

Методы работы и отыскания неисправностей

Каждый диагност имеет свои методы и подходы к отысканию неисправностей. Здесь описаны методы поиска неисправностей основанные на мировом опыте, предлагаемые различными фирмами – производителями диагностического оборудования, а так же, на опыте многих диагностов использующее это оборудование.

Сначала будут описаны основные системы автомобиля, а затем, путь поиска неисправностей.

Система зажигания

Система зажигания на данный момент, делится на три основных вида.

- Контактная система
- Бесконтактная система
- Микропроцессорная система

Каждая система имеет свой набор датчиков и исполнительных устройств. По этому первичное напряжение на катушке во всех системах будет разное, но форма вторичного напряжения, вне зависимости от системы, будет одинаковая. Исключение составляет микропроцессорная система, где к одной катушке подключается две свечи. В этом случае общая картина будет другая. Но если рассматривать один из импульсов микропроцессорной системы, то он по форме не будет отличаться от импульсов остальных систем.

Контактная система зажигания

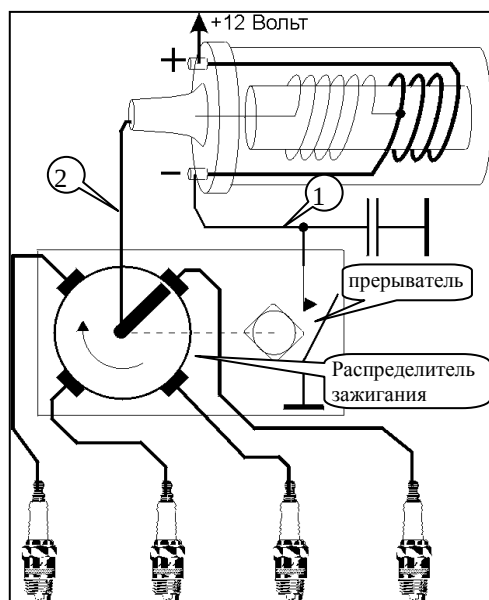


Рис. 1. контактная система зажигания

В состав этой системы входит: прерыватель, конденсатор, катушка и распределитель зажигания.

Катушка одной клеммой подключена к аккумулятору, а другой к прерывателю. Это значит, что в исходном состоянии на конце прерывателя, не подключенном к земле буде +12В. В момент прокрутки распределителя зажигания, когда бегунок находится между контактами токосъемника распределителя, происходит замыкание прерывателя на землю и через катушку начинает течь ток. Начинается накопление энергии в катушке. В момент прохода бегунка распределителя над токосъемником свечи, контакт прерывателя размыкается. При этом во вторичной обмотке катушки индуцируется ток высокого напряжения (до 25кв), а в первичной обмотке ток самоиндукции (не менее 250В). В итоге на свече появляется высоковольтное напряжение. Происходит пробой искрового промежутка и на свече появляется искра.

Указания к тестированию контактной системы зажигания

Для проверки контактной системы зажигания нужно рассмотреть сигнал первичного напряжения и сигнал вторичного напряжения на катушке. Для этого, следует подключить датчик вторичного напряжения (2) к центральному высоковольтному проводу и щуп первичного напряжения (с предварительно выбранным пределом «Первичное напряжение»), к клемме «-» катушки (1). В этом случае, на экране можно наблюдать парад цилиндров (количество импульсов зависит от количества цилиндров):

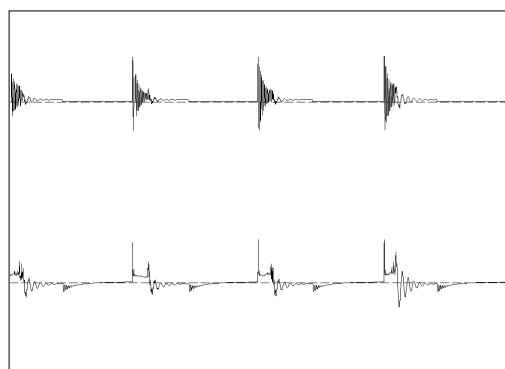


Рис. 2. Пример первичного и вторичного напряжения контактной системы зажигания

Интерпретация результатов

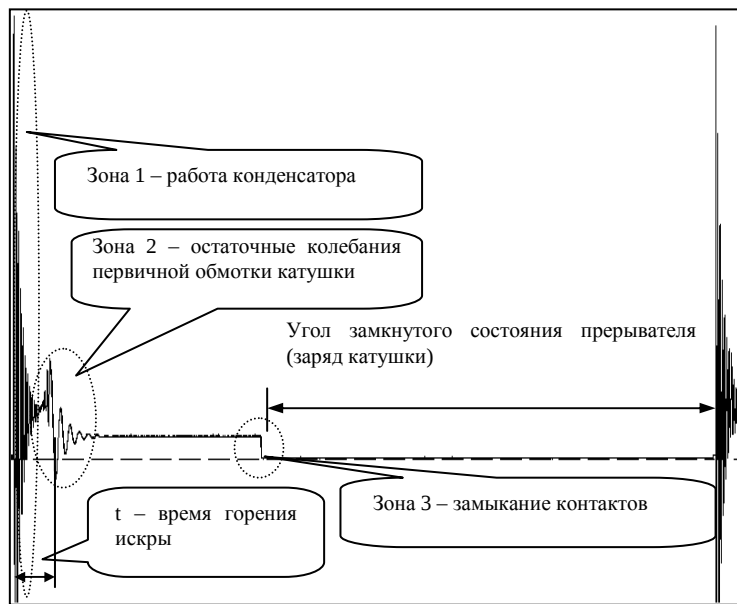


Рис. 3. Описание зон формы сигнала первичного напряжения для классической системы зажигания

- Амплитуда пика колебаний зоны 1 должна быть больше 250 Вольт. Если она ниже, а количество остаточных колебаний после горения искры меньше трех, то это указывает на короткозамкнутый виток в первичной цепи катушки зажигания.
- Малое количество колебаний в момент горения искры t , указывает на неисправность конденсатора.
- Пологий спад импульса в момент начала заряда (зона 3) указывает на нагар на контактах. Несколько импульсов в этой зоне говорят о «дребезге» контакта.
- Асинхронизм угла замкнутого состояния не должен превышать 3° . В противном случае, неисправен трамблер.
- В контактных системах угол замкнутого состояния (УЗСК) должен соответствовать паспортным данным (например, для ВАЗ-2101, УОЗ равен

$55 \pm 3^\circ$) и не зависеть от количества оборотов двигателя. Несоответствие угла замкнутого состояния паспортным данным указывает на неправильный зазор в контактах, а изменение угла замкнутого состояния с количеством оборотов - на слабую пружину контактов прерывателя.

- Чем больше УЗСК, тем меньший зазор контактов прерывателя, и наоборот.
- Количество остаточных колебаний (зона 2) должно быть не менее 4. Количество колебаний зависит от типа катушки. Чем выше индуктивность обмотки катушки, тем больше остаточных колебаний. Если их меньше, а особенно, если их нет совсем, то это указывает на короткозамкнутые витки в первичной обмотке.

Примеры осциллограмм классической системы зажигания

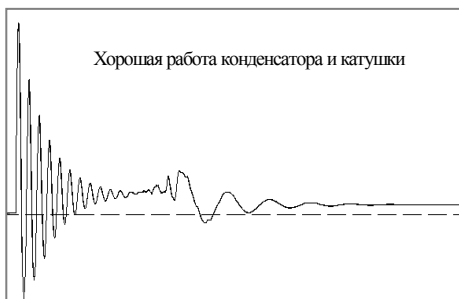


Рис. 4. Хорошая работа конденсатора и катушки.

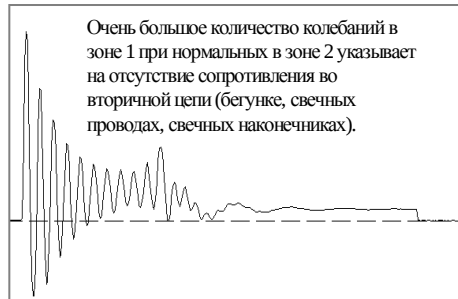


Рис. 5. Отсутствие сопротивления во вторичной цепи.

