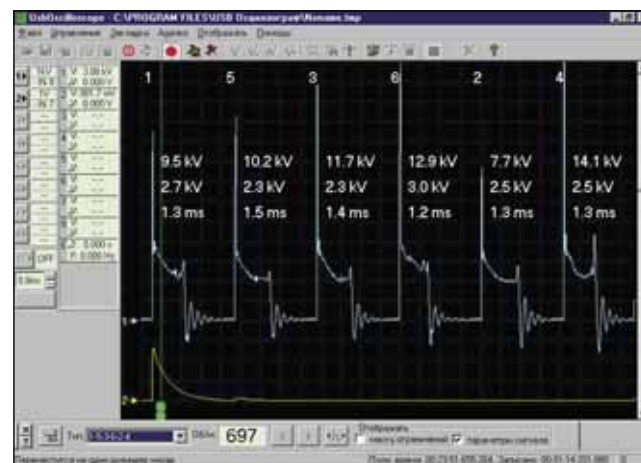


Измерение **высокого** напряжения в системах зажигания автомобилей

В настоящее время невозможно продиагностировать систему зажигания современного автомобиля без мотортестера. Мотортестер – это устройство, способное отображать осциллограмму высокого напряжения системы зажигания, кроме того, в реальном времени отображающее параметры импульсов зажигания, такие как пробивное напряжение, время и напряжение горения искры. Основой любого современного мотортестера является цифровой осциллограф. Рассмотрим процесс диагностики различных типов систем зажигания бензиновых двигателей с помощью USB Autoscope – осциллографа с функциями мотортестера.

Любая неисправность в системе зажигания, как в первичной, так и во вторичной цепи, определенным образом влияет на форму и параметры импульса высокого напряжения во вторичной цепи системы зажигания. Кроме того, форма и параметры импульса высокого напряжения во вторичной цепи системы зажигания зависят так же от угла опережения зажигания, частоты вращения коленчатого вала, угла открытия дроссельной заслонки, давления наддува, состава рабочей смеси и т.д. Наблюдая осциллограмму высокого напряжения системы зажигания, можно продиагностировать систему зажигания, а так же выявить неисправности в других системах двигателя.

Неисправности системы зажигания могут проявляться либо постоянно (постоянные), либо только на некоторых режимах работы двигателя (спорадические). Выявить постоянную неисправность значительно проще, чем спорадическую, так как сделать это можно стационарно. Спорадические неисправности системы зажигания в большинстве случаев можно выявить только путем диагностики в динамике, то есть на движущемся автомобиле,



так как проявляются такие неисправности только при определенных режимах работы двигателя, когда требуется повышенная энергия и напряжение зажигания. Для проведения такой диагностики, диагност должен подсоединить мобильный мотортестер к системе зажигания автомобиля и диагностировать ее сидя в пассажирском кресле автомобиля. Водитель при этом должен создавать критические условия работы системы зажигания путем резкого полного открытия дроссельной заслонки на повышенных передачах, начиная от самых низких оборотов двигателя. Для проведения диагностики системы зажигания в движении, мотортестер должен быть мобильным.

Существует несколько типов систем зажигания и вариантов их исполнения. Для проведения их диагностики понадобятся высоковольтные датчики различных типов конструкции и способов подключения. Конструкция мотортестера должна предусматривать возможность диагностирования всех типов систем зажигания.

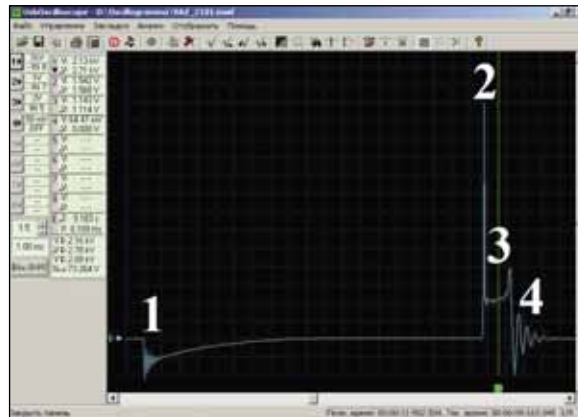
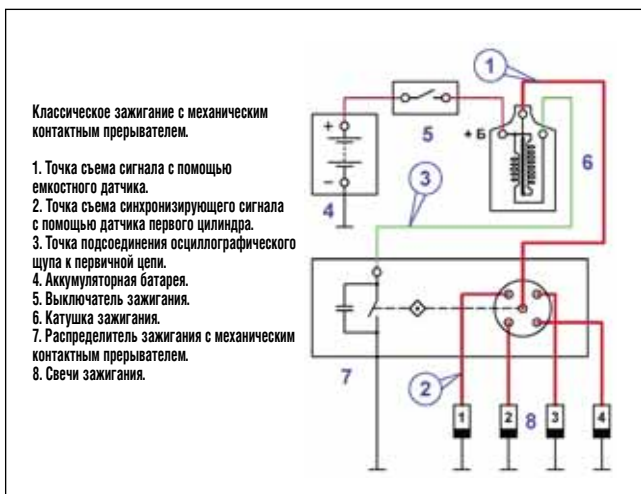
Рассмотрим процесс диагностики различных типов систем зажигания бензиновых двигателей с помощью USB Autoscope.



