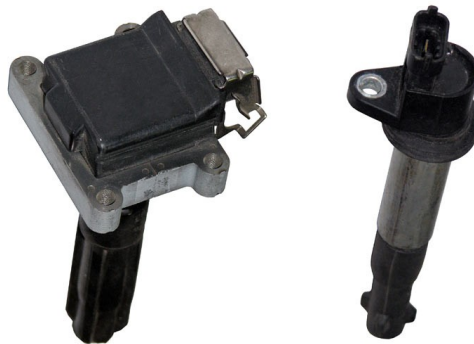


Индивидуальное зажигание

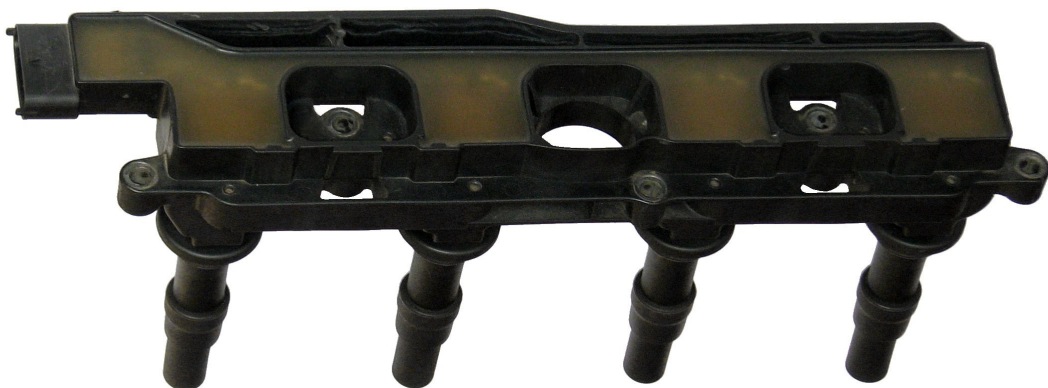
На большинстве современных бензиновых двигателей применяются системы индивидуального зажигания. Данная система зажигания отличается от классического зажигания и от DIS системы зажигания тем, что каждая свеча зажигания в такой системе обслуживается собственной (индивидуальной) катушкой зажигания.

В зависимости от устройства сердечника, индивидуальные катушки зажигания делятся на два типа – компактные, и стержневые.



*Компактная (слева) и стержневая (справа)
индивидуальные катушки зажигания, устанавливаемые
непосредственно над свечами зажигания.*

Конструктивно, индивидуальные катушки зажигания могут быть выполнены как отдельные элементы, либо объединены в модули по две, три или четыре катушки зажигания в одном модуле.



*Модуль зажигания, состоящий из четырёх компактных индивидуальных катушек
зажигания. Модуль устанавливается непосредственно над свечами зажигания.*

В большинстве случаев, индивидуальные катушки зажигания устанавливаются непосредственно над свечами зажигания. Но встречаются двигатели, где катушки зажигания соединены со свечами зажигания посредством высоковольтных проводов.



Модули зажигания, состоящие из двух индивидуальных катушек зажигания, соединённых со свечами зажигания посредством высоковольтных проводов (на приведённом примере, каждый цилиндр двигателя оснащён двумя свечами зажигания, обслуживаемыми собственным модулем).

Принцип действия

Индивидуальная катушка зажигания за один рабочий цикл двигателя генерирует одну искру зажигания. Поэтому, в индивидуальных системах зажигания требуется синхронизация работы катушек с положением распределительного вала.

При подаче напряжения на первичную обмотку катушки зажигания, через первичную обмотку начинает течь ток, вследствие чего в сердечнике катушки изменяется величина магнитного потока. Изменение величины магнитного потока в сердечнике катушки приводит к возникновению напряжения положительной полярности на вторичной обмотке. Так как скорость нарастания тока в первичной обмотке при этом относительно небольшая, то и возникающее при этом напряжение на вторичной обмотке относительно мало и находится в диапазоне 1...2 kV. Но при определённых обстоятельствах, этой величины напряжения может оказаться достаточно, для несвоевременного возникновения искрового разряда между электродами свечи зажигания и, как следствие, слишком раннего воспламенения рабочей смеси. Во избежание возможных повреждений двигателя вследствие несвоевременного возникновения искрового разряда, образование искрового разряда между электродами свечи зажигания при подаче напряжения на первичную обмотку катушки зажигания должно быть исключено. В системах индивидуального зажигания, возникновение этого разряда предотвращается с помощью встроенного в корпус катушки зажигания диода EFU, включённого последовательно в цепь вторичной обмотки.

В момент закрытия оконечного каскада зажигания, ток в первичной цепи резко прерывается, и магнитный поток стремительно уменьшается. Это быстрое изменение величины магнитного потока приводит к возникновению высокого напряжения на вторичной обмотке катушки зажигания (при определённых условиях, напряжение на вторичной обмотке катушки зажигания может достигать 40...50 kV). Когда это напряжение достигает значения, достаточного для обеспечения образования искры между электродами свечи зажигания, сжатая в цилиндре рабочая смесь воспламеняется от искрового разряда между электродами свечи зажигания.

Типовые неполадки

Габаритные размеры индивидуальных катушек зажигания относительно малы, за счёт чего производителям двигателей удаётся легко их размещать непосредственно над свечами зажигания. Но из-за небольших размеров снижается надёжность катушек. Как следствие, индивидуальные катушки зажигания часто выходят из строя, и в первую очередь – изоляция вторичной обмотки. Повреждение изоляции обмотки приводит к межвитковому пробоя высокому напряжению внутри катушки. Катушка зажигания с такой неисправностью обычно способна обеспечить поджог рабочей смеси в цилиндре при работе двигателя на малых нагрузках и на режиме холостого хода. Но при больших нагрузках на двигатель искрообразование прекращается, и цилиндр, обслуживаемый такой катушкой, перестаёт работать. Выявить данную неисправность можно по осциллограмме напряжения в первичной или во вторичной цепи катушки. Признаком межвиткового пробоя изоляции катушки является отсутствие затухающих колебаний в конце горения искры на осциллограмме сигнала.

Порядок проведения диагностики индивидуального зажигания

Каждая свеча зажигания двигателя, оснащённого индивидуальной системой зажигания, обслуживается собственной катушкой зажигания и собственным коммутатором. По этой причине, диагностика индивидуальной системы зажигания проводится последовательно – системы зажигания каждого цилиндра диагностируются поочерёдно, одна за другой, как отдельные системы зажигания (по окончании диагностики одной катушки зажигания диагност переходит к диагностике следующей катушки зажигания и т.д.).

Основными контролируемыми параметрами при проведении диагностики индивидуального зажигания являются:

- наличие затухающих колебаний в конце участка горения искры между электродами свечи зажигания;
- продолжительность периода накопления энергии в магнитном поле индивидуальной катушки зажигания (обычно составляет 1,5...5,0 мС в зависимости от устройства катушки);
- продолжительность горения искры между электродами свечи зажигания (обычно составляет 1,5...2,5 мС в зависимости от устройства катушки). Следует учесть, что если из-за неполадки на каком либо режиме работы двигателя продолжительность горения искры между электродами свечи зажигания будет меньше 0,5 мС, то искровой разряд между электродами свечи зажигания возникнет, но топливовоздушная смесь от такого разряда может не воспламениться.

Схемы индивидуального зажигания и точки подключения для проведения диагностики системы

Ниже приведены схемы индивидуального зажигания. На схемах показаны точки подсоединения осциллографического щупа и высоковольтных датчиков к диагностируемой катушке, для проведения диагностики системы по осциллограммам напряжения в первичной и во вторичной цепях катушки.

