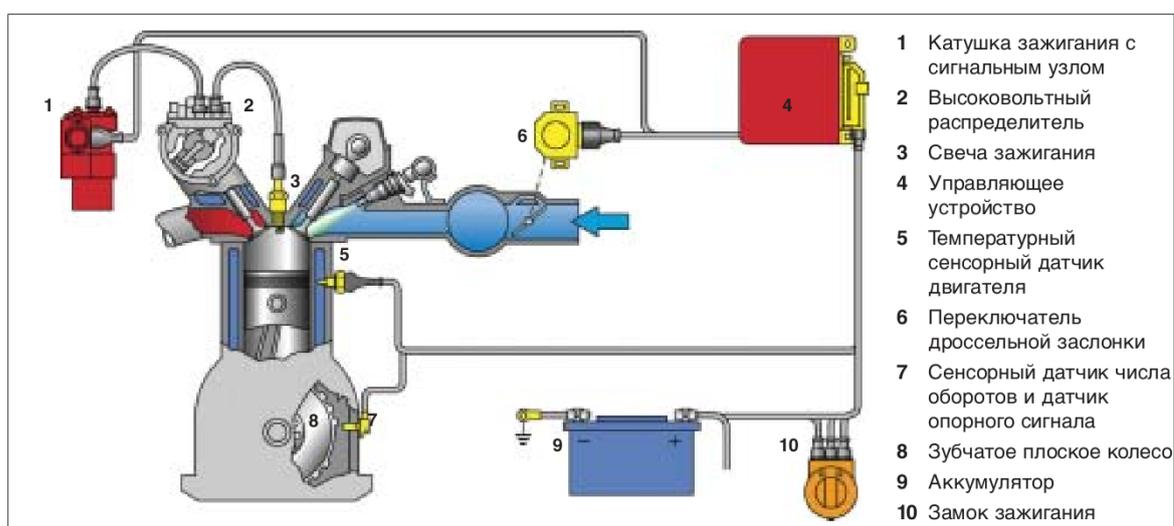


# Электронное зажигание (EZ) и полное электронное зажигание (VZ)

Рассмотрим устройство и принцип действия, а также возможные неисправности и способы диагностики.

Для максимального обеспечения оптимального режима работы двигателя недостаточно располагать простыми регулировочными графиками установки центробежного регулятора и разрежения, применяемых в обычном распределителе зажигания.

Поэтому в электронной системе зажигания для определения момента зажигания используются сигналы сенсорного датчика. Они делают механическую установку момента зажигания ненужной. Для включения разряда в блоке управления производится оценка сигнала числа оборотов и дополнительно сигнала нагрузки. На основании этих величин рассчитывается оптимальная установка момента зажигания, и в виде выходного сигнала передаётся на переключающее устройство.



Сигнал вакуумного сенсорного датчика используется для зажигания как сигнал нагрузки. На основании этого сигнала происходит построение объёмного поля угла опережения зажигания. Это поле позволяет запрограммировать для каждого числа оборотов и нагрузки наиболее выгодный угол опережения зажигания. В каждом поле предусмотрено до 4000 различных значений угла опережения зажигания. То есть существуют различные графики для определённых режимов

работы двигателя. Если дроссельная заслонка закрыта, то выбирается график для режима холостого / принудительного холостого хода. Тем самым становится возможным стабилизация режима холостого хода, а в режиме принудительного холостого хода учесть условия езды и величину ОГ. При полной нагрузке выбирается самый выгодный угол опережения зажигания с учётом границы детонации.

### *Входной сигнал*

---

Двумя важнейшими величинами для определения момента зажигания являются число оборотов и давление в выпускном газопроводе. Но существуют и другие сигналы, которые определяются в управляющем устройстве и предназначены для корректировки момента зажигания.

#### **Число оборотов и положение коленчатого вала.**

Для определения числа оборотов и положения коленчатого вала наиболее часто применяется индуктивный сенсорный датчик, который снимает

информацию с зубчатого венца коленчатого вала. Вследствие изменяющегося магнитного потока индуцируется переменное напряжение, оценка которого происходит в управляющем устройстве. Для определения положения коленчатого вала на зубчатом венце имеется выемка. На основании изменения сигнала управляющее устройство распознаёт положение выемки.