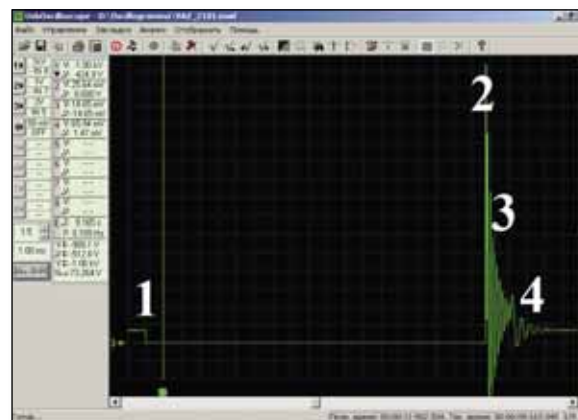
Классическое зажигание

Система зажигания с механическим распределением высокого напряжения по цилиндрам устанавливалась практически до 90-х годов. Классическое зажигание состоит из следующих элементов: катушка зажигания, распределитель зажигания, свечи зажигания, высоковольтные провода и элементы управления первичной цепью катушки зажигания. Способы управления первичной цепью катушки зажигания в зависимости от ее сложности могут быть различными: контактное зажигание, контактно-транзисторное, бесконтактное транзисторное зажигание, электронное зажигание. В контактном зажигании ток в первичной цепи катушки зажигания управляет механический контактный прерыватель. В контактно-транзисторном зажигании механический контактный прерыватель управляет силовым транзистором, который замыкает и размыкает первичную цепь катушки зажигания. В бесконтактном транзисторном и электронном зажигании в качестве задающих датчиков могут быть применены датчик Холла, датчик индукционного типа либо оптический датчик, которые могут быть установлены как в корпусе распределителя зажигания, так и за его пределами.

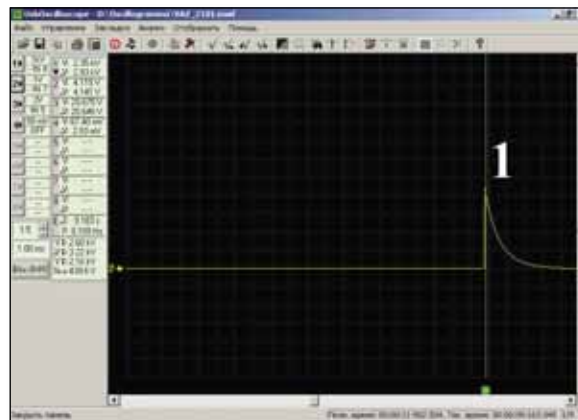
Во время работы двигателя электрический ток от положительного вывода аккумуляторной батареи поступает



Осциллограмма напряжения во вторичной цепи классической системы зажигания с механическим контактным прерывателем.
 1. Начало накопления энергии в магнитном поле катушки зажигания (момент замыкания контактов прерывателя).
 2. Пробой искрового промежутка между электродами свечи зажигания и начало горения искры (момент размыкания контактов прерывателя).
 3. Участок горения искры.
 4. Конец горения искры и начало затухающих колебаний.



Осциллограмма напряжения в первичной цепи классической системы зажигания с механическим контактным прерывателем.
 1. Момент замыкания контактов прерывателя (начало накопления энергии в магнитном поле катушки зажигания).
 2. Момент размыкания контактов прерывателя (пробой искрового промежутка между электродами свечи зажигания и начало горения искры).
 3. Участок горения искры.
 4. Конец горения искры и начало затухающих колебаний.



Осциллограмма синхронизирующего импульса датчика первого цилиндра.
 1. Пробой искрового промежутка между электродами свечи зажигания первого цилиндра (момент размыкания контактов прерывателя).

на клемму 15 низкого напряжения катушки зажигания. При замкнутой цепи первичной обмотки катушки зажигания электрический ток течет через первичную обмотку катушки зажигания на "массу" автомобиля. За счет этого в катушке зажигания образуется магнитное поле, в котором накапливается энергия зажигания. Из-за наличия индуктивности и сопротивления рост электрического тока в первичной обмотке происходит постепенно. В момент размыкания цепи, ток в первичной обмотке катушки зажигания быстро прерывается, вследствие чего на обмотках катушки индуцируется высокое напряжение, пропорциональное количеству витков. Высокое напряжение, создаваемое во вторичной обмотке катушки зажигания, подается на центральную клемму распределителя зажигания. Вращающийся ротор распределителя образует электрическое соединение между этой центральной клеммой и высоковольтным проводом свечи зажигания того цилиндра, поршень которого находится в конце такта сжатия, обеспечивая тем самым искрообразование в нужном цилиндре.

