

Типовые неисправности систем зажигания

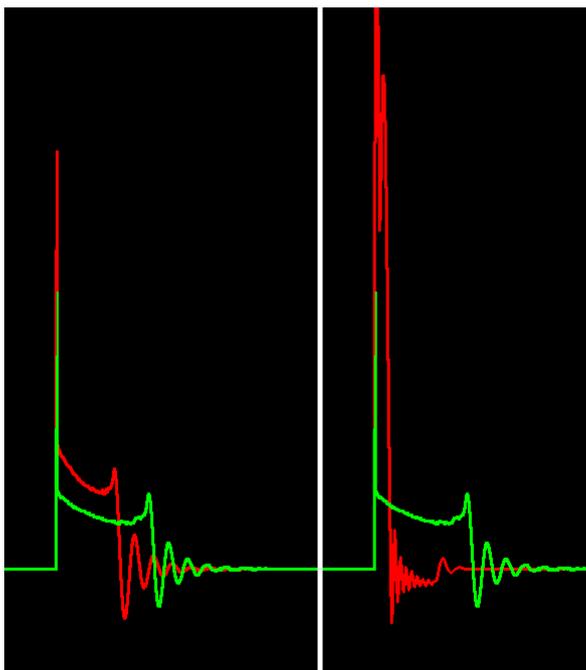
Неисправности в первичной или вторичной цепи системы зажигания, а так же некоторые механические неисправности двигателя, влияют на форму осциллограмм выходного напряжения катушки зажигания и на форму осциллограмм выходного напряжения коммутатора. Ниже будут рассмотрены примеры осциллограмм напряжений неисправной системы зажигания, которые показаны на иллюстрациях **красным цветом**. Для сравнения, **зеленым цветом** показаны осциллограммы напряжения исправной системы зажигания.

Неисправности высоковольтных проводов

Такие неисправности как обрыв высоковольтного провода или слишком высокое его сопротивление приводят к уменьшению мощности искрового разряда между электродами свечи зажигания. В случае обрыва высоковольтного провода, в месте обрыва образуется дополнительный искровой промежуток, включенный в цепь последовательно. В зависимости от величины этого дополнительного искрового промежутка, вследствие обрыва высоковольтного провода могут возникать пропуски воспламенения топливовоздушной смеси на некоторых режимах работы двигателя, может наблюдаться снижение разгонной динамики двигателя, снижение мощности двигателя. В критических случаях обрыв высоковольтного провода может привести к полному прекращению искрообразования между электродами свечи зажигания. Продолжительная работа двигателя с неисправной системой зажигания может привести к пробое высоковольтной изоляции элементов системы зажигания, а так же к повреждению силового транзистора коммутатора. В отдельных случаях возможны механические повреждения двигателя, системы очистки отработавших газов.

Обрыв высоковольтного провода между точкой установки емкостного датчика и свечей зажигания

Как было сказано выше, в случае обрыва проводника высоковольтного провода, в области обрыва образуется дополнительный включенный последовательно искровой зазор, что приводит к увеличению напряжения пробоя, к увеличению напряжения горения искрового разряда и к уменьшению продолжительности горения искрового разряда, а в критических случаях может привести и к полному прекращению искрообразования.



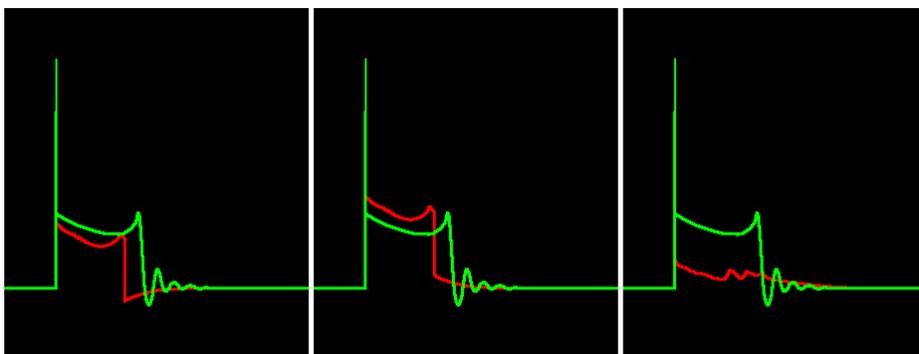
Обрыв высоковольтного провода между точкой установки емкостного датчика и свечей зажигания (после емкостного датчика).

Обрыв высоковольтного провода, соединяющего распределитель зажигания со свечей зажигания, приводит к нарушениям параметров и формы высоковольтного импульса только того цилиндра, в высоковольтном проводе которого присутствует обрыв. Если образованный вследствие обрыва высоковольтного провода дополнительный искровой промежуток значительный по величине, искрообразование между электродами свечи зажигания, обслуживаемой данным проводом, может прекратиться полностью – в данном цилиндре возникают постоянные пропуски воспламенения топливовоздушной смеси. Обрыв "центрального" высоковольтного провода (провода, соединяющего катушку зажигания с распределителем зажигания) после точки установки емкостного датчика приводит к нарушениям параметров и формы высоковольтных импульсов всех цилиндров.

Продолжительная работа системы зажигания с такой неисправностью может привести к пробоем высоковольтной изоляции элементов системы зажигания, а так же к повреждению силового транзистора коммутатора.

Обрыв "центрального" высоковольтного провода между катушкой зажигания и точкой установки емкостного датчика

В случае обрыва проводника "центрального" высоковольтного провода между катушкой зажигания и точкой установки емкостного датчика, в области обрыва так же образуется дополнительный искровой зазор. Это приводит к увеличению развиваемых катушкой зажигания напряжений пробоя и горения искры и, как следствие, к уменьшению продолжительности горения искрового разряда для всех обслуживаемых данной катушкой зажигания цилиндров. В этом случае обрыв провода расположен перед точкой установки емкостного датчика, по этому увеличения регистрируемых емкостным датчиком напряжений пробоя и горения искры не происходит.



Обрыв высоковольтного провода между катушкой зажигания и точкой установки емкостного датчика (перед емкостным датчиком).