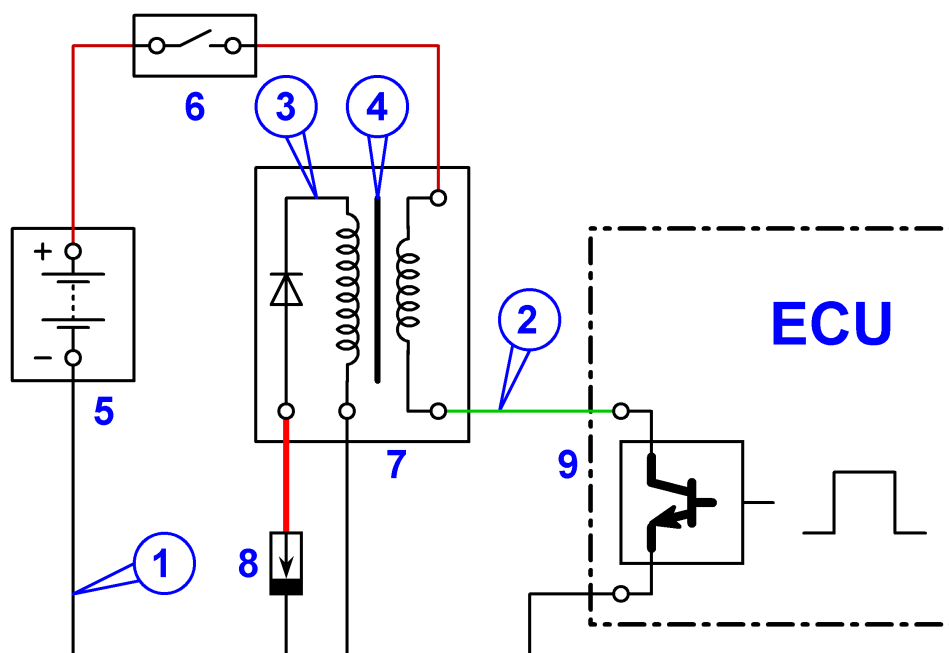


Схема системы индивидуального зажигания с внешним силовым каскадом управления первичной обмоткой катушки (схема приведена для одного цилиндра).

- 1 Точка подключения чёрного зажима типа "крокодил" осциллографического щупа.
- 2 Точка подключения пробника осциллографического щупа.
- 3 Точка съёма сигнала во вторичной цепи с помощью универсального накладного ёмкостного датчика "Cx Universal".
- 4 Место установки универсального накладного индуктивного датчика "Lx Universal" для съёма сигнала во вторичной цепи.
- 5 Аккумуляторная батарея.
- 6 Выключатель зажигания.
- 7 Индивидуальная компактная катушка зажигания без встроенного силового каскада управления первичной обмоткой катушки.
- 8 Свеча зажигания.
- 9 Блок управления двигателем (или коммутатор).

В корпус индивидуальной катушки зажигания может быть встроен силовой каскад управления первичной обмоткой катушки (коммутатор).

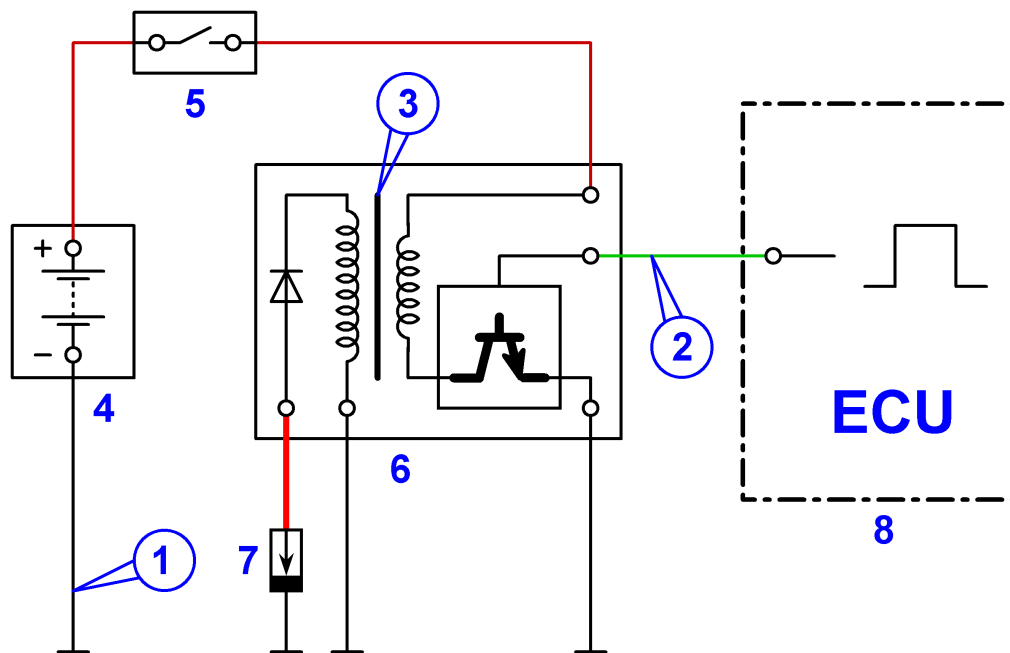


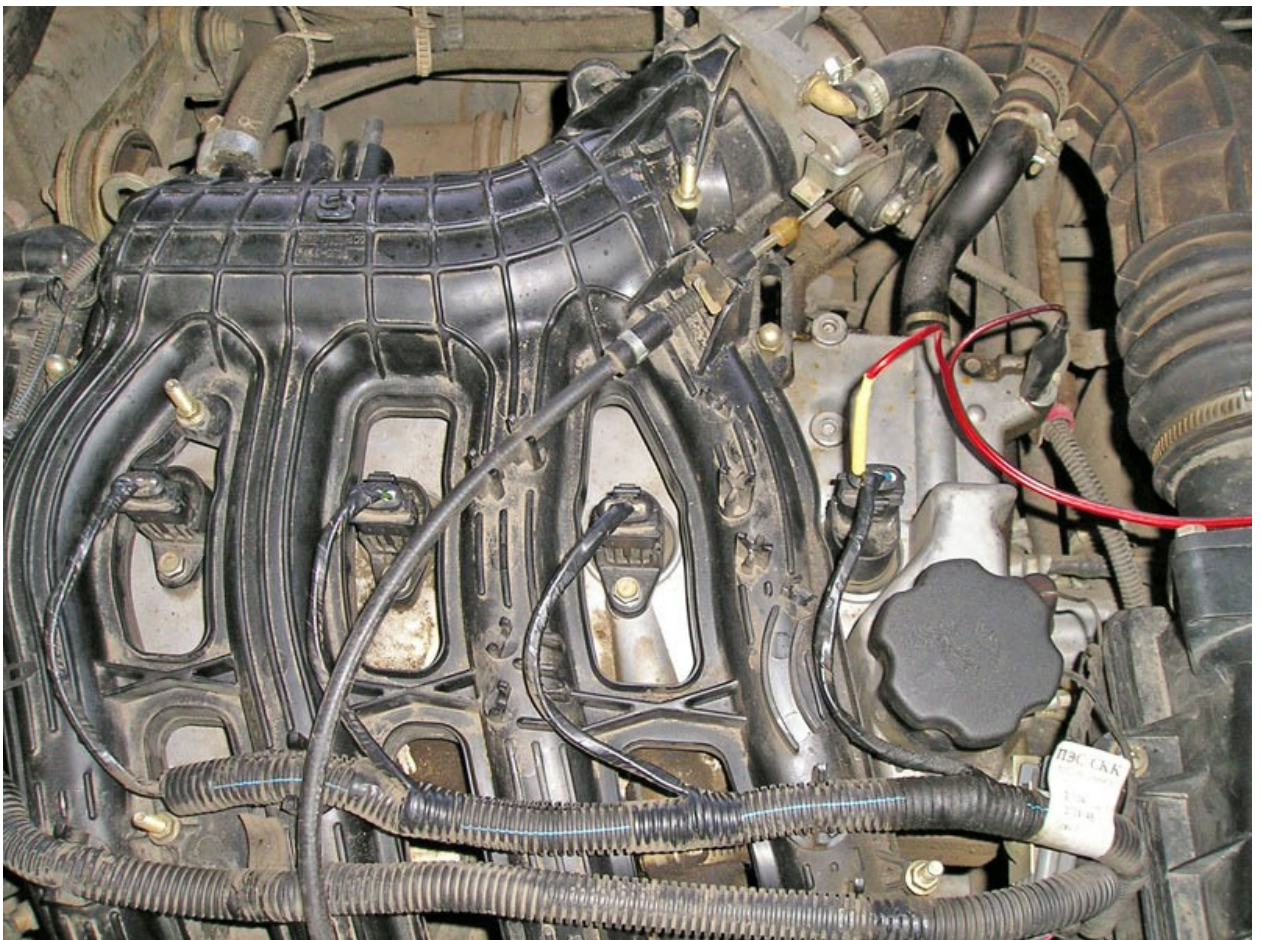
Схема системы индивидуального зажигания со встроенным в катушку силовым каскадом управления первичной обмоткой (схема приведена для одного цилиндра).