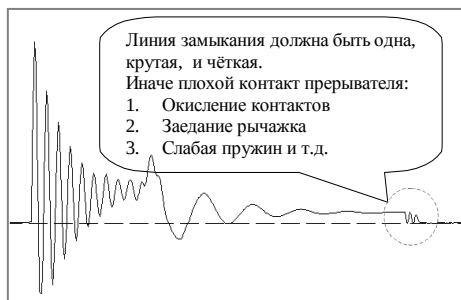


Рис. 6. Плохой контакт в прерывателе

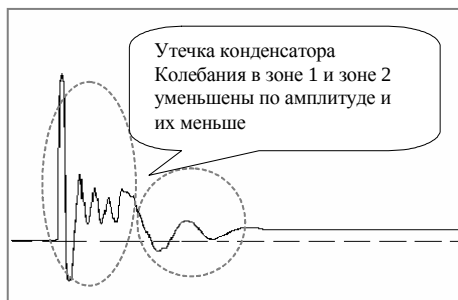


Рис. 7. Неисправность конденсатора

Бесконтактная система зажигания

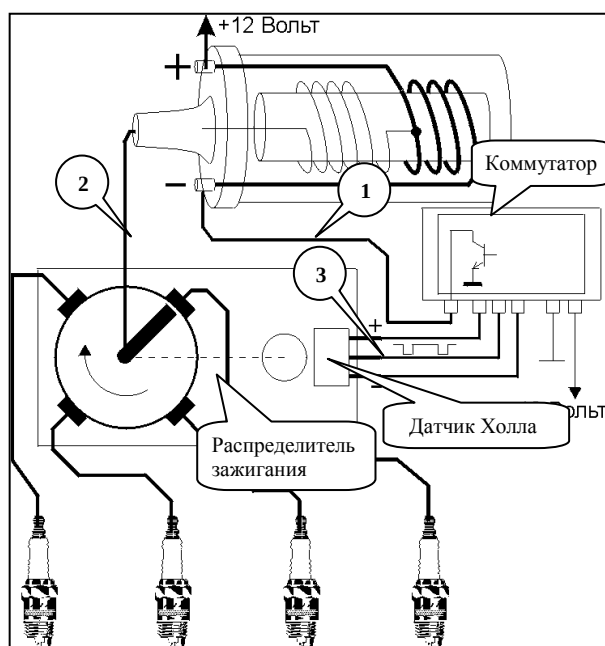


Рис. 8. Бесконтактная система зажигания

Эта система в своем составе имеет: датчик Холла, коммутатор, катушку и распределитель зажигания.

Катушка одной клеммой подключена к аккумулятору, а другой к выходному транзистору коммутатора. Датчик Холла механически связан с распределителем зажигания. Коммутатор выдает питание для датчика Холла и снимает управляющий импульс с него. Так же, коммутатор подтягивает выход датчика холла к +. То есть, в исходном состоянии (бегунок не соединен с контактом свечи) на выходе датчика Холла будет напряжение +6В, созданное коммутатором. Когда бегунок распределителя зажигания проходит над контактом свечи, то датчик Холла вырабатывает управляющий импульс (замыкает подтянутый вход коммутатора на землю). По этому фронту (перепаду управляющего сигнала в ноль) коммутатор размыкает выходной транзистор. При этом во вторичной обмотке катушки индуцируется ток высокого напряжения (до 25кВ), а в первичной обмотке - ток самоиндукции (более 300В). В итоге, на свече появляется высоковольтное напряжение. Происходит пробой искрового промежутка и на свече появляется искра.

Но для того, чтобы возник разряд необходимо, чтобы катушка была предварительно заряжена. То есть, до

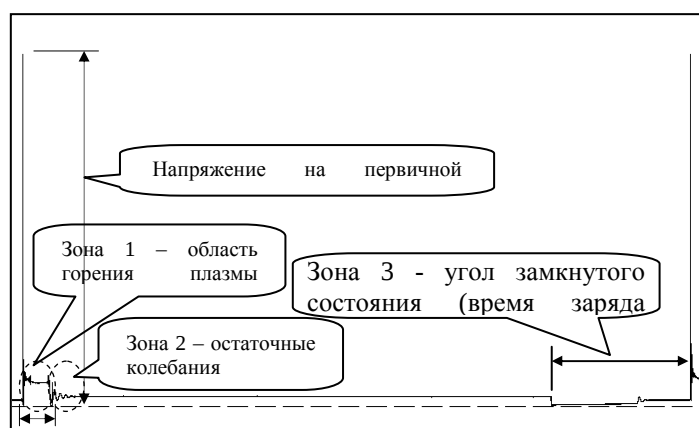


Рис. 9. Описание зон формы сигнала первичного напряжения для бесконтактной системы зажигания

управляющего импульса с датчика Холла, коммутатор должен предугадать, когда нужно замкнуть катушку на землю, для того чтобы ее зарядить. Причем, он должен это сделать так, чтобы время заряда катушки было приблизительно постоянным, иначе будет перезаряд катушки. Для этого коммутатор вычисляет период импульсов приходящих с датчика Холла. И в зависимости от этого периода, вычисляет время начала замыкания катушки на землю. Другими словами, чем выше обороты двигателя, тем раньше коммутатор будет начинать замыкать катушку на землю, но время замкнутого состояния будет одинаковым. Например, для ВА3-2109 УЗСК должен быть не более 22-25°.

Указания к тестированию бесконтактной системы зажигания

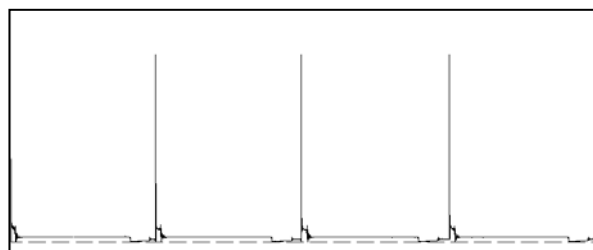


Рис. 10. Пример первичного напряжения бесконтактной системы зажигания для 4-х цилиндрового двигателя

Для проверки бесконтактной системы необходимо подключить датчик вторичного напряжения в точку 2 (высоковольтный щуп), щуп первичного напряжения в точку 1, и универсальный щуп (16В) в точку 3. Иногда в бесконтактных системах, вместо датчика Холла применяют индуктивный датчик. Напряжение на таких датчиках может достигать 40В. Рекомендуется установить предел измерения -60+60В.

Интерпретация результатов

Напряжение на первичной обмотке должно быть больше 300В (при 280В уже плохое искрообразование). Если оно меньше, то это указывает, скорее всего, на плохую работу коммутатора (пробой выходного транзистора и

ограничение импульса). Если имеет место ограничение импульса, т.е. верхушку импульса как бы обрезали (обычно верхушка импульса имеет закругленную или заостренную форму) и напряжение ниже 300В, то это подтверждает плохую работу коммутатора.

В индуктивном датчике импульсы должны быть симметричные (например, на рисунке, передний фронт более пологий). Если это не так, то значит в индуктивном датчике смещены пластины.

- Количество остаточных колебаний (зона 2) должно быть не менее 4. Если их меньше, а особенно, если их нет совсем, то это указывает на короткозамкнутые витки в первичной обмотке.

Время горения искры исправной свечи, при нормальных условиях, должна составлять более 0,9 мс. Если время горения меньше, то это говорит о плохом горении искры на свече. Если с уменьшением длительности горения повышается напряжение во время горения в первичной обмотке, то это значит, что очень большой зазор искрового промежутка в свече.

Все неисправности связанные с датчиком Холла и входными частями коммутатора отображены на этом рисунке. Пунктирными линиями отображены возможные отклонения сигнала от нормального.