При возникновении данной неисправности, на полученной при помощи емкостного датчика осциллограмме видны заметные искажения и нестабильность формы осциллограммы сигнала в области затухающих колебаний. Регистрируемые датчиком значения напряжения горения искры нестабильны, а в некоторых случаях оказываются значительно меньшими действительных.

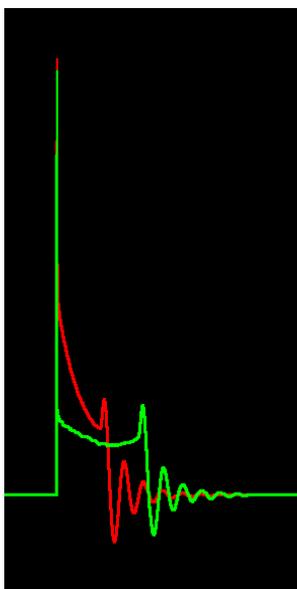
Причиной возникновения искажений амплитуды и формы сигнала в точке установки емкостного датчика, является то, что когда между электродами свечи зажигания горит искровой разряд, одновременно горит и искровой разряд между двумя концами разорванного проводника высоковольтного провода. Горящий паразитный искровой разряд образует гальваническую связь в месте разрыва проводника высоковольтного провода, но как только горение искрового разряда прекращается, гальваническая связь прерывается. С этого момента напряжение на высоковольтном проводе в точке установки емкостного датчика уже практически не зависит от выходного напряжения катушки зажигания, которая, начиная с этого момента, генерирует затухающие колебания.

Обрыв "центрального" высоковольтного провода, соединяющего катушку зажигания с крышкой распределителя зажигания между точкой установки емкостного датчика и крышкой распределителя зажигания, приводит к нарушениям параметров и формы высоковольтных импульсов всех цилиндров, обслуживаемых данной катушкой зажигания.

Увеличенное сопротивление высоковольтного провода между точкой установки емкостного датчика и свечей зажигания

Сопротивление высоковольтного провода может быть увеличенным вследствие окисления его контактов, вследствие старения проводника силиконового высоковольтного провода либо вследствие применения слишком длинного высоковольтного провода.

Сопротивление высоковольтного провода включено последовательно току искрового разряда, что приводит к возникновению падения напряжения на этом сопротивлении при протекании через него тока искрового разряда. Величина тока искрового разряда максимальна в момент сразу после пробоя искрового промежутка и постепенно падает; в конце горения искры, ток искрового разряда резко прерывается. Падение напряжения на сопротивлении высоковольтного провода так же максимально в начале горения искры, и постепенно уменьшается. С увеличением сопротивления высоковольтного провода, увеличивается и величина падения напряжения на нем. Соответственно, форма осциллограммы напряжения высоковольтного импульса искажается так, что развиваемое катушкой зажигания напряжение в начале горения искры оказывается значительно большим, чем напряжение в конце горения искры. Общее значение напряжения горения искры развиваемого катушкой зажигания, получается увеличенным, что приводит к уменьшению продолжительности горения искры. Напряжение пробоя от величины сопротивления высоковольтного провода не зависит, так как величина искрового промежутка не изменяется.



Сопротивление высоковольтного провода между точкой установки емкостного датчика и свечей зажигания (после емкостного датчика) значительно увеличено.

Увеличенное сопротивление высоковольтного провода приводит к нарушениям параметров и формы высоковольтного импульса только того цилиндра, в высоковольтном проводе которого присутствует данная неисправность. Увеличенное сопротивление "центрального" высоковольтного провода после точки установки емкостного датчика приводит к нарушениям параметров и формы высоковольтных импульсов всех цилиндров.

Неисправности высоковольтной изоляции

Ухудшение электроизоляционных свойств высоковольтной изоляции элементов системы зажигания может стать причиной возникновения искрового разряда за пределами камеры сгорания. Образование такого разряда практически исключает вероятность искрообразования между электродами свечи зажигания, и, соответственно, исключает вероятность воспламенения топливовоздушной смеси.

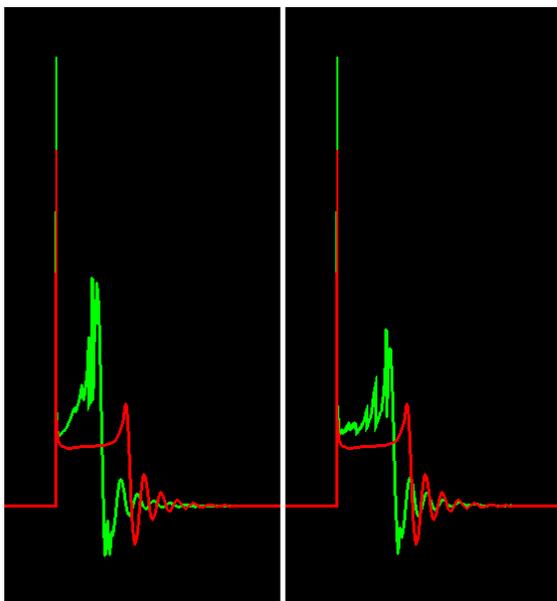
Пробой высоковольтной изоляции элемента системы зажигания вне камеры сгорания

Наиболее часто встречающимися пробоями высоковольтной изоляции элементов системы зажигания вне камеры сгорания являются – пробой:

- между высоковольтным выводом катушки зажигания и одним из выводов первичной обмотки катушки или "массой";
- между высоковольтным проводом и корпусом двигателя ("массой");
- между крышкой распределителя зажигания и корпусом распределителя;
- между разносчиком ("бегунком") распределителя зажигания и валом распределителя зажигания;
- "колпака" высоковольтного провода, изолирующего высоковольтный вывод свечи зажигания, между наконечником высоковольтного провода и корпусом двигателя ("массой");
- поверхностный пробой керамического изолятора свечи зажигания со стороны подключения высоковольтного провода и / или поверхностный пробой внутренней поверхности "колпака" высоковольтного провода между наконечником высоковольтного провода и корпусом свечи зажигания или корпусом двигателя ("массой");
- внутри керамического изолятора свечи зажигания между центральным проводником свечи зажигания и ее корпусом, вследствие образования в изоляторе трещины или вследствие отложения на изоляторе токопроводящих загрязнений (иногда, вследствие неправильно подобранного материала керамического изолятора свечи зажигания)...