- 1 Точка подключения чёрного зажима типа "крокодил" осциллографического щупа.
- 2 Точка подключения пробника осциллографического щупа.
- 3 Место установки универсального накладного индуктивного датчика "Lx Universal" для съёма сигнала во вторичной цепи.
- 4 Аккумуляторная батарея.
- 5 Выключатель зажигания.
- 6 Индивидуальная компактная или стержневая катушка зажигания со встроенным силовым каскадом управления первичной обмоткой катушки.
- 7 Свеча зажигания.
- 8 Блок управления двигателем.

Диагностика по первичному напряжению

Для проведения диагностики индивидуальной катушки зажигания по первичному напряжению, необходимо просмотреть осциллограмму напряжения на управляющем выводе первичной обмотки катушки при помощи осциллографического щупа.

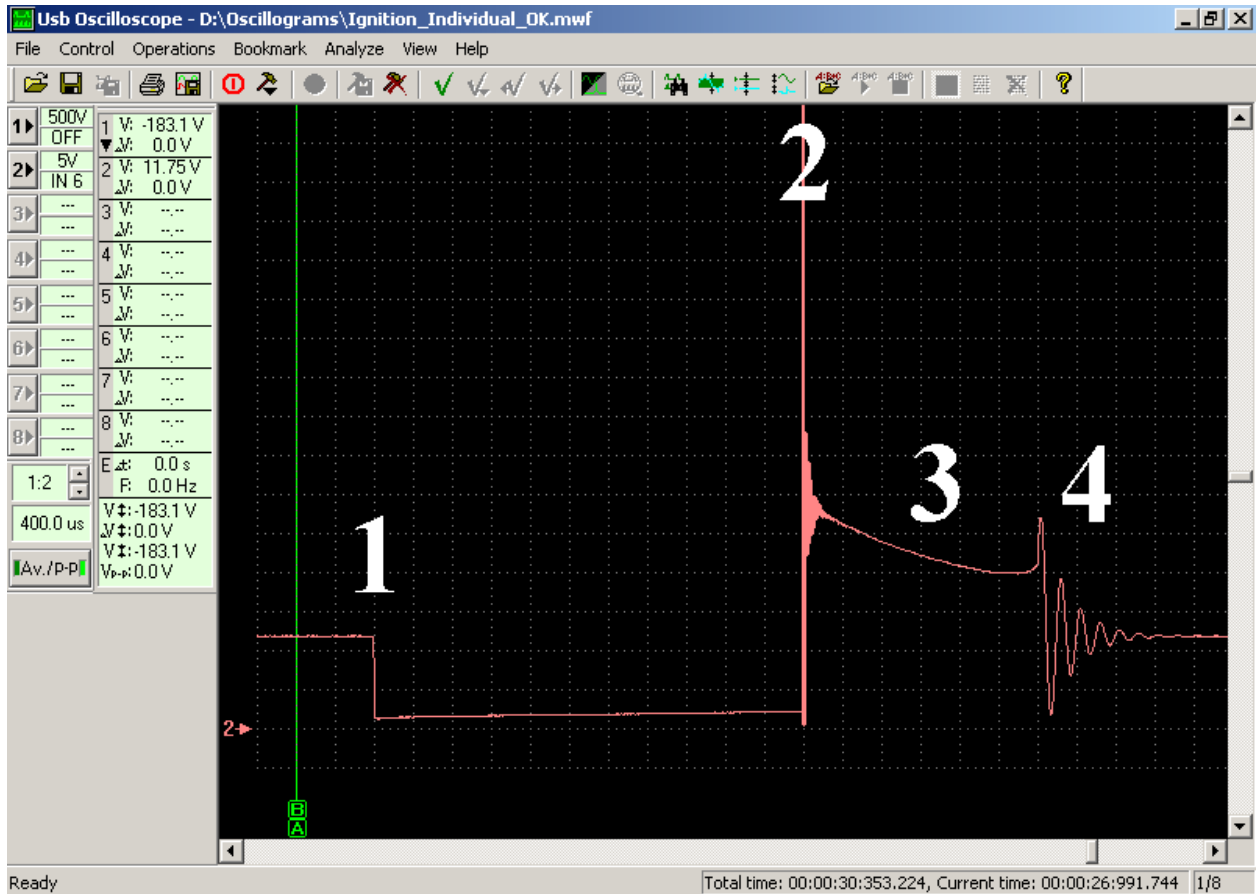
Для съёма осциллограммы напряжения на управляющем выводе первичной обмотки, осциллографический щуп необходимо подключить к аналоговому входу №5 USB Autoscope III, чёрный зажим типа "крокодил" подсоединить к "массе" на двигателе, пробник щупа подсоединить параллельно управляющему выводу первичной обмотки катушки зажигания.



Подключение осциллографического щупа к управляющему выводу первичной обмотки индивидуальной катушки зажигания.

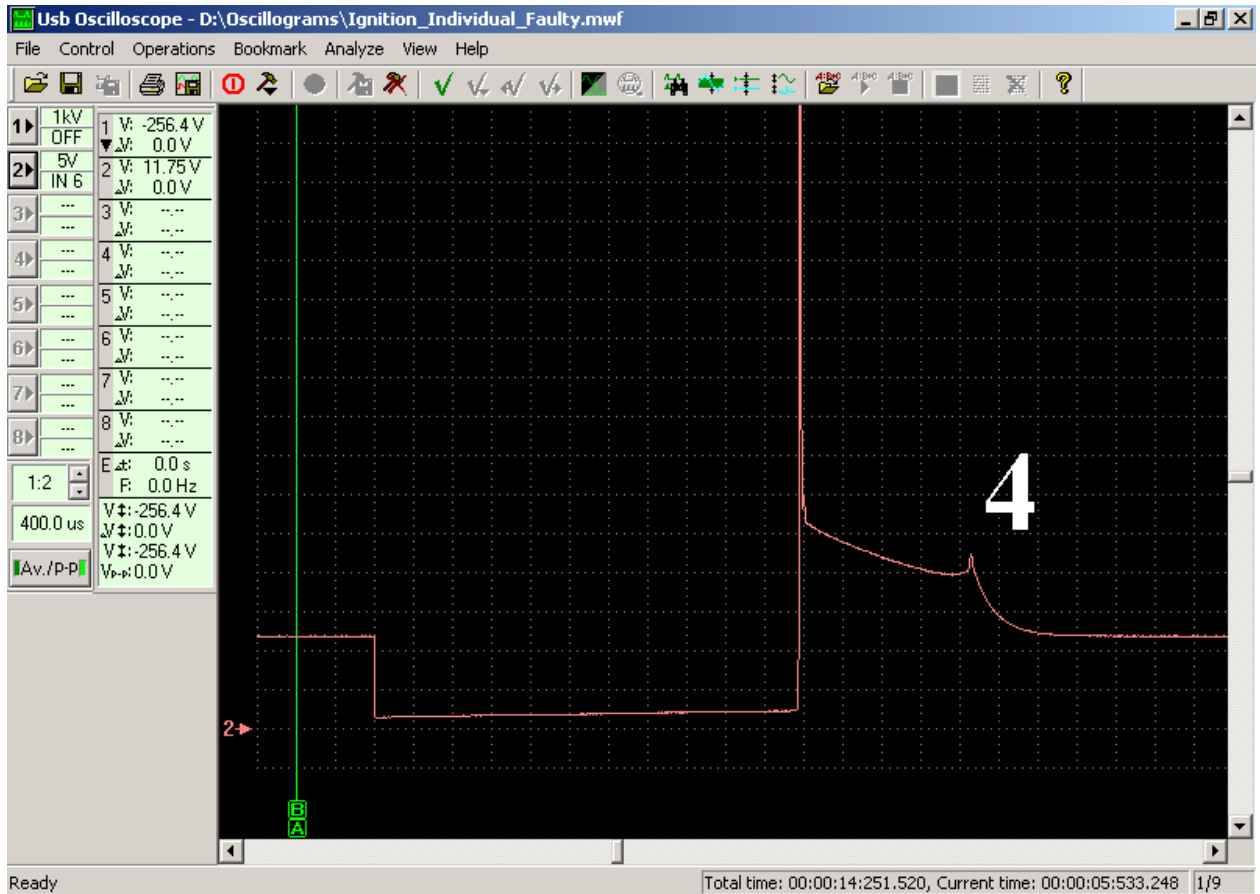
Далее необходимо запустить диагностируемый двигатель. В окне программы "USB Осциллограф" необходимо выбрать

"Управление => Загрузить настройки пользователя => Ignition => Ignition_Primary". Теперь, в окне программы будет отображаться осциллограмма напряжения на первичной обмотке диагностируемой катушки зажигания.



