

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ И РАБОТА ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ .....	6
2. ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ .....	10
3. ДАТЧИКИ .....	14
3.1. Датчик положения коленчатого вала .....	14
3.2. Датчик положения распределительного вала .....	16
3.3. Датчик массового расхода воздуха .....	19
3.4. Датчик положения дроссельной заслонки .....	24
3.5. Датчик детонации .....	26
3.6. Датчик температуры охлаждающей жидкости .....	27
3.7. Датчик температуры воздуха .....	28
3.8. Датчик кислорода .....	29
3.9. Датчик состава топливовоздушной смеси .....	33
4. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БЕНЗИНОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ С ВПРЫСКОМ ТОПЛИВА ВО ВПУСКНОЙ ТРУБОПРОВОД .....	37
4.1. Общее устройство системы управления двигателем .....	37
4.2. Датчики системы управления двигателем .....	41
4.3. Система подачи топлива .....	47
4.4. Система впуска воздуха .....	63
4.5. Система управления зажиганием .....	70
4.6. Система управления вентилятором системы охлаждения .....	74
4.7. Система улавливания паров топлива .....	75
4.8. Система рециркуляции отработавших газов .....	79
4.9. Система выпуска и очистки отработавших газов .....	80
5. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БЕНЗИНОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ С НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ ВПРЫСКОМ ТОПЛИВА В ЦИЛИНДР .....	84
5.1. Общее устройство системы управления двигателем .....	84
5.2. Датчики системы управления двигателем .....	88
5.3. Система непосредственного впрыска топлива .....	94
5.4. Система управления зажиганием .....	102
5.5. Система изменения фаз газораспределения .....	105
5.6. Система впуска воздуха .....	110
5.7. Система выпуска и очистки отработавших газов .....	118

5.8. Система управления вентилятором системы охлаждения.....	120
5.9. Система улавливания паров топлива .....	121
6. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДИЗЕЛЬНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ .....	125
6.1. Общее устройство системы управления двигателем.....	125
6.2. Датчики системы управления двигателем.....	127
6.3. Аккумуляторная система питания двигателя.....	133
6.4. Характеристики впрыска топлива.....	148
7. СИСТЕМА БЛОКИРОВКИ ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЯ.....	150
7.1. Общее устройство системы блокировки запуска двигателя .....	150
7.2. Работа системы блокировки запуска двигателя.....	153
8. ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ .....	155
8.1. Общие сведения о диагностике электронных систем управления.....	155
8.2. Меры безопасности при диагностике электронных систем управления двигателем.....	158
8.3. Диагностика электронных систем управления бортовыми диагностическими средствами .....	159
8.4. Диагностика электронных систем управления небортовыми диагностическими средствами.....	162
9. ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	167
9.1. Диагностические сканеры.....	167
9.2. Компьютерные сканеры .....	171
9.3. Маршрутно-диагностические компьютеры.....	179
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	183
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	184
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	187

## **ВВЕДЕНИЕ**

Интенсивный рост количества автомобилей в России приводит к возникновению проблемы загрязнения окружающего воздуха. Выходом из сложившейся ситуации может быть только создание условий для повышения технического уровня автомобильного парка страны и качества моторного топлива.

В рамках реализации положений Концепции развития автомобильной промышленности России, постановлением Правительства Российской Федерации от 12 октября 2005 г. № 609 разработан и утвержден специальный технический регламент «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ». Данным техническим регламентом с 1 января 2014 г. установлены требования экологического класса 5 (Евро-5) к выбросам вредных веществ колесных транспортных средств, выпускаемых в обращение на территории Российской Федерации.

Для решения поставленных задач несомненно необходимо совершенствовать конструкции двигателей, а также улучшать качество топлива и смазочных материалов. Опыт мировых производителей современных автомобилей и тракторов показал, что разработка и совершенствование конструкции двигателей сегодня базируется на широком внедрении электронных систем управления, которые обеспечивают точное управление подачей топлива, воздуха, зажиганием, рециркуляцией отработавших газов и др.

