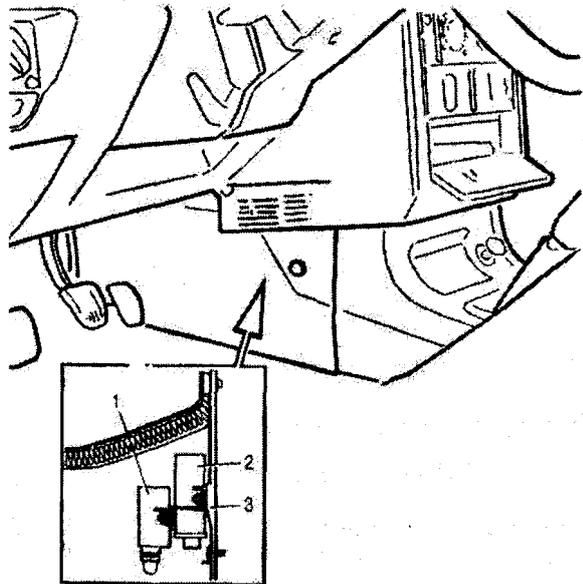
Автомобильная противоугонная система (рис.12, 13, 14) состоит из блока управления, индикатора состояния системы 2, двух рабочих (черных) кодовых ключей 3, обучающего (красного) ключа и соответствующей части программы контроллера системы управления двигателем. Режимы работы и состояния АПС отображаются при помощи светодиода, установленного на панели автомобиля и зуммера внутри блока управления АПС.

Блок управления АПС подключается к контроллеру через диагностическую линию. Блок управления имеет встроенное реле, которое подключает или отключает колодку диагностики от контроллера.



**Рис. 12 . Автомобильная противоугонная система:** 1 - блок управления АПС; 2 - индикатор состояния системы; 3 - кодовый ключ

Если к диагностической колодке не подключен прибор DST-2, то реле размыкает диагностическую цепь, и линия используется для связи контроллера и блока управления. При подключении прибора DST-2 к колодке диагностики, реле замыкает диагностическую цепь, что позволяет производить обмен информацией между прибором и контроллером. Однако блок управления АПС имеет приоритет перед диагностическим прибором при работе с контроллером, и в случае необходимости блок управления прерывает связь контроллера с прибором DST-2 (например, для обмена информацией между блоком управления и контроллером при запуске двигателя).

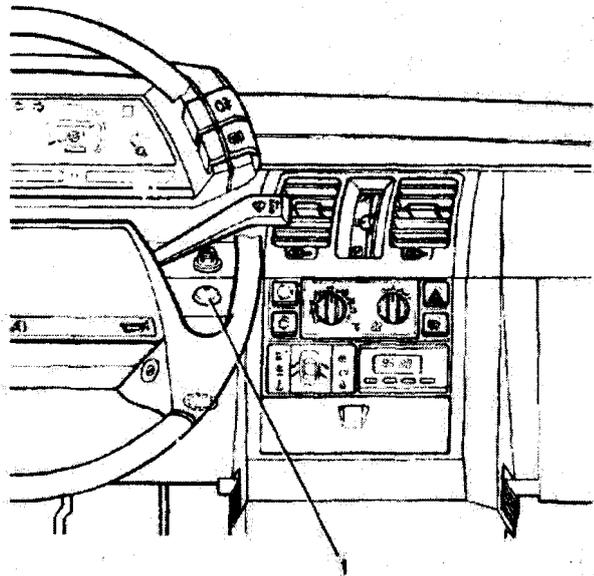


**Рис. 13. Расположение блока управления АПС в салоне автомобиля ВАЗ-2110:** 1 - блок управления АПС; 2 - блок управления системы блокировки дверей; 3 – кронштейн крепления электронных блоков

В обученное состояние контроллер и блок управления АПС переходят после выполнения специальной процедуры, которая выполняется при помощи обучающего ключа. После ее выполнения оба блока переходят в обученное состояние, вернуть их в чистое состояние невозможно.

Обучающий ключ, которым выполнялась процедура, хранит пароль системы

- и используется только для выполнения обучающих процедур, к которым относятся:
- перевод блока управления АПС и контроллера ЭСУД в «обученное» состояние;
  - обучение рабочих кодовых ключей;
  - вход в режим технического обслуживания и выход из него;
  - восстановление работы системы при замене одного из блоков в случае неисправности.



При выполнении любой из вышеперечисленных процедур в системе генерируется новый пароль, который сохраняется в энергонезависимой памяти контроллера и блока управления АПС. Этот новый пароль также записывается в обучающий ключ. Таким образом, если владелец заподозрил, что пароль из его обучающего ключа был считан, то ему достаточно выполнить одну или несколько обучающих процедур (например, вход в режим технического обслуживания и выход из него), и старый пароль системы станет недействительным.

**Рис. 14. Расположение индикатора состояния АПС на панели приборов ВАЗ-2110:**

1 – индикатор состояния АПС

Обучающий ключ **нельзя** использовать для обучения любой другой пары: блок управления АПС-контроллер ЭСУД, т.к. при этом в него будет записан пароль для новой системы и старый пароль будет утерян. Это не позволит в дальнейшем владельцу воспользоваться ни одной из обучающих процедур для своей АПС. В этом случае, а также при потере обучающего ключа, владелец должен заменить и контроллер ЭСУД, и блок управления АПС. Для замены должны использоваться «чистые» (необученные) блоки.

Во время процедуры перевода АПС в обученное состояние, одновременно обучаются и рабочие кодовые ключи. Эти ключи используются для снятия АПС с охраны при эксплуатации автомобиля. Более подробно процесс установки и снятия с охраны АПС описан в Руководстве по эксплуатации автомобиля.

При потере рабочих кодовых ключей для работы с АПС необходимо обучить новые «чистые» рабочие ключи (если не утерян обучающий ключ от данной системы). Для этого необходимо перевести АПС в режим технического обслуживания (см. «Режим технического обслуживания»), а затем вывести АПС из этого режима (см. «Выход из режима технического обслуживания и обучение ключей»). Во время выполнения этой процедуры осуществляется обучение рабочих ключей.

## **Режим технического обслуживания**

АПС позволяет переходить в режим технического обслуживания и выходить из него. В этом режиме АПС не препятствует запуску двигателя. Этот режим может быть полезен в том случае, когда необходимо передать управление автомобилем другому лицу, не передавая ему кодовые ключи, а также при проведении ремонтных работ на автомобиле, когда функция автоматической установки на охрану мешает проведению работы. При этом следует помнить, что, находясь в режиме технического обслуживания, контроллер продолжает каждый раз запрашивать у АПС пароль для запуска двигателя, и в случае неисправности АПС или обрыва связи двигатель не заведется.

Для перехода в режим технического обслуживания необходимо точно выполнить следующую процедуру:

1. АПС находится в режиме охраны. Светодиод индикатора состояния системы должен мигать с частотой 1 раз в 2,5 с.
2. Включить зажигание. Светодиод должен мигать с частотой 2 раза в секунду, отображая режим чтения.
3. Поднести «свой» обучающий ключ к индикатору состояния системы и, удерживая его, выключить зажигание. Светодиод должен загореться, а зуммер издаст короткий звуковой сигнал. Убрать ключ от индикатора состояния системы.
4. Приблизительно через 3-5 с после выключения зажигания светодиод должен начать мигание с частотой 10 раз в секунду, прерывая это мигание через каждую секунду.
5. Поднести снова обучающий ключ к индикатору состояния. Светодиод должен загореться, а зуммер издаст звуковой сигнал длительностью около секунды.
6. Не позже чем через 10 с после включения светодиода необходимо включить, а еще через 1-2 с выключить зажигание автомобиля. Если обмен с контроллером прошел успешно, то через 1...5 с светодиод погаснет, а зуммер издаст короткий звуковой сигнал.
7. Включить зажигание. Светодиод должен загореться постоянным светом, отображая режим технического обслуживания.

Если светодиод мигает с частотой 1 раз в 2 с, то необходимо выключить зажигание и через 15 с включить его. Светодиод должен гореть постоянным светом, и двигатель должен запускаться.

Если любой этап выполнения этой процедуры будет выполнен неправильно или будет превышено время ожидания, то АПС возвращается в обычный режим, так, как если бы процедура и не проводилась. При таком ошибочном выходе светодиода 2 с мигает с частотой 2 раза в секунду.

Если процедура выполнена правильно, то АПС перейдет в режим технического обслуживания.

## **Выход из режима технического обслуживания и обучение рабочих кодовых ключей**

При переходе в режим технического обслуживания происходит стирание кодов рабочих ключей. Поэтому, при выходе из режима технического обслуживания в обычный рабочий режим, необходимо обучить АПС тем ключам, которые бу-

дуг использоваться при эксплуатации автомобиля.

Обучать можно либо «чистые» ключи, т.е. те, которые до этого никогда не обучались, либо те, которые уже работали именно с этой АПС.

Для обучения ключей и выхода из режима технического обслуживания необходимо провести следующую процедуру:

1. Включить зажигание. Светодиод должен загореться постоянным светом, индицируя режим технического обслуживания.
2. Поднести «свой» обучающий ключ к индикатору состояния и, удерживая его, выключить зажигание. Светодиод должен продолжать гореть, а зуммер издаст короткий звуковой сигнал.
3. Убрать ключ от индикатора состояния системы. Приблизительно через 3-5 с после выключения зажигания светодиод должен замигать с частотой 10 раз в секунду, сигнализируя о переходе в режим обучения.
4. В течение следующих 10 с необходимо поднести к индикатору состояния системы обучаемый рабочий ключ и удерживать его до того, как зуммер выдаст звуковой сигнал длительностью около секунды, а светодиод на это время погаснет, сигнализируя об окончании обучения.
5. После обучения первого рабочего кодового ключа режим обучения продлевается еще на 10 с, позволяя проделать вышеописанную процедуру (пункт 4) и со вторым рабочим ключом.
6. После обучения ключей АПС в течение следующих 10 с остается в режиме обучения (светодиод мигает 10 раз в секунду). В это время необходимо поднести к индикатору состояния системы обучающий ключ и удерживать его до выдачи зуммером звукового сигнала длительностью около секунды. После этого светодиод загорается и горит постоянным светом в течение 10 с.
7. За эти 10 с, пока горит светодиод, необходимо включить и через 1-2 с выключить зажигание автомобиля. Если сеанс связи с контроллером прошел успешно, то светодиод погаснет, АПС выдаст короткий звуковой сигнал и перейдет в режим охраны.

Если любой этап выполнения этой процедуры будет выполнен неправильно или будет превышено время ожидания, то АПС возвращается в режим технического обслуживания, и процедуру надо выполнять заново. Индикацией такого ошибочного выхода является мигание светодиода в течение 2 с с частотой 2 раза в секунду.

Если процедура была выполнена, но в ее ходе не было обучено ни одного рабочего ключа, то АПС выйдет из режима технического обслуживания, но ее невозможно будет снять с охраны, т.к. нет ни одного обученного рабочего ключа. В этом случае необходимо вновь перейти в режим технического обслуживания и выйти из него, обучив нужное количество рабочих (черных) ключей.

По окончании процедуры обучения может потребоваться согласование кодов блока управления АПС и контроллера. Для этого необходимо снять АПС с охраны и включить зажигание. Если светодиод мигает с частотой 1 раз в секунду, то необходимо выключить зажигание на 15 с. При последующем включении зажигания подобного мигания светодиода не должно быть и двигатель должен запускаться.