Осциллограмма напряжения на управляющем выводе первичной обмотки исправной индивидуальной катушки зажигания.

- 1 Момент открытия силового транзистора коммутатора (начало накопления энергии в магнитном поле катушки зажигания).
- 2 Момент закрытия силового транзистора коммутатора (ток в первичной цепи резко прерывается и возникает пробой искрового промежутка между электродами свечи зажигания).
- 3 Участок горения искры между электродами свечи зажигания.
- 4 Затухающие колебания, возникающие сразу после окончания горения искры между электродами свечи зажигания.



Осциллограмма напряжения на управляющем выводе первичной обмотки неисправной индивидуальной катушки зажигания. Признаком неисправности является отсутствие затухающих колебаний после окончания горения искры между электродами свечи зажигания (участок отмечен символом "4").

В корпус некоторых типов индивидуальных катушек зажигания встроен силовой каскад управления первичной обмоткой катушки. Управляющий вывод первичной обмотки таких катушек зажигания находится внутри корпуса катушки и оказывается недоступным для подсоединения к нему пробника осциллографического щупа. Это делает невозможным проведение диагностики такой индивидуальной катушки зажигания по первичному напряжению. В таком случае, диагностику катушки зажигания проводят по вторичному напряжению с помощью универсального накладного ёмкостного датчика "Cx Universal" или универсального накладного индуктивного датчика "Lx Universal".

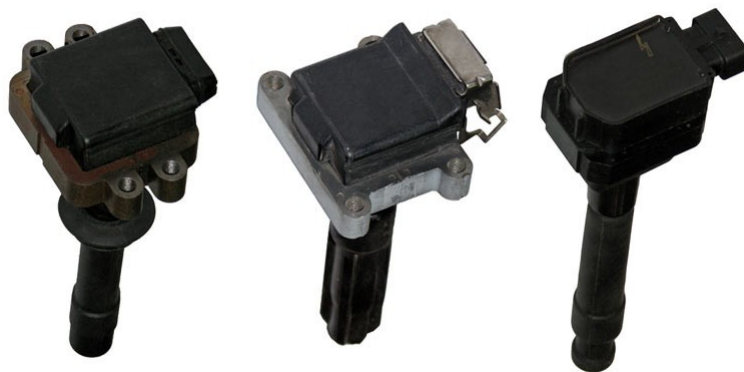
Диагностика по вторичному напряжению

При проведении диагностики систем зажигания по вторичному напряжению применяют ёмкостной датчик. В случае если применение ёмкостного датчика невозможно, применяют индуктивный датчик. Применение ёмкостного датчика более предпочтительно, так как полученный с его помощью сигнал более точно повторяет форму осциллограммы напряжения во вторичной цепи диагностируемой системы зажигания.

Диагностика по вторичному напряжению с помощью ёмкостного датчика

В качестве ёмкостного датчика для проведения диагностики индивидуальной катушки зажигания по вторичному напряжению применяется универсальный накладной ёмкостной датчик "Cx Universal".

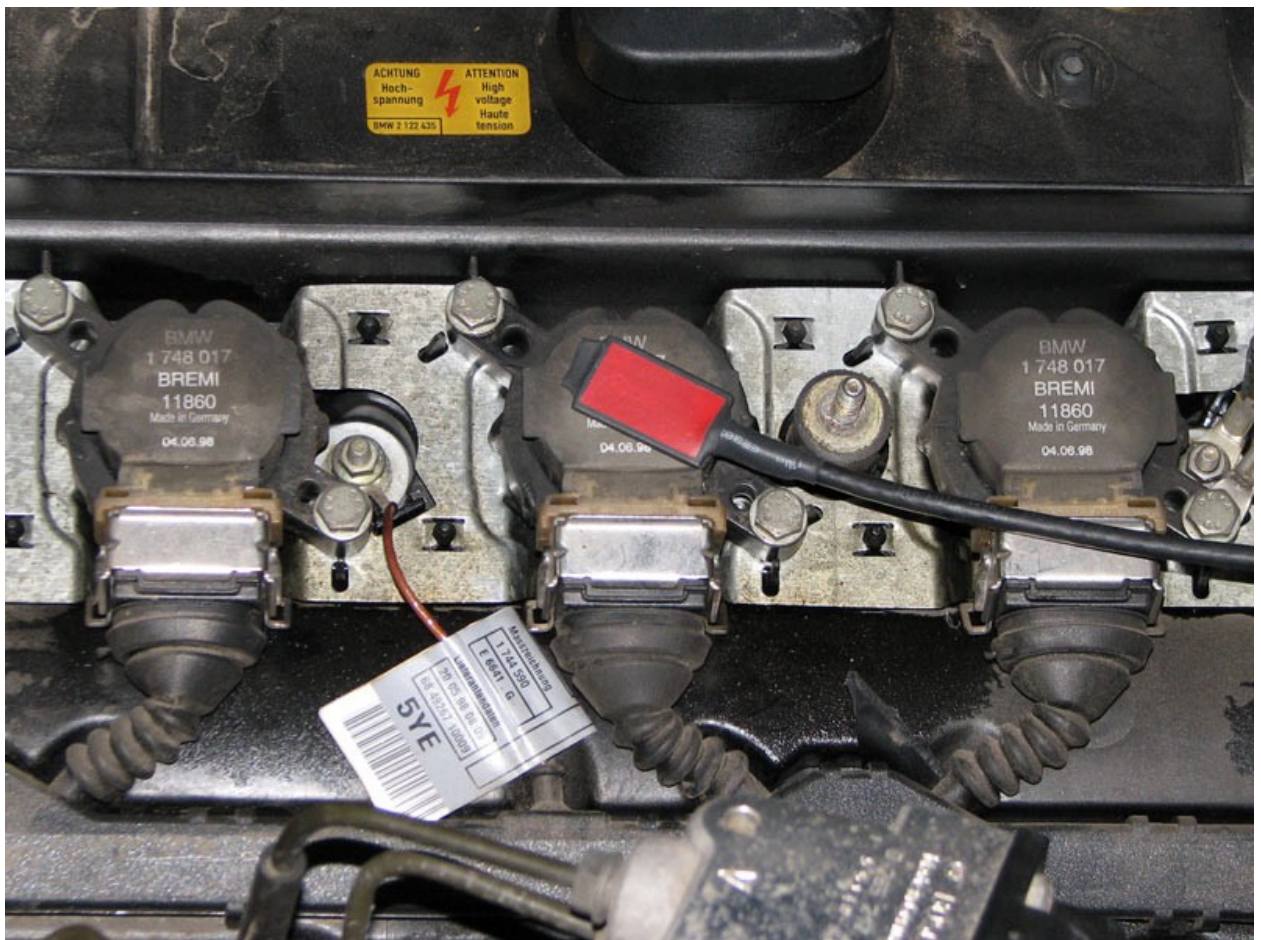
Съём сигнала с помощью ёмкостного датчика возможен только в том случае, если создаваемое вторичной обмоткой катушки зажигания электрическое поле не экранировано конструктивно. Такими катушками зажигания являются некоторые компактные индивидуальные катушки зажигания без встроенного силового каскада управления первичной обмоткой.



Компактные индивидуальные катушки зажигания.