Для образования искрового разряда между электродами свечи зажигания при работе двигателя на холостом ходу или на малых нагрузках обычно достаточно напряжения около десяти тысяч вольт. Для пробоя же высоковольтной изоляции системы зажигания в месте ее повреждения во многих случаях требуются десятки тысяч вольт. Поэтому, **при работе двигателя на холостом ходу или при малых нагрузках на двигатель многие повреждения высоковольтной изоляции системы зажигания не проявляются и, соответственно, не могут быть выявлены по осциллограммам напряжения высоковольтных импульсов.**

Для обнаружения подобных неисправностей, необходимо задать такой режим работы двигателя, при котором напряжение пробоя искрового промежутка между электродами свечи зажигания будет как можно большим. Такими режимами являются пуск двигателя, резкое открытие дроссельной заслонки и работа двигателя на низких оборотах под максимальной нагрузкой. При работе двигателя в любом из этих режимов, наполнение цилиндра топливовоздушной смесью близко к максимальному, искрообразование происходит тогда, когда поршень находится вблизи верхней мертвой точки. Как следствие, в этот момент давление газов внутри цилиндра приближается к максимально возможному, а, следовательно, и давление газов между электродами свечи зажигания. Для образования искрового разряда в газовой среде с повышенным давлением требуется более высокое напряжение пробоя. Таким образом, увеличившееся давление в камере сгорания приводит к тому, что теперь для образования искрового разряда между электродами свечи зажигания требуется уже значительно большее напряжение. Но, как только выходное напряжение катушки зажигания достигнет значения достаточного для пробоя высоковольтной изоляции системы зажигания, в точке повреждения высоковольтной изоляции системы зажигания возникнет искровой разряд. Сразу после возникновения искрового разряда, в цепи вторичной обмотки катушки зажигания начинает течь ток искрового разряда. Как следствие, выходное напряжение катушки зажигания уменьшается, так и не достигнув значения, требуемого для пробоя искрового промежутка между электродами свечи зажигания. Теперь, выявить дефект изоляции можно по осциллограммам напряжения высоковольтных импульсов, а в некоторых случаях и визуально или по характерному звуку.



Образование искрового разряда за пределами камеры сгорания вследствие повреждения высоковольтной изоляции системы зажигания (перед точкой установки емкостного датчика или после точки установки емкостного датчика). Двигатель работает под высокой нагрузкой (резкая перегазовка).

При работе двигателя под высокой нагрузкой, высоковольтный импульс приобретает специфическую форму. Проявляется это как постепенное увеличение напряжения горения искры. Данное увеличение напряжения возникает вследствие того, что внутри камеры сгорания во время горения искры образуются очаги воспламенения топливовоздушной смеси, и как следствие начинается быстрое увеличение давления в камере сгорания. Для поддержания горения искрового разряда при повышении давления требуется уже большее напряжение. На участке горения искры можно наблюдать множественные "срывы"

напряжения горения искры в виде "пилы", возникающие вследствие "сдувания" искры вихревыми и турбулентными потоками газов внутри камеры сгорания.

При работе двигателя под высокой нагрузкой на средних оборотах (например, после резкого открытия дроссельной заслонки), искрообразование происходит значительно раньше момента достижения поршнем верхней мертвой точки. Как следствие, эффект увеличения давления в камере сгорания во время горения искрового разряда дополнительно усиливается за счет сжатия газов поршнем.

Вследствие увеличения значения напряжения пробоя и среднего значения напряжения горения искры при работе двигателя под высокой нагрузкой, продолжительность горения искрового разряда уменьшается.

Перечисленные выше отличия формы высоковольтного импульса являются признаком искрообразования внутри цилиндра при работе двигателя под высокой нагрузкой. Если же вместо искрообразования между электродами свечи зажигания происходит пробой высоковольтной изоляции системы зажигания за пределами камеры сгорания, форма высоковольтного импульса не приобретает перечисленных характерных отличий. Но при этом, в сравнении с работой двигателя на холостом ходу, несколько увеличиваются напряжение пробоя, напряжение горения искры и незначительно уменьшается время горения искры.

Иногда, при пробоях высоковольтной изоляции системы зажигания за пределами камеры сгорания, форма высоковольтного импульса приобретает форму, сходную с формой импульсов при загрязнении изолятора свечи зажигания со стороны камеры сгорания.

Пробой высоковольтной изоляции элемента системы зажигания расположенного по цепи после разносчика (бегунка) распределителя зажигания, приводит к нарушениям параметров и формы высоковольтного импульса только того цилиндра, в высоковольтных элементах которого присутствует неисправность.

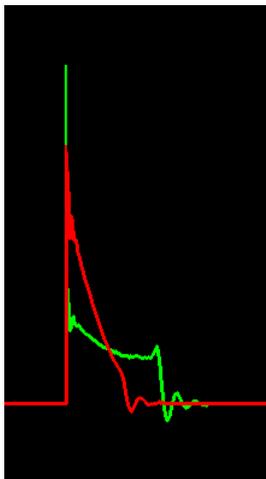
Пробой высоковольтной изоляции элемента системы зажигания расположенного по цепи перед разносчиком (бегунком) распределителя зажигания или пробой самого бегунка, может привести к нарушениям параметров и формы высоковольтных импульсов любого из цилиндров или сразу нескольких цилиндров.

Загрязнение изолятора свечи зажигания со стороны камеры сгорания.

Поверхность керамического изолятора свечи зажигания со стороны камеры сгорания может загрязняться вследствие отложения сажи, масла, остатков от присадок к топливу и от присадок к маслу (отложения соединений свинца, соединений железа и пр.). В таких случаях цвет керамического изолятора свечи зажигания со стороны камеры сгорания определенным образом изменяется. Если загрязнения образованы отложениями сразу нескольких типов, тогда отложения могут обладать слоистой структурой.

