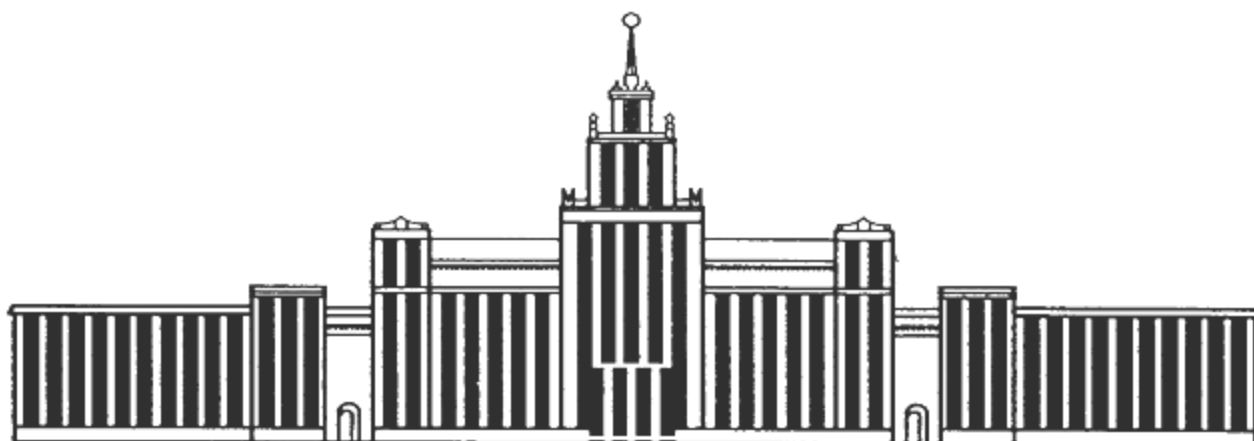

+++МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

00(00)
M000

СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Лабораторный практикум

Челябинск
2014

ББК Ч48+Ч61

И724

Лабораторный практикум «Система зажигания автомобиля» / авторы: В.А. Калмаков, А.А. Андреев., под ред. А.Г. Возилова, Р.Ю. Илимбетова – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 27 с.

Предназначена для студентов специальностей Автотракторного факультета по разделу «Электрооборудование автомобилей и тракторов».

ББК Ч48+Ч61

© Издательский центр ЮУрГУ, 2013

Лабораторная работа № 1–2

Цель работы: изучить назначение и конструкцию автомобильной системы зажигания. Снять основные характеристики электронной системы зажигания.

Программа выполнения работы:

1. Внеаудиторная подготовка к работе в лаборатории.
 - 1.1. Используя учебники и учебные пособия, методические указания к настоящей лабораторной работе, а также доступный справочный материал:
 - ознакомиться с назначением, устройством, принципом действия и основными характеристиками системы зажигания;
 - ознакомиться с назначением и принципом действия свечей зажигания;
 - изучить устройство автомобильных свечей зажигания, назначение их узлов и элементов, основные технические характеристики;
 - 1.2. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
3. Выполнить лабораторную работу следуя методическим указаниям.
4. Оформить отчёт по лабораторной работе.

Методический материал к лабораторной работе

Система зажигания — это совокупность всех приборов и устройств, обеспечивающих появление электрической искры, воспламеняющей топливо-воздушную смесь в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания в нужный момент. Эта система является частью общей системы электрооборудования. Воспламенение смеси происходит от искры, поэтому другое наименование системы - искровая система зажигания.