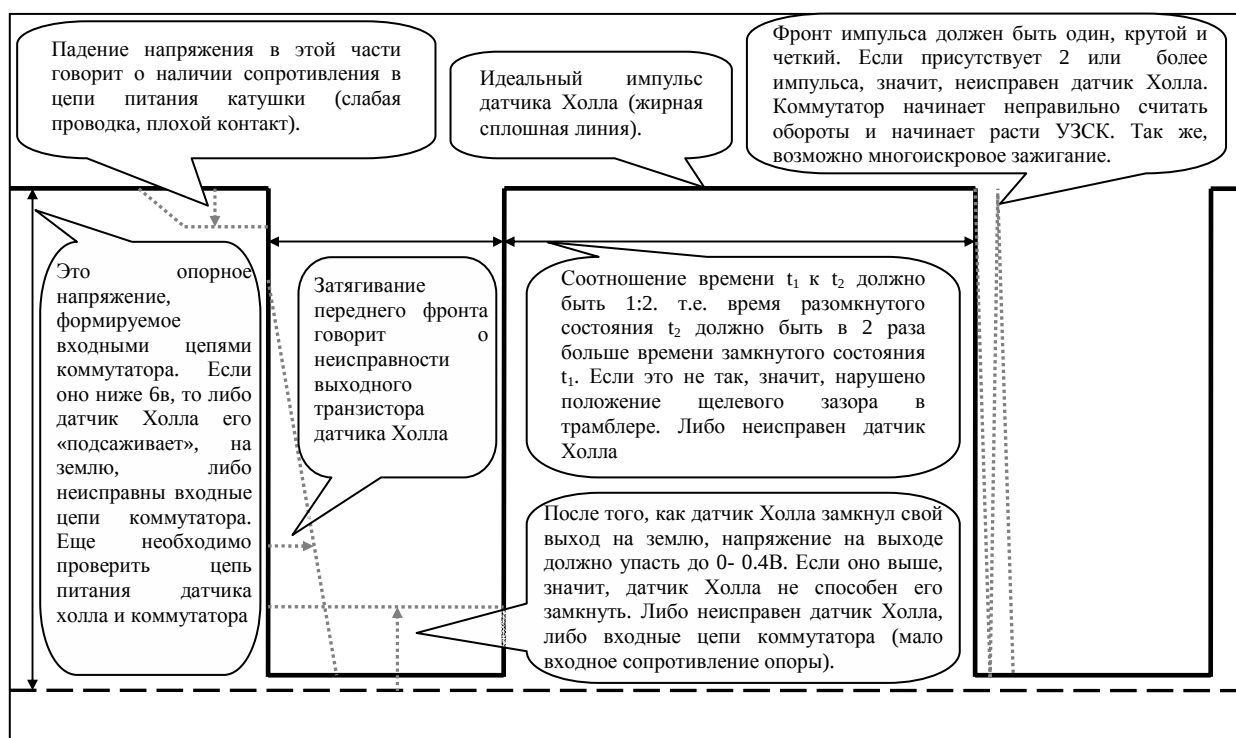


Рис. 3. Возможные неисправности датчика холла.

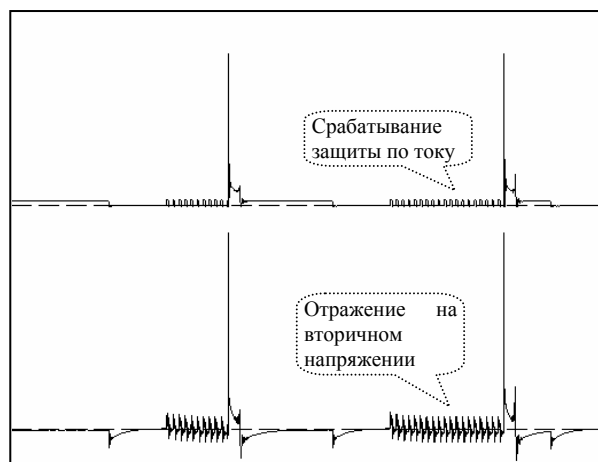
Примеры осциллограмм

Рис. 3. VW Passat.PG. Пример срабатывания защиты по току.

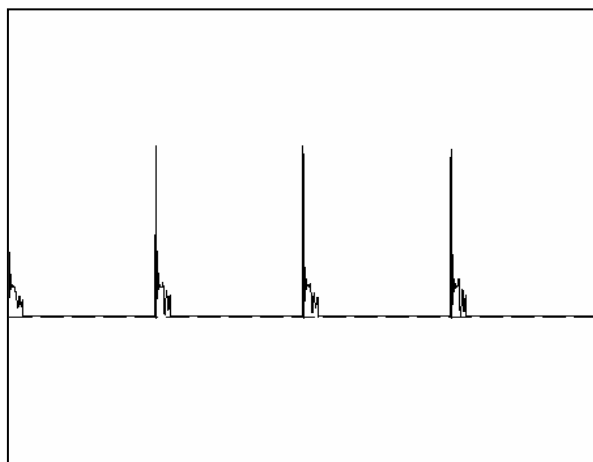


Рис. 3. Большой УЗСК. (1000 об/мин).

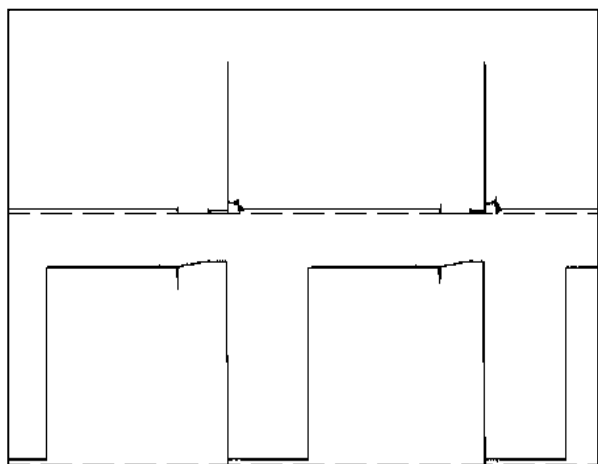


Рис. 3. ВАЗ 2109 Хорошая работа датчика холла

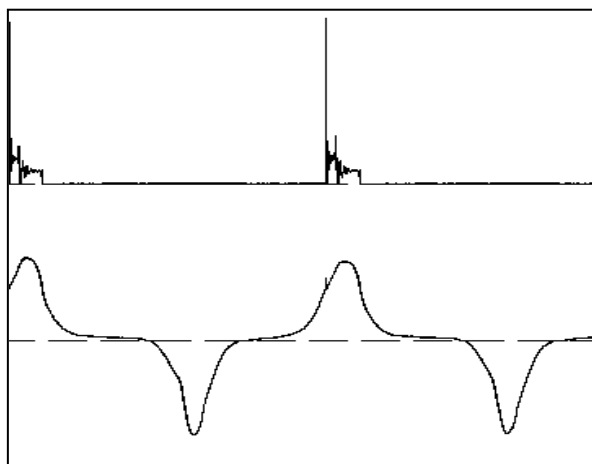


Рис. 3. Дефект индуктивного датчика. Сдвинуты шторки.

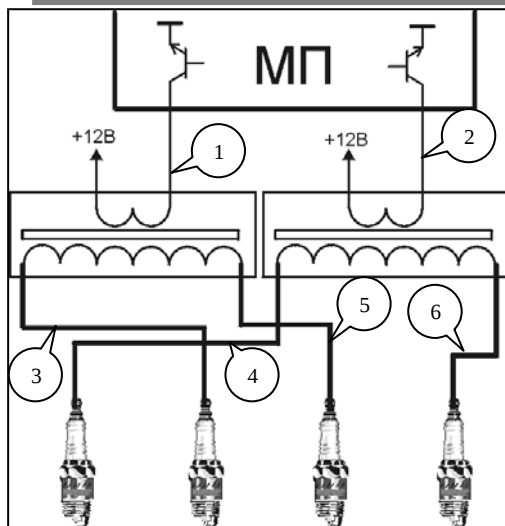


Рис. 3. Микропроцессорная система зажигания

Микропроцессорная система

В микропроцессорных системах применяются, как правило, две катушки зажигания, или один модуль зажигания на две свечи. Модуль зажигания состоит из двух катушек и двух коммутаторов. Искра появляется на двух свечах одновременно. В каждом цилиндре происходит два искровых разряда (один в момент рабочего такта, второй - в конце такта выпуска). Началом накопления энергии, углом замкнутого состояния (УЗСК) и моментом возникновения искры, управляет микроконтроллер, который получает информацию о положении коленвала от датчиков (угол поворота коленвала, распредвала, и т. д.).

Указания к тестированию микропроцессорной системы зажигания

Если это модуль зажигания, то проконтролировать первичное напряжение на катушке нельзя, т.к. выводы катушки недоступны. Мы можем лишь увидеть низковольтные команды, идущие от контроллера к модулю. Вход модуля необходимо рассматривать как вход коммутатора. Таки модули применяются, например, в автомобилях ВАЗ-2110.

Если микроконтроллер имеет силовые выходные части для подключения катушек (ГАЗ-3110), то можно увидеть первичное напряжение такое, как на бесконтактной системе зажигания (см. выше). На два оборота коленвала будет два импульса первичного напряжения. Все дефекты искрообразования будут такие же, как и в бесконтактной системе.

Вторичное напряжение на катушке.

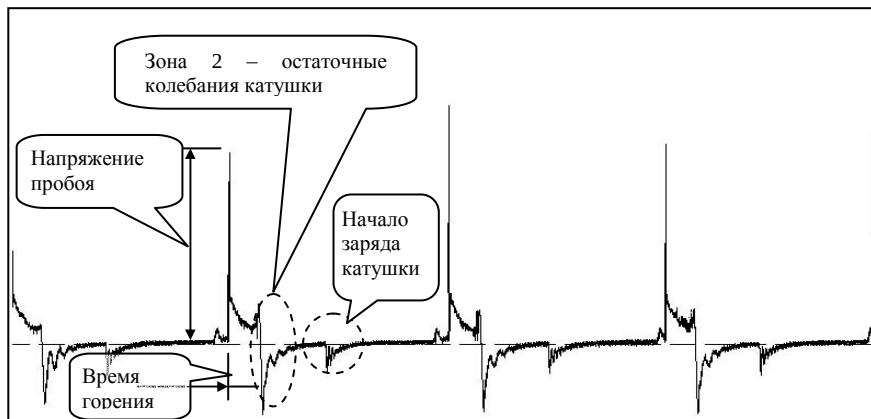


Рис. 3. Хорошая работа конденсатора и катушки.