Загрязнение изолятора свечи зажигания со стороны камеры сгорания может стать причиной возникновения поверхностных искровых разрядов. Такой разряд "стекает" с центрального электрода свечи зажигания, по загрязненной поверхности изолятора на корпус свечи, вместо нормального искрообразования между центральным и боковым электродами свечи зажигания. Разряд стекающий на "массу" через отложившиеся на изоляторе загрязнения, не обеспечивает надежного воспламенения топливовоздушной

смеси, вследствие чего могут возникать пропуски воспламенения топливовоздушной смеси.



Поверхность керамического изолятора свечи зажигания сильно загрязнена со стороны камеры сгорания.

При загрязнении поверхности керамического изолятора свечи зажигания со стороны камеры сгорания, форма осциллограммы напряжения высоковольтного импульса характерным образом изменяется. Напряжение пробоя при этом может несколько снизиться. Значение напряжения горения искры в первоначальный момент практически достигает значения напряжения пробоя, а к концу горения искры может снизиться до очень малой величины. Количество затухающих колебаний может заметно уменьшиться, либо затухающие колебания могут вовсе отсутствовать.

Зачастую, неисправность проявляется не постоянно, то есть, поверхностные пробойи могут чередоваться с нормальным искрообразованием между электродами свечи зажигания.

В случае отложения на поверхности керамического изолятора свечи зажигания остатков от присадок к топливу в виде соединений железа, изолятор приобретает красно-оранжевый цвет. Данный тип отложений провоцирует поверхностный пробой только тогда, когда поверхность изолятора свечи зажигания сильно разогревается, а вместе с ней разогреваются и отложившиеся железосодержащие отложения. По этому, пропуски воспламенения в таком случае проявляются только после продолжительной работы двигателя под высокой нагрузкой, например, при движении автомобиля по шоссе на большой скорости, когда происходит максимальный разогрев свечей зажигания. В случаях длительного применения топлива с высоким уровнем содержания соединений железа, многочисленные поверхностные пробойи создают на поверхности изолятора токопроводящие дорожки в форме "молний". В таком случае, неисправность проявляется так же, как в случае отложения сажи на поверхности изолятора свечи зажигания со стороны камеры сгорания.

Загрязнение изолятора свечи зажигания со стороны камеры сгорания, приводит к нарушениям параметров и формы высоковольтного импульса только того цилиндра, свеча зажигания которого загрязнена.

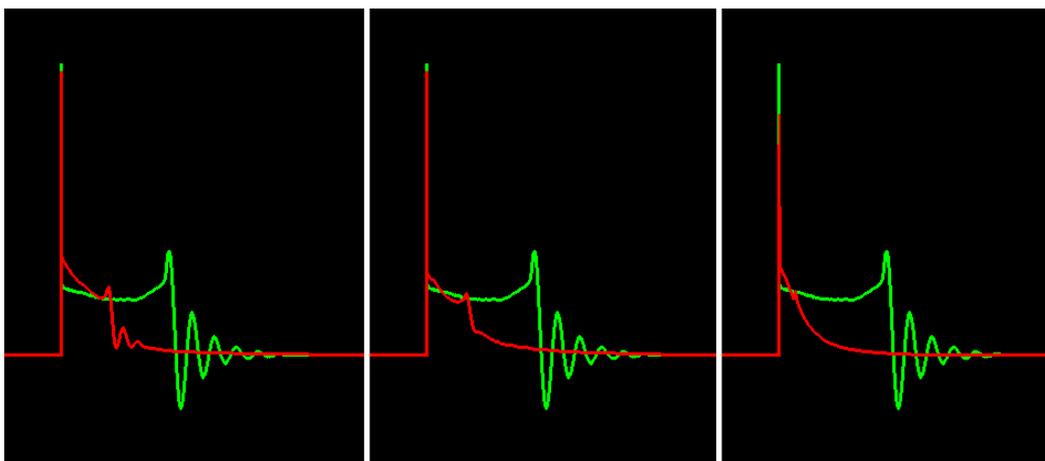
Пробой межвитковой изоляции обмоток катушки зажигания.

Эксплуатация неисправной системы зажигания приводит к генерации катушкой зажигания повышенного выходного напряжения, что может спровоцировать пробой межвитковой изоляции обмоток катушки зажигания. Вследствие возникновения пробоя в изоляции обмоток катушки, одновременно с искровым разрядом между электродами свечи зажигания образуется паразитный искровой разряд внутри катушки зажигания – между витками ее обмоток.

Паразитный искровой разряд между витками катушки зажигания отбирает часть энергии у полезного разряда в искровом зазоре свечи зажигания. С увеличением нагрузки на двигатель, доля отбираемой энергии искрового разряда увеличивается. Кроме того, существенно снижается и максимально возможное выходное напряжение, развиваемое катушкой зажигания (при дальнейшей эксплуатации такой катушки зажигания, развиваемое катушкой зажигания максимально возможное выходное напряжение снижается еще больше).

Наличие пробоя межвитковой изоляции обмоток катушки зажигания, не сказывается на работе двигателя под малыми нагрузками, но приводит к неработоспособности катушки зажигания при работе двигателя под высокой нагрузкой. Другими словами, если двигатель оснащен только одной катушкой зажигания и в этой катушке зажигания присутствует данный дефект, двигатель с такой катушкой зажигания практически невозможно запустить от прокрутки стартером. Если двигатель удастся запустить, например, путем буксирования автомобиля при включенном зажигании и включенной трансмиссии, то на холостом ходу двигатель работает практически без отклонений, но при резком открытии дроссельной заслонки, отказывается увеличивать частоту вращения коленвала и может заглохнуть.

Форма импульсов высокого напряжения, генерируемых катушкой зажигания с межвитковым пробоем, заметно изменяется.



Пробой межвитковой изоляции обмоток катушки зажигания.