Для проведения диагностики классического зажигания по первичному напряжению, необходимо снять осциллограмму напряжения на первичной обмотке катушки зажигания путем подсоединения осциллографического щупа к первичной цепи катушки зажигания.

Для проведения диагностики классического зажигания по вторичному напряжению, емкостной датчик должен быть установлен на высоковольтный провод идущий от катушки зажигания к крышке распределителя зажигания, датчик первого цилиндра – на высоковольтный провод первого цилиндра.

Теперь, после пуска двигателя и включения режима Ignition_Classic программа UsbOscilloscope начнет отображать "парад цилиндров" и параметры импульсов зажигания: пробивное напряжение, время и напряжение горения искры для каждого цилиндра индивидуально.

Контактно-транзисторное зажигание

В исправной системе зажигания, значения параметров импульсов высокого напряжения находятся в таких диапазонах:

- напряжение пробоя – в среднем 7-10 kV;
- напряжение горения искры – 1-2 kV;
- время горения искры ~ 1,5 ms.

При этом нужно знать, что для отдельно взятого цилиндра напряжение пробоя может значительно изменяться, а время и напряжение горения искры имеют почти неизменные значения на установившихся режимах работы двигателя. Классическое зажигание с катушкой, встроенной в распределитель зажигания

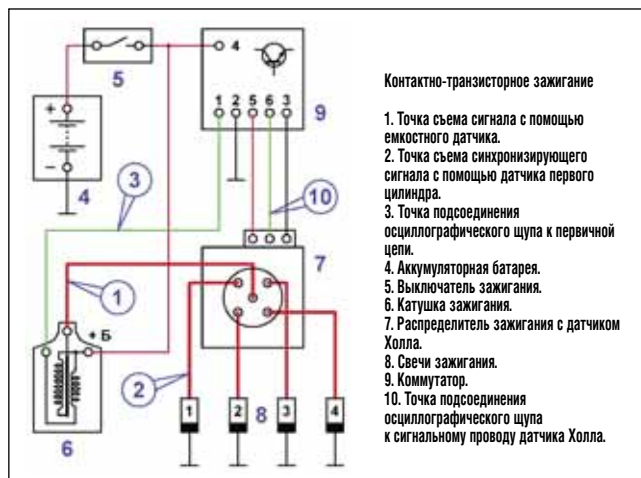
От классического зажигания, эта система отличается расположением катушки зажигания внутри корпуса распределителя зажигания. Такие системы применялись на некоторых автомобилях производства Кореи и Японии.

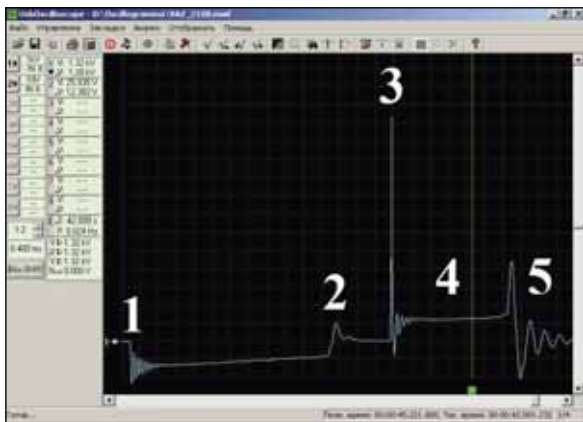
Для диагностики классической системы зажигания с катушкой зажигания, расположенной внутри корпуса распределителя зажигания по вторичному напряжению, необходимо установить емкостную пластину на высоковольтный провод катушки зажигания, вмонтированный в корпус крышки распределителя, а датчик первого цилиндра установить на высоковольтный провод первого цилиндра.

Теперь, после пуска двигателя и включения режима Ignition_Classic программа UsbOscilloscope начнет отображать "парад цилиндров" и параметры импульсов зажигания: пробивное напряжение, время и напряжение горения искры для каждого цилиндра индивидуально. Спаренное классическое зажигание

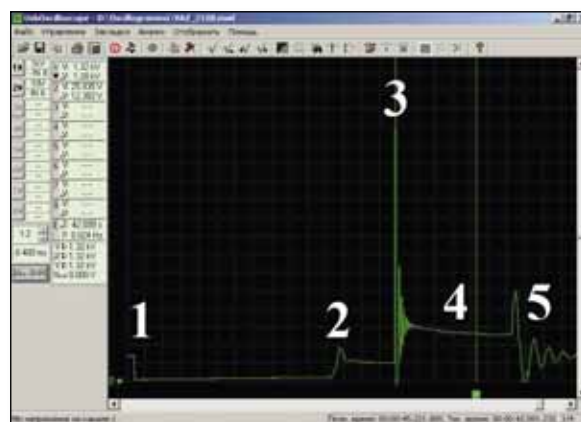
12-цилиндровые и некоторые 8-цилиндровые быстроходные двигатели производства до 90-х годов (AUDI V83.6 quattro/4.2 quattro; BMW 750i) оснащались спаренными классическими системами зажигания. Такие системы состоят из двух независимых классических систем зажигания, каждая из которых обслуживает половину цилиндров двигателя.