Для проведения диагностики индивидуальной катушки зажигания по вторичному напряжению при помощи универсального накладного ёмкостного датчика "Cx Universal" необходимо:

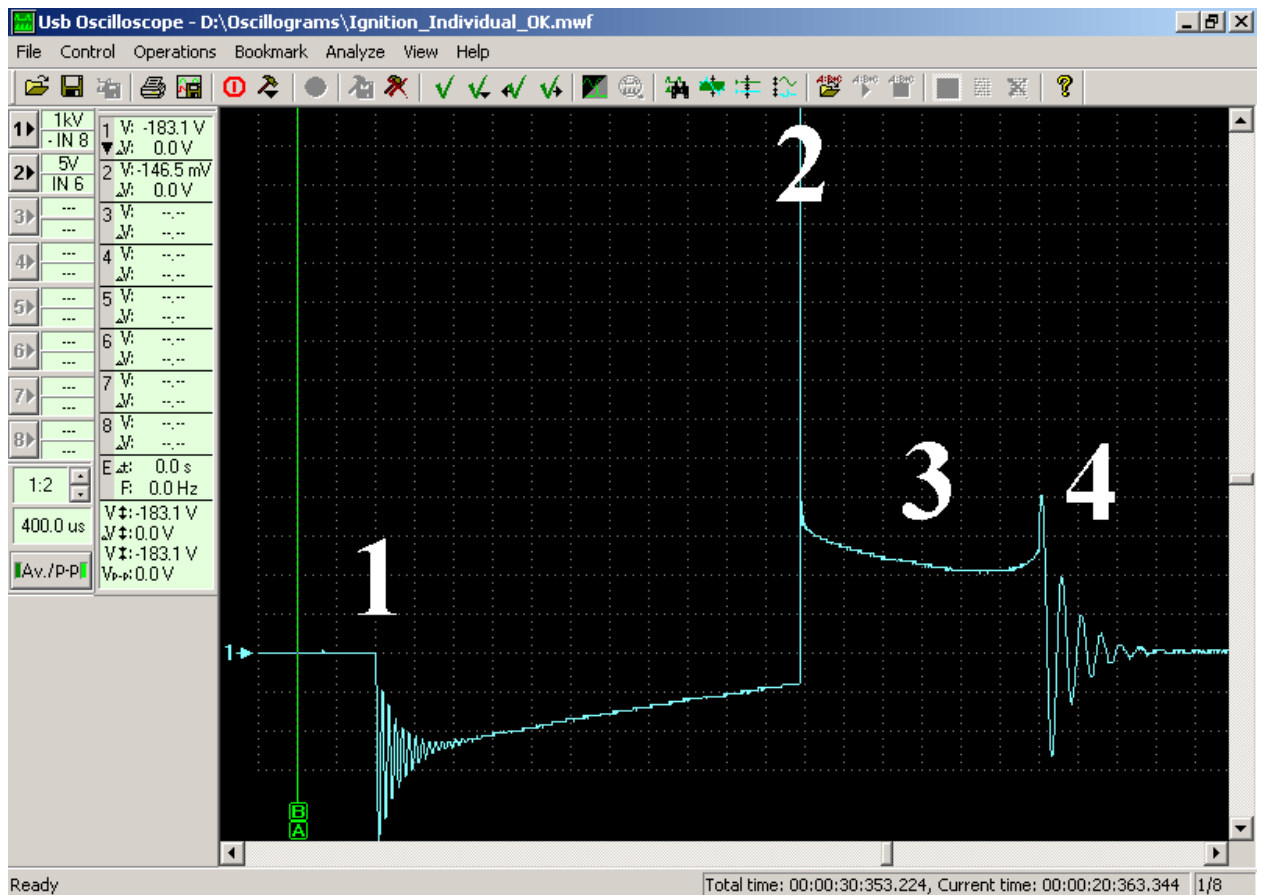
- подключить разъём универсального накладного ёмкостного датчика "Cx Universal" к входу "In+" адаптера диагностики зажигания;
- установить ёмкостную пластину датчика на корпус диагностируемой катушки зажигания так, чтобы чувствительная сторона пластины (чёрного цвета) оказалась как можно ближе к вторичной обмотке катушки. Экранированная сторона пластины (красного цвета) должна при этом остаться видна сверху;



Диагностика компактной индивидуальной катушки зажигания по вторичному напряжению с помощью ёмкостного датчика "Cx Universal".

- в окне программы "USB Осциллограф" выбрать "Управление => Загрузить настройки пользователя => Ignition => Ignition".

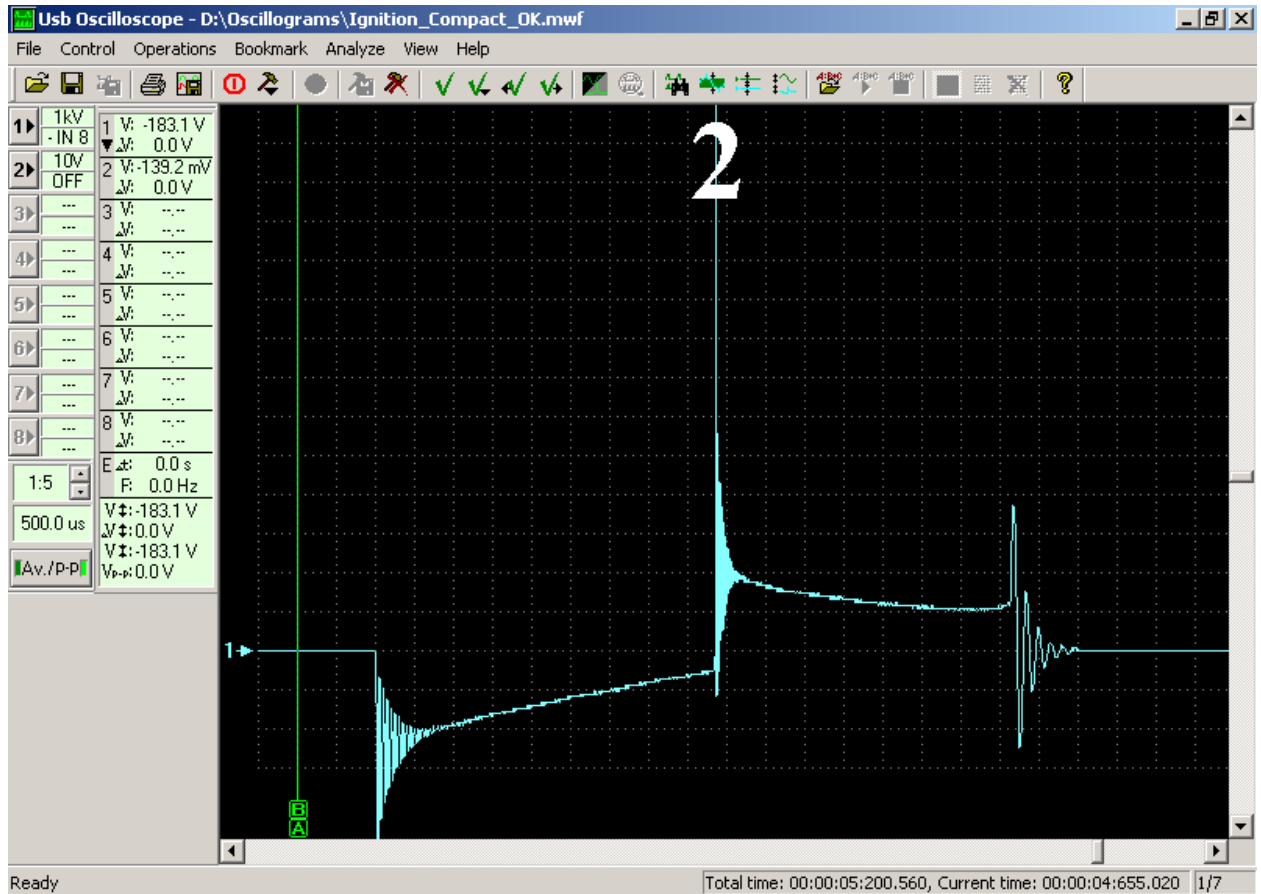
Теперь, в окне программы будет отображаться осциллограмма напряжения на вторичной обмотке диагностируемой катушки зажигания.