Уменьшается амплитуда и количество затухающих колебаний либо они вовсе исчезают, зона затухающих колебаний "приподнимается" (смещается вверх относительно нулевой линии). Продолжительность горения искрового разряда заметно уменьшается, особенно при работе двигателя под нагрузкой.

Внимание.

Форма импульсов высокого напряжения, генерируемых катушкой зажигания с межвитковым пробоем изоляции, напоминает форму импульсов высокого напряжения при загрязнении поверхности керамического изолятора свечи зажигания со стороны камеры сгорания, а так же может напоминать форму импульсов высокого напряжения при пробое высоковольтной изоляции элемента системы зажигания вне камеры сгорания. Поэтому, в данном случае, при постановке диагноза необходимо провести дополнительные проверки на предмет пробоя поверхности керамического изолятора свечи зажигания, и пробоя высоковольтной изоляции других элементов системы зажигания.

Пробой межвитковой изоляции обмоток катушки зажигания, приводит к нарушениям параметров и формы высоковольтных импульсов всех цилиндров, обслуживаемых данной катушкой зажигания.

Зазор между электродами свечи зажигания и компрессия

Для каждой конкретной модели двигателя существуют определенные номинальные значения величины зазора между электродами свечи зажигания. Эта величина выбирается на основании следующих основных параметров:

- максимально возможное гарантировано развиваемое катушкой зажигания выходное напряжение (максимальное выходное напряжение катушки при сниженном напряжении на аккумуляторной батарее);
- прочность изоляции высоковольтных элементов системы зажигания на пробой;
- максимально возможное давление в камере сгорания в момент искрообразования;
- закладываемый производителем срок службы свечей зажигания...

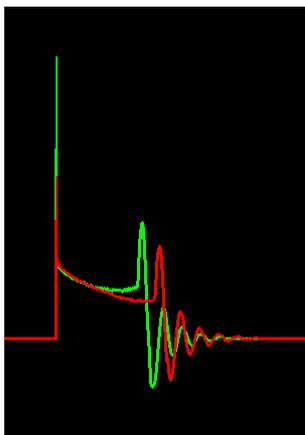
Исходя из вышеперечисленных и прочих параметров, производитель рекомендует соответствующий тип свечей зажигания для данного двигателя с таким значением величины искрового зазора, при котором искрообразование между электродами свечи зажигания будет гарантировано происходить на любом режиме работы двигателя (разумеется, при условии исправного состояния всех остальных элементов системы зажигания). Кроме того, сам факт искрообразования между электродами свечи зажигания еще не является гарантией воспламенения топливовоздушной смеси. Для гарантированного воспламенения топливовоздушной смеси так же необходимо обеспечить достаточную продолжительность горения искрового разряда, которая уменьшается с увеличением искрового промежутка. Минимально допустимой величиной продолжительности горения искрового разряда принято считать значение 0,5 мС.

Кроме того, для обеспечения гарантированного искрообразования между электродами свечи зажигания тогда, когда она практически отработает свой ресурс, изначально выбирается несколько уменьшенное значение величины зазора. Эта мера необходима из-за того, что в ходе эксплуатации величина зазора между электродами свечи зажигания постоянно увеличивается вследствие "выгорания" (эрозии) материала электродов.

Причинами эрозии электродов являются воздействие искровых разрядов на поверхность электродов, а так же воздействие высоких температур в камере сгорания и многократные перепады давления.

Уменьшенный зазор между электродами свечи зажигания

Уменьшение зазора между электродами свечи зажигания затрудняет сообщение горящего искрового разряда с топливоздушную смесь, и, соответственно, снижает вероятность ее воспламенения – слишком малый искровой промежуток свечи зажигания в некоторых случаях может стать причиной возникновения пропусков воспламенения.

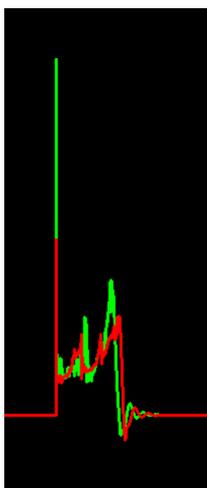


Зазор между электродами свечи зажигания существенно уменьшен. Двигатель работает на холостом ходу без нагрузки.

Для пробы уменьшенного искрового промежутка требуется меньшая величина напряжения. Поэтому импульсы зажигания, поступающие на свечу зажигания с уменьшенным искровым промежутком, при работе двигателя на холостом ходу отличаются более низким пробивным напряжением, но эта разница не столь значительна.

Уменьшение величины искрового промежутка между электродами свечи зажигания приводит к незначительному увеличению продолжительности горения искры. При работе двигателя на холостом ходу, напряжение горения искры к концу горения может заметно уменьшаться.

Разница между пробивными напряжениями, подводимыми к исправным свечам зажигания и к свече с уменьшенным искровым промежутком становится более существенной при работе двигателя под высокой нагрузкой.



Зазор между электродами свечи зажигания существенно уменьшен. Резкая перегазовка.

При работе двигателя под большой нагрузкой (например, в момент резкой перегазовки), подводимое к исправным свечам зажигания напряжение пробы

существенно увеличивается, а подводимое к свече зажигания с уменьшенным искровым промежутком напряжение пробоя почти не увеличивается либо увеличивается незначительно. Форма участка горения искрового разряда при этом отличается не существенно, может наблюдаться лишь незначительное увеличение продолжительности горения искрового разряда.

Внимание.