Для того, чтобы посмотреть вторичное напряжение, необходимо подключить датчик вторичного напряжения на высоковольтный провод. Если нужно посмотреть импульс на одном цилиндре, то необходимо подключить датчик к проводу этого цилиндра. Если необходимо посмотреть сразу все цилиндры, то датчик подключается к центральному высоковольтному проводу (между катушкой и распределителем зажигания).

- Напряжение пробоя на высоковольтном проводе (на холостом ходу), лежит в

диапазоне от 6 до 13кВ. Уменьшение напряжения пробоя ниже 6кВ, при нормальной длительности плазмы, указывает на *повышенное содержание топлива* в топливно-воздушной смеси (богатая смесь). Повышенное напряжение, при тех же условиях, указывает на *пониженное содержание топлива* в топливно-воздушной смеси (бедная смесь). При нормальном смесеобразовании, в режиме резкого ускорения, вторичное напряжение не должно падать более чем 40% от установленного. Также, повышенное напряжение может указывать и на подсос воздуха.

- Превышение напряжения пробоя на холостом ходу выше 13 кв. (при нормальном зазоре на свечах), с одновременным уменьшением длительности горения, указывает на *вероятный обрыв в высоковольтной цепи*. Например, обрыв высоковольтной обмотки катушки зажигания, обрыв высоковольтного провода, выход из строя сопротивления бегунка трамблера (сопротивление свечных колпачков) и т.д.

- Низкое напряжение пробоя на холостом ходу, с одновременным увеличением времени горения, указывает на *короткое замыкание в высоковольтной цепи*. Например, замыкание высоковольтной обмотки катушки зажигания, замыкание высоковольтного провода на массу, пробой бегунка трамблера (свечных колпачков) на массу и т.д. Также, пониженное напряжение может указывать на обогащенную смесь и низкую компрессию.
- Если напряжение пробоя находится в пределах нормы, но спад импульса во время горения от напряжения пробоя очень пологий, то это означает *обрыв свечного провода*. Только разряд происходит не в цилиндре, а в другом месте, например в бегунке трамблера. Другими словами, разряду «легче» пробить зазор в бегунке, чем в зазоре свечи.

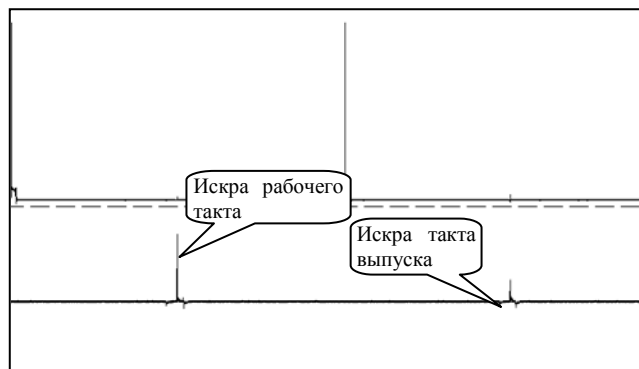


Рис. 3. Хорошая работа конденсатора и катушки.

- Количество периодов остаточных колебаний катушки во вторичной обмотке катушки зажигания после окончания искры (зона 2), должно быть не менее 4-х и зависит от типа катушки. Если меньше, то это указывает на короткозамкнутый виток во вторичной обмотке катушки.
- Первый пик отклика вторичной обмотки в момент начала заряда катушки (зона 3), должен быть направлен вниз, а высоковольтный импульс - вверх. В противном случае, катушка подсоединена неверно, т.е. перепутаны клеммы подключения первичной обмотки.

Помехи во время горения указывают на нагар на свече, присутствие в топливно-воздушной смеси влаги.

Время горения искры исправной свечи, при нормальных условиях, должно составлять более 0,9 мс. Если время горения меньше, то это говорит о плохом горении. Если с уменьшением длительности горения повышается напряжение во время горения, в первичной обмотке, то это означает очень большой зазор искрового промежутка в свече.

Напряжение во вторичной цепи во время горения должно быть постоянным. Если имеет место спад напряжения, то это говорит о высоком сопротивлении во вторичной цепи (это может быть высокоомные провода или плохой контакт). Если во время горения искры напряжение во вторичной обмотке возрастает, то это говорит о нагаре на свече (низкое сопротивление вторичной цепи).

В микропроцессорной системе искра появляется на двух свечах одновременно. В каждом цилиндре происходит два искровых разряда (один в момент рабочего такта, второй в конце такта выпуска). Напряжение пробоя такта выпуска будет ниже чем рабочего потому что во время рабочего такте, в цилиндре давление больше и значит, напряжение пробоя будет выше. В такте выпуска давление незначительное - 0,2-0,6 атм. Значит напряжение пробоя очень мало. Сам импульс вторичного напряжения ничем не отличается от импульсов контактной или бесконтактной системы зажигания.

Указания к тестированию вторичного напряжения системы зажигания

Примеры осциллограмм вторичного напряжения

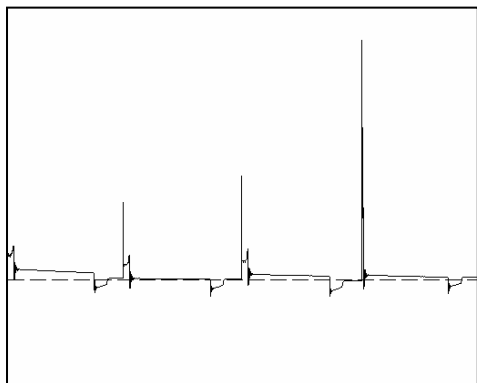


Рис. 3. Daewoo Обрыв провода во втором цилиндре



Рис. 3. Daewoo Нормальная осциллограмма



Рис. 3. Ваз-21103 Неисправный модуль зажигания. (DIS)

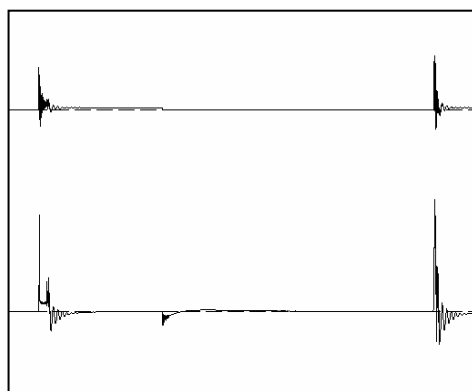


Рис. 3. Классическая система зажигания. Нагар на свече. Уменьшение длительности горения (справа)

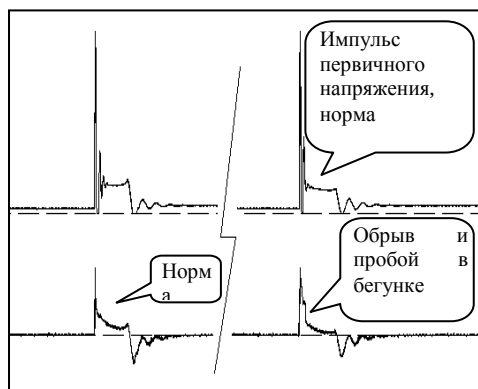


Рис. 3. Обрыв свечного провода и пробой в бегунке.

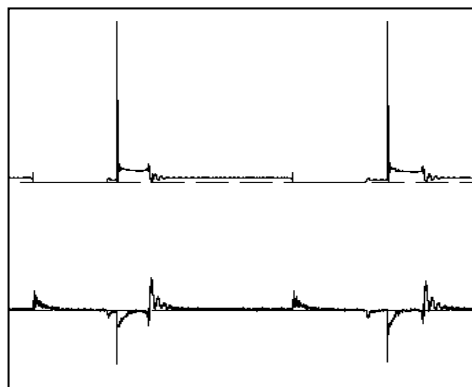


Рис. 3. Не правильно подсоединённые клеммы катушки.

Работа центробежного регулятора

Указания к тестированию центробежного регулятора

Для проверки работы центробежного регулятора необходимо подключить внешнюю синхронизацию (датчик первого цилиндра) и компрессометр. Для наглядности, лучше еще смотреть и первичное напряжение.

Опережение зажигания определяется по максимуму компрессии. В максимуме компрессии будет верхняя мертвая точка. Если синхронизация происходит от того цилиндра, в котором измеряется давление, то от начала осциллограммы до максимума компрессии будет угол опережения зажигания. Таким образом, для установления начального угла зажигания, необходимо, отключить вакуумный регулятор и поворачивая трамблер, при этом смотря на ВМТ, выставить нужный угол.