## Замена «обученного» контроллера

В случае неисправности контроллера для замены необходимо использовать «чистый» (необученный) контроллер. Для восстановления работоспособности АПС после замены необходимо провести следующую процедуру:

1. Проверить, что установленный контроллер находится в «чистом» состоянии. Для этого необходимо выполнить следующее:

а) включить зажигание. Светодиод индикатора должен мигать с частотой 2 раза в секунду (АПС в режиме «чтения»):

б) поднести к индикатору «черный» ключ. При этом зуммер выдаст два звуковых сигнала, и светодиод должен погаснуть. Выключить зажигание;

в) через 15 с включить зажигание. Если светодиод индикатора загорается постоянным светом и через 20 с гаснет (допускается мигание светодиода в течение 5 с), это означает, что установленный контроллер является «чистым» и возможно продолжение процедуры; загорается постоянным светом и не гаснет через 20 с, то это означает, что контроллер и блок управления АПС являются «чистыми». В этом случае необходимо пропустить пункт 2 и сразу перейти к пункту 3 процедуры; начинает мигать и не загорается постоянным светом через 5 с, то выключить зажигание, подождать 15 с и вновь включить. Если светодиод продолжает мигать, то установленный контроллер не является «чистым», и восстановление работоспособности АПС невозможно;

г) выключить зажигание. Открыть и закрыть дверь водителя. В течение последующих 2 мин АПС должна перейти в режим охраны. Светодиод индикатора при этом должен мигать с частотой 1 раз в 2,5с.

2. Перевести АПС в режим технического обслуживания (см. выше).

3. Обучить рабочие ключи и выйти из режима технического обслуживания.

**Во время выполнения всех пунктов процедуры необходимо использовать «старый» обучающий кодовый ключ.**

В случае неисправности блока управления АПС необходимо:

1. Заменить блок управления АПС на новый, находящийся в «чистом» (необученном) состоянии.

2. Выполнить процедуру выхода из режима технического обслуживания (см. выше), обучив при этом новые рабочие кодовые ключи. обеднению смеси.

Для предотвращения травм или повреждений автомобиля при демонтаже элементов системы подачи топлива в результате случайного пуска **необходимо отсоединять** провод от вывода «минус» аккумуляторной батареи до проведения обслуживания и присоединять его после завершения работ.

Перед обслуживанием топливной аппаратуры необходимо сбросить давление в системе подачи топлива.

Для этого:

1. Включить нейтральную передачу, затормозить автомобиль стояночным тормозом.

2. Отсоединить провода от электробензонасоса.

3. Запустить двигатель и дать ему работать на холостом ходу до остановки из-за выработки топлива.

4. Включить стартер на 3 с для стравливания давления в трубопроводах. После

этого можно безопасно работать с системой подачи топлива.

5. После стравливания давления и завершения работ присоединить провода к электробензонасосу.

### Электробензонасос

В системе применяется электробензонасос турбинного типа (рис. 15). Насос обеспечивает подачу топлива из топливного бака через магистральный топливный фильтр на рампу форсунок. Создаваемое насосом давление – 2,9-3,3 кгс/см<sup>2</sup>. Избыток топлива возвращается в топливный бак по отдельной линии слива.

Электробензонасос включается контроллером через реле. При установке ключа зажигания в положение ЗАЖИГАНИЕ или СТАРТЕР после пребывания более 15 с в положении ВЫКЛЮЧЕНО, контроллер запитывает реле на 3 с для создания необходимого давления топлива в рампе форсунок.

Если в течение этого времени прокрутка двигателя не начинается, контроллер выключает реле и ожидает начала прокрутки. После ее начала контроллер вновь включает реле.

Для снятия электробензонасоса:

1. Наклонить подушку заднего сиденья вперед.
2. Снять лючок электробензонасоса и отсоединить от него провода.
3. Сбросить давление в системе подачи топлива.
4. Отсоединить топливопроводы от топливного бака.

Отвернув гайки крепления, осторожно вынуть электробензонасос из топливного бака.

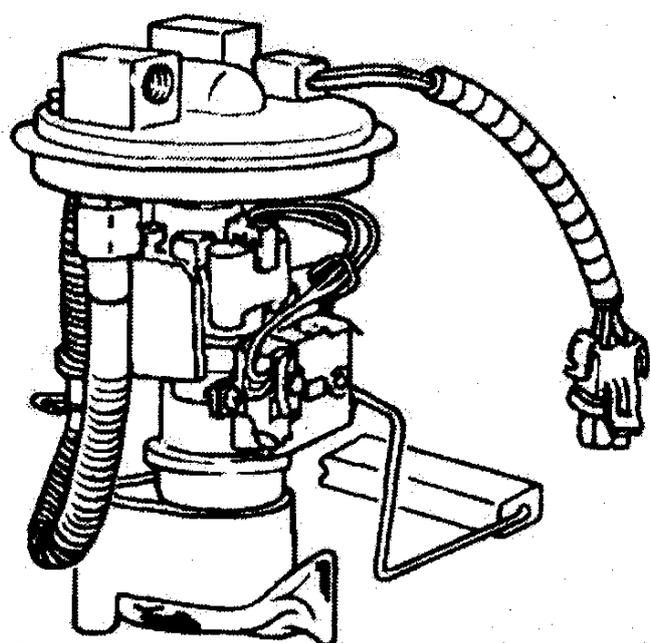


Рис. 15. Электробензонасос

Для установки электробензонасоса:

1. Вставить электробензонасос в топливный бак, совместив метки на электробензонасосе и топливном баке.
2. Затянуть гайки крепления модуля электробензонасоса моментом 1...1.5 Н·м.
3. Установить топливопроводы, затянув гайки наконечников моментом 20...34 Н·м.
4. Подключить провода к электробензонасосу.
5. Установить лючок электробензонасоса.
6. Вернуть подушку заднего сиденья в нормальное положение.

### Топливный фильтр

Топливный фильтр установлен под днищем кузова возле топливного бака. Фильтр встроен в подающую магистраль между электробензонасосом и топливной рампой. Фильтр имеет стальной корпус с резьбовыми штуцерами с

обоих концов. Фильтрующий элемент изготавливается из бумаги и предназначен для улавливания частиц, которые могут привести к нарушению работы системы впрыска.

Для снятия топливного фильтра:

1. Сбросить давление в системе подачи топлива.
2. Отвернуть гайки крепления топливных трубок к фильтру. Не допускать потери уплотнительных колец, устанавливаемых между фильтром и наконечниками трубок.

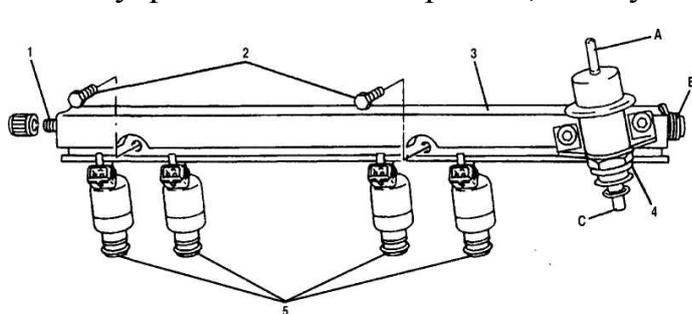
При отворачивании гаек крепления обязательно использовать второй ключ со стороны топливного фильтра.

Для установки топливного фильтра:

1. Проверить уплотнительные кольца на наличие порезов, забоин или потерто-стей. При необходимости заменить кольца.
2. Установить фильтр так, чтобы стрелка на его корпусе соответствовала направлению подачи топлива, и закрепить фильтр хомутом.
3. Присоединить к фильтру топливные трубки, затянув гайки крепления моментом 20...34 Н·м.
4. С помощью прибора DST-2 включить электробензонасос и убедиться в отсутствии утечек топлива.

### Рампа форсунок

Рампа форсунок представляет собой полую планку, с установленными на ней форсунками и регулятором давления топлива (рис. 16). Рампа форсунок закреплена двумя болтами на головке цилиндров. Топливо под давлением подается во внутреннюю полость ramпы, а оттуда через форсунки во впускную трубу.



На ramпе расположен штуцер 1 для контроля давления топлива, закрытый резьбовой пробкой.

Ряд диагностических процедур при техническом обслуживании автомобиля или при поиске неисправностей требуют проведения контроля давления топлива.

**Рис. 16. Рампа форсунок в сборе:** 1 - штуцер для контроля давления топлива; 2 - болты крепления ramпы; 3 - ramпа форсунок; 4 - регулятор давления топлива; 5 - форсунки; А - патрубок отбора разрежения из впускной трубы; В - штуцер для подвода топлива; С - штуцер для слива топлива

Штуцер расположен в удобном легкодоступном месте и позволяет определить давление топлива, подаваемого на форсунки, с помощью манометра.

При снятии ramпы соблюдать осторожность, чтобы не повредить контакты разъемов и распылители форсунок. Не допускать попадания грязи и посторонних материалов в открытые трубопроводы и каналы. Во время обслуживания закрывать штуцера и отверстия заглушками. Перед снятием ramпу форсунок можно очистить распыляемым средством для чистки двигателей.

Не окуна́ть ра́мпу в раство́ритель для про́мывки.

1. Сбросить давление в системе подачи топлива (см. «Порядок сбрасывания давления в системе подачи топлива»).
2. Выключить зажигание.
3. Отсоединить провод от вывода «минус» аккумуляторной батареи.
4. Отсоединить привод дроссельной заслонки от дроссельного патрубка и ресивера.
5. Отсоединить шланг впускной трубы от дроссельного патрубка.
6. Отвернуть гайки крепления дроссельного патрубка к ресиверу и, не отсоединяя шлангов с охлаждающей жидкостью, снять дроссельный патрубок с ресивера.
7. Снять трубки подвода и слива топлива, отсоединив их от рампы форсунок, регулятора давления и от кронштейна на головке блока цилиндров. Обязательно использовать второй ключ со стороны штуцера подвода топлива топливной рампой при отворачивании накидной гайки топливной трубки.
8. Отсоединить вакуумный шланг от регулятора давления.
9. Отвернуть гайки крепления ресивера и снять его с впускной трубы.
10. Снять жгут проводов форсунок, отсоединив его от жгута системы впрыска и форсунок.
11. Отвернуть болты крепления рамп форсунок и снять ее.

Если форсунка отделилась от рамп и осталась во впускной трубе, необходимо заменить оба уплотнительных кольца и фиксатор форсунки.

При установке рамп:

1. Заменить и смазать новые уплотнительные кольца форсунок моторным маслом, установить топливную рамп в сборе на головку цилиндров и закрепить болтами, затянув их моментом 9...13 Н-м.
2. Присоединить жгут проводов форсунок.
3. Установить ресивер.
4. Установить топливные трубки, затянув накидные гайки крепления к рампе и регулятору давления моментом 20...34 Н-м. Проверить уплотнительные кольца топливных трубок на наличие порезов, забоин или потертостей. Заменить в случае необходимости. Обязательно использовать второй ключ со стороны штуцера рамп при затяжке натяжной гайки топливной трубки.
5. Установить вакуумный шланг регулятора давления.
6. Установить дроссельный патрубок на ресивер и закрепить его гайками.
7. Присоединить шланг впускной трубы к дроссельному патрубку.
8. Установить привод дроссельной заслонки и проверить его работу.
9. Присоединить провод к клемме «минус» аккумуляторной батареи.
10. С помощью прибора DST-2 включить электробензонасос и убедиться в отсутствии утечек топлива.

### **Топливные форсунки**

Форсунка системы распределенного впрыска представляет собой электромагнитное устройство, дозирующее подачу топлива под давлением в впускную трубу двигателя. Форсунки закреплены на рампе с помощью пружинных фиксаторов 4, верхний и нижний концы форсунок герметизируются уплотнительными кольцами 6, которые всегда надо заменять новыми при установке форсунок.

Контроллер управляет электромагнитным клапаном форсунки, который

пропускает топливо через направляющую пластину, обеспечивающую распыление топлива. Направляющая пластина имеет отверстия, которые направляют топливо, образуя конический факел.

Факел топлива направлен на впускной клапан. До попадания топлива в камеру сгорания происходит его испарение и перемешивание с воздухом.