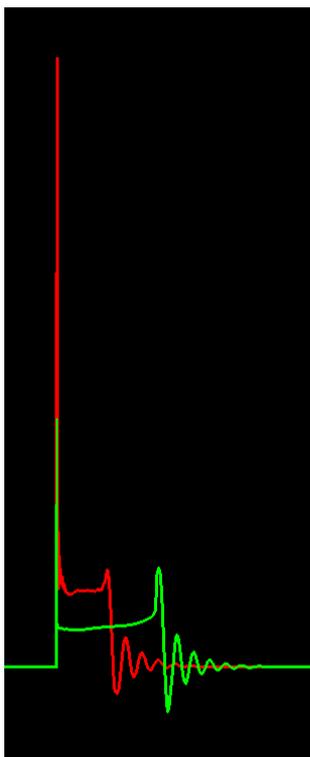
Даже в случае замыкания бокового и центрального электродов свечи зажигания, когда величина зазора между электродами свечи зажигания равна нулю, напряжение пробоя не снижается до нуля. Причиной этого является наличие включенного последовательно в высоковольтную цепь дополнительного искрового промежутка, образующегося между разносчиком (бегунком) распределителя зажигания и контактом крышки распределителя зажигания, отводящим ток высокого напряжения от распределителя зажигания к высоковольтному проводу свечи зажигания. Для пробоя этого хоть и небольшого, но все же искрового промежутка, требуется определенная величина напряжения. Поэтому, даже при нулевой величине зазора между электродами свечи зажигания, катушка зажигания развивает определенную величину пробивного напряжения.

Следует заметить, что отображаемое на осциллограмме импульса высокого напряжения значение пробивного напряжения всегда состоит из суммы двух напряжений пробоя – напряжения пробоя искрового промежутка между электродами свечи зажигания и напряжения пробоя воздушного зазора между разносчиком (бегунком) распределителя зажигания и контактом крышки распределителя зажигания.

Данная неисправность приводит к нарушениям параметров и формы высоковольтного импульса только того цилиндра, в котором установлена такая свеча зажигания.

Увеличенный зазор между электродами свечи зажигания

С увеличением зазора между электродами свечи зажигания, требуемое напряжение пробоя значительно увеличивается. Если необходимая для пробоя величина напряжения оказывается меньшей максимально возможной величины развиваемого катушкой зажигания выходного напряжения и при этом высоковольтная изоляция элементов системы зажигания исправна, искровой разряд между электродами свечи зажигания с увеличенным искровым промежутком образуется. Но в таких случаях, надежное воспламенение топливной смеси обычно происходит только при работе двигателя под небольшой нагрузкой.

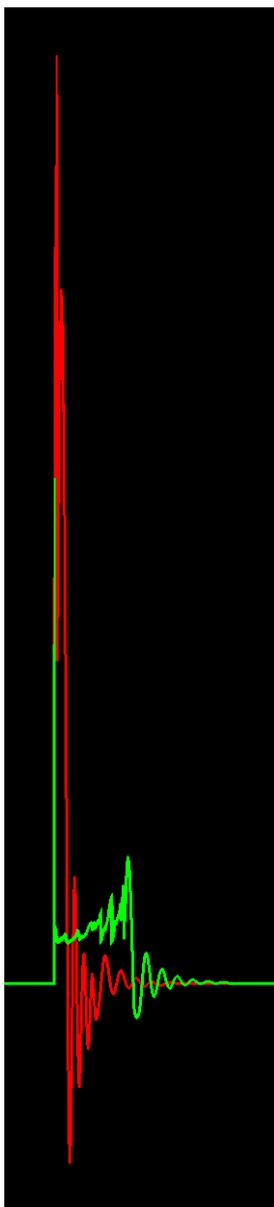


Зазор между электродами свечи зажигания существенно увеличен. Двигатель работает на холостом ходу без нагрузки.

К моменту начала горения искры, значительная часть запасенной в магнитном поле катушки зажигания энергия оказывается израсходованной на генерацию увеличенного пробивного напряжения. Это приводит к значительному уменьшению продолжительности горения искрового разряда. Кроме того, для поддержания процесса горения искрового разряда в увеличенном искровом зазоре требуется повышенное напряжение, поэтому напряжение горения искры увеличивается, что в свою очередь приводит к еще большему уменьшению продолжительности горения искрового разряда. Из-за существенного уменьшения продолжительности горения искрового разряда, надежность воспламенения топливовоздушной смеси снижается.

При работе двигателя под высокой нагрузкой, увеличенный искровой промежуток между электродами свечи зажигания может стать причиной пробоя недостаточно прочной или поврежденной высоковольтной изоляции элементов системы зажигания. В таком случае, искрообразование будет происходить вне камеры сгорания, что практически исключает вероятность искрообразования между электродами свечи зажигания и, как следствие, приводит к возникновению пропусков воспламенения топливовоздушной смеси.

В случаях, когда величина напряжения, требуемого для пробоя увеличенного искрового промежутка между электродами свечи зажигания, оказывается большей максимально возможной величины развиваемого катушкой зажигания выходного напряжения, и при этом высоковольтная изоляция элементов системы зажигания "выдерживает" это напряжение, образование искрового разряда не происходит вовсе – ни между электродами свечи зажигания, ни вне камеры сгорания.



Зазор между электродами свечи зажигания существенно увеличен. Резкая перегазовка.

Значительная часть запасенной в магнитном поле катушки зажигания энергия высвобождается в первичной цепи зажигания, перегружая элементы цепи, ограничивающей амплитуду выбросов напряжения в первичной цепи зажигания, и к перегрузке силового транзистора коммутатора.

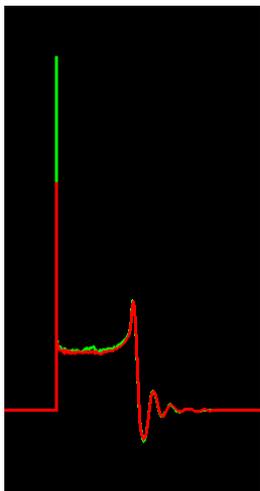
В таком случае, из-за отсутствия искрового разряда возникают пропуски воспламенения топливовоздушной смеси.

Продолжительная работа системы зажигания в таком режиме (когда катушка зажигания развивает выходное напряжение максимально возможной величины) может спровоцировать пробой высоковольтной изоляции элементов системы зажигания или пробой межвитковой изоляции обмоток катушки зажигания, и таким образом вывести их из строя. Так же весьма вероятно повреждение элементов коммутатора, ограничивающих амплитуду выбросов напряжения в первичной цепи зажигания и как следствие, повреждение силового транзистора коммутатора, обслуживающего данную катушку зажигания.