Далее, проверяется вакуумный регулятор. Для этого он отсоединяется от системы и к нему подключается трубка. После этого в трубке создается разрежение (можно втянуть воздух ртом) и рассматривается осциллограмма. Угол зажигания должен расти и максимум компрессии должен смещаться.

Система топливоподачи

Анализ газа

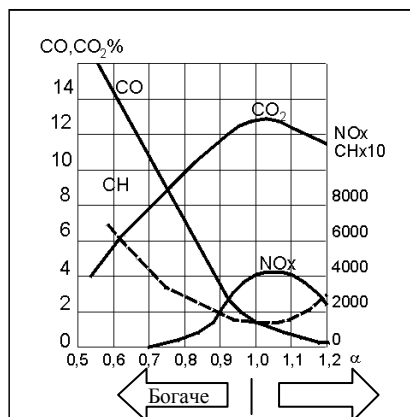


Рис. 3. Изменения концентраций газа в зависимости от состава смеси.

Для работы двигателя в цилиндр необходимо подавать воздух и топливо. Оптимальное соотношение количества воздуха и топлива, при котором будет полное сгорание топлива, называется стехиометрический коэффициент α . Для бензинового двигателя соотношение должно быть равно 14,7:1, то есть на 14,7 литров воздуха должен приходиться один литр топлива. При этом $\alpha=1,0$. Если будет больше воздуха или меньше топлива (например, 18:1), то такая смесь называется – бедной $\alpha > 1,0$. А если будет больше топлива или меньше воздуха (например, 10:1), то такая смесь называется – богатой $\alpha < 1,0$. При богатой или бедной смеси, двигатель работает не оптимально, что приводит к перегреву, большему расходу топлива и т.д.

Для поддержания правильной пропорции топлива и воздуха служит система топливоподачи. Когда открывается дроссельная заслонка, в цилиндр поступает больше воздуха, система топливоподачи отслеживает количество воздуха и пропорционально добавляет топливо и, наоборот, при закрытии дроссельной заслонки. И не важно, какая система стоит в автомобиле, инжектор, или карбюратор. Они оба выполняют одну и ту же функцию –

поддержание правильной пропорции топлива. Только карбюратор – механическая система, двигатели с инжектором – электронная. Хотя есть и механические инжекторы и электронные карбюраторы.

Для настройки системы топливоподачи, необходимо знать какой сейчас состав смеси. Во впускном коллекторе состав смеси на данный момент измерить невозможно. По этому состав смеси, измеряют по составу выхлопного газа.

Внимание: Концентрация CO меньше чем один процент может быть смертелен. Испытание должно всегда проводиться в хорошо проветриваемом помещении.

Интерпретация результатов

Оксид углерода (CO). Образуется во время сгорания при дефиците кислорода. CO является основным показателем состава смеси. Чем выше концентрация CO, тем богаче смесь, и наоборот.

Причинами высокого уровня CO могут быть:

- Низкие обороты холостого хода.
- Неправильно настроен карбюратор.
- Грязный или забитый воздушный фильтр.
- Не функционирующий клапан холостого хода.

Углеводороды (CH). Это молекулы топлива, которые не принимали участия в горении. Углеводороды появляются из-за гашения пламени вблизи холодных стенок камеры сгорания, в закрытых участках камеры сгорания и в зазоре между поршнем и верхним компрессионным кольцом. Появление этих углеводородов обусловлены конструкцией цилиндра, их уровень находится в пределах 100-200 ppm, при нормальном количестве кислорода. При очень бедных смесях повышение CH обусловлено неполным сгоранием топлива из-за неравномерного распределения топлива в объеме цилиндра.

Причинами высокого уровня CH могут быть:

- Неполное сгорания из-за загрязненных контактов свечи.

- Неправильно установленный УОЗ.
- Низкая компрессия в цилиндре.
- Подсосы воздуха во впускной системе

Кислород (O_2). отражает количество газа, остающегося в выхлопном тракте после того, как произошел процесс сгорания. В окружающей среде концентрация O_2 должна быть в пределах 20%. Идеальная концентрация для транспортных средств без вторичной системы воздушной инъекции - меньше чем 1.5 %. Если автомобиль оборудован воздушной системой инъекции, то уровень O_2 будет находиться в диапазоне 3-4%. При перекрытии входного воздуховода транспортного средства, оборудованного системой воздушной инъекции, происходит снижение уровня концентрации O_2 . Практически, концентрация становится такой же, как и на автомобилях без воздушной инъекции. При повышении уровня O_2 понижается уровень CO , и наоборот.

Причинами высокого уровня O_2 могут быть:

- Бедная топливная смесь
- Вакуумные утечки
- Пропуски искрообразования

Причиной низкого уровня O_2 может быть богатая топливная смесь

Углекислый газ (CO_2). Является индикатором эффективности сгорания. CO_2 достигает максимума в или около стехиометрических воздушно-топливных отношений и уменьшается бедным или богатым воздушно-топливным отношением.

Причинами низкого уровня CO_2 могут быть:

- Бедная или богатая топливная смесь.
- Утечки или разбалливание в выхлопной системе.

Оксиды азота (NO или NOx). Появляются в процессе взаимодействия азота и кислорода при высокой температуре. Образование NO сильно увеличивается с ростом температуры около $2500^{\circ}C$. Такой процесс происходит с ростом нагрузок двигателя.

Причинами высокого уровня NO могут быть:

- Бедная топливная смесь
- Работа со сбоями выпускных клапанов.
- Повреждение системы охлаждения двигателя.
- Работающий со сбоями катализатор.
- Отложения в камере сгорания.

Влияние катализатора на уровень CO , CH , NO . Высокие значения этих газов – явный признак того что есть проблема в какой-то части системы. Но низкий уровень, или уровень в пределах нормы – не обязательно признак хорошей работы двигателя. Катализатор дожигает эти газы при плохо работающем двигателе. В данной ситуации истинный уровень CO , CH , и NO , скрыт катализатором. Для правильной оценки состава смеси и определения стехиометрического коэффициента необходимо считывание Лямбда показателя.

Содержание в выхлопных газах продуктов неполного сгорания (CO , CH) не желательно не только из-за их токсичности, но и потому, что при неполном сгорании выделяется не полное количество тепла, что приводит к ухудшению показателей двигателя.

В таблице приведены возможные неисправности, связанные с ненормальными показаниями значений газов.
Н – низкий, В – высокий, У – умеренный.

CO	CO ₂	CH	O ₂	Возможные неисправности
В	Н	В	В	Богатая смесь с пропусками воспламенения
В	Н	В	Н	Дефектный термостат или датчик хладагента
Н	Н	Н	В	Утечки выхлопа после катализатора
Н	В	Н	В	Осечка инжектора, каталитическое действие конвертера
В	Н	У, Н	В	Богатая смесь
В	В	В	В	Осечка инжектора, неработающий катализатор; комбинация богатой смеси и вакуумной утечки
Н	Н	В	В	Осечка воспламенения; бедная смесь; вакуумная или воздушная утечка.

Форсунки

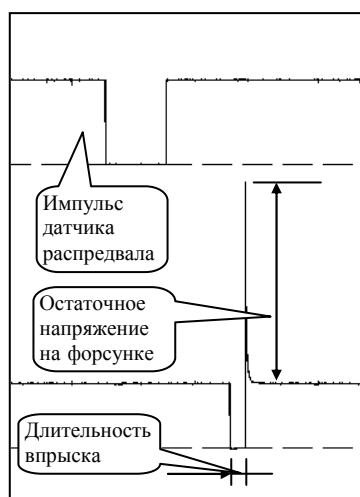


Рис. 3. Хороший импульс напряжения на форсунке.



Рис. 3. Хорошая работа конденсатора и катушки.

Одним из исполнительных механизмов в системе топливоподачи автомобиля с электронной системой впрыска, являются топливные форсунки. С их помощью топливо дозированными порциями подается в цилиндр. Один вывод форсунки подключен к +12В, другой к выходному транзистору контроллера.

Указания к тестированию форсунок

Интерпретация результатов

Остаточное напряжение на форсунке должно быть более 60 Вольт. Если напряжение меньше, то это говорит о короткозамкнутом витке в катушке форсунки.

В момент замыкания форсунки на землю, импульс должен иметь четкий фронт и напряжение на форсунке не должно быть более 0,4В. Иначе, или выходной

транзистор не справляется с нагрузкой, или имеются межвитковые замыкания в обмотке форсунки.

Длительность впрыска должна соответствовать нормальной работе двигателя.

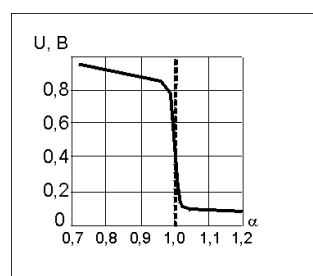


Рис. 3. График изменения выходного напряжения датчика кислорода от состава смеси.