**Давление выпускного газопровода (нагрузка)** Для определения давления в выпускном газопроводе используется сенсорный датчик давления выпускного газопровода. Он связан шлангом с выпускным газопроводом. Наряду с этим «косвенным измерением давления

выпускного газопровода» для определения нагрузки особенно подходит объём засасываемого воздуха или количество воздуха в единицу времени. В двигателях с электронным впрыскиванием топлива сигнал, используемый впрыскивающим устройством, может быть использован также для системы зажигания.

#### **Положение дроссельной заслонки**

Положение дроссельной заслонки определяется переключателем дроссельной заслонки. Оттуда приходит сигнал переключения в режиме холостого хода или при полной нагрузке.

#### **Температура**

С помощью температурного сенсорного датчика, установленного в охлаждающем контуре двигателя, определяется температура двигателя, и сигнал передаётся далее в управляющее устройство. Дополнительно, или вместо температуры двигателя, при помощи специального сенсорного датчика может определяться температура всасываемого воздуха.

### *Обработка сигнала*

---

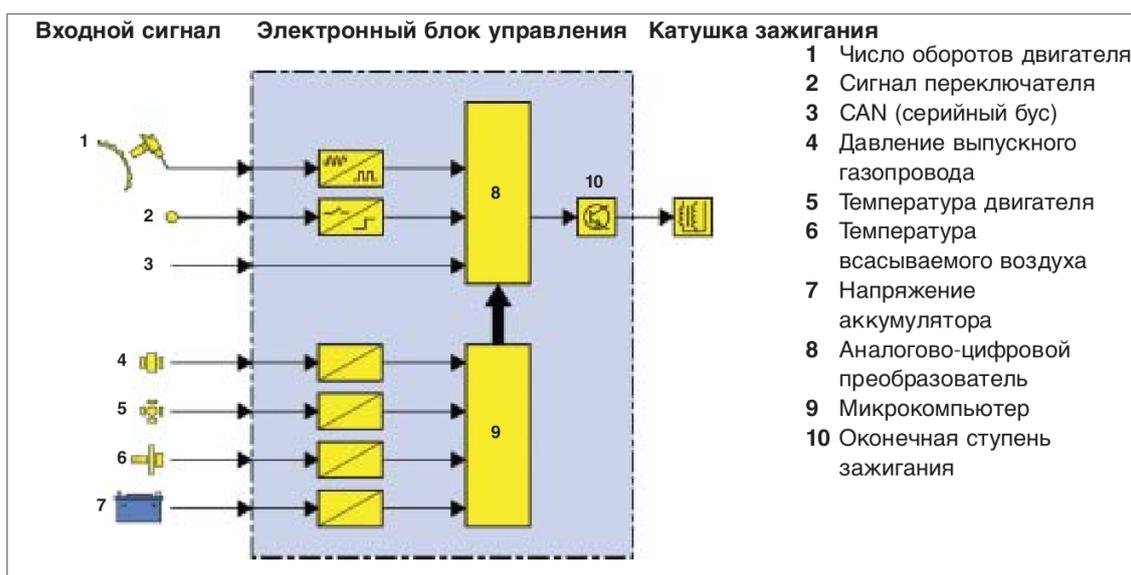
#### **Напряжение аккумулятора**

Напряжение аккумулятора также учитывается блоком управления в качестве корректирующей величины.

Цифровые сигналы сенсорного датчика коленчатого вала (число оборотов и положение коленчатого вала), а также сигналы переключателя дроссельной заслонки обрабатываются непосредственно в управляющем устройстве.

Аналоговые сигналы сенсорного датчика давления в выпускном газопроводе и температурного сенсорного датчика, а также сигнал величины напряжения аккумуляторной батареи преобразуются в цифровые сигналы в аналогово-цифровом преобразователе. В управляющем устройстве для каждого зажигания в любом режиме работы двигателя рассчитывается и уточняется момент зажигания.

Оконечный усилительный каскад управляющего устройства включает первичную обмотку катушки зажигания. Благодаря управлению временем замыкания, величина напряжения вторичной обмотки остаётся почти постоянной, и не зависит от числа оборотов и напряжения аккумулятора.