В случаях, когда эксплуатация двигателя со свечей зажигания с увеличенным искровым промежутком не привела к повреждению других элементов системы зажигания, нарушение параметров и формы высоковольтного импульса происходит только в том цилиндре, который обслуживается данной свечей зажигания.

Низкая компрессия

Существенное снижение компрессии в каком либо цилиндре двигателя приводит к тому, что в момент искрообразования, давление газов в камере сгорания оказывается заниженным. Соответственно, давление газов между электродами свечи зажигания в момент искрообразования так же занижено. Для пробоя искрового промежутка при более низком давлении газов, требуется меньшее напряжение.



Давление газов в камере сгорания в момент искрообразования занижено вследствие низкой компрессии, либо вследствие слишком большого значения угла опережения зажигания. Двигатель работает на холостом ходу без нагрузки.

Форма импульса зажигания обслуживаемого цилиндра с низкой компрессией практически не изменяется, но снижается пробивное напряжение как при работе двигателя без нагрузки, так и при работе двигателя под нагрузкой. При работе двигателя на повышенных оборотах, влияние неисправности на величину пробивного напряжения уменьшается.

Данная неисправность приводит к нарушениям параметров высоковольтного импульса только того цилиндра, в котором снижена компрессия.

Типовые неисправности DIS-систем зажигания

Отличительные особенности устройства DIS-системы зажигания

Конструкция DIS-катушки зажигания имеет характерные отличия – каждая DIS-катушка зажигания оснащена двумя высоковольтными выводами. С клеммой одного из этих высоковольтных выводов соединен один конец вторичной обмотки катушки зажигания, с клеммой второго высоковольтного вывода соединен второй конец вторичной обмотки катушки зажигания.

Каждая DIS-катушка зажигания обслуживает по два цилиндра, работающих с взаимным опозданием фаз газораспределения на 360° по положению коленчатого вала. Свечи зажигания таких цилиндров соединены с катушкой зажигания посредством высоковольтных проводов.

Встречаются двигатели, где DIS-катушки крепятся к головке цилиндров двигателя. В таких случаях применяется один из трех вариантов соединения высоковольтных выводов катушки со свечами зажигания: посредством двух высоковольтных проводов; посредством одного высоковольтного провода и одного высоковольтного "колпака", соединяющего высоковольтный вывод катушки со свечей зажигания, расположенной непосредственно под катушкой зажигания; посредством двух высоковольтных "колпаков", соединяющих высоковольтные выводы катушки со свечами зажигания, расположенными непосредственно под катушкой зажигания.

Так как свечи зажигания сразу двух цилиндров соединены с одной и той же вторичной обмоткой DIS-катушки зажигания, искрообразование происходит одновременно в двух цилиндрах. В одном из цилиндров такой пары, искрообразование происходит в конце такта сжатия – такую искру принято называть рабочей искрой. Во втором цилиндре такой пары, искрообразование происходит в конце такта выпуска отработавших газов – такую искру принято называть холостой искрой.

Холостая искра возникает в конце такта выпуска отработавших газов. Поэтому, в момент образования и горения холостой искры избыточное давление газов в камере сгорания практически отсутствует, а значит, избыточное давление газов отсутствует и в искровом зазоре свечи зажигания. Из-за отсутствия избыточного давления газов, для пробоя искрового промежутка в этот момент требуется сравнительно низкое значение пробивного напряжения, а для поддержания горения искры требуется сравнительно низкое значение напряжения горения искры. За счет этого, холостая искра отбирает незначительную часть энергии искрового разряда. Основная часть энергии искрового разряда при этом отбирается на генерацию рабочей искры – искры между электродами свечи зажигания того цилиндра, который в этот момент находится в конце такта сжатия. Это происходит за счет того, что давление газов в этом цилиндре в момент искрообразования повышено.

Так как ток высокого напряжения к свечам зажигания обслуживаемой DIS-катушкой зажигания пары цилиндров подводится от двух противоположных выводов одной и той же вторичной обмотки, полярность подводимых к свечам высоковольтных импульсов оказывается противоположной. Именно в связи с различной полярностью импульсов высокого напряжения в DIS системах зажигания, при подключении высоковольтных емкостных датчиков для проведения ее диагностики необходимо соблюдение полярности сигнала.

За счет того, что искрообразование происходит одновременно в двух обслуживаемых DIS-катушкой зажигания цилиндрах, высоковольтные провода, подключенные к свечам зажигания этих двух цилиндров, можно менять местами как со стороны подключения высоковольтных проводов к свечам зажигания, так и со стороны подключения высоковольтных проводов к DIS-катушке зажигания.

Примечание.

Полярность подводимого к свече зажигания напряжения оказывает существенное влияние на эрозию электродов свечи. Электроды свечи зажигания, к которой подводится напряжение положительной полярности, изнашиваются быстрее, чем такие же электроды свечи зажигания, к которой подводится напряжение отрицательной полярности (поэтому, в классической системе зажигания, к центральному электроду свечи зажигания подводится отрицательное напряжение, а к боковому электроду положительное напряжение).

Отличительные особенности осциллограммы напряжения высоковольтных импульсов DIS-системы зажигания

Влияние принятого метода съема осциллограммы высокого напряжения DIS-системы зажигания на ее форму и параметры