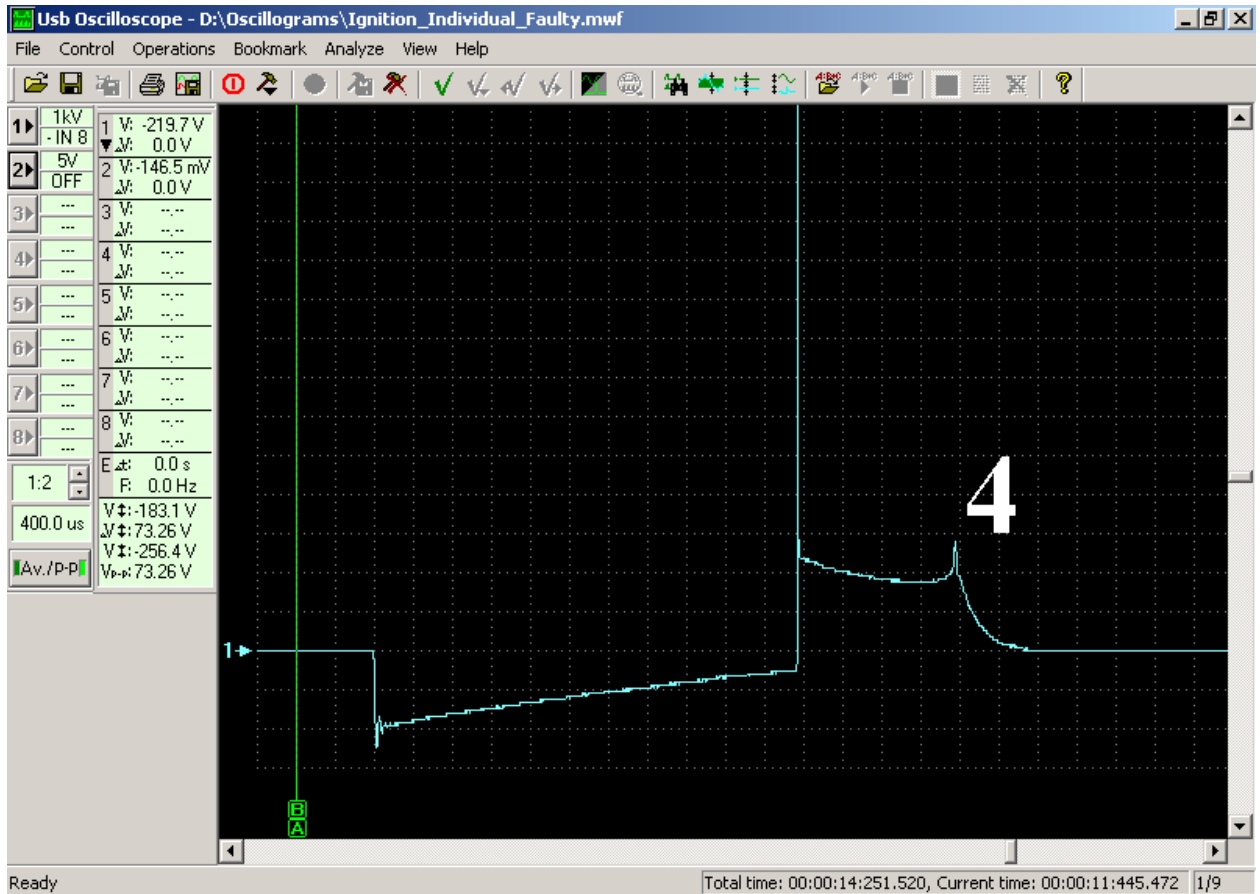
Осциллограмма импульса высокого напряжения исправной компактной индивидуальной катушки зажигания, полученная при помощи универсального накладного ёмкостного датчика "Cx Universal".

- 1 Начало накопления энергии в магнитном поле катушки зажигания (совпадает с моментом открытия силового транзистора коммутатора).
- 2 Пробой искрового промежутка между электродами свечи зажигания и начало горения искры (момент закрытия силового транзистора коммутатора).
- 3 Участок горения искры между электродами свечи зажигания.
- 4 Затухающие колебания, возникающие после окончания горения искры между электродами свечи зажигания.

Обмотки некоторых компактных индивидуальных катушек зажигания выполнены так, что осциллограмма импульса высокого напряжения таких катушек несколько отличается от приведённой выше осциллограммы. Наиболее существенным отличием является наличие колебаний напряжения в момент сразу после пробоя искрового промежутка между электродами свечи зажигания.



Осциллограмма импульса высокого напряжения исправной компактной индивидуальной катушки зажигания, полученная при помощи универсального накладного ёмкостного датчика "Cx Universal". Наличие затухающих колебаний сразу после пробоя искрового промежутка между электродами свечи зажигания (участок отмечен символом "2") является следствием конструктивных особенностей катушки и не является признаком неисправности.



Осциллограмма импульса высокого напряжения неисправной компактной индивидуальной катушки зажигания, полученная при помощи универсального накладного ёмкостного датчика "Cx Universal". Признаком неисправности является отсутствие затухающих колебаний после окончания горения искры между электродами свечи зажигания (участок отмечен символом "4").

Временные параметры импульсов зажигания (продолжительность накопления энергии в магнитном поле катушки, момент возникновения искрового разряда, время горения искры) сигнала полученного при помощи универсального накладного ёмкостного датчика "Cx Universal" точно соответствуют действительности. Форма сигнала повторяет форму осциллограммы напряжения во вторичной цепи диагностируемой системы зажигания. Амплитудные значения импульсов зажигания (напряжение пробоя искрового промежутка, напряжение горения искры) зависят от расстояния между чувствительной стороной ёмкостного датчика и вторичной обмоткой катушки – чем меньше это расстояние, тем больше амплитуда сигнала.

Если в корпус компактной индивидуальной катушки зажигания встроен силовой каскад управления первичной обмоткой, то в большинстве случаев создаваемое вторичной обмоткой катушки электрическое поле оказывается экранированным, и съём сигнала с помощью ёмкостного датчика невозможен. В таком случае, для проведения диагностики по вторичному напряжению применяют индуктивный датчик "Lx Universal".

Диагностика по вторичному напряжению с помощью индуктивного датчика

В качестве индуктивного датчика для проведения диагностики индивидуальной катушки зажигания по вторичному напряжению применяется универсальный накладной индуктивный датчик "Lx Universal".

Индуктивный датчик при проведении диагностики по вторичному напряжению применяется в тех случаях, когда съём сигнала с помощью ёмкостного датчика невозможен. Такими катушками зажигания являются в основном стержневые индивидуальные катушки зажигания, компактные индивидуальные катушки зажигания со встроенным силовым каскадом управления первичной обмоткой, и объединённые в модули индивидуальные катушки зажигания.



Стержневые индивидуальные катушки зажигания.



Модуль зажигания, состоящий из четырёх стержневых индивидуальных катушек зажигания.