Форсунка, у которой произошел прихват клапана в частично открытом состоянии, вызывает потерю давления после выключения двигателя, поэтому на некоторых двигателях будет наблюдаться увеличение времени прокрутки. Кроме того, форсунка с прихваченным клапаном может вызвать калильное зажигание, т.к. некоторое количество топлива будет попадать в двигатель после того, как он заглушён.

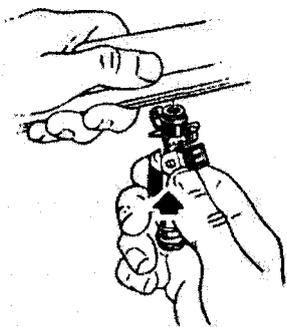
Для снятия форсунок:

1. Снять рампу форсунок.
2. Снять фиксатор форсунки.
3. Снять форсунку.
4. Срезать уплотнительные кольца с обоих концов форсунки и выбросить.

При снятии форсунок соблюдать осторожность, чтобы не повредить штекеры разъема и распылители. Форсунка не разбирается.

Не допускается погружение форсунок в моющие жидкости, т.к. форсунки содержат электрические узлы. Не допускается попадание моторного масла внутрь форсунки.

При установке форсунок (рис.17):



**Рис. 17. Установка форсунки**

1. Смазать новые уплотнительные кольца чистым моторным маслом и установить на форсунку.
2. Установить новый фиксатор форсунки (при необходимости).
3. Вставить форсунку в гнездо рампы так, чтобы разъем был обращен вверх. Форсунку вставлять в гнездо до зацепления фиксатора с канавкой на рампе.
4. Установить рампу форсунок в сборе (см. выше «Установка рампы форсунок»).
5. С помощью прибора DST-2 включить электробензонасос и убедиться в отсутствии утечек топлива.

### **Регулятор давления топлива**

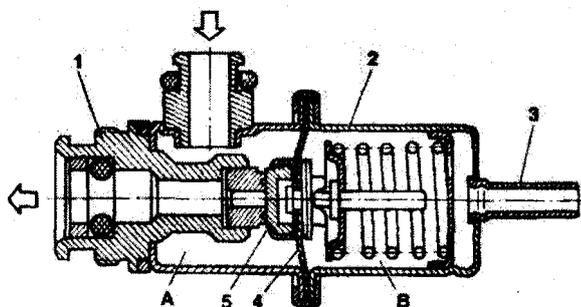
Регулятор давления топлива представляет собой мембранный предохранительный клапан (рис. 18). Он установлен на конце рампы форсунок и обслуживается в сборе с рампой. На диафрагму регулятора с одной стороны действует давление топлива, а с другой – давление пружины регулятора и давление (разрежение) во впускной трубе.

Функция регулятора заключается в поддержании постоянного перепада давления на форсунках. Регулятор давления компенсирует изменение нагрузки двигателя, увеличивая давление топлива при увеличении давления во впускной трубе (при увеличении открытия дроссельной заслонки).

При уменьшении давления во впускной трубе (уменьшении открытия дрос-

сельной заслонки) регулятор уменьшает давление топлива. При этом клапан регулятора открывается и избыточное топливо по сливной магистрали сливается обратно в топливный бак.

При включенном зажигании, неработающем двигателе и работающем электробензонасосе давление топлива в рампе форсунок составляет  $300+6$  кПа ( $3$  кгс/см<sup>2</sup>).



**Рис. 18. Регулятор давления топлива:**

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

Пониженное давление топлива приводит к нарушению работы двигателя.

Для снятия регулятора давления:

1. Сбросить давление в системе подачи топлива (см. порядок сбрасывания давления в системе подачи топлива)
2. Выключить зажигание.
3. Отсоединить провод от вывода «минус» аккумуляторной батареи, отсоединить аккумуляторный шланг от регулятора давления.

4. Отсоединить трубку слива топлива от регулятора давления.

Снять регулятор давления с рампы форсунок, отвернув болты крепления и повернув регулятор влево-вправо до страгивания.

При установке регулятора давления:

1. Установить регулятор давления на рампу форсунок и закрепить болтами, затянув их моментом  $8...11$  Н·м, предварительно смазав герметиком..
2. Установить трубку слива топлива, затянув резьбовые соединения моментом  $20...34$  Н·м.
3. Установить вакуумный шланг.
4. Присоединить провод к выводу «минус» аккумуляторной батареи.
5. С помощью прибора DST-2 включить электробензонасос и убедиться в отсутствии утечек топлива.

### Режимы управления подачей топлива

Количеством топлива, подаваемого через форсунки, управляет контроллер. Топливо подается по одному из методов: синхронному, т.е. в определенном положении коленчатого вала, или асинхронному, т.е. без синхронизации с вращением коленчатого вала.

Синхронная подача топлива является преимущественно применяемым методом. Форсунки включаются попарно и поочередно: сначала форсунки первой пары цилиндров (1-4), а через  $180^\circ$  поворота коленчатого вала – форсунки второй пары цилиндров (2-3) и т.д. Таким образом, каждая форсунка включается один раз за оборот коленчатого вала, т.е. два раза за полный рабочий цикл двигателя.

Асинхронная подача топлива используется на режиме пуска двигателя.

Контроллер обрабатывает сигналы датчиков, определяет режим работы двигателя и рассчитывает длительность импульса впрыска топлива.

Для увеличения количества подаваемого топлива длительность импульса впрыска увеличивается. Для уменьшения – сокращается.

Длительность импульса впрыска может быть проконтролирована с помощью диагностического прибора DST-2.

Управление топливоподачей осуществляется в одном из нескольких режимов, описанных ниже.

**Режим пуска.** При включении зажигания контроллер обменивается информацией с АПС (если она установлена) и при получении правильного пароля включает электробензонасос, который создает давление топлива в рампе форсунок. Контроллер обрабатывает сигнал датчика температуры охлаждающей жидкости для определения необходимого для пуска состава топливовоздушной смеси.

Для ускорения пуска двигателя контроллер формирует дополнительный асинхронный импульс одновременного включения всех четырех форсунок, длительность которого зависит от температуры охлаждающей жидкости. На холодном двигателе длительность импульса впрыска увеличивается, а на прогревом - длительность импульса уменьшается.

В процессе прокрутки двигателя система осуществляет синхронный впрыск топлива.

Если при пуске двигателя (обороты менее 250 мин<sup>-1</sup>) дроссельная заслонка полностью открыта, двигатель не запустится, т.к. при этом импульсы впрыска на форсунки не подаются.

**Режим продувки «залитого» двигателя.** Если двигатель «залит» (т.е. топливо намочило свечи зажигания), он может быть очищен путем полного открытия дроссельной заслонки при прокрутке. При этом контроллер не подает импульсы впрыска на форсунки, и двигатель продувается воздухом.

Режим продувки продолжается до тех пор, пока входной сигнал датчика положения дроссельной заслонки показывает, что положение дроссельной заслонки близко к полностью открытому (более 75%) и обороты двигателя после начала прокрутки не превысили 1000 об/мин.

**Режим управления топливоподачей по разомкнутому контуру.** После запуска двигателя (обороты после начала прокрутки более 1000 об/мин) контроллер управляет подачей топлива в режиме разомкнутого контура. В режиме разомкнутого контура контроллер рассчитывает длительность импульсов впрыска без учета сигнала датчика кислорода. Расчеты осуществляются на базе сигналов датчика положения коленчатого вала, датчика массового расхода воздуха, датчика температуры охлаждающей жидкости и датчика положения дроссельной заслонки

**Режим обогащения при ускорении.** Если скорость открытия дроссельной заслонки превышает определенное значение, контроллер увеличивает подачу топлива, обогащая состав топливовоздушной смеси.

**Режим мощностного обогащения.** Контроллер следит за сигналом датчика положения дроссельной заслонки и частотой вращения коленчатого вала для

определения моментов, когда необходима максимальная мощность двигателя.

Для развития максимальной мощности требуется более богатый состав топливной смеси, что осуществляется путем увеличения длительности импульсов впрыска.

**Режим обеднения при замедлении.** Если скорость закрытия дроссельной заслонки превышает определенное значение, контроллер уменьшает подачу топлива, обедняя состав топливовоздушной смеси.

**Режим отключения подачи топлива при торможении двигателем.** При торможении двигателем с полностью закрытой дроссельной заслонкой при включенных передаче и сцеплении впрыск топлива не производится.

Параметры этого режима можно наблюдать с помощью прибора DST-2.

Управление отключением подачи топлива при торможении двигателем и последующим восстановлением подчиняется определенным условиям по следующим параметрам:

- температура охлаждающей жидкости;
- частота вращения коленчатого вала;
- скорость автомобиля;
- угол открытия дроссельной заслонки.

## **Система зажигания**

В системе зажигания применяется модуль зажигания (рис. 19, поз.5), состоящий из двухканального электронного коммутатора и двух двухвыводных катушек зажигания. Система зажигания не имеет подвижных деталей и поэтому не требует обслуживания. Она также не имеет регулировок, т.к. управление зажиганием полностью электронное.

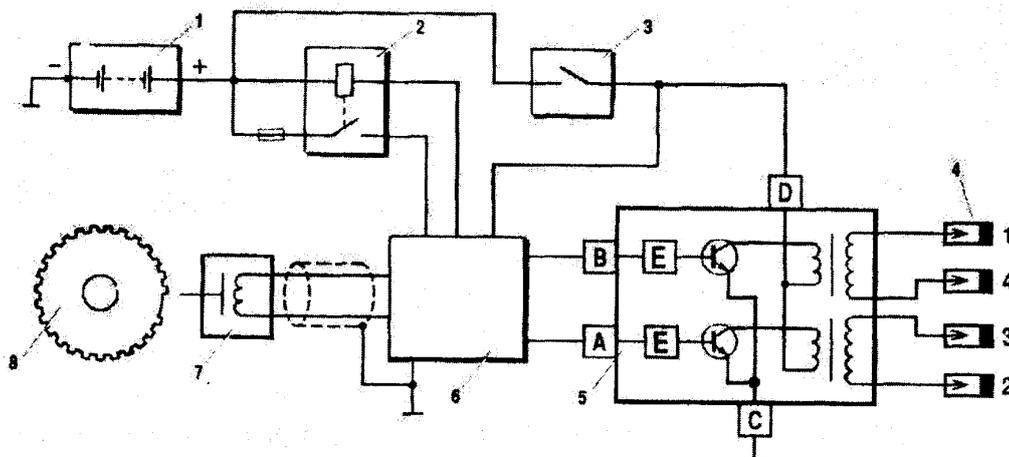
Управление зажиганием осуществляется контроллером, использующим информацию о режиме работы двигателя, получаемую от датчиков системы управления двигателем.

**Компенсация изменения напряжения бортовой сети.** При низком напряжении бортовой сети накопление энергии в катушках модуля зажигания происходит медленнее, и механическое движение электромагнитного клапана форсунки занимает больше времени.

Контроллер компенсирует падение напряжения бортовой сети путем увеличения времени накопления энергии в катушках модуля зажигания и длительности импульсов впрыска. Соответственно, при возрастании напряжения в бортовой сети автомобиля контроллер уменьшает время накопления энергии в катушках зажигания и длительность импульсов впрыска.