Система зажигания предназначена для принудительного воспламенения рабочей смеси в камере сгорания двигателя электрической искрой, возникающей между электродами свечи зажигания. Искра образуется в результате подачи импульса тока высокого напряжения на электроды свечи. Функции генератора импульсов тока высокого напряжения выполняет катушка зажигания, которая работает по принципу трансформатора и имеет вторичную обмотку (тонкий провод, много витков), намотанную на железный сердечник и первичную обмотку (толстый провод, мало витков), намотанную сверху на вторичную. При прохождении тока по первичной обмотке катушки зажигания в ней создается магнитное поле. Принцип работы системы зажигания заключается в накоплении и преобразовании катушкой зажигания низкого напряжения (12В) электрической сети автомобиля в высокое напряжение (до 30000В), распределении и передаче высокого напряжения к соответствующей свече зажигания и образовании в нужный момент искры на свече зажигания.

Углом опережения зажигания называется угол поворота коленчатого вала двигателя, при котором происходит подача тока высокого напряжения на свечи зажигания. Для того, чтобы топливно-воздушная смесь полностью и эффективно сгорела зажигание производится с опережением, т.е. до достижения поршнем верхней мертвой точки.

Влияние угла опережения зажигания

Средняя длительность горения искры 1 – 1,5 миллисекунды (одна тысячная секунды). Температура в стержне пробоя достигает отметки 10000°C . Тот объем ТВС, что находится в этом промежутке пробоя, сгорает практически мгновенно. Далее, от тепла, которое выделилось при сгорании, происходит дальнейшее распространение фронта пламени по камере сгорания. Первоначальная скорость горения – около 1 м/с. Далее по мере распространения фронта скорость горения достигает 50-80 м/с. Последние порции ТВС, находящиеся около относительно холодных стенок камеры сгорания догорают с гораздо меньшей скоростью. Таким образом, весь процесс горения занимает около 30° угла поворота коленчатого вала.

Рассмотрим, что происходит в цилиндре двигателя при различных углах опережения зажигания.

Нормальный угол опережения зажигания рис. 1.

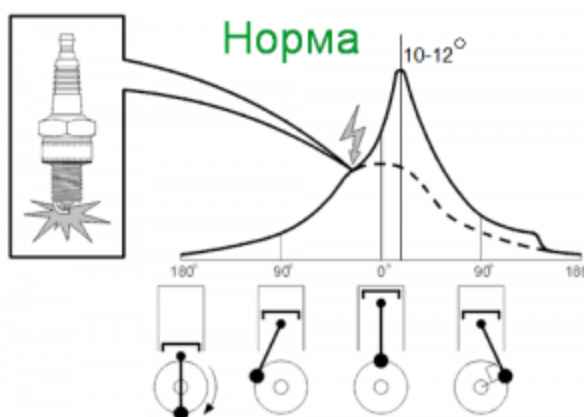


Рис. 1. Диаграмма зависимости давления в цилиндре при нормальном УОЗ

Здесь максимум давления газов приходится почти сразу (10 - 15°), как только поршень пройдет верхнюю мертвую точку. Мощность и крутящий момент такого двигателя на максимуме.

Поздний угол опережения зажигания рис.2.

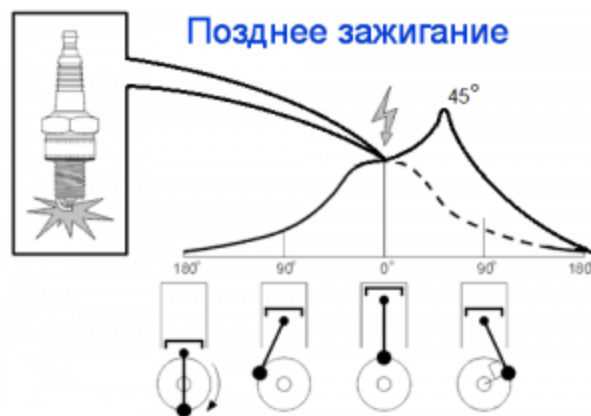


Рис. 2. Диаграмма зависимости давления в цилиндре при позднем УОЗ

Как видно пик максимального давления газов сместился также в более позднюю сторону и сам по себе он гораздо ниже, чем при нормальном УОЗ. То есть получается, что ТВС сгорая, как бы догоняет уходящий поршень вниз. КПД такого двигателя оставляет желать лучшего.