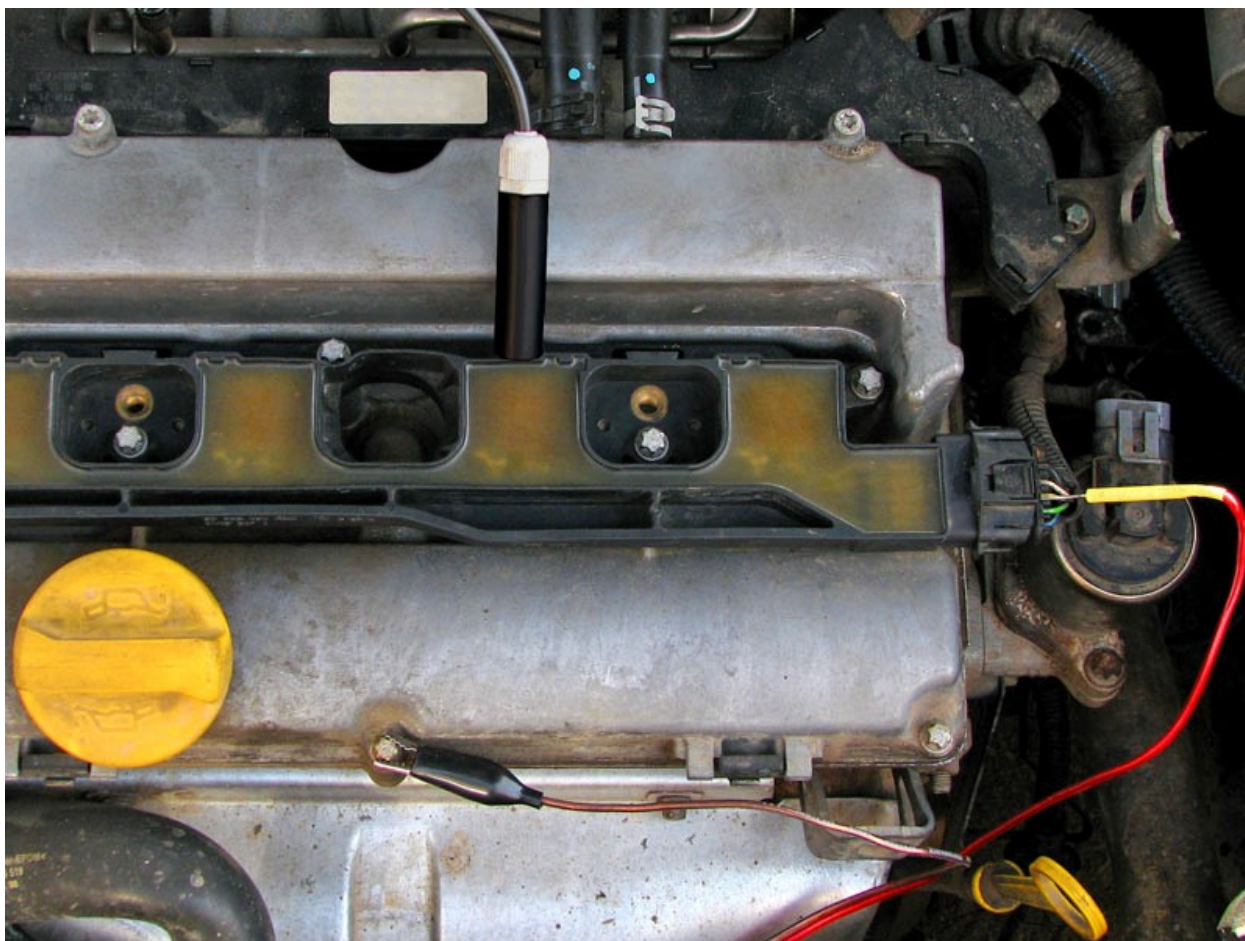
Для проведения диагностики индивидуальной катушки зажигания по вторичному напряжению при помощи универсального накладного индуктивного датчика "Lx Universal", разъём датчика необходимо подключить к расположенному на задней панели USB Autoscope III входу "Ignition". К входу "Sync" датчика "Lx Universal" необходимо подключить разъём осциллографического щупа, чёрный зажим типа "крокодил" щупа подсоединить к "массе" двигателя. Далее необходимо запустить диагностируемый двигатель. В окне программы "USB Осциллограф" выбрать "Управление => Загрузить настройки пользователя => => Ignition => Lx_Universal".

Пробник осциллографического щупа необходимо подсоединить параллельно управляющему / сигнальному выводу катушки зажигания. Сразу после подсоединения пробника осциллографического щупа к управляющему / сигнальному выводу катушки зажигания, в окне программы "USB Осциллограф" будут отображаться импульсы синхронизации. Если же пробник осциллографического щупа по ошибке подсоединён к любому другому выводу катушки зажигания (+12V, "масса"), импульсы синхронизации в окне программы отображаться не будут.

После правильного подсоединения пробника осциллографического щупа, к диагностируемой катушке зажигания следует поднести универсальный накладной индуктивный датчик "Lx Universal".

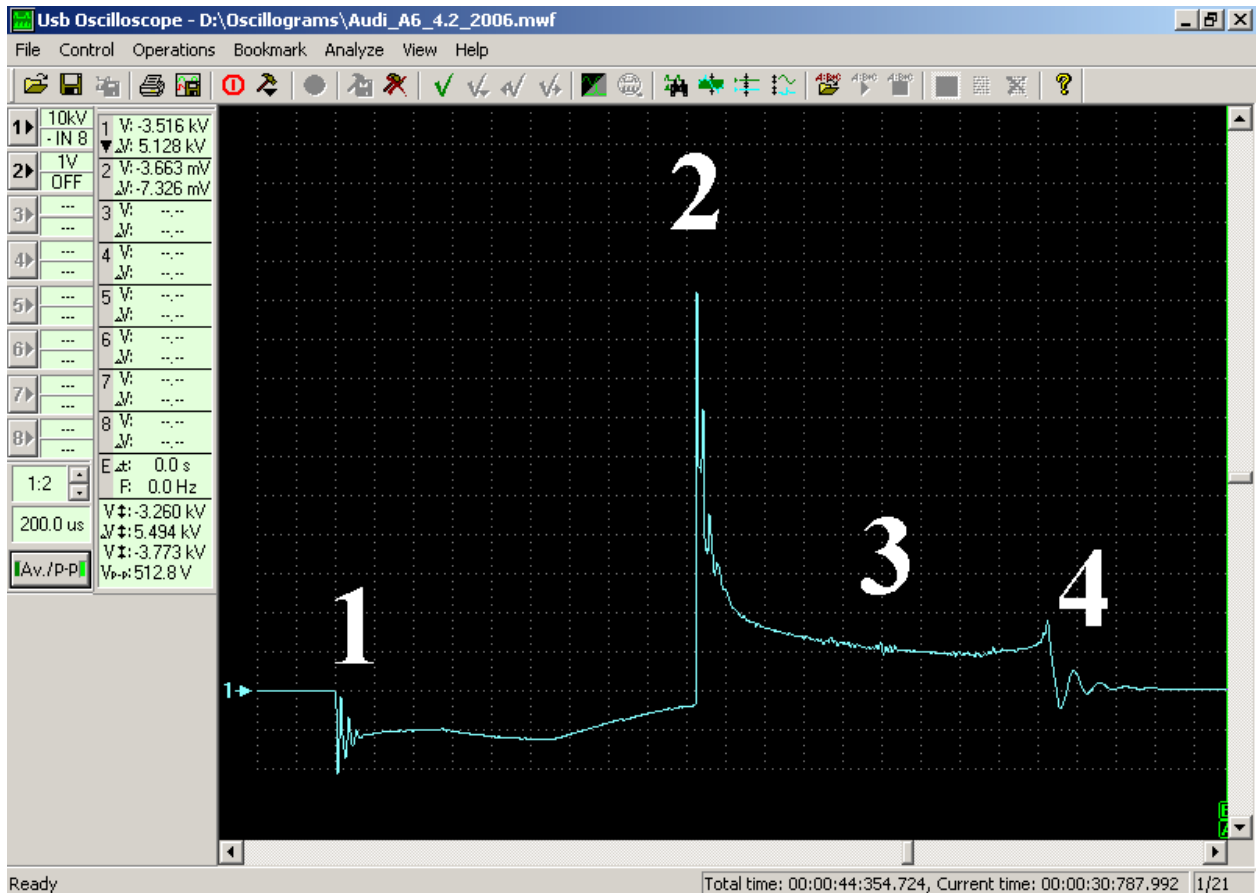


Диагностика стержневой индивидуальной катушки зажигания по вторичному напряжению с помощью индуктивного датчика "Lx Universal".