Широкое внедрение электронных систем управления двигателем на современных автомобилях и тракторах является, несомненно, перспективным направлением и подтверждается высоким их качеством и доступной стоимостью.

Грамотная эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт электронных систем управления автотракторных двигателей в современных условиях невозможен без глубоких знаний их устройства, работы и основ диагностирования.

## **1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ И РАБОТА ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ**

Все автотракторные двигатели, устанавливаемые на современные отечественные и зарубежные автомобили и тракторы, оснащаются электронными системами управления двигателем (ЭСУД). Данные системы обеспечивает выполнение высоких норм на токсичные выбросы при сохранении высоких динамических показателей и низкого расхода топлива.

Помимо управления топливоподачей ЭСУД управляет моментом зажигания, временем накопления энергии в катушках зажигания, частотой вращения коленчатого вала на режиме холостого хода, продувкой адсорбера системы улавливания паров бензина, вентилятором системы охлаждения двигателя, муфтой компрессора кондиционера (если он установлен), а также системой рециркуляции отработавших газов.

Кроме того, система обеспечивает надежное взаимодействие с автомобильной противоугонной системой и внешним диагностическим оборудованием.

В целом электронная система управления двигателем состоит из микропроцессорного электронного блока управления, комплекта датчиков, исполнительных устройств и соединительных проводов.

Электронный блок управления имеет встроенную систему диагностики, которая определяет характер рабочих неисправностей и сигнализирует о их наличии включением контрольной лампы «CHECK ENGINE», расположенной на панели приборов. Включение лампы «CHECK ENGINE» во время движения свидетельствует о необходимости проверки системы управления двигателем.

При возникновении неисправности электронный блок управления устанавливает резервный режим управления двигателем, позволяющий эксплуатировать автомобиль или трактор до проведения квалифицированной диагностики и ремонта.

Для контроля работоспособности системы управления двигателем имеется колодка диагностики.

Структурная схема электронной системы управления двигателем автомобиля представлена на рисунке 1.1.



Рис. 1.1. Структурная схема электронной системы управления двигателем автомобиля

Схема расположения основных элементов электронной системы управления двигателем представлена на рисунке 1.2.

Схемы электрических соединений систем управления различных двигателей представлены в приложении А.

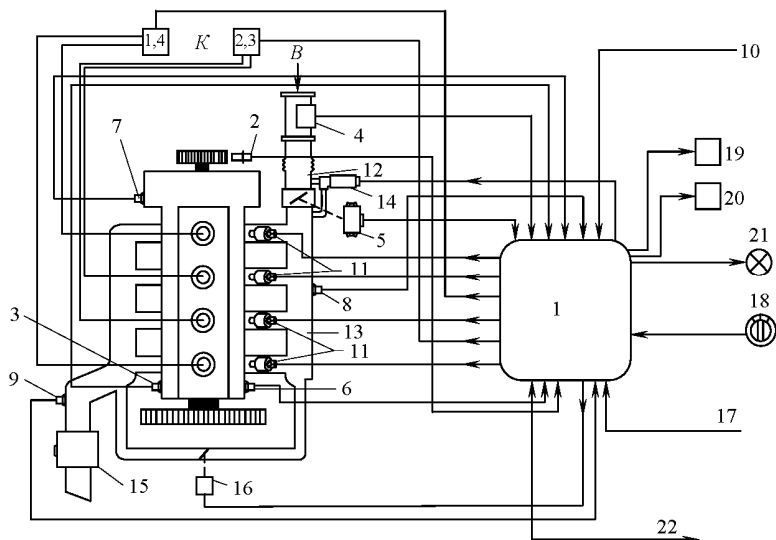


Рис. 1.2. Схема расположения основных элементов электронной системы управления двигателем:

1 - электронный блок управления двигателем; 2 - датчик положения коленчатого вала; 3 - датчик положения распределительного вала; 4 - датчик массового расхода воздуха; 5 - датчик положения дроссельной заслонки; 6 - датчик детонации; 7 - датчик температуры охлаждающей жидкости; 8 - датчик температуры воздуха; 9 - датчик кислорода; 10 - датчик скорости автомобиля; 11 - форсунки; 12 - дроссельный патрубок; 13 - ресивер; 14 - регулятор холостого хода; 15 - каталитический нейтрализатор; 16 - клапан рециркуляции отработавших газов; 17 - напряжение бортовой сети; 18 - замок зажигания; 19 - реле включения бензонасоса; 20 - реле включения питания элементов системы; 21 - контрольная лампа; 22 - диагностический канал связи; К - катушка зажигания; В - поток воздуха

## Контрольные вопросы

1. Какие преимущества имеет электронная система управления двигателем современных автомобилей?

2. Какие информационные параметры используются в электронной системе управления двигателем современных автомобилей?
3. Какими узлами управляет электронная система управления двигателем современных автомобилей?
4. Как электронная система управления двигателем сигнализирует о наличии в системе неисправностей?
5. Что происходит в электронной системе управления двигателем при возникновении неисправности?
6. Для каких целей система управления имеет колодку диагностики?

## 2. ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ

Электронный блок управления (ЭБУ, контроллер) является центральным устройством электронной системы управления двигателем, изготовленным на базе микропроцессора с определенным объемом оперативной памяти (RAM) и постоянной памяти (ROM) и представляет собой управляющий компьютер (рис. 2.1). Он получает информацию от датчиков и управляет функциональными системами, обеспечивая оптимальную работу двигателя при заданном уровне показателей автомобиля.



Рис. 2.1. Электронный блок управления

Электронный блок управления, как правило, размещается в салоне автомобиля под консолью панели приборов или на передней панели кузова (рис. 2.2). Данное расположение обеспечивает отсутствие попадания грязи, масла и влаги на его корпус.

Электронный блок управления вырабатывает сигналы управления, необходимые для функционирования следующих систем двигателя:

- *поддачи топлива*

управляет включением и выключением электробензонасоса, порядком и длительностью открытия топливных форсунок;

- *поддачи воздуха*

регулирует открытие дроссельной заслонки в соответствии с положением педали управления дроссельной заслонки, режимом ра-



боты двигателя и скоростью движения автомобиля, регулирует открытие клапана регулятора холостого хода для поддержания заданной частоты вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу;

- *управления фазами газораспределения*

управляет положением впускных и выпускных распределительных валов, обеспечивая оптимальные фазы открытия клапанов в зависимости от режимов работы двигателя;

- *зажигания*

управляет катушками зажигания, обеспечивающих искрообразование на электродах свечей зажигания, формирует угол опережения зажигания, позволяющий работать двигателю без детонации;

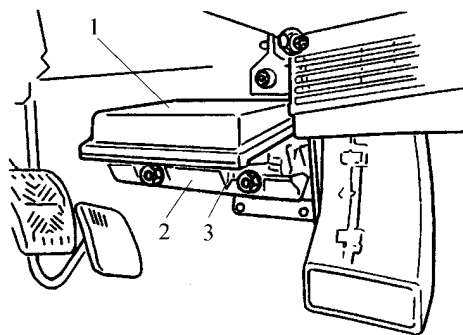


Рис. 2.2. Расположение электронного блока управления на автомобиле ВАЗ:

1 – электронный блок управления двигателем; 2 – консоль панели приборов; 3 – крепежные болты

- *управления вентилятором системы охлаждения*

управляет включением и выключением электродвигателей вентиляторов системы охлаждения или электромагнитной муфтой привода вентилятора в зависимости от температуры охлаждающей жидкости;

- *улавливания паров топлива*

управляет работой клапана продувки адсорбера в зависимости от режима работы двигателя;

- *рециркуляции отработавших газов*

управляет подачей некоторой части отработавших газов из выпускного трубопровода двигателя в его цилиндры;

- *блокирования запуска двигателя*

обменивается информацией с противоугонной системой и блокирует пуск двигателя в случае несанкционированного доступа к автомобилю;

- *управления кондиционером*

управляет включением и выключением компрессора системы кондиционирования в зависимости от режима работы двигателя.