Датчик кислорода (Лямбда – зонд)

Датчик кислорода включен в контур обратной связи системы регулирования и показывает отклонение состава смеси от стехиометрического (см. главу «Анализ газа»). На рисунке представлен график изменения напряжения на выходе циркониевого лямбда зонда. Если смесь богатая, то лямбда зонд выдает повышенное напряжение, если бедная то напряжение маленькое. Бортовой компьютер, принимая сигнал с лямбда зонда, анализирует состав смеси и в зависимости от состава увеличивает или уменьшает количество топлива, пытаясь выдержать стехиометрический коэффициент $\alpha=1.0$.

Физически, лямбда зонд вкручен в выпускной коллектор. Существуют несколько разновидностей: датчиков с электрическим подогревом (BA3-2110), с подогревом от картерных газов (OPEL), с подтягивающим резистором (Ford). Особенностью лямбда-зонда является то, что он имеет высокое выходное сопротивление. Если будет производиться измерения напряжение на этом датчике с помощью тестера с низким входным сопротивлением, то тестер своими входными цепями зашунтирует выход лямбда зонда.

Интерпретация результатов

Сигнал лямбда зонда должен постоянно меняться от высокого уровня к низкому. Такое поведение датчика означает захват сигнала контроллером.

Если сигнал постоянно находится в крайнем верхнем положении, то это признак очень богатой смеси, и контроллер не в состоянии ее обеднить (в цилиндр попадает много топлива, например, «льющая» форсунка). Если сигнал находится около нуля – смесь бедная.

Если сигнал завис в каком либо положении (обычно в среднем) и не реагирует (или реагирует но очень слабо) на резкое изменение подачи топлива («перегазовка»), то это значит неисправен лямбда зонд.

Примечание: При замене лямбда-зонда необходимо сбросить текущие ошибки контроллера. На некоторых автомобилях достаточно отключить минусовую клемму аккумуляторной батареи. Делается это для того, чтобы контроллер восстановил свое исходное состояние, поскольку при неисправностях лямбда-зонда контроллер выключает датчик из контура регулирования и переходит на подпрограмму.

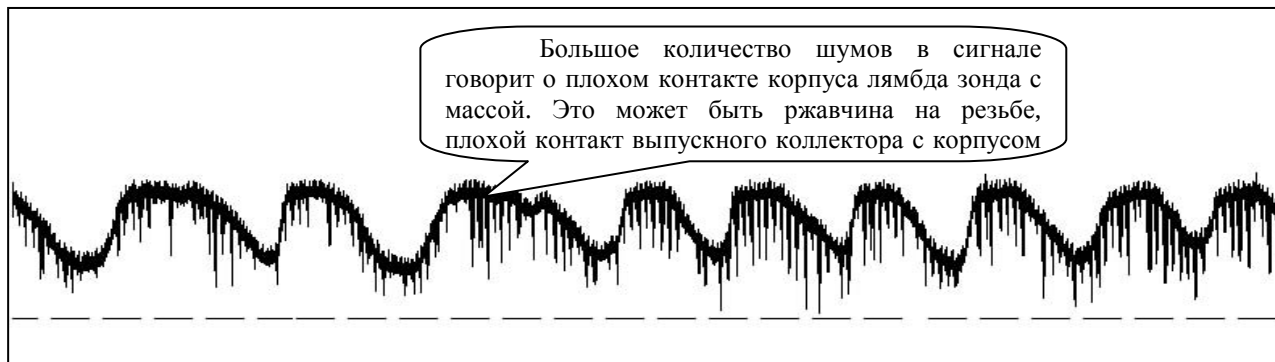


Рис. 3. Хорошая работа конденсатора и катушки.

Датчик массового расхода воздуха

Указания к тестированию датчика массового расхода воздуха

Интерпретация результатов

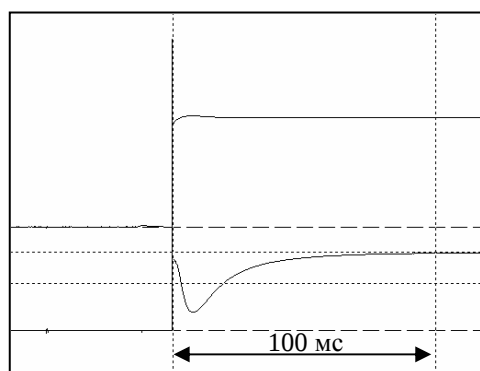
Примеры осциллограмм

Рис. 3. Момент включения исправного (вверху)
ДМРВ и

Система газораспределения

Датчик давления

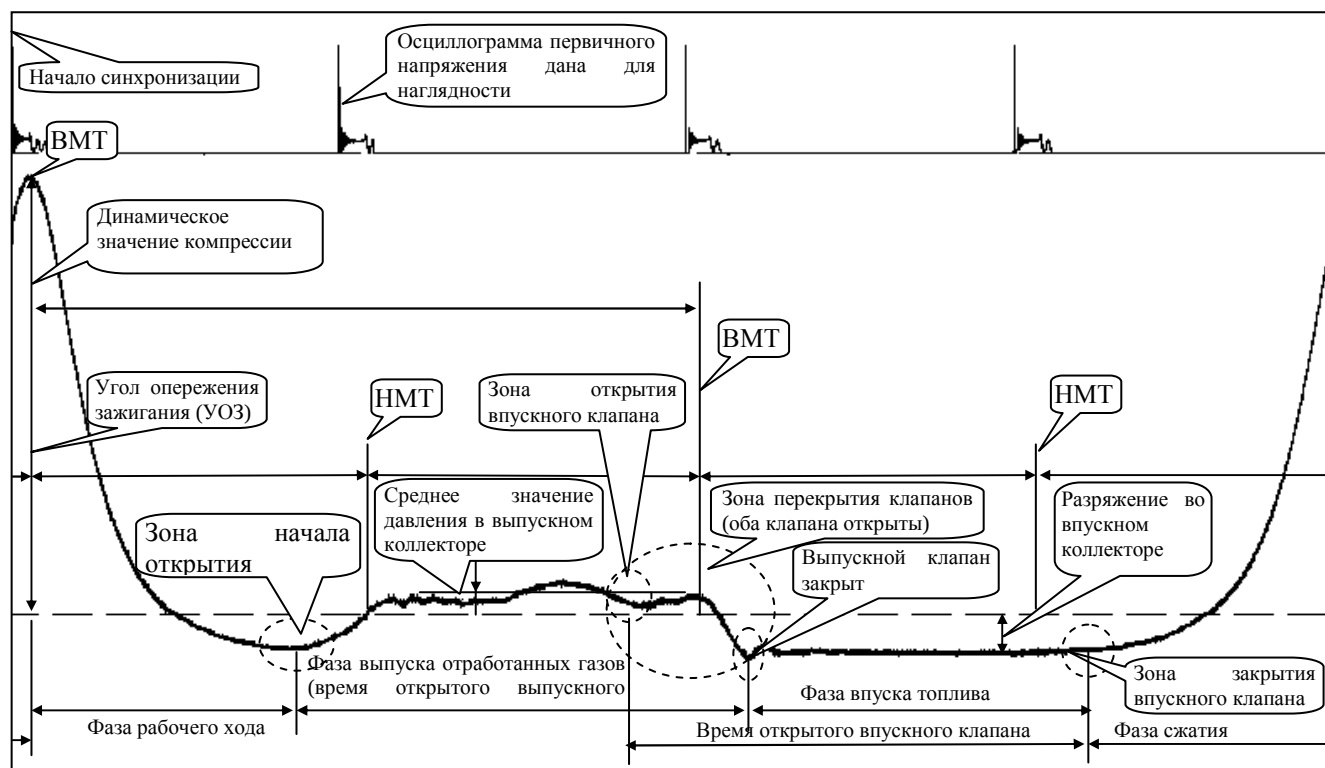


Рис. 3. Периоды, точки и зоны системы газораспределения.

Данный график демонстрирует диаграмму давления в цилиндре 4-х тактного двигателя без возникновения горения.

Когда поршень достигает верхней мертвой точки (ВМТ), то одновременно с этим достигается максимум компрессии в этом цилиндре. Точка максимума давления на графике однозначно идентифицирует ВМТ. Левая граница экрана совпадает с началом импульса синхронизации, т.е. моментом возникновения искры в цилиндре, на высоковольтном проводе которого установлен датчик синхронизации. Разница между началом воспламенения и ВМТ – есть угол опережения зажигания (УОЗ).