Двигатели на автомобилях ВАЗа – четырехцилиндровые. Коленчатый вал плоский: шатунные шейки первого и четвертого цилиндров отклонены в одну сторону, а второго и третьего цилиндров в другую. Когда поршни первого и четвертого цилиндров находятся в ВМТ, второго и третьего – в НМТ. При этом в одном из цилиндров, где поршни находятся в ВМТ, заканчивается такт сжатия, а в другом – такт выпуска отработавших газов. Искры в этих цилиндрах проскакивают одновременно. В том цилиндре, где было сжатие, начнется рабочий ход. Ис-

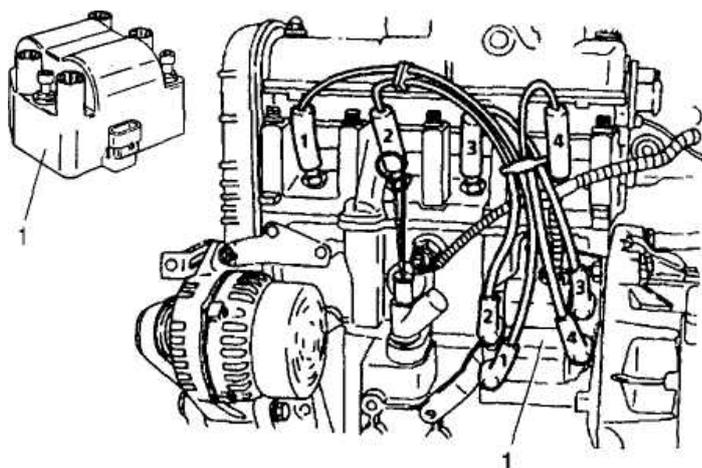
кра в этом цилиндре называется рабочей. В том же цилиндре, где был выпуск отработавших газов, искра повлиять на работу не может, потому она называется холостой.



**Рис. 19. Система зажигания:** 1 - аккумуляторная батарея; 2 - главное реле; 3 - выключатель зажигания; 4 - свечи зажигания; 5 - модуль зажигания; 6 - контроллер; 7 - датчик положения коленчатого вала; 8 - задающий диск; E - устройства согласования

Через один оборот коленчатого вала в том цилиндре, где было сжатие, будет выпуск отработавших газов, а в цилиндре, где был выпуск отработавших газов, будет сжатие рабочей смеси. Так же с вторым и третьим цилиндрами: через пол-оборота их поршни будут в ВМТ, в одном из цилиндров будет сжатие, в другом – выпуск отработавших газов. В такой конструкции не требуется распределитель зажигания, который необходим для двигателей с одной катушкой зажигания, и можно обойтись двумя катушками зажигания вместо четырех.

Система зажигания имеет следующие четыре цепи (рис. 19):



**Рис. 20. Расположение модуля зажигания и высоковольтных проводов на нем:** 1 - модуль зажигания

**Цепь питания.** Напряжение бортовой сети автомобиля поступает с выключателя зажигания на контакт «D» модуля зажигания (рис. 20).

**Цепь массы.** Цепь соединения с массой идет с торца крышки головки блока цилиндров на контакт «C» модуля зажигания.

**Цепь управления зажиганием 1 и 4 цилиндров.** Контроллер формирует сигнал управления зажиганием на контакт «B» модуля зажигания. Этот сигнал используется для коммутации первичной обмотки катушки зажигания, выдающей высокое напряжение на свечи зажигания цилиндров 1-4.

**Цепь управления зажиганием 2 и 3 цилиндров.** Контроллер формирует сигнал управления зажиганием на контакт «А» модуля зажигания. Этот сигнал используется для коммутации первичной обмотки катушки зажигания, выдающей высокое напряжение на свечи зажигания цилиндров 2-3.

При поступлении от БУ управляющего сигнала на контакт «В» (рис. 19) модуля зажигания происходит коммутация первичной цепи катушки зажигания, в результате чего возникает высокое напряжение во вторичной цепи (обмотке), которое и поступает к свечам зажигания 1-го и 4-го цилиндров. При поступлении сигнала от БУ на контакт «А» модуля зажигания высокое напряжение будет уже на свечах зажигания 2-го и 3-го цилиндров.

В случае падения напряжения в бортовой сети, особенно при пуске двигателя, БУ увеличивает длительность импульсов, подаваемых на контакты «А» и «В». Это приводит к увеличению силы тока в первичных обмотках МЗ, т.к. увеличивается время накопления энергии в катушках зажигания. В результате возрастает энергия искрового разряда при пониженном напряжении в бортовой сети. При увеличении напряжения в бортовой сети, после пуска двигателя, БУ уменьшает длительность импульсов, при этом время накопления энергии в катушках зажигания также уменьшается, и вся система начинает работать в нормальном режиме.

Вторичное напряжение в МЗ может быть более 22 000 В, поэтому касаться высоковольтных проводов не следует. Проверять исправность системы зажигания «на искру» между наконечником высоковольтного провода и «массой» не рекомендуется. Если зазор окажется слишком большим, искра может проскочить в «слабом месте» и вывести из строя МЗ.

Для снятия модуля зажигания:

1. Выключить зажигание.
2. Отсоединить колодку жгута проводов от модуля зажигания.
3. Отсоединить провода свечей зажигания.
4. Снять модуль зажигания, отвернув гайки крепления.

При установке модуля зажигания:

1. Установить модуль зажигания на кронштейн на двигателе и закрепить гайками, затягивая их моментом 3,3..7,8 Н·м.
2. Присоединить провода свечей зажигания.
3. Подсоединить жгут проводов.

## **Система впуска воздуха**

### **Воздушный фильтр**

Воздушный фильтр установлен в передней части подкапотного пространства и закреплен на резиновых опорах. Фильтрующий элемент воздушного фильтра – бумажный с большой площадью фильтрующей поверхности.

Наружный воздух засасывается через патрубок забора воздуха, расположенный внизу под корпусом воздушного фильтра. Затем воздух проходит через фильтрующий элемент воздушного фильтра, датчик массового расхода воздуха, шланг впускной трубы и дроссельный патрубок.

После дроссельного патрубка воздух направляется в каналы ресивера и впускной трубы, а затем в головку цилиндров и в цилиндры.

### Дроссельный патрубок

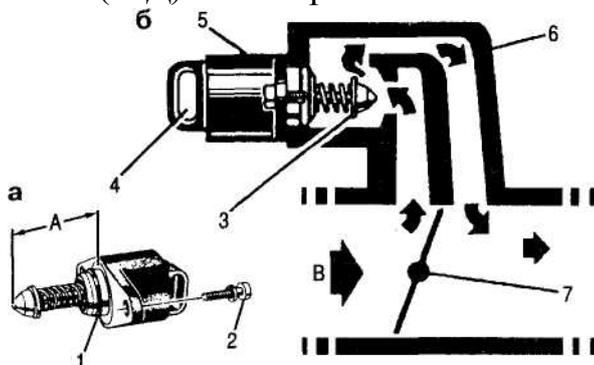
Дроссельный патрубок системы распределенного впрыска топлива закреплен на ресивере. Он дозирует количество воздуха, поступающего во впускной трубопровод. Поступлением воздуха в двигатель управляет дроссельная заслонка, соединенная с приводом педали акселератора.

Дроссельный патрубок в сборе имеет в своем составе датчик положения дроссельной заслонки и регулятор холостого хода. В проточной части дроссельного патрубка (за дроссельной заслонкой) находятся отверстия отбора разрежения, необходимые для работы системы вентиляции картера на холостом ходу и адсорбера системы улавливания паров бензина.

Замена датчика положения дроссельной заслонки и регулятора холостого хода производится без снятия дроссельного патрубка с двигателя. При замене дроссельного патрубка необходимо устанавливать новую прокладку между дроссельным патрубком и впускным трубопроводом.

### Регулятор холостого хода (РХХ)

Контроллер управляет частотой вращения коленчатого вала на режиме холостого хода. Исполнительным устройством является регулятор холостого хода. Он состоит из клапана с запорной конусной иглой, перемещаемой шаговым двигателем (ШД). Схема работы РХХ показана на рис. 21.



Клапан РХХ установлен в обходном канале подачи воздуха дроссельного патрубка. РХХ регулирует частоту вращения коленчатого вала на режиме холостого хода при закрытой дроссельной заслонке в соответствии с нагрузкой двигателя, управляя количеством воздуха, подаваемого в обход закрытой дроссельной заслонки.

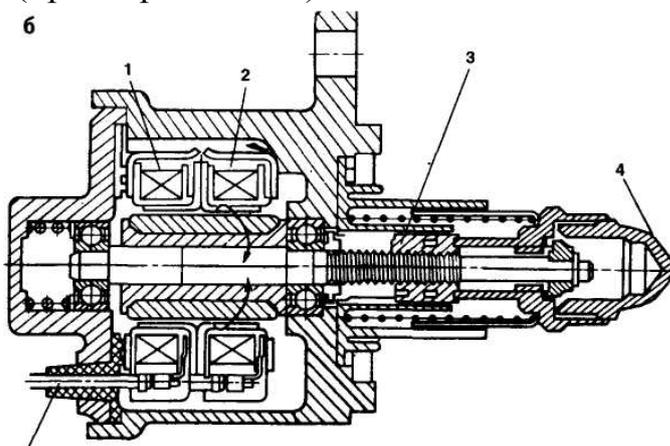
**Рис. 21. Регулятор холостого хода РХХ:** 1 - уплотнительное кольцо; 2 - винт крепления регулятора; А - длина хода иглы клапана; 3 - запорная игла клапана РХХ; 4 - электрический разъем; 5 - шаговый двигатель регулятора холостого хода; 6 - дроссельный патрубок; 7 - дроссельная заслонка; В - поступающий воздух

РХХ 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. 20). В РХХ шаговый электродвигатель (рис. 22) 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 воз-

духа, подаваемого в обход дроссельной заслонки, что приводит к уменьшению оборотов холостого хода, и далее они поддерживаются постоянными. 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 ОГ и повышения топливной экономичности двигателя.

Перед установкой нового РХХ необходимо измерить расстояние от острия иглы клапана до привалочной плоскости датчика. Это расстояние должно быть не более 23 мм, в противном случае устанавливать такой датчик или давить на иглу нельзя. Датчик заменяют или регулируют при помощи тестера РХХ. При неисправности РХХ может происходить самопроизвольное колебание оборотов холостого хода от нормальных до 4000 об/мин, пуск двигателя невозможен без при-открытия дроссельной заслонки при помощи педали газа, а при отпуске педали газа двигатель глохнет. Обычно эту неисправность принято называть – «пропал холостой ход», а для ее удержания регулируют трос привода дроссельной заслонки (приоткрывают ее).



**Рис. 22. Шаговый электродвигатель РХХ:** 1, 2 - обмотки шагового электродвигателя; 3 - передача винт-гайка; 4 - игла; 5 - электрический разъем

Для увеличения оборотов холостого хода контроллер открывает клапан РХХ, увеличивая подачу воздуха в обход дроссельной заслонки. Для понижения оборотов он закрывает клапан, уменьшая количество воздуха, подаваемого в обход дроссельной заслонки.

При полностью выдвинутом до седла положении запорной иглы (что соответствует нулю шагов ШД) клапан перекрывает подачу воздуха в обход дроссельной заслонки. Когда игла клапана втягивается, обеспечивается расход воздуха, пропорциональный количеству шагов ШД от полностью выдвинутого положения иглы.

Диагностический прибор DST-2 считывает из контроллера состояние РХХ в виде количества шагов. РХХ под управлением контроллера обеспечивает увеличение или уменьшение оборотов холостого хода в зависимости от условий работы двигателя.

Помимо управления частотой вращения коленчатого вала на режиме холо-

стого хода производится управление РХХ, способствующее снижению токсичности отработавших газов. Когда дроссельная заслонка резко закрывается при торможении двигателем, РХХ увеличивает количество воздуха, подаваемого в обход дроссельной заслонки, обеспечивая обеднение топливовоздушной смеси, это снижает выбросы углеводородов и окиси углерода, происходящие при быстром закрытии дроссельной заслонки.

### **Система улавливания паров бензина (СУПБ)**

Система улавливания паров бензина (рис.23) состоит из угольного адсорбера с электромагнитным клапаном продувки и соединительных трубопроводов.