Спаренное классическое зажигание при проведении диагностики необходимо рассматривать как две независимые системы классического зажигания и диагностировать их поочередно. Процесс диагностики каждой из них аналогичен диагностике классического зажигания.





Оциллограмма напряжения во вторичной цепи классической контактно-транзисторной системы зажигания.
 1. Начало накопления энергии в магнитном поле катушки зажигания (момент открытия силового транзистора коммутатора).
 2. Момент перехода коммутатора в режим ограничения тока в первичной цепи (по достижении тока в первичной обмотке катушки зажигания равного около 8А, коммутатор переходит в режим ограничения тока на этом уровне).
 3. Пробой искрового промежутка между электродами свечи зажигания и начало горения искры (момент закрытия силового транзистора коммутатора).
 4. Участок горения искры.
 5. Конец горения искры и начало затухающих колебаний.



Оциллограмма напряжения в первичной цепи классической контактно-транзисторной системы зажигания.
 1. Момент открытия силового транзистора коммутатора (начало накопления энергии в магнитном поле катушки зажигания).
 2. Момент перехода коммутатора в режим ограничения тока в первичной цепи (по достижении тока в первичной обмотке катушки зажигания равного около 8А, коммутатор переходит в режим ограничения тока на этом уровне).
 3. Момент закрытия силового транзистора коммутатора (пробой искрового промежутка между электродами свечи зажигания и начало горения искры).
 4. Участок горения искры.
 5. Конец горения искры и начало затухающих колебаний.

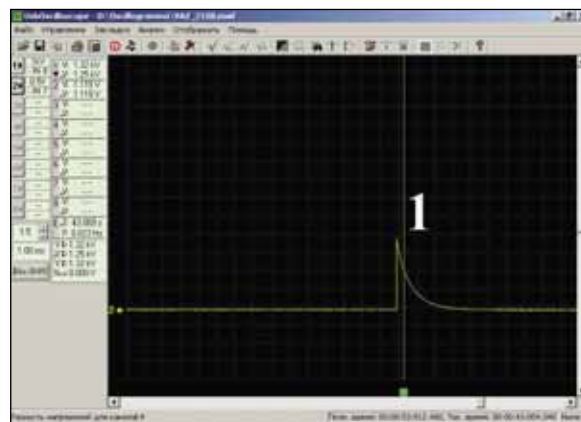
Двойное классическое зажигание

Некоторые двигатели оснащались двойной классической системой зажигания (NISSAN BLUEBIRD), благодаря чему существенно снижался риск детонационного сгорания, и повышалась надежность работы двигателя в целом. Каждый цилиндр такого двигателя оснащен двумя свечами зажигания.

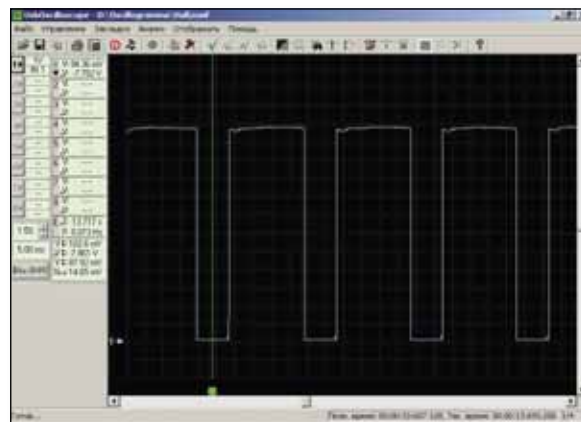
Классическое двойное зажигание состоит из двух катушек зажигания и одного распределителя зажигания с двойным разносчиком зажигания.

Двойное классическое зажигание при проведении диагностики необходимо рассматривать как две независимые системы классического зажигания и диагностировать их поочередно. Процесс диагностики каждой из них аналогичен диагностике классического зажигания.

(продолжение следует)



Оциллограмма синхронизирующего импульса датчика первого цилиндра.
 1. Пробой искрового промежутка между электродами свечи зажигания первого цилиндра (момент замыкания контактов прерывателя).



Оциллограмма выходного сигнала датчика Холла.