Иногда смесь может продолжить гореть и после открытия выпускных клапанов, тогда раскаленные выпускные газы могут раньше времени поджечь поступающий свежий заряд ТВС. В таком случае, при позднем зажигании, могут наблюдаться хлопки во впускной коллектор.

Ранний угол опережения зажигания рис.3.

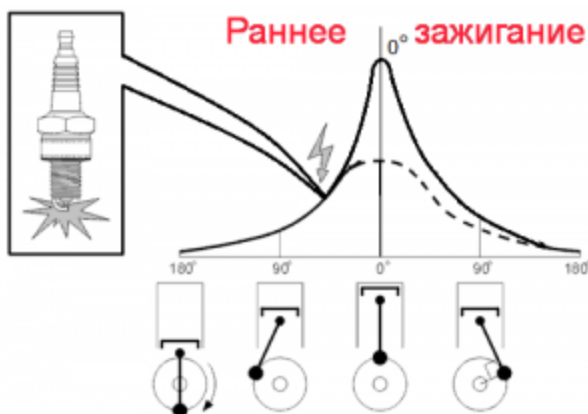


Рис. 3. Диаграмма зависимости давления в цилиндре при раннем УОЗ

Пик максимального давления газов приходится на верхнюю мертвую точку движения поршня или даже раньше. То есть на начальном этапе сгорания ТВС газы давят на поршень в противоход, что естественно тоже снижает мощность двигателя и может стать причиной такого нежелательного явления как детонация.

От чего зависит угол опережения зажигания.

1.Прежде всего УОЗ зависит от скорости вращения коленчатого вала двигателя. Чем больше количество оборотов в минуту делает коленчатый вал, тем раньше надо воспламенять ТВС, чтобы пик максимального давления был в нужной нам точке.

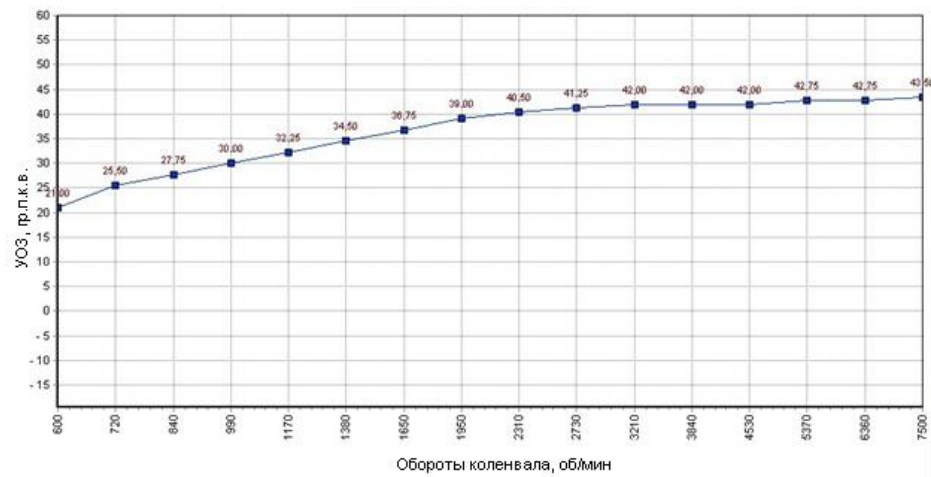


Рис. 4. График зависимости УОЗ от скорости вращения коленчатого вала двигателя.

2. От температуры. Чем ниже температура двигателя и ТВС, тем ниже скорость реакции окисления (сгорания), соответственно УОЗ должен быть более ранним. И соответственно наоборот.