Электронный блок управления также управляет включением и выключением главного реле, которое подает питание на элементы электронной системы управления двигателем (кроме электробензонасоса, катушек зажигания и электроклапана). Главное реле включается при включении зажигания и выключается при его выключении с задержкой на некоторое время, необходимое для подготовки к следующему включению (завершение вычислений, установка регулятора холостого хода в положение, соответствующее запуску двигателя).

Электронный блок управления имеет устройства связи с датчиками системы и исполнительными механизмами, выполняет функцию самодиагностики системы и обладает аварийным (резервным) режимом работы, включающемся в случае повреждения датчиков. При наличии неисправностей элементов системы он сигнализирует о них водителю лампой «CHECK ENGINE», расположенной на панели приборов, и сохраняет в своей памяти коды, обозначающие характер неисправности. Он имеет возможность через диагностический разъем подключения к внешнему диагностическому устройству или к ЭВМ.

Электронный блок управления имеет встроенные запоминающие устройства или электронную память, включающую три типа памяти:

- постоянное запоминающее устройство (ПЗУ);
- оперативное запоминающее устройство (ОЗУ);
- электрически программируемое запоминающее устройство (ЭПЗУ).

В постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ) электронного блока управления хранится программа управления, настроенная на конкретную комплектацию системы управления, содержащая последовательность рабочих команд, а также калибровочную информацию. Калибровочная информация представляет собой данные управления впрыском, зажиганием, холостым ходом и т.п., зависящие от параметров автомобиля, его двигателя и других факторов.

Эта память является энергонезависимой, и ее содержимое сохраняется при отключении питания. Информация, хранящаяся в ПЗУ, не может быть перезаписана или удалена из ПЗУ.

Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) используется электронным блоком управления для временного хранения измеряемых параметров и результатов вычислений, корректирующих настройки системы под условия работы двигателя, а также кодов неисправностей. Электронный блок управления по мере необходимости может вносить в ОЗУ или считывать данные алгоритмов самообучения, хранить их и обновлять.

Эта память является энергозависимой. Для хранения информации ОЗУ требует бесперебойного питания от бортовой сети автомобиля. Необходимо помнить, что при отключении аккумуляторной батареи диагностические коды неисправностей, расчетные данные и данные самообучения, содержащиеся в ОЗУ, стираются. Потеря информации, хранящейся в ОЗУ, может привести к временному ухудшению эксплуатационных свойств автомобиля.

Электрически программируемое запоминающее устройство (ЭПЗУ) электронного блока управления используется для временного хранения информации, связанной с начальными настройками системы управления по критериям токсичности, кодов-паролей автомобильной противоугонной системы (АПС), а также данных паспортного характера.

Информация в ЭПЗУ является энергонезависимой и может храниться при отключении питания электронного блока управления.

### **Контрольные вопросы**

1. Для чего предназначен электронный блок управления системы управления двигателем и где он устанавливается?
2. Функционирование каких систем двигателя обеспечивает электронный блок управления?
3. Какие дополнительные функции осуществляет электронный блок управления во время работы?
4. Какие типы памяти имеет электронный блок управления и для чего они предназначены?
5. Какие типы памяти электронного блока управления являются энергонезависимыми?

### 3. ДАТЧИКИ

#### 3.1. Датчик положения коленчатого вала

Датчик положения коленчатого вала (ДПКВ) предназначен для определения углового положения коленчатого вала двигателя и синхронизации работы электронного блока управления с рабочим процессом двигателя, а также для определения частоты вращения коленчатого вала.

Датчик положения коленчатого вала индуктивного типа (рис. 3.1) установлен в передней части двигателя с правой стороны на расстоянии 0,5...1,5 мм от задающего зубчатого диска, закрепленного на коленчатом валу.