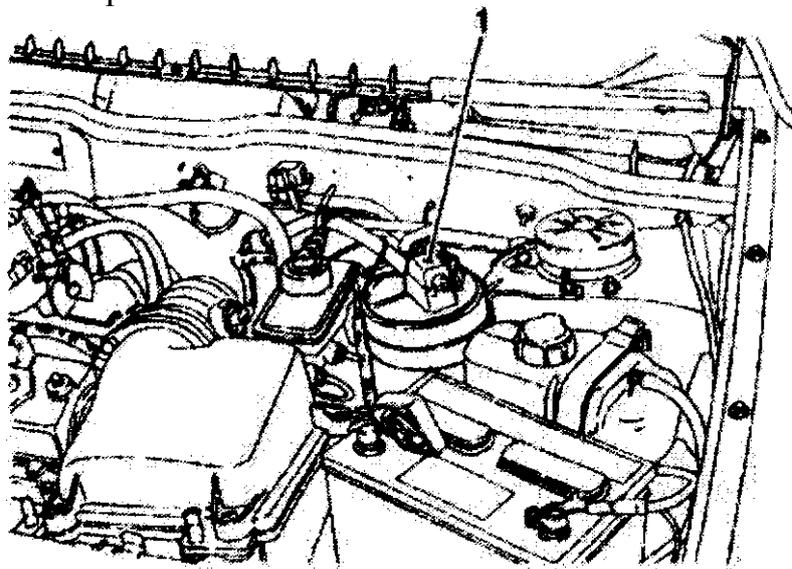
Пары бензина из топливного бака подаются в улавливающую емкость адсорбера через патрубок «TANK» и адсорбируются находящимся в емкости активированным углем. Когда клапан продувки открыт, накопленные пары бензина удаляются через патрубок «подвод разрежения» во впускной трубопровод двигателя для сжигания в ходе рабочего процесса. Воздух для продувки поступает через патрубок «AIR».

Контроллер, управляя электромагнитным клапаном, осуществляет продувку адсорбера при выполнении определенных условий. Во время продувки клапан включается и выключается с частотой 16 Гц, причем коэффициент заполнения импульсов включения, определяющий степень продувки, зависит от режима работы двигателя.

Диагностический прибор DST-2 отображает коэффициент (степень) продувки адсорбера. Коэффициент 0% означает, что продувка адсорбера не осуществляется. Коэффициент 100% означает, что происходит максимальная продувка.

### **Неисправности и их причины**

Нестабильность холостого хода, остановка двигателя, повышенная токсичность и ухудшение ездовых качеств могут быть вызваны следующими причинами: неисправность электромагнитного клапана продувки СУПБ, повреждение адсорбера, переполнение адсорбера, повреждения или неправильные соединения шлангов, пережатие или засорение шлангов.



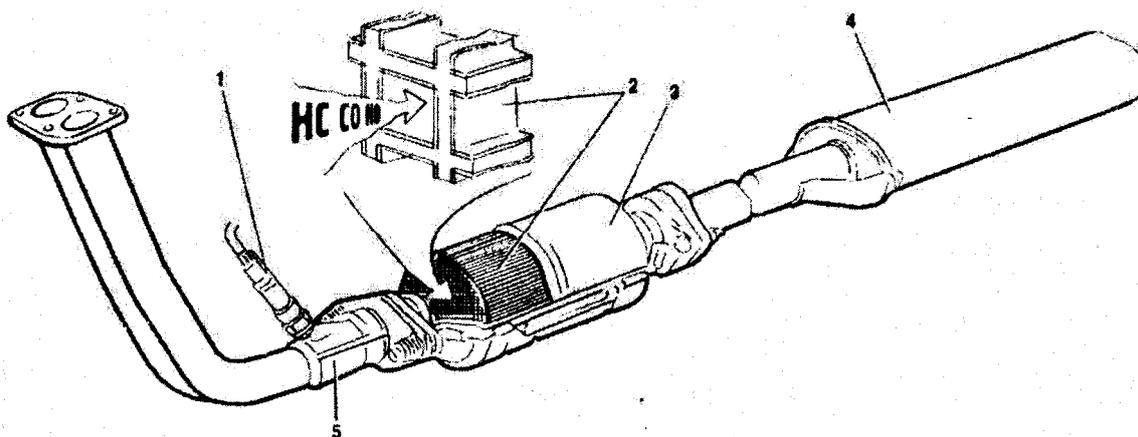
**Рис. 23.** Расположение адсорбера системы улавливания паров бензина: 1 - адсорбер

## Каталитический нейтрализатор

Для выполнения норм Евро на содержание вредных веществ в отработавших газах необходимо применение каталитического нейтрализатора в системе выпуска (рис. 24).

Применение каталитического нейтрализатора дает значительное снижение выбросов углеводородов, окиси углерода и окислов азота с отработавшими газами при условии точного управления процессом сгорания в двигателе.

Для ускорения процесса преобразования углеводородов, окиси углерода и окислов азота в нетоксичные соединения нейтрализатор имеет окислительный и восстановительный катализаторы.



**Рис. 24. Нейтрализатор в системе выпуска:** 1 - датчик кислорода; 2 - керамический элемент нейтрализатора; 3 - нейтрализатор; 4 - дополнительный глушитель; 5 - приемная труба глушителей

Окислительным катализатором является платина. Она способствует окислению углеводородов и окиси углерода, содержащихся в отработавших газах, в водяной пар и двуокись углерода. Восстановительным катализатором является родий.

Он ускоряет химическую реакцию восстановления окислов азота в безвредный азот, являющийся одной из составляющих воздуха.

Для нейтрализации углеводородов и окиси углерода требуется кислород. Одновременно происходит восстановление окислов азота. Поэтому для эффективной работы нейтрализатора необходимо точное поддержание баланса подаваемой в двигатель топливовоздушной смеси.

Повышенное остаточное содержание кислорода в отработавших газах (при сгорании бедных смесей) затрудняет восстановление окислов азота. Пониженное содержание кислорода в отработавших газах (при сгорании богатых смесей) затрудняет окисление окиси углерода и углеводородов. Только точный баланс топливовоздушной смеси обеспечивает эффективную нейтрализацию всех трех токсичных компонентов.

Наиболее полное сгорание топливовоздушной смеси и максимально эффективная нейтрализация вышеупомянутых токсичных компонентов отработавших газов обеспечиваются при отношении воздуха к топливу 14,5...14,6:1. т.е. 14,5...14,6 кг воздуха на 1 кг топлива.

При эксплуатации неисправного двигателя нейтрализатор может выйти из строя из-за тепловых напряжений (выше 970 °С), которым он подвергается при окислении избыточных количеств углеводородов. При тепловых напряжениях керамические блоки нейтрализатора могут разрушиться (закупориться), вызвав повышение противодавления.

Возможной причиной выхода из строя нейтрализатора является применение этилированного бензина. Содержащийся в нем тетраэтилсвинец за короткое время приводит к отравлению нейтрализатора, что значительно снижает эффективность его действия. Также причиной выхода из строя нейтрализатора является применение прокладок, содержащих силикон, и использование не рекомендованных типов моторных масел.

### Диагностика системы управления

Для диагностики состояния двигателя и его систем используются определенные средства и диагностические карты с описанием порядка диагностики. Наиболее простым и потому доступным является способ диагностики с использованием диагностического прибора DST-2 (рис. 25). Диагностические коды контроллеров M1.5.4N и «Январь-5.1» приведены в табл. 1

Таблица 1

**Диагностические коды контроллеров M1.5.4N и «Январь-5.1»**

Код	Описание
P0102	Низкий уровень сигнала датчика массового расхода воздуха
P0103	Высокий уровень сигнала датчика массового расхода воздуха
P0117	Низкий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей
P0118	Высокий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей
P0122	Низкий уровень сигнала датчика положения дроссельной за-
P0123	Высокий уровень сигнала датчика положения дроссельной за-
P0131	Низкий уровень сигнала датчика кислорода
P0132	Высокий уровень сигнала датчика кислорода
P0134	Отсутствие сигнала датчика кислорода
P0135*	Неисправность цепи управления нагревателем датчика кислоро-
P0171	Нет отклика датчика кислорода при обеднении смеси
P0172	Нет отклика датчика кислорода при обогащении смеси
P0325	Обрыв или короткое замыкание в цепи датчика детонации
P0327	Низкий уровень сигнала датчика детонации
P0328	Высокий уровень сигнала датчика детонации
P0335	Неверный сигнал датчика положения коленчатого вала
P0501	Неверный сигнал датчика скорости автомобиля
P0505	Ошибка регулирования холостого хода
P0562	Пониженное напряжение бортовой сети
P0563	Повышенное напряжение бортовой сети
P0601	Ошибка ПЗУ
P0603	Ошибка ОЗУ
P1600	Нет связи с АПС
P1603	Ошибка ЭРПЗУ

Данные карты используются, если при проверке диагностической цепи обнаружится код неисправности, занесенный в память контроллера. *При наличии более одного кода неисправности необходимо начинать с кода P0562 (пониженное напряжение бортовой сети).*

Диагностические карты построены на применении диагностического прибора DST-2 (рис.25), который считывает и обрабатывает информацию, передаваемую контроллером на колодку диагностики. Контроллер может передавать различную информацию через контакт «М» колодки диагностики. Прибор можно подключить и наблюдать за его показаниями при включении лампы «CHECK ENGINE» или ухудшении ездовых качеств во время движения

При отсутствии очевидной связи между дефектом и какой-либо конкретной цепью прибор можно использовать для контроля всех параметров в течение определенного периода времени для выявления изменений, указывающих на наличие непостоянной неисправности. Если дефект связан с параметрами, которые могут быть проконтролированы с помощью прибора DST-2, они должны проверяться при движении автомобиля.

Работоспособность системы управления двигателем зависит от исправности механических систем. Ниже приводится ряд отклонений, вызывающих неисправности, которые могут быть ошибочно приписаны электронной части системы управления двигателем:

- недостаточная компрессия;
- подсос воздуха;
- ограничение проходимости системы выпуска;
- отклонения фаз газораспределения, вызванные износом деталей и неправильной сборкой;
- низкое качество топлива;
- несоблюдение сроков проведения ТО.



**Рис. 25** Диагностический прибор DST-2

Для выполнения диагностики необходимы сведения о порядке её проведения, включая «ПРОВЕРКУ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ», диагностические карты для контрольной лампы «CHECK ENGINE», меры на случай невозможности запустить двигатель и прочие карты общего характера.

При отсутствии кода неисправности или его непостоянстве данная часть помогает определить неисправность. В этих случаях диагностика должна также начинаться с проверки диагностической цепи.

### **Меры предосторожности**

1. Перед демонтажом контроллера, необходимо отсоединить провод массы от аккумуляторной батареи.
2. Не допускается пуск двигателя без надежного подключения аккумуляторной

батареи.

3. Не допускается отключение аккумуляторной батареи от бортовой сети при работающем двигателе.

4. При зарядке аккумуляторная батарея должна быть отключена от бортовой сети.

5. Необходимо контролировать надежность контактов жгутов проводов и поддерживать чистоту клемм аккумуляторной батареи.

6. Конструкция колодок жгутов проводов системы управления двигателем предусматривает сочленение только при определенной ориентации.

При правильной ориентации сочленение выполняется без усилия. Сочленение с неправильной ориентацией может привести к выходу из строя колодки, модуля или другого элемента системы.

7. Не допускается сочленение или расчленение колодок элементов ЭСУД при включенном зажигании.

8. Перед проведением электросварочных работ необходимо отсоединить провода от аккумуляторной батареи и колодку от контроллера.

9. Для исключения коррозии контактов при чистке двигателя струей воды под давлением не направлять распылитель на элементы системы.

10. Для исключения ошибок и повреждения исправных узлов не допускается применение контрольно-измерительного оборудования, не указанного в диагностических картах.

11. Измерения напряжения выполнять с помощью цифрового вольтметра с номинальным внутренним сопротивлением более 10 Мом.

12. Если предусмотрено применение пробника с контрольной лампочкой, необходимо использовать лампу небольшой мощности (до 4 Вт). Применение лампы большой мощности, например, от фары, не допускается. Если мощность лампы пробника не известна, необходимо путем простейшей проверки лампы убедиться в безопасности ее применения для контроля цепей контроллера.