Для определения нового времени замыкания, соответствующего каждому числу оборотов и напряжению аккумулятора, необходимо другое знаковое поле: поле угла замкнутого состояния.

Оно строится так же, как и поле угла опережения зажигания. По трём осям – число оборотов, напряжение аккумулятора и угол замкнутого состояния – строится объёмная сетка, на основании которой производится расчёт соответствующего времени замыкания.

Использование такового сеточного поля угла опережения зажигания позволяет очень точно дозировать расход энергии, накопленной в катушке зажигания, как и при регулировании угла опережения зажигания.

Кроме окончательной ступени зажигания, через управляющее устройство могут выдаваться также и другие сигналы. Это могут быть сигналы числа оборотов и сигналы режима работы для других блоков управления – например, для впрыскивания топлива, а также для диагностики – или исполнительные команды на реле.

Электронное зажигание особенно оправдывает своё применение в сочетании с другими функциями управления работой двигателя. В сочетании с электронным впрыскиванием оно составляет в блокеуправления систему Мотроник.

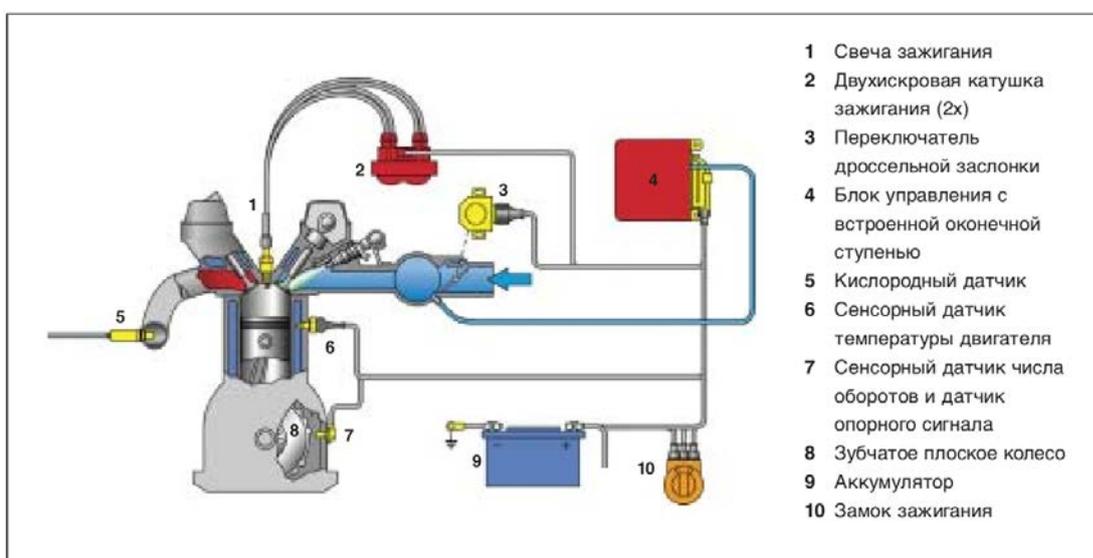
Стандартным является также сочетание электронного зажигания с регулированием детонации, так как, за счёт установки более позднего угла опережения зажигания можно предотвратить детонацию двигателя самым простым, самым быстрым и самым надёжным способом.

### *Полное электронное зажигание*

---

Полное электронное зажигание отличается от электронного зажигания распределением высокого напряжения.

Электронное зажигание работает по принципу ротационного распределения высокого напряжения – с помощью распределителя зажигания – в то время, как полное электронное зажигание работает по принципу покоя, то есть электронного распределения высокого напряжения.



### *Из этого следует целый ряд преимуществ:*

---

- не требуется никаких вращающихся деталей
- низкий уровень шума
- очень незначительный уровень помех, так как нет открытых источников искрообразования
- уменьшается число проводников, находящихся под высоким напряжением
- существует ряд преимуществ с точки зрения моторостроителей

### *Распределение напряжения при полном электронном зажигании*

---

Двухискровые катушки зажигания

В системах с двухискровыми катушками зажигания одна катушка зажигания обеспечивает высоким напряжением две свечи зажигания. Так как катушка зажигания вырабатывает две искры одновременно, то одна свеча зажигания должна попадать в рабочий такт цилиндра, а другая, со смещением на  $360^\circ$ , в такт выпуска.