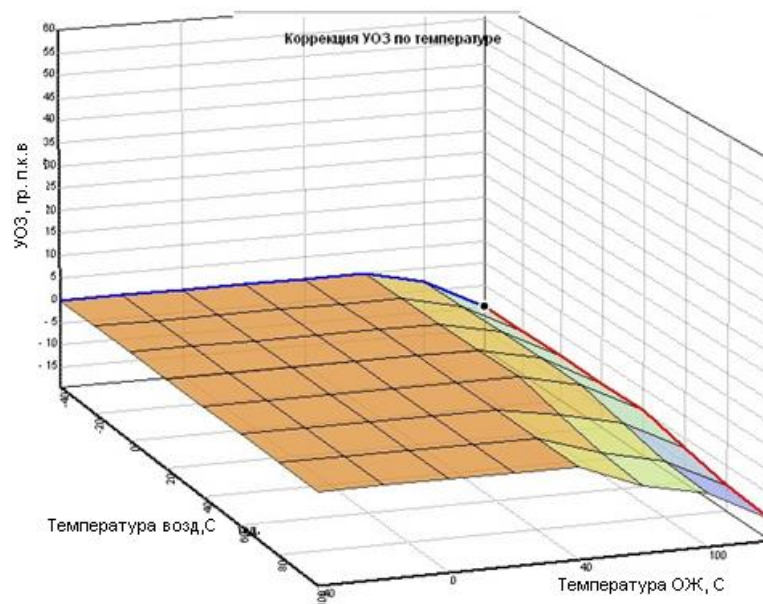


Рис. 5. График зависимости УОЗ от температуры ТВС.

3. От нагрузки на двигатель. Чем больше нагрузка на двигатель, тем больше цикловое наполнение цилиндра ТВС, соответственно тем меньше должен быть УОЗ для того чтобы избежать детонации.

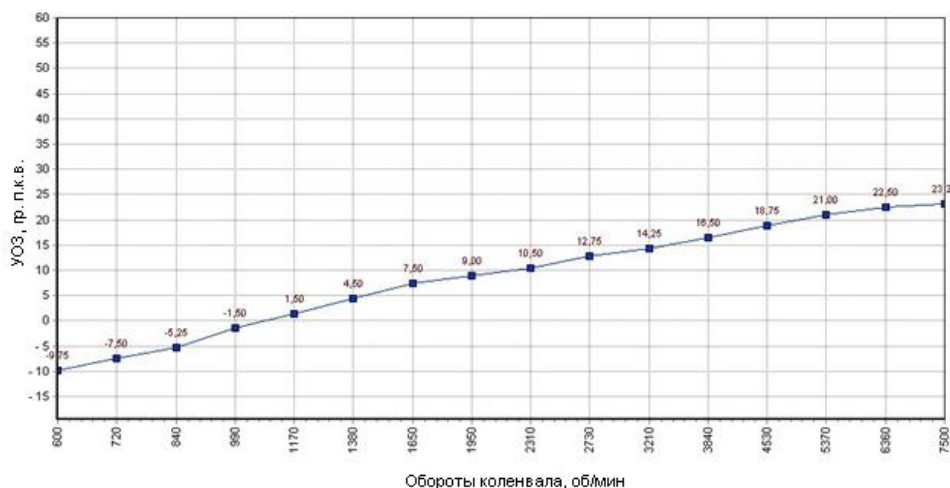


Рис. 6. График зависимости УОЗ от нагрузки на двигатель.

Оптимальная настройка УОЗ.

В эпоху карбюраторных Жигулей настройка начального УОЗ делалось просто на слух. На 4й передаче при скорости 50 км/ч резко надавить педаль газа, должна кратковременно быть слышна детонация. Если детонации нет, крутим трамблер на опережение, пока не будет слышно. Если детонация слышна более 1-2 секунд, то крутим трамблер на более поздний угол.

На СТО для настройки УОЗ использовался стробоскоп. В любом случае в системах зажигания, где используется трамблер, настройке подлежит только начальный УОЗ.