а) автомобилей ГАЗ



б) автомобилей ВАЗ

Рис. 3.1. Датчик положения коленчатого вала

Датчик положения коленчатого вала (рис. 3.2) представляет собой электромагнитную катушку с обмоткой 1, постоянным магнитом 3 и сердечником 7, выполненным из магнито-мягкого материала. Сопротивление обмотки датчика составляет 850...900 Ом. Корпус 2 датчика изготовлен из высокопрочной пластмассы и для крепления к двигателю имеет кронштейн 6. Датчик представляет собой неразборную конструкцию, имеющую соединительный провод 5 с трехконтактной вилкой либо трехконтактный разъем.

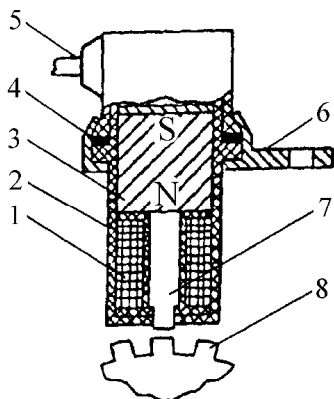


Рис. 3.2. Конструкция датчика положения коленчатого вала:

1 - обмотка датчика; 2 - корпус; 3 - магнит; 4 - уплотнитель; 5 - соединительный кабель; 6 - кронштейн крепления; 7 - магнитопровод; 8 - задающий диск

Датчик работает совместно с задающим диском 8, установленным на шкиве коленчатого вала. Задающий диск выполнен из магнито-мягкого материала и представляет собой зубчатое колесо с 58 зубьями, расположенными на его периферии с шагом  $6^\circ$ . Прохождение зубьев задающего диска 8 мимо торца магнитопровода 7 датчика вызывает изменение в магнитопроводе магнитного потока и приводит к возникновению импульсов напряжения переменного тока в его обмотке (рис. 3.3). Импульсы напряжения датчика двухполярные, имеют форму двух пикообразных полуволн, симметрично расположенных относительно нулевого значения. Нулевое значение импульса соответствует центру каждого зуба задающего диска.

Для определения верхней мертвой точки 1-го и 4-го цилиндров начало первого и конец последнего зубьев задающего диска разделены широкой впадиной, образованной пропущенными 59 и 60 зубьями, при прохождении которой мимо торца магнитопровода датчика в его сигнале образуется небольшой всплеск с большим в три раза периодом прохождения фронта.

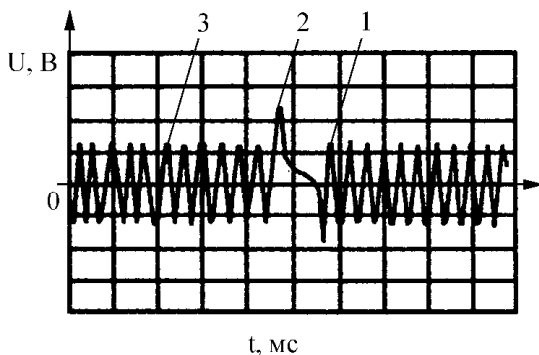


Рис. 3.3. Характер сигнала датчика положения коленчатого вала при его постоянной частоте вращения:

1 - импульс, образующийся при прохождении первого зуба задающего диска; 2 - импульс, образующийся при прохождении последнего (58) зуба задающего диска; 3 - импульсы датчика

Переменный ток, образующийся в обмотке датчика положения коленчатого вала, передается в электронный блок управления, который по количеству и частоте следования импульсов напряжения определяет положение и частоту вращения коленчатого вала и рассчитывает моменты срабатывания форсунок и зажигания.

Для снижения уровня помех соединительный провод датчика положения коленчатого вала защищен экраном, замкнутым на массу через электронный блок управления.

При возникновении неисправности в цепи датчика положения коленчатого вала или выходе его из строя двигатель перестает работать, электронный блок управления заносит в свою память код неисправности и включает лампу «CHECK ENGINE», сигнализируя о неисправности.

Неисправный датчик подлежит замене.

### 3.2. Датчик положения распределительного вала

Датчик положения распределительного вала (ДППВ) предназначен для определения верхней мертвой точки в 1-м цилиндре в

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)