Для этого необходимо соединить точный амперметр (цифровой мультиметр с низким сопротивлением) последовательно с лампой пробника и подать на цепь «лампа – амперметр» питание от аккумуляторной батареи (см. рис. 2.2-01).

Если амперметр покажет ток меньше 0,25 А (250 мА), применение лампы безопасно. Если амперметр покажет ток больше 0,25 А, применение лампы опасно.

13. Электронные устройства системы управления двигателем уязвимы для электростатических разрядов, поэтому при работе с ними, особенно с контроллером, необходимо проявлять осторожность.

Для предотвращения повреждений электростатическим разрядом **запрещается** разбирать металлический корпус контроллера и касаться штекеров разъема.

Диагностические карты служат для обнаружения неисправности цепи или элемента системы с помощью логики, построенной на методе исключения. В процессе работы контроллер осуществляет постоянную диагностику элементов и функций управления ЭСУД. Данные возможности диагностики дополняются диагностическими процедурами.

Сигнализация наличия неисправностей производится включением контрольной лампы «CHECK ENGINE». При обнаружении неисправностей в память

контроллера заносятся соответствующие коды, которые могут считываться диагностическим прибором DST-2.

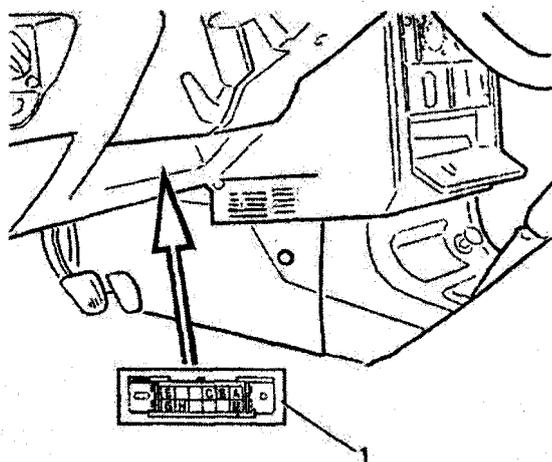
Контрольная лампа «CHECK ENGINE» на автомобилях ВАЗ находится в комбинации приборов. Включение лампы сигнализирует водителю о неисправности и необходимости проведения технического обслуживания в возможно короткий срок. Включение лампы не означает, что двигатель необходимо заглушить, а свидетельствует о необходимости установления причины включения лампы в возможно короткий срок.

При включении зажигания контрольная лампа загорается и гаснет после запуска двигателя, свидетельствуя об исправности системы диагностики. В случае обнаружения неисправностей лампа включается в течение одной минуты после ее обнаружения и горит в течение времени присутствия хотя бы одной неисправности.

Если обнаруженная неисправность после ее регистрации исчезает, контрольная лампа продолжает гореть в течение 2 ч после регистрации, а затем гаснет. Исключение составляют коды неисправностей P0603 (ошибка ОЗУ) и P1600 (ошибка связи с АПС), индикация наличия которых производится до выключения зажигания.

Очистка (удаление) кодов неисправностей из памяти контроллера производится путем отключения питания от аккумуляторной батареи или по команде диагностического прибора DST-2 – контрольная лампа гаснет.

Для связи с контроллером предусмотрена колодка диагностики (рис. 26). Коды неисправностей, хранящиеся в памяти контроллера, можно считывать с помощью диагностического прибора DST-2, подключаемого к колодке диагностики.



**Рис. 26. Расположение колодки диагностики:** 1 - колодка диагностики

Необходимо строго придерживаться последовательности, указанной в диагностических картах. Нарушение последовательности диагностики может привести к неверным выводам и замене исправных узлов.

### **Базовая диагностика**

Более сложной и потому менее доступной является компьютерная базовая диагностика, где используются диагностические карты А, В и С. Перечень проверок по ним приведен в табл. 2.

### Диагностические карты А, В, С базовой диагностики

Наименование групп карт	Диагностическая карта	Содержание карты	БУ* BOSCH MP7.0H	БУ* ЯНВАРЬ-5.1
Карты первоначальной проверки	А	Проверка диагностической цепи	С. 33	С. 44
	А-1	Не горит лампа «CHECK ENGINE»	С. 34	С. 45
	А-2	Нет данных с колодки диагностики	С. 35	С. 46
	А-3	Коленчатый вал прокручивается, но двигатель не пускается.	С. 36	С.
	А-4	Проверка главного реле и силовой цепи	С. 38	47
	А-5	Проверка электрической цепи системы подачи топлива	С. 39	С. 52
	А-6 А-7	Диагностика системы подачи топлива Диагностика автомобильной противоугонной системы	С. 40 С. 42	С. 53 С. 55
Карты типичных неисправностей (КТН)	В-1	Затрудненный пуск двигателя	С. 30	С. 30
	В-2	Рывки и/или провалы	С. 30	С. 30
	В-3	Недостаточная мощность и приемистость	С. 30	С. 30
	В-4	Детонация	С. 30	С. 30
	В-5	Задержки, провалы, подергивания	С. 30	С. 30
	В-6	Перебои в работе двигателя	С. 30	С. 30
	В-7	Повышенный расход топлива	С. 31	С. 31
	В-8	Неустойчивая работа или остановка на холостом ходу	С. 31	С. 31
	В-9	Повышенная токсичность или резкий запах бензина	С. 31	С. 31
	В-10	Самовоспламеняемость смеси от сжатия	С. 31	С. 31
	В-11	Обратная вспышка	С. 31	С. 31
	В-12	Проверка блока управления (БУ)	1 С. 102	С. 105
Карты проверки	С-1	Проверка системы выпуска на повышенное давление	С. 108	С. 113
	С-2	Проверка датчика положения дроссельной заслонки (ДПДЗ)	С. 108	С. 114
	С-3	Проверка баланса форсунок	С. 109	С. 115
	С-4	Проверка регулятора холостого хода (РХХ)	С. 110	С. 116
	С-5	Пропуски в системе зажигания	С. 111	С. 116
	С-6	Проверка системы гашения детонации	С. 112	С. 117
	С-7	Проверка системы вентиляции картера	С. 112	С. 117

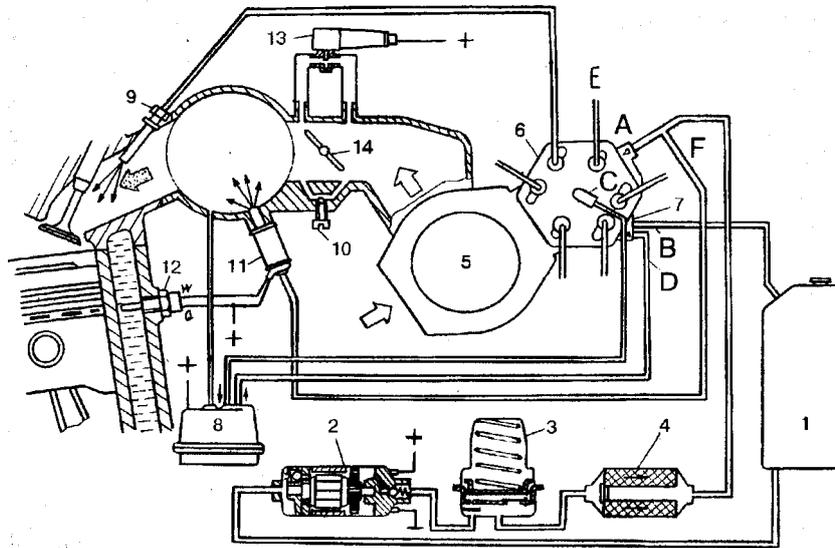
\*) БУ – блок управления

## *Список литературы*

1. Двигатель ВАЗ-2111 с системой распределенного впрыска топлива. Контроллер М1.5.4N (Январь-5.1). – М. : За рулем, 2004. – 88 с.
2. Росс Твег. Системы впрыска топлива автомобилей ВАЗ. Серия «Автомеханик». – М. : За рулем, 2007. - 160 с.
3. Автомобиль ВАЗ-2107. Эксплуатация, обслуживание, ремонт. – М. : ООО «Мир автокниг», 2009. – 152 с.

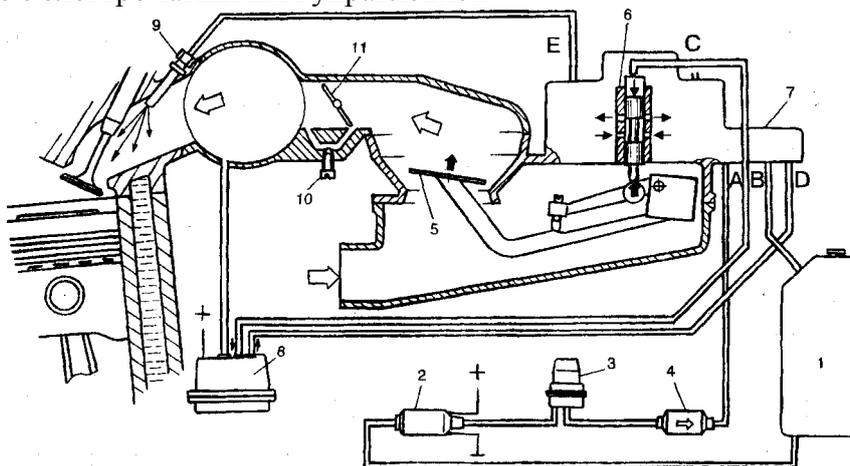
## Приложение 1

### Схемы существующих систем впрыска бензина



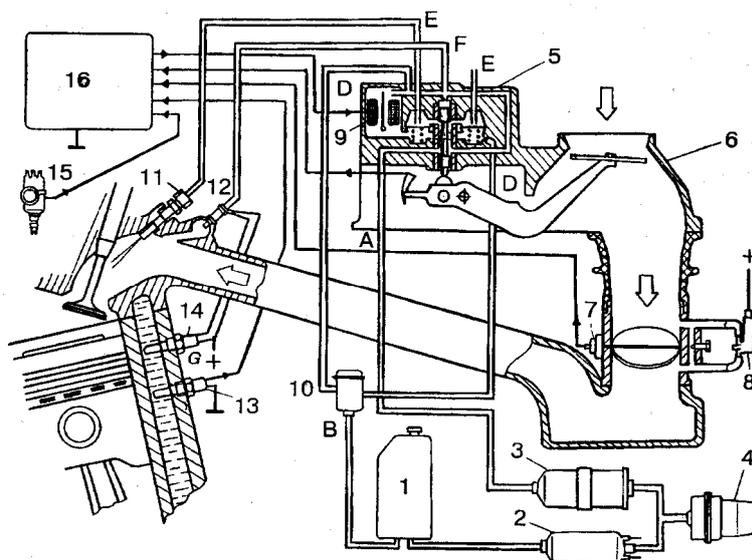
**Рис.П.1. Схема системы впрыска топлива «K-Jetronic»**

1 – топливный бак; 2 – топливный насос; 3 – накопитель топлива; 4 – топливный фильтр; 5 – расходомер воздуха; 6 – дозатор-распределитель; 7 – регулятор давления питания; 8 – регулятор управляющего давления; 9 – форсунка впрыска; 10 – регулировочный винт холостого хода; 11 – пусковая электромагнитная форсунка; 12 – термореле; 13 – клапан добавочного воздуха; 14 – дроссельная заслонка. Каналы: А – подвод топлива к дозатору-распределителю; В – слив топлива в бак; С – канал управляющего давления; D – канал толчкового клапана; Е – подвод топлива к рабочим форсункам; F – подвод топлива к пусковой форсунке с электромагнитным управлением