Вторую верхнюю мертвую точку в фазе выпуска еще называют серединой зоны перекрытия клапанов. Зона перекрытия клапанов возникает в момент времени, когда в фазе выпуска впускной клапан открывается перед тем, как закроется выпускной, иными словами в тот момент, когда оба клапана открыты. Момент открытия впускного и закрытия выпускного клапана отстоит от ВМТ на определенном расстоянии (например, $\pm 20^\circ$ для двигателя ЗМЗ – 4062 – это справочная информация). Это значит, что впускной клапан открывается на 20° раньше ВМТ, а выпускной клапан закрывается на 20° позже ВМТ. На графике середину зоны перекрытия можно определить по началу спада давления после фазы выпуска.

На графике достоверно можно видеть только начало открытия и закрытия выпускного клапана. Начало открытия и закрытия впускного клапана определить трудно. Этот период можно лишь приблизительно оценить. Закрывается впускной клапан после НМТ. После закрытия начинается рост давления в цилиндре. Начало открытия впускного клапана можно видеть (приблизительно) на больших оборотах двигателя, когда четко обозначен режим продувки.

Необходимо обратить внимание на то, что показание давления в момент сжатия смеси отличается от значений измеренных механическим компрессометром, *приблизительно*, в два раза. Если механический компрессометр показывает 12 атм., то этот датчик покажет давление около 6 атм. Измерение механическим компрессометром происходит при полностью открытой дроссельной заслонке, а график, изображенный на рисунке, соответствует оборотам холостого хода, когда дроссельная заслонка почти закрыта и воздуха в цилиндр поступает меньше. Максимальное давление достигает значений измеренных механическим компрессометром при больших оборотах, когда дроссельная заслонка открыта полностью или почти полностью. Если произвести замеры датчиком давления при прокрутке стартером и при открытой дроссельной заслонке, то показания совпадут.

Опишем явления, происходящие в цилиндре. Нужно отметить, что это график давления в цилиндре, без воспламенения топлива.

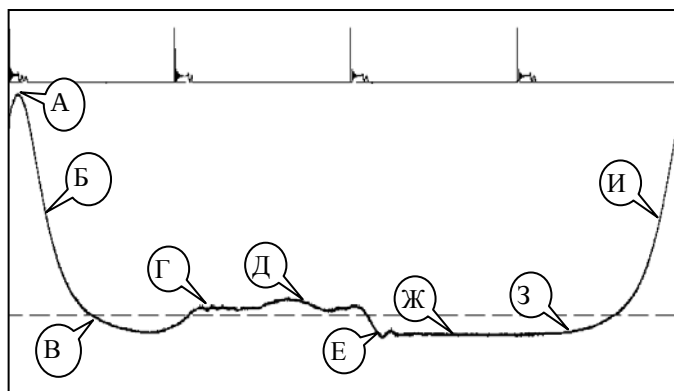


Рис. 3. Хорошая работа конденсатора и катушки.

А – Позиция готовности

Поршень завис в ВМТ
Содержимое цилиндра сжато
Оба клапана закрыты
Искра уже была

Б – Позиция мощности

Оба клапана остаются закрытыми
Поршень быстро возобновляет движение
Скорость поршня достигает предельного значения в середине пути.
Скорость поршня быстро уменьшается в конце хода

В – Позиция Вакуума 1

Оба клапана остаются закрытыми

Давление в цилиндре упало и быстрое движение поршня вниз создало вакуум в цилиндре
Выпускной клапан готов открыться

Г – Позиция Начала выхлопа

Выпускной клапан открылся до НМТ
Поршень зависает в НМТ

Д – Позиция Выхлопа

Поршень быстро возобновил движение
Поршень удаляет содержимое цилиндра через открытый выпускной клапан
Скорость поршня достигает предельного значения в середине пути.
Скорость поршня быстро уменьшается в конце хода
Открылся выпускной клапан

Е – Позиция установки в нуль

Поршень зависает в ВМТ
Клапан Выхлопа закрылся
Впускной клапан продолжает открываться

Ж – Позиция впуска

Впускной клапан открылся
Поршень быстро возобновил движение вниз
Движение вниз поршня вовлекает воздух в цилиндр через открытый впускной клапан
Движение поршня вниз создало вакуум в цилиндре. (при прокрутке стартером определяется только при закрытой дроссельной заслонке)
Скорость поршня достигает предельного значения в середине пути.
Скорость поршня быстро уменьшается в конце хода

З – Позиция Вакуума 2

Поршень зависает в НМТ
Впускной клапан закрылся

И – Позиция Сжатия

Оба клапана закрыты
Поршень быстро возобновил движение
Содержимое цилиндра сжимается поршнем
Скорость поршня достигает предельного значения в середине пути.
Скорость поршня быстро уменьшается в конце хода.

Интерпретация результатов

1. Динамическое значение компрессии при оборотах холостого хода, приблизительно, в два раза меньше значения, измеренного механическим компрессометром. Давление должно расти при наборе оборотов. Если оно падает с ростом оборотов, то это говорит об изношенности цилиндропоршневой группы. Это связано с тем, что при проверке механическим компрессометром, дроссельная заслонка полностью открыта. А при проверке электронным датчиком давления автомобиль работает на холостом ходу. Дроссельная заслонка закрыта и в цилиндре не хватает воздуха. Поршню просто нечего сжимать. При наборе оборотов показания механического компрессометра и электронного выравниваются.

2. Если в фазе выпуска наблюдается рост среднего давления в выпускном коллекторе выше 0,6 атм., то это означает, что в выпускной системе имеется сопротивление выхлопу. Например, может быть разрушен катализатор, при этом возможно смещение всего графика давления вверх. Обычно давление в выпускном коллекторе около 0,2 атм.

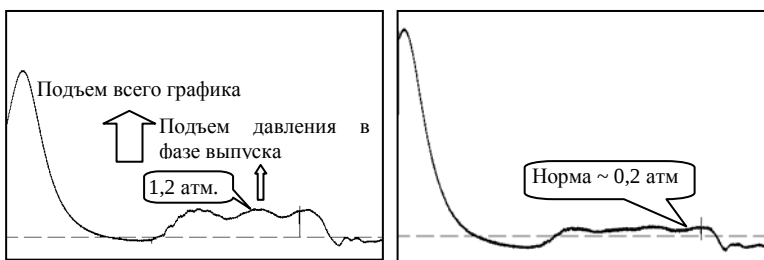


Рис. 3. Хорошая работа конденсатора и катушки.

3. Середина зоны перекрытия клапанов, на графике, должна находиться в ВМТ фазы выпуска, т.е. через 360° после первой ВМТ. Исключение составляют двигатели с изменяемой фазой газораспределения. Середина зоны на графике определяется по началу резкого спада давления после фазы выпуска. Это связано с тем, что после этой точки выпускной клапан резко закрывается, а впускной резко открывается. Разряжение из впускного коллектора попадает в цилиндр. При правильно установленном ремне эта точка будет в районе 360°+4°. Если она находится ближе или дальше, то это указывает на неправильно установленный ремень газораспределения. Например, один зуб ремня газораспределения двигателя ВАЗ-2109 дает смещение в 12°. При правильно установленном ремне и оборотах более 2000об/мин, виден режим продувки. На графике это рост давления в зоне перекрытия клапанов. Если ремень установлен со смещением, то этого роста не будет, зато появится небольшой пологий горб в фазе выпуска.

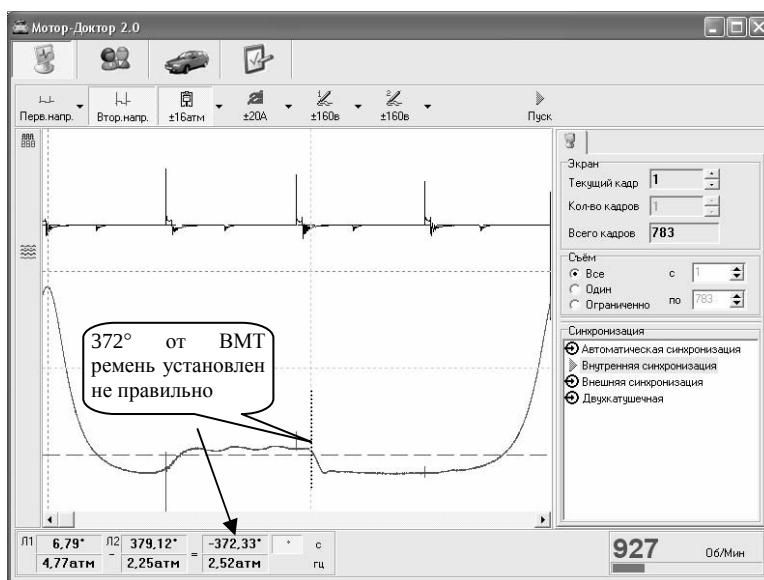


Рис. 3. Хорошая работа конденсатора и катушки.