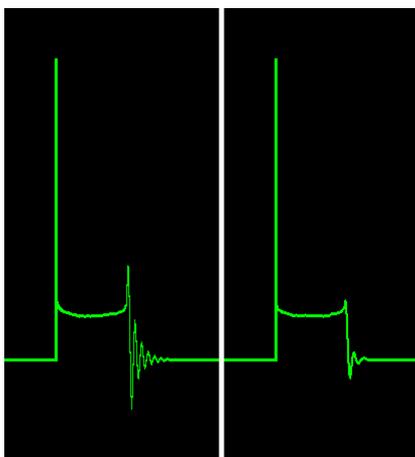
В связи с рассмотренными особенностями устройства и включения DIS-катушки зажигания, съем осциллограммы напряжения высоковольтных импульсов зажигания при помощи высоковольтных емкостных DIS-датчиков происходит дифференциально. То есть, фактически, вместо съема осциллограммы напряжения на свече зажигания генерирующей в данный момент рабочую искру, происходит съем осциллограммы выходного напряжения DIS-катушки зажигания (осциллограмма напряжения между высоковольтными выводами DIS-катушки зажигания). А так как выходное напряжение DIS-катушки зажигания приложено сразу к двум обслуживаемым катушкой свечам зажигания, отображаемое напряжение высоковольтного импульса зажигания оказывается состоящим из суммы двух напряжений – напряжения подводимого к одной из обслуживаемых свечей зажигания и напряжения подводимого ко второй из обслуживаемых свечей зажигания. Как было рассмотрено выше, величина напряжения холостой искры сравнительно мала, но, несмотря на это, влияние напряжения холостой искры на форму и параметры рабочей искры учитывать необходимо.

Неисправности DIS-системы зажигания, так же как и в классическом зажигании, определенным образом изменяют форму и параметры выходного напряжения DIS-катушки зажигания. Но в связи с рассмотренными выше особенностями устройства DIS-системы зажигания и особенностями метода съема осциллограммы напряжения импульсов

зажигания в DIS-системе зажигания, неисправности, соотносящиеся с одним из цилиндров обслуживаемых DIS-катушкой зажигания, могут так же отражаться на форме и параметрах высоковольтного импульса "парного" цилиндра.

Затухающие колебания в конце горения искрового разряда, генерируемого DIS-катушкой зажигания

Наличие затухающих колебаний в конце горения искры является признаком исправности обмоток катушки зажигания. Но так как конструктивные и электрические параметры различных DIS-катушек зажигания могут существенно различаться, количество прослеживаемых по осциллограмме вторичного напряжения затухающих колебаний для различных моделей DIS-катушек может быть разным.



Высоковольтные импульсы зажигания, генерируемые исправными DIS-катушками зажигания двух различных моделей двигателя. Двигатель работает на холостом ходу.

Одни DIS-катушки зажигания могут генерировать не менее трех...пяти затухающих колебаний, другие одно...два... Но, в любом случае, должно четко прослеживаться как минимум одно затухающее колебание.

Типовые неисправности индивидуального зажигания

Отличительные особенности устройства индивидуального зажигания

Система индивидуального зажигания отличается от других тем, что каждая свеча зажигания в такой системе обслуживается собственной (индивидуальной) катушкой зажигания. В большинстве случаев, индивидуальные катушки зажигания устанавливаются непосредственно над свечами зажигания. Но встречаются двигатели, где индивидуальные катушки зажигания соединены со свечами зажигания посредством высоковольтных проводов.

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

При подаче напряжения на первичную обмотку индивидуальной катушки зажигания, на вторичной обмотке возникает напряжения положительной полярности величиной около 1...2 кV. При определенных обстоятельствах, этой величины напряжения может оказаться достаточно для несвоевременного возникновения искрового разряда между электродами свечи зажигания и как следствие, слишком раннего воспламенения рабочей смеси, что может привести к повреждению двигателя. В системах индивидуального зажигания, возникновение этого разряда предотвращается при помощи включенного последовательно в цепь вторичной обмотки высоковольтного диода EFU, встроенного в корпус катушки зажигания.

При проведении диагностики индивидуальной системы зажигания по вторичному напряжению применяют либо универсальный накладной емкостной датчик "Cx Universal", либо индуктивный датчик "Lx Universal". Применение емкостного датчика более предпочтительно, так как полученный с его помощью сигнал более точно повторяет форму осциллограммы напряжения во вторичной цепи диагностируемой системы зажигания.

Съем сигнала при помощи емкостного датчика должен осуществляться со вторичной обмотки катушки (по цепи перед высоковольтным диодом EFU), так как в противном случае (при съеме сигнала по цепи после высоковольтного диода EFU) форма полученной осциллограммы сильно искажается.

В случае если применение емкостного датчика невозможно (если вторичная обмотка индивидуальной катушки зажигания экранирована), применяют индуктивный датчик.

Отличительные особенности осциллограмм напряжения высоковольтных импульсов индивидуального зажигания

Отличительные особенности параметров осциллограмм напряжения высоковольтных импульсов полученных при помощи емкостного датчика

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

Отличительные особенности формы и параметров осциллограмм напряжения высоковольтных импульсов полученных при помощи индуктивного датчика

Временные параметры импульсов зажигания (продолжительность накопления энергии в магнитном поле катушки, момент возникновения искрового разряда, время горения искры) сигнала полученного при помощи универсального накладного индуктивного датчика "Lx Universal" точно соответствуют действительным. Амплитудные значения импульсов зажигания (напряжение пробоя искрового промежутка, напряжение горения искры) форма и полярность сигнала полученного с помощью индуктивного датчика зависят от расположения датчика относительно сердечника диагностируемой катушки зажигания.

Затухающие колебания в конце горения искрового разряда, генерируемого индивидуальной катушкой зажигания

Как и для любых других систем зажигания, наличие затухающих колебаний в конце горения искры генерируемой индивидуальной катушкой зажигания является признаком исправности обмоток катушки. Но так как конструктивные и электрические параметры различных индивидуальных катушек зажигания могут существенно различаться, количество прослеживаемых по осциллограмме вторичного напряжения затухающих колебаний для различных моделей индивидуальных катушек может быть разным. Одни индивидуальные катушки зажигания могут генерировать не менее трех...пяти затухающих колебаний, другие одно...два, третьи до десяти... Но, в любом случае, должно четко прослеживаться как минимум одно затухающее колебание.

Внимание.

В случае, если съём сигнала при помощи емкостного датчика по ошибке осуществляться не со вторичной обмотки диагностируемой катушки зажигания, а по цепи после высоковольтного диода EFU, форма полученной осциллограммы сильно искажается. В частности, затухающие колебания в конце горения искры не отображаются вовсе даже в том случае, если диагностируемая катушка зажигания полностью исправна.