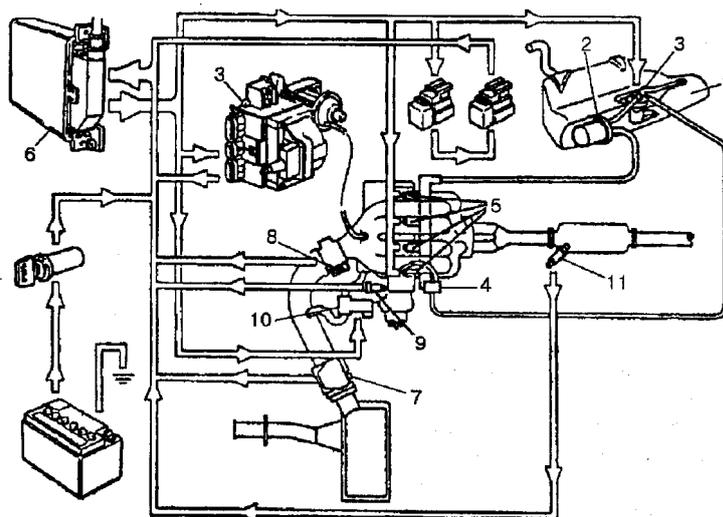
**Рис. П.2. Схема главной дозирующей системы и системы холостого хода системы впрыска «K-Jetronic»**

1 – топливный бак, 2 – топливный насос, 3 – накопитель топлива, 4 – топливный фильтр, 5 – напорный диск расходомера воздуха, 6 – дозатор-распределитель количества топлива, 7 – регулятор давления питания, 8 – регулятор управляющего давления, 9 – форсунка (инжектор), 10 – регулировочный винт холостого хода, 11 – дроссельная заслонка. Каналы: А – подвод топлива к дозатору-распределителю, В – слив топлива в бак, С – канал управляющего давления, D – канал толчкового клапана, Е – подвод топлива к форсункам



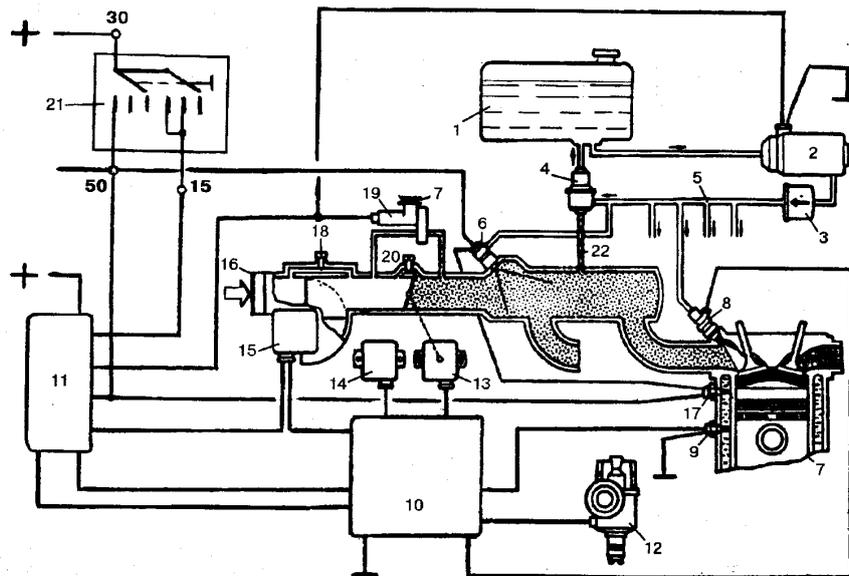
**Рис. П.3. Схема системы впрыска «KE-Jetronic»:**

1 – топливный бак, 2 – топливный насос, 3 – топливный фильтр, 4 – накопитель топлива, 5 – дозатор-распределитель количества топлива, 6 – расходомер воздуха, 7 – выключатель положения дроссельной заслонки, 8 – клапан дополнительной подачи воздуха, 9 – электрогидравлический регулятор управляющего давления (противодавления), 10 – регулятор давления топлива в системе, 11 – форсунка (инжектор), 12 – пусковая электромагнитная форсунка, 13 – датчик температуры охлаждающей жидкости, 14 – термореле, 15 – датчик-распределитель, 16 – электронный блок управления. Каналы: А – подвод топлива (давление системы), В – слив топлива в бак, С – канал управляющего давления (в дозаторе-распределителе), D – канал регулятора давления, E – подвод топлива к форсункам, F – подвод топлива к пусковой электромагнитной форсунке



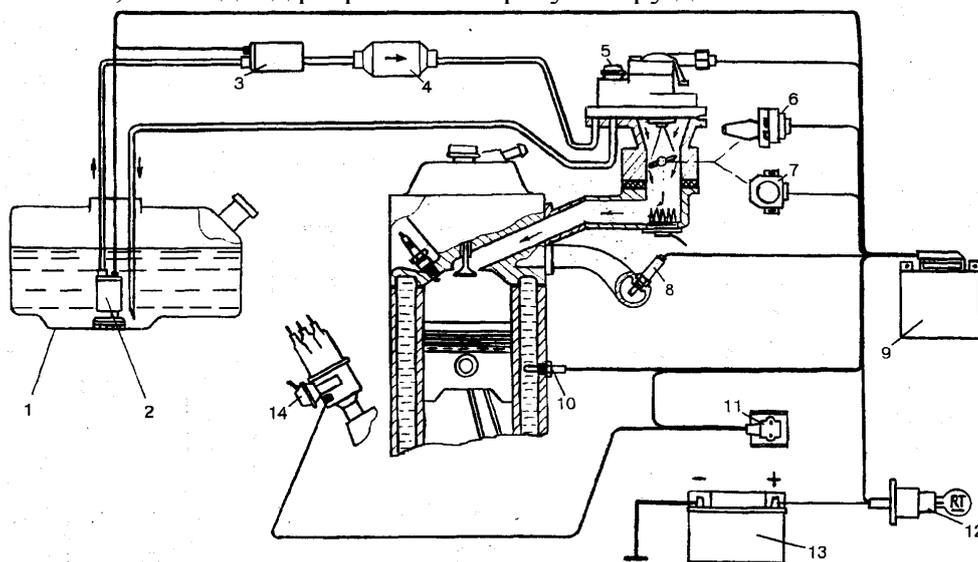
**Рис. П.4. Схема системы впрыска «LH2.2-Jetronic»:**

1 – топливный бак, 2 – фильтр тонкой очистки топлива, 3 – топливный насос, 4 – регулятор давления топлива, 5 – рабочие форсунки, 6 – электронный блок управления, 7 – измеритель массы воздуха с нагреваемым проводником, 8 – выключатель положения дроссельной заслонки, 9 – датчик температуры охлаждающей жидкости, 10 – регулятор холостого хода, 11 – датчик концентрации кислорода (Л-зонд)



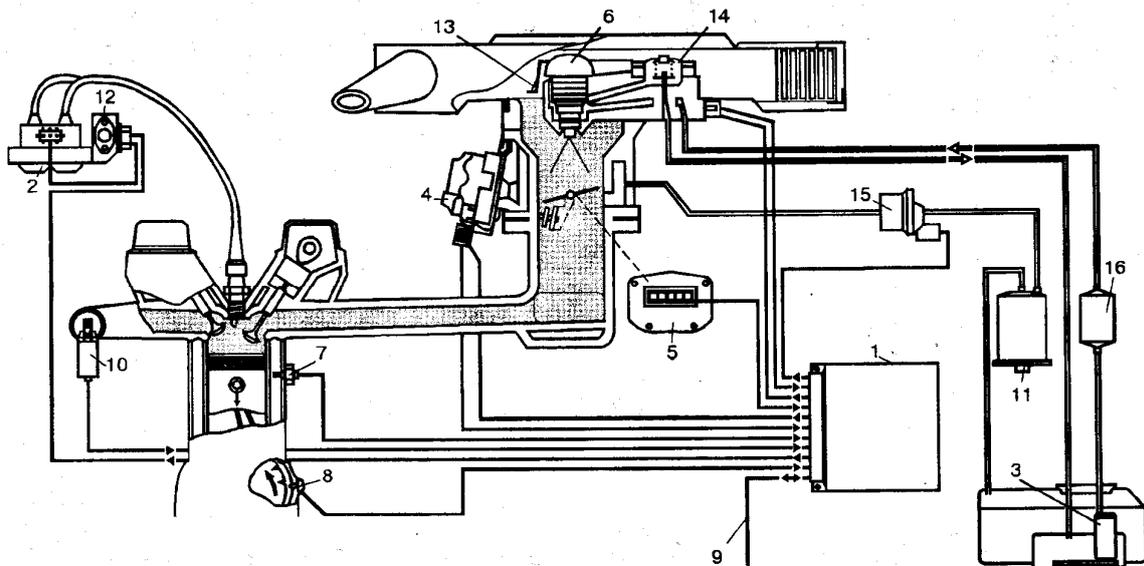
**Рис. П.5. Схема системы впрыска топлива «L-Jetronic»:**

1 – топливный бак, 2 – топливный насос, 3 – фильтр тонкой очистки топлива, 4 – регулятор давления топлива в системе, 5 – распределительная магистраль, 6 – пусковая форсунка, 7 – блок цилиндров двигателя, 8 – форсунка (инжектор) впрыска, 9 – датчик температуры охлаждающей жидкости, 10 – электронный блок управления, 11 – блок реле, 12 – датчик-распределитель зажигания, 13 – выключатель положения дроссельной заслонки, 14 – высотный корректор, 15 – расходомер воздуха, 16 – подвод воздуха, 17 – термореле, 18 – винт качества (состава) смеси на холостом ходу, 19 – клапан добавочного воздуха, 20 – винт количества смеси на холостом ходу, 21 – выключатель зажигания, 22 – подвод разрежения к регулятору давления топлива в системе



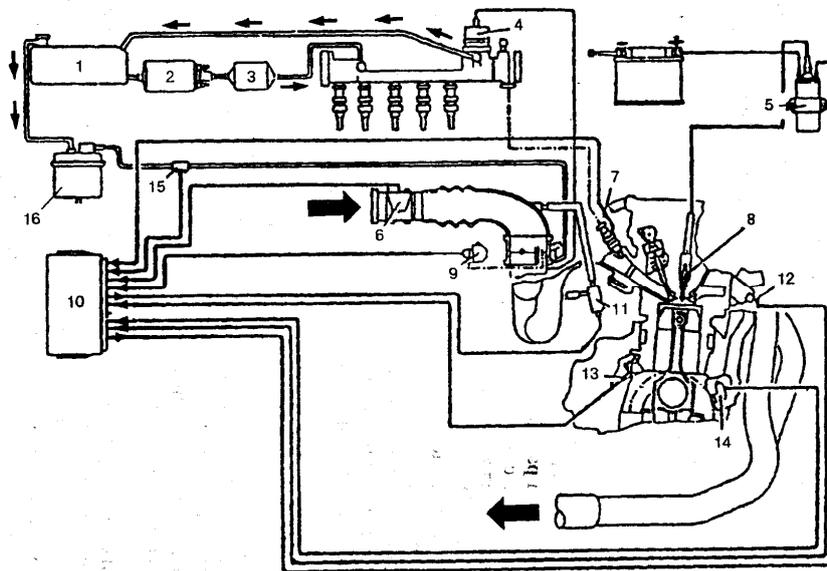
**Рис. П.6. Схема системы впрыска «Mono-Jetronic»:**

1 — топливный бак, 2 — топливоподающий насос, 3 — топливный насос, 4 — топливный фильтр, 5 — узел центральной форсунки, 6 — регулятор холостого хода с шаговым электродвигателем, 7 — потенциометр дроссельной заслонки, 8 — лямбда-зонд, 9 — электронный блок управления впрыском, 10 — датчик температуры охлаждающей жидкости, 11 — прибор, коммутирующий сигнал информации о частоте вращения коленчатого вала двигателя, получаемый из системы зажигания, 12 — выключатель зажигания, 13 — аккумуляторная батарея, 14 — датчик-распределитель