Смещение графика на несколько градусов может быть и из-за неправильно отрегулированных клапанов. Если смещение графика уменьшается с ростом оборотов, то это говорит о слабой натяжке ремня. Коленвал начал движение, а распредвал еще стоит на месте из-за провисания ремня. При наборе оборотов этот эффект ослабевает. Так же смещение графика с ростом оборотов может происходить при низких оборотах коленвала. Так как один цилиндр двигателя не работает и при низких оборотах усиливается неравномерность вращения. По этому измерение фаз необходимо производить при 800-1000об/мин.

Внимание: Переставлять ремень на двигателях, где нет выборки в головке под клапана (например ВАЗ-2109 с двигателем 1100 и 1300), необходимо с большой осторожностью, т.к. при неправильной установке распредвала, могут погнуться клапана.

4. Если в зоне начала открытия выпускного клапана (позиция Вакуума 1) отсутствует разряжение, то это говорит о неправильной работе выпускного клапана (зависание, раннее открытие). Если отсутствует разряжение в зоне вакуума 2, то это говорит о неправильной работе впускного клапана.

Примеры осциллограмм

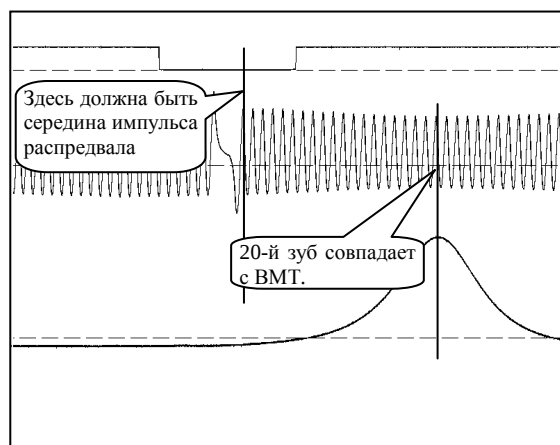


Рис. 3. Хорошая работа конденсатора и катушки.

Если посмотреть на осциллограмму давления совместно с датчиком распредвала и коленвала, то можно определить правильность их взаимной установки. Например на двигателе ЗМЗ-4062, середина импульса распредвала должна совпадать с серединой первого зуба датчика коленвала. Середина зуба датчика коленвала является переход через ноль импульса датчика. Этот факт взят из руководства по техническому обслуживанию и ремонту двигателя. После подключения прибора видно, что датчик распредвала установлен неправильно относительно датчика коленвала. Далее, двадцатый зуб датчика коленвала, после пропуска зуба, должен быть в ВМТ. На графике видно, что это действительно так.

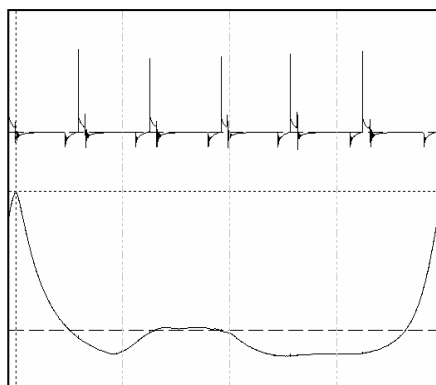


Рис. . BMW 520 M20 Выработанные кулачки
распредвала.(970об/мин)

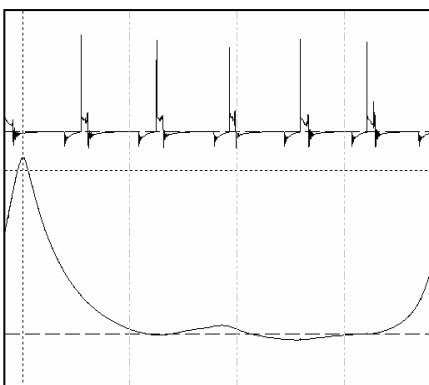


Рис. . BMW 520 M20 Выработанные кулачки распредвала.(1392 об/мин)

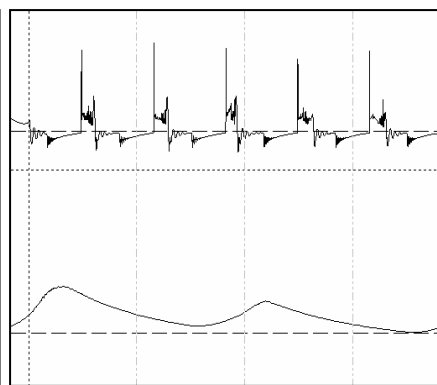


Рис. . BMW 520 M20 Выработанные кулачки
распредвала.(4123 об/мин)

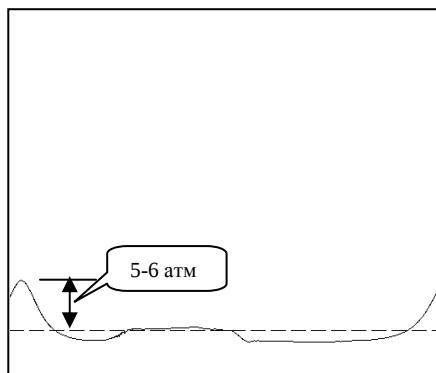


Рис. 3. Газель 3МЗ-406. нормальная работа системы газораспределения (800об/мин)

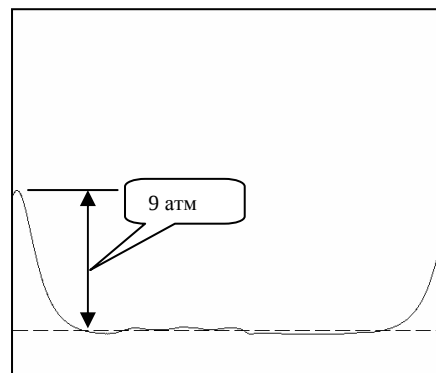


Рис. 3. Газель ЗМЗ-406. Подсос воздуха во впускном коллекторе (800 об/мин)

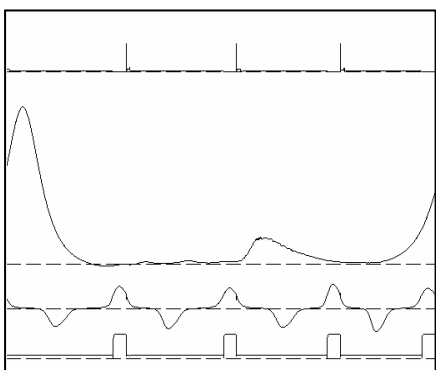


Рис. 3. Газель 3МЗ-402. Взрыв топлива в карбюраторе из-за подсоса воздуха во впускном коллекторе

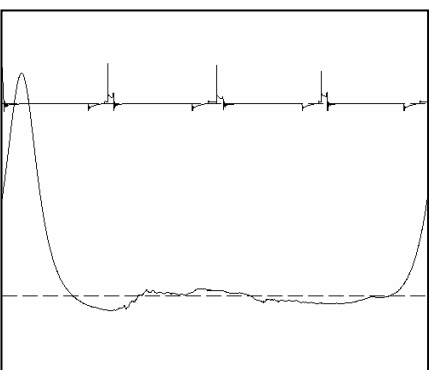


Рис. 3. «Разбитые» направляющие впускного и выпускного клапанов. (900 об/мин)

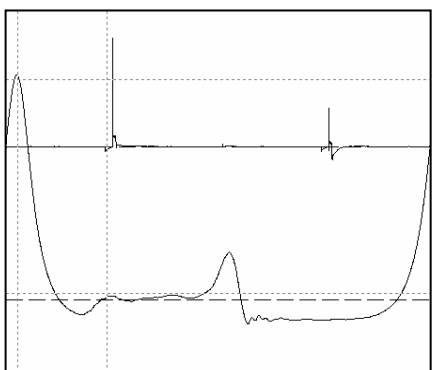


Рис. 3. Ваз 2112 (16кл) Ошибка установки выпускного распредвала. Он установлен на 2 зуба раньше. (810 об/мин)

Датчик разряжения

Указания к тестированию

Интерпретация результатов

Примеры осциллограмм

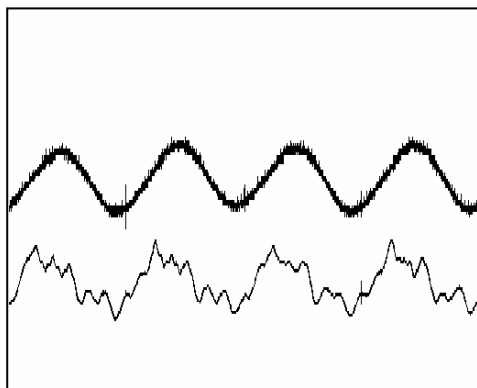


Рис. . Работа расходомера (вверху) и датчика разряжения. Каждый горб осциллограммы – работа цилиндра 4-х цилиндрового двигателя