Например, в четырёхцилиндровом двигателе к одной катушке зажигания подключены цилиндры 1 и 4, а также цилиндры 2 и 3. Управляются катушки зажигания оконечным каскадом зажигания управляющего устройства.

Управляющее устройство получает от сенсорного датчика коленчатого вала сигнал ВМТ для того, чтобы начать управление правильной катушкой зажигания.

### Одноискровые катушки зажигания

В системах с одноискровыми катушками зажигания каждому цилиндру соответствует одна катушка зажигания. Эти катушки зажигания размещены, как правило, на головке цилиндра над свечой зажигания. Управление происходит в порядке, определяемом управляющим устройством.

Управляющему устройству с одноискровой системой зажигания, помимо сенсорного датчика коленчатого вала, необходим также сенсорный датчик распределительного вала для того, чтобы различить ВМТ сжатия и ВМТ газообмена. Переключение одноискровой катушки зажигания идентично переключению обычной катушки зажигания.

Во вторичный контур в качестве дополнительной детали включён высоковольтный диод для подавления так называемой возвратной искры. Эта нежелательная искра, вызываемая напряжением самоиндукции, возникающим во вторичной обмотке при включении первичной обмотки, подавляется диодом. Возможно, что вторичное напряжение возвратной искры будет иметь полярность, противоположную полярности искры зажигания. Тогда диод запирается в этом направлении.

В одноискровых катушках зажигания второй выход вторичной обмотки через клемму 4а замкнут на массу. Для контроля зажигания в проводник, ведущий на массу, включено измерительное сопротивление, которое измеряет падение напряжения, вызываемое протеканием тока зажигания во время искрового перекрытия.

Одноискровые катушки зажигания имеют различную конструкцию. Например, в виде отдельных катушек зажигания (например, в автомобилях БМВ) или в виде катушечных блоков, у которых одиночные катушки зажигания собраны в одном пластмассовом корпусе (например, автомобиль Опель).

### *Возможные неисправности и диагностика*

---

Как правило, существует ряд неисправностей, которые повторяются во всех видах устройств зажигания, причём неоднократно. Эти неисправности охватывают как совершенно экстремальные ситуации, когда двигатель больше не запускается, или работает с перебоями вплоть до пропуска вспышек в цилиндрах, стука, ошибочного зажигания или потери мощности.

Эти неисправности могут возникать как при всех режимах работы двигателя, так и при одном определённом режиме, а также под влиянием внешних факторов, например, когда двигатель перегрелся или, наоборот, остыл, или в условиях высокой влажности.

Если в системе зажигания возникает неисправность, то тогда начинаются долгие поиски причины. Чтобы избавить себя от напрасной работы, нужно и в этом случае начать с визуальной проверки:

- все ли разъёмы и проводники правильно подключены и проведены?
- все ли кабели в порядке (например, нет ли воздействия грызунов)?
- все ли свечи зажигания, проводники и разъёмы в порядке?
- каково состояние распределителя зажигания и бегунка распределителя зажигания?
- подключены ли, если есть, измерительные проводники, нет ли следов окисления?

### *Подключение Осциллографа*

---

Если во время визуальной проверки неисправности или каких-либо недостатков не обнаружено, то рекомендуется проверить систему зажигания с помощью осциллографа. При оценке осциллограмм первичной и вторичной обмоток необходимо получить информацию обо всех составных частях системы зажигания.

При электронном зажигании с ротационным распределением напряжения подключение осциллографа не представляет трудностей. Здесь все проводники высокого напряжения доступны. Измерительные проводники осциллографа через клемму 4 и зажим триггера можно подключить, что называется, напрямую. Это действительно также для одноискровых катушек зажигания, которые не установлены сверху свечей зажигания. И в этом случае высоковольтные провода, как правило, открыты для доступа.

Задача осложняется в том случае, когда мы имеем дело с одноискровыми катушками зажигания, которые установлены вместе со свечами зажигания. Используя комплект переходных проводников, можно снять осциллограммы первичных и вторичных обмоток для всех цилиндров одновременно (например, автомобиль БМВ). Если под руками нет комплекта переходных проводников, можно, изготовив вспомогательный кабель, снять вторичную осциллограмму. Вспомогательный кабель можно изготовить из свечного колпачка, который подходит к свече зажигания, отрезка проводника зажигания и разъёма, который подходит к катушке зажигания. Затем нужно снять катушку зажигания и подключить изготовленный кабель между свечой зажигания и катушкой.