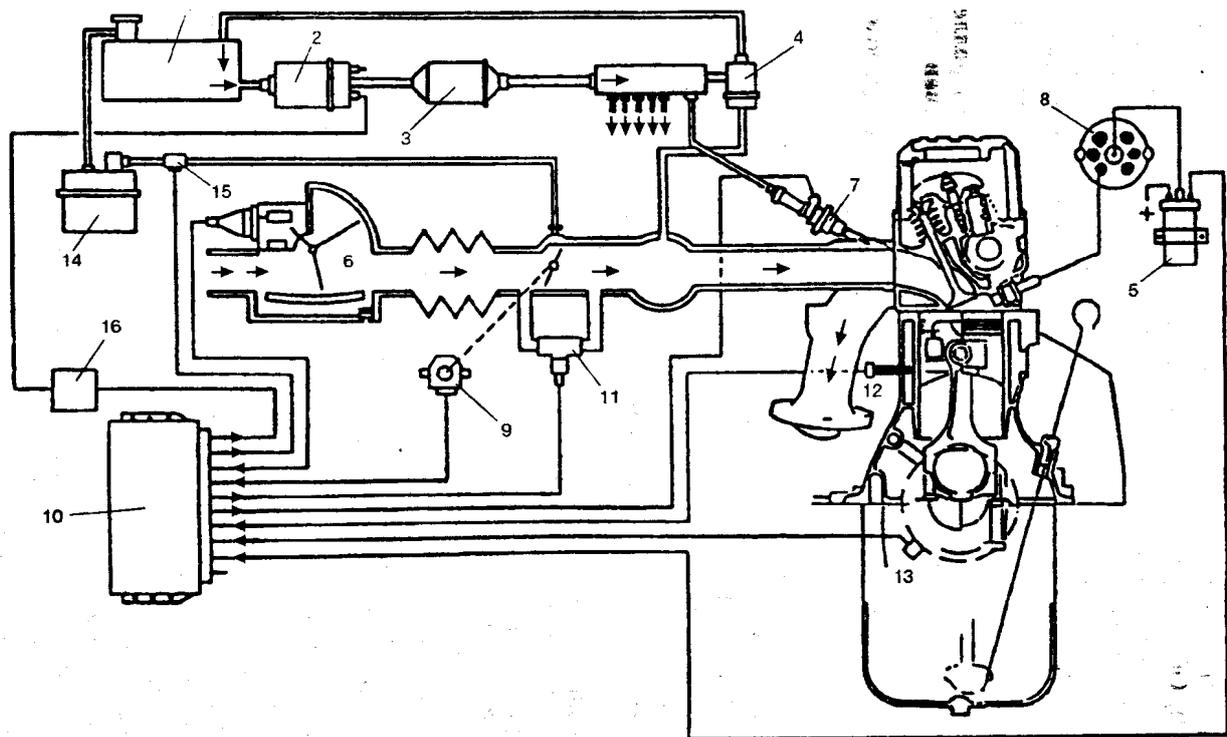
**Рис. П.7. Система «Mono-Motronic»:**

1 — электронный блок управления, 2 — катушка (катушки) зажигания, 3 — электрический топливный насос, 4 — регулятор холостого хода, 5 — датчик положения дроссельной заслонки, 6 — электромагнитная форсунка, 7 — датчик температуры охлаждающей жидкости, 8 — датчик частоты вращения двигателя, 9 — разъем для диагностики, 10 — кислородный датчик («лямбда-зонд»), 11 — емкость с активированным углем для сбора паров бензина (адсорбер), 12 — распределитель бесконтактного электронного зажигания, 13 — диффузор с датчиком температуры всасываемого воздуха, 14 — регулятор давления топлива, 15 — возвратный топливный клапан, 16 — топливный фильтр



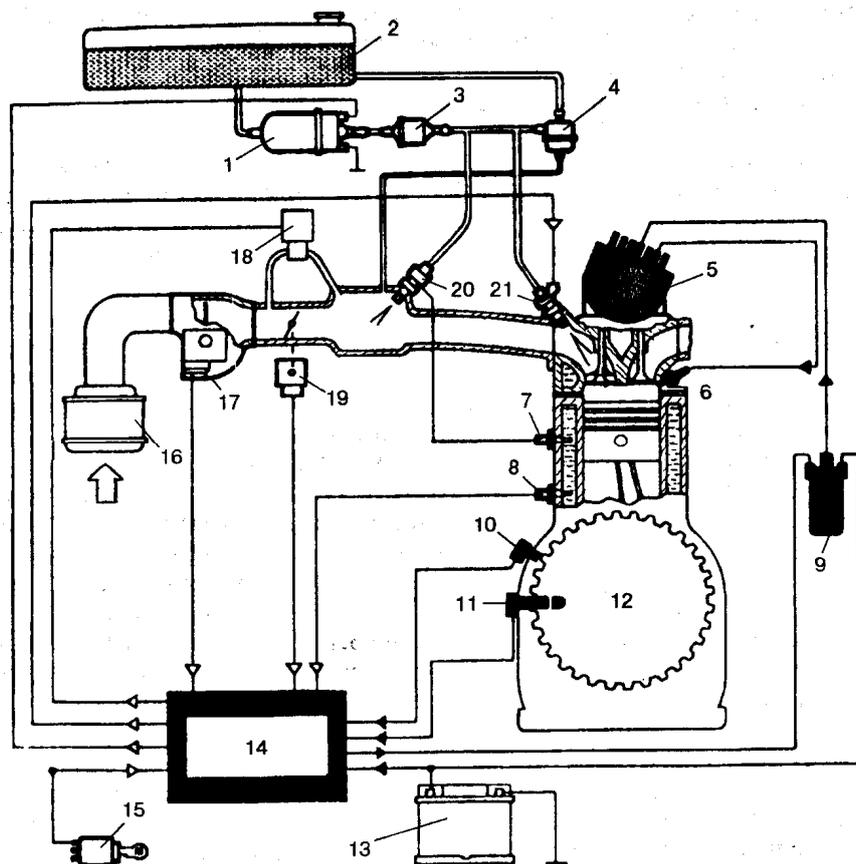
**Рис. П.8. Схема цифровой системы управления двигателем «Motronic 3.1»:**

1 — топливный бак, 2 — топливный насос, 3 — топливный фильтр, 4 — регулятор давления топлива, 5 — катушка зажигания, 6 — измеритель массы воздуха с нагреваемым проводником, 7 — форсунка, 8 — свеча зажигания, 9 — потенциометр дроссельной заслонки, 10 — контроллер, 11 — поворотный регулятор холостого хода, 12 — датчик температуры охлаждающей жидкости, 13 — датчик детонации, 14 — датчик числа оборотов двигателя, 15 — клапан вентиляции топливного бака, 16 — адсорбер (емкость с активированным углем)



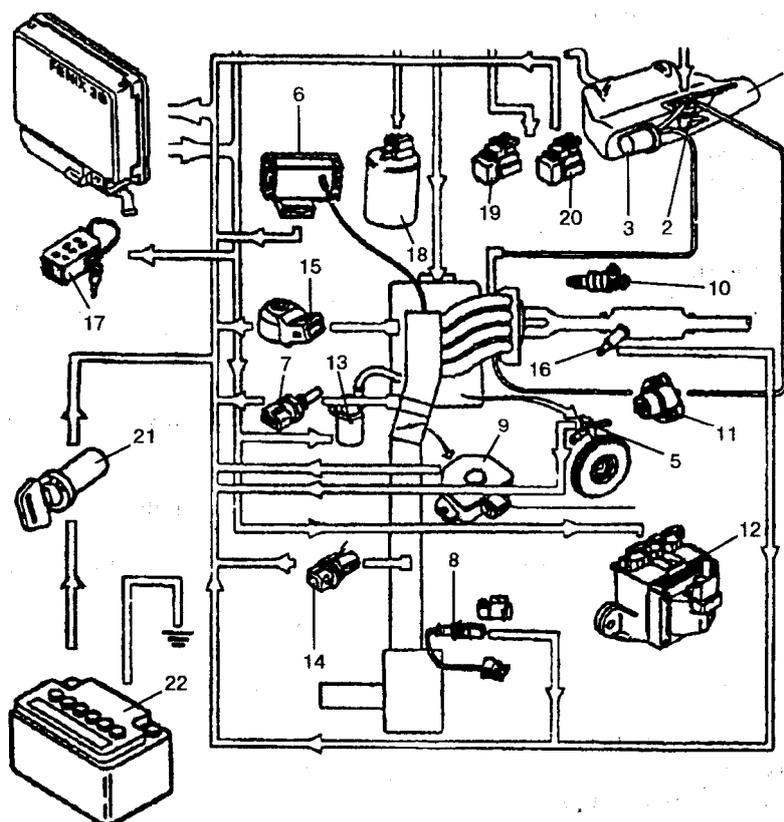
**Рис. П.9. Схема цифровой системы управления двигателем**

«Motronic 1.1—1.3»: 1 — топливный бак, 2 — топливный насос, 3 — топливный фильтр, 4 — регулятор давления топлива, 5 — катушка зажигания, 6 — измеритель расхода воздуха, 7 — форсунка, 8 — распределитель зажигания, 9 — выключатель (потенциометр) дроссельной заслонки, 10 — контроллер, 11 — поворотный регулятор холостого хода, 12 — датчик температуры охлаждающей жидкости, 13 — датчик числа оборотов коленчатого ватта двигателя, 14 — накопитель топлива с активированным углем, 15 — клапан вентиляции, 16 — реле включения топливного насоса



**Рис. П.10. Схема системы управления двигателем «ME-Motronic»:**

1 — топливный насос, 2 — топливный бак, 3 — фильтр тонкой очистки топлива, 4 — регулятор давления, 5 — распределитель зажигания, 6 — свеча зажигания, 7 — тепловое реле времени, 8 — датчик температуры охлаждающей жидкости, 9 — катушка зажигания, 10 — датчик числа оборотов двигателя, 11 — датчик угловых импульсов, 12 — зубчатый венец маховика, 13 — аккумуляторная батарея, 14 — контроллер, 15 — выключатель зажигания, 16 — воздушный фильтр, 17 — измеритель количества воздуха, 18 — регулятор холостого хода, 19 — выключатель дроссельной заслонки, 20 — пусковая форсунка, 21 — рабочие форсунки



**Рис. П.11. Схема системы многоточечного впрыска «Fenix 3B»:**

1 — топливный бак, 2 — топливный насос, 3 — топливный фильтр, 4 — контроллер, 5 — датчик угловых импульсов и частоты вращения коленчатого вала двигателя, 6 — датчик давления воздуха, 7 — датчик температуры охлаждающей жидкости, 8 — потенциометр регулировки качества (состава) смеси, 9 — датчик положения дроссельной заслонки, 10 — форсунка, 11 — регулятор давления топлива в системе, 12 — оконечный каскад зажигания (коммутатор и катушка зажигания), 13 — электромагнитный регулятор холостого хода, 14 — датчик температуры воздуха, 15 — датчик детонации, 16 — датчик концентрации кислорода в отработавших газах (на двигателях с нейтрализатором), 17 — колодка диагностики, 18 — адсорбер (емкость с активированным углем, на двигателях с нейтрализатором), 19 — реле включения топливного насоса и форсунок, 20 — реле питания контроллера, 21 — выключатель зажигания, 22 — аккумуляторная батарея

Тверсков Борис Михайлович

**ЭСУД**  
**(электронная система**  
**управления двигателем)**

Методические указания  
к изучению электронной системы управления двигателем  
для студентов специальностей 190109, 190201  
и направления подготовки 190600.62

Редактор А.С. Мокина

---

Подписано в печать	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. № 1
Печать трафаретная	Усл . печ. л. 3,0	Уч.-изд. п. л. 3,0
Заказ	Тираж 25	Цена свободная

---

Редакционно-издательский центр КГУ.  
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.  
Курганский государственный университет.