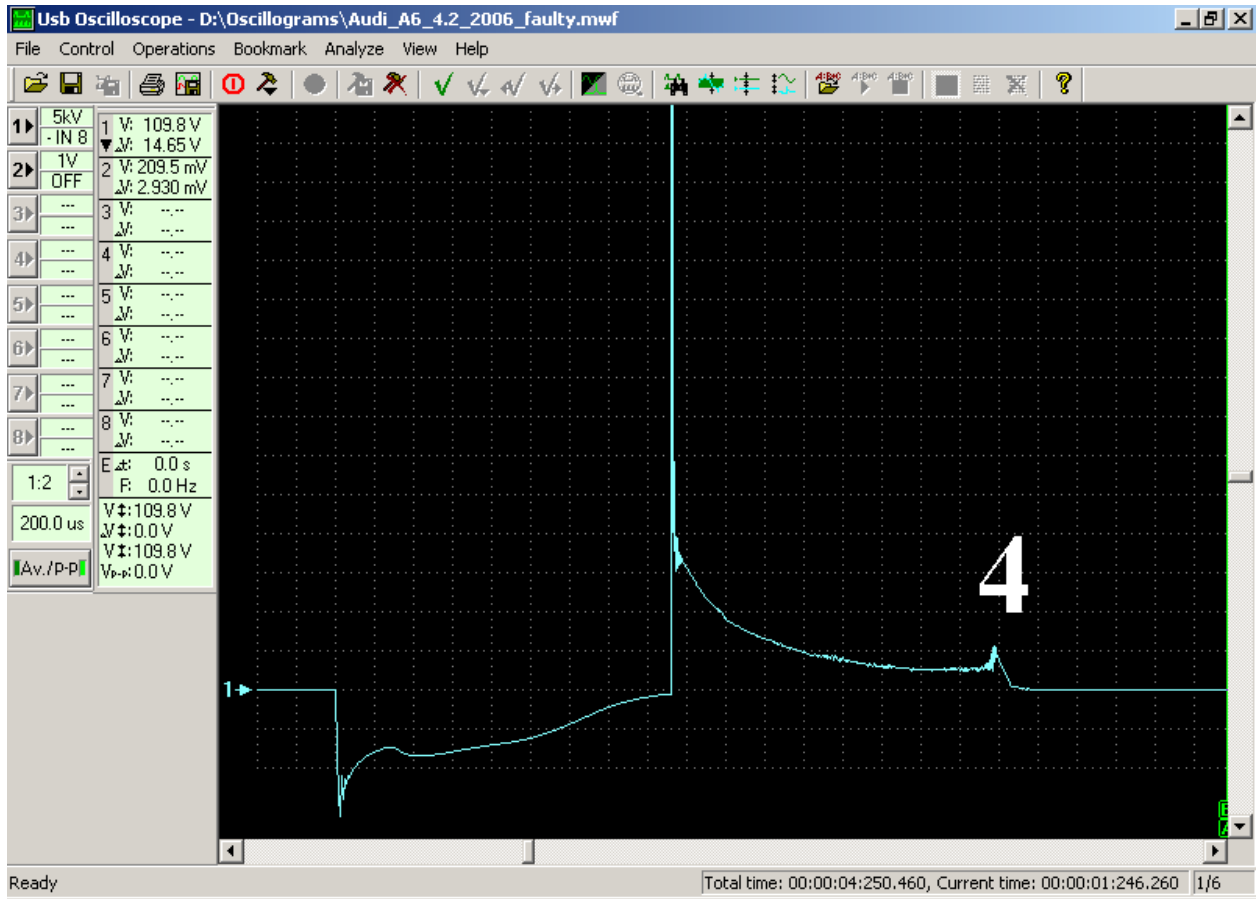
Диагностика компактной индивидуальной катушки зажигания по вторичному напряжению с помощью индуктивного датчика "Lx Universal". В данном случае, четыре компактные индивидуальные катушки зажигания объединены в единый модуль зажигания.

Следует выбрать такое расположение индуктивного датчика "Lx Universal" относительно сердечника диагностируемой катушки зажигания, при котором в окне программы "USB Осциллограф" будет отображаться осциллограмма напряжения во вторичной цепи диагностируемой катушки зажигания.

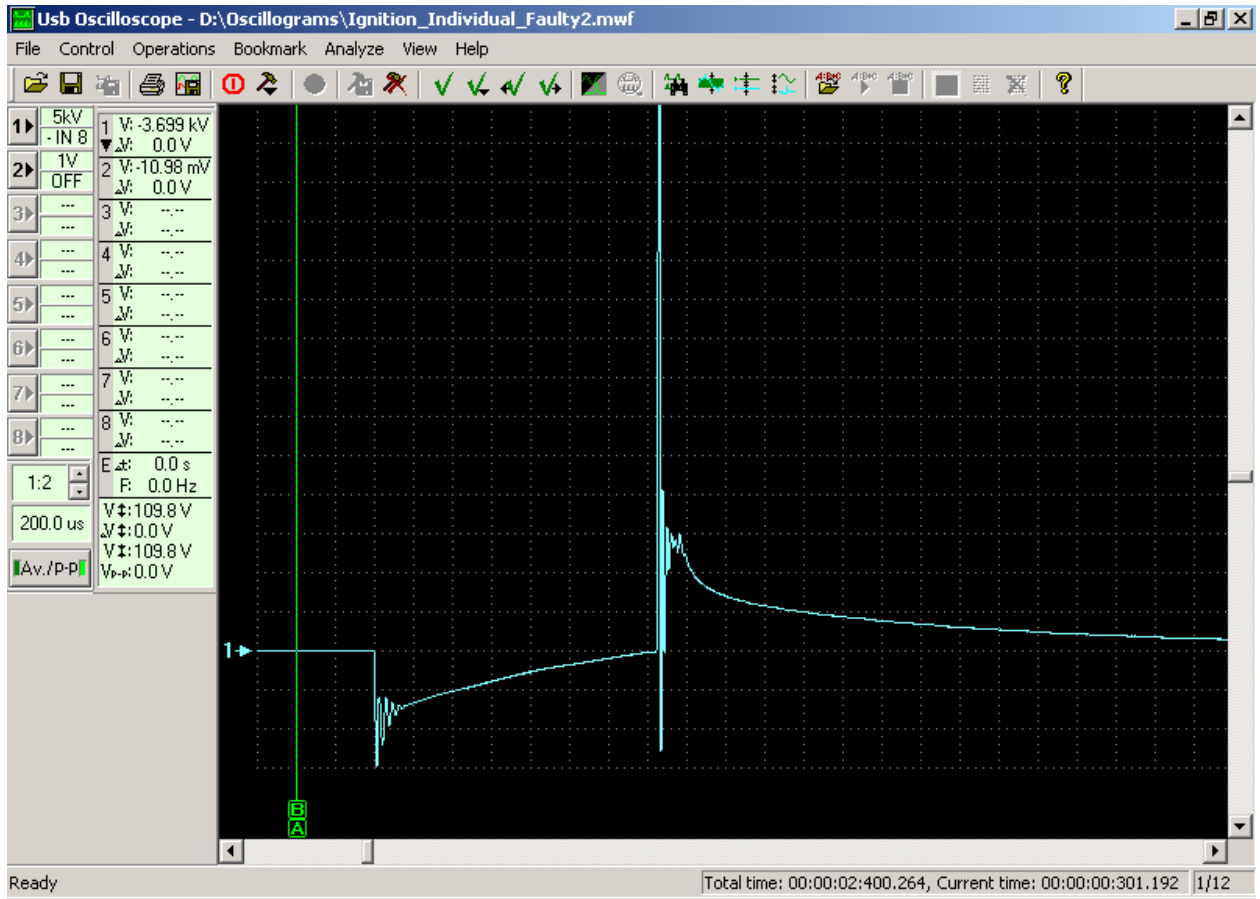


Осциллограмма импульса высокого напряжения исправной стержневой индивидуальной катушки зажигания, полученная с помощью универсального накладного индуктивного датчика "Lx Universal".

- 1 Начало накопления энергии в магнитном поле катушки зажигания (совпадает с моментом открытия силового транзистора коммутатора).
- 2 Пробой искрового промежутка между электродами свечи зажигания и начало горения искры (момент закрытия силового транзистора коммутатора).
- 3 Участок горения искры между электродами свечи зажигания.
- 4 Затухающие колебания, возникающие сразу после окончания горения искры между электродами свечи зажигания.



Осциллограмма импульса высокого напряжения неисправной стержневой индивидуальной катушки зажигания, полученная при помощи универсального накладного индуктивного датчика "Lx Universal". Признаком неисправности является отсутствие затухающих колебаний в конце горения искры между электродами свечи зажигания (участок отмечен символом "4").



Осциллограмма импульса высокого напряжения неисправной стержневой индивидуальной катушки зажигания, полученная при помощи универсального накладного индуктивного датчика "Lx Universal". Признаком неисправности является отсутствие затухающих колебаний в конце горения искры между электродами свечи зажигания и очень короткое время горения искры.