К вспомогательному кабелю можно подключить зажим вторичной обмотки. Изображение осциллографа можно сохранить, а затем повторить все операции на других цилиндрах. В заключение можно сравнить все изображения.

Если в одноискровой катушке зажигания размещён оконечный каскад (например, Фольксваген FSI), то измерить первичное напряжение невозможно. Управляющее устройство будет продолжать посылать импульсы управления на катушку зажигания. В этом случае с помощью токоизмерительного зажима можно измерить ток в первичной обмотке, подключив его к плюсу или к массе катушки зажигания. Для измерения напряжения вторичной обмотки снова

понадобится вспомогательный кабель, которому подключается осциллоскоп. Эти системы зажигания оснащены устройством распознавания пропуска цилиндров, которые способны определить возможный пропуск цилиндров. На автомобилях с двойным зажиганием и одноискровыми катушками зажигания (например, автомобиль Смарт) можно с помощью двухканального осциллоскопа вывести на экран как напряжение первичной, так и напряжение вторичной обмотки.

### Другие способы проверки одноискровых катушек зажигания

Другим способом проверки является измерение сопротивления. Основной сложностью в случае с одноискровыми катушками зажигания с высоковольтным диодом является то, что провести измерения можно только в отношении первичной обмотки и связанного с нею контура.

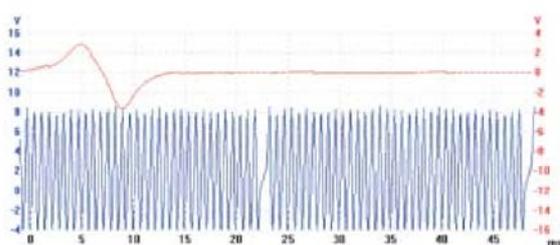
В этом случае можно предпринять следующие действия:

Подключить вольтметр последовательно со вторичной обмоткой катушки зажигания и каким нибудь аккумулятором. Если аккумулятор подключён в том направлении, когда диод открыт, то вольтметр должен показать напряжение аккумулятора. При изменении полярности подключения, когда диод заперт, вольтметр не должен ничего показывать. Если нет показания напряжения в обоих направлениях, то можно говорить о том, что вторичный контур имеет обрыв. Если вольтметр показывает напряжение в обоих направлениях, это значит, что диод неисправен.

### Проверка сенсорных датчиков

Так как для работы электронного зажигания безусловно необходимы сигналы сенсорного датчика коленчатого вала и сенсорного датчика распределительного вала, то их проверка в ходе поиска неисправности обязательна. В этом случае можно снова вывести изображение сигналов на экран осциллоскопа.

Двухканальный осциллоскоп позволяет вывести и изобразить на экране оба сигнала одновременно



Сенсорный датчик распределительного вала рядом с сенсорным датчиком коленчатого вала

Другим важным сенсорным датчиком для определения момента зажигания является сенсорный датчик детонационного сгорания. Сенсорный датчик детонационного сгорания также можно проверить с помощью осциллоскопа. Для этого следует подключить осциллоскоп и слегка постучать металлическим предметом (молоток, гаечный ключ) по двигателю в районе размещения датчика

## *Проверка с помощью прибора сенсорных датчиков*

---



В зависимости от типа автомобиля и прибора для диагностики можно выявить неисправность в системе зажигания.

Неисправность для диагностики датчиков или катушки зажигания – если есть функция определения пропуска цилиндров – могут быть зарегистрированы в банке неисправностей.

При проведении всех работ по проверке системы зажигания не следует оставлять без внимания тот факт, что неисправности, которые определены во время проверки с помощью осциллографа, могут быть объяснены не только неисправностью электронных систем, но и неисправностями механических частей двигателя. Это происходит, например, когда в одном из цилиндров слишком мала компрессия, и вследствие этого напряжение зажигания, показанное на экране осциллографа, несколько меньше, чем напряжение зажигания других цилиндров.