С появлением микропроцессорных систем управления двигателем появилась возможность более точно настраивать УОЗ для различных режимов работы двигателя. Если в трамблерах за изменение УОЗ отвечал вакуумный и центробежный регулятор, то умная электроника на основании данных с датчиков системы управления двигателем сама высчитывает необходимый оптимальный угол согласно картам калибровок, заложенных в прошивке контроллера. Вот типичный пример трехмерной карты калибровок УОЗ для одного режима работы двигателя (ВАЗ, блок М73).

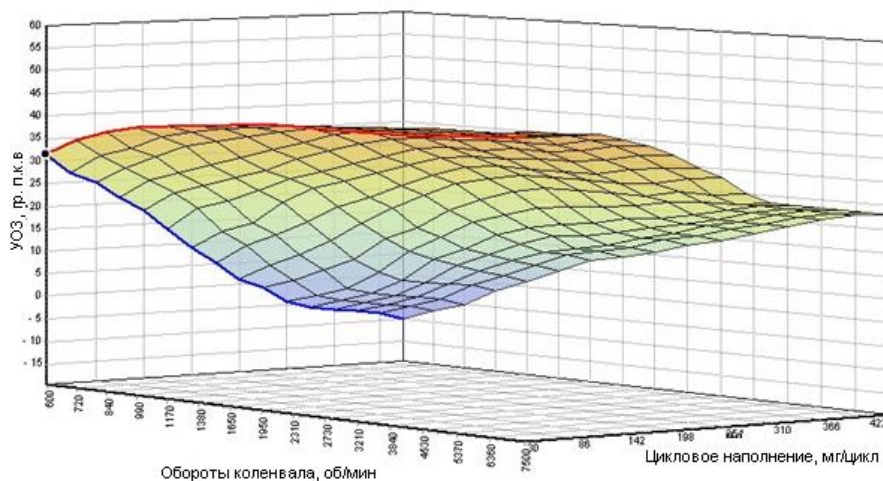


Рис. 7. Трехмерная карта калибровок УОЗ для одного режима работы двигателя.

контактов во вторичной цепи катушки зажигания наводится высокое напряжение. Для защиты контактов от обгорания в цепь параллельно контактам включен конденсатор.

Механический распределитель обеспечивает распределение тока высокого напряжения по свечам цилиндров двигателя. Распределитель состоит из ротора (обиходное название «бегунок») и крышки. В крышке выполнены центральный и боковые контакты. На центральный контакт подается высокое напряжение от катушки зажигания. Через боковые контакты высокое напряжение передается на соответствующие свечи зажигания.

Прерыватель и распределитель конструктивно объединены в одном корпусе и приводятся в действие от коленчатого вала двигателя. Данное устройство имеет общее название прерыватель-распределитель (обиходное название – «трамблер»).

Катушка зажигания служит для преобразования тока низкого напряжения в ток высокого напряжения. Катушка имеет две обмотки – низкого и высокого напряжения.

Центробежный регулятор опережения зажигания служит для изменения угла опережения зажигания в зависимости от числа оборотов коленчатого вала двигателя. Конструктивно центробежный регулятор состоит из двух грузиков. Грузики воздействуют на подвижную пластину, на которой расположены кулачки прерывателя. Установка угла опережения зажигания производится регулировкой положения прерывателя-распределителя в двигателе.

Вакуумный регулятор опережения зажигания обеспечивает изменение угла опережения зажигания в зависимости от нагрузки на двигатель. Нагрузка на двигатель определяется степенью открытия дроссельной заслонки (положением педали газа). Вакуумный регулятор соединен с полостью за дроссельной заслонкой и, в зависимости от степени разрежения в полости, изменяет угол опережения зажигания.

Принцип работы контактной системы зажигания:

1. Поворачивается ключ зажигания, что позволяет току низкого напряжения аккумуляторной батареи поступить на первичную обмотку катушки зажигания.

2. При появлении тока на первичной обмотке возникает магнитное поле.

3. Размыкаются контакты прерывателя, за счет проворачивания двигателя, который первоначально приводится в действие стартером.

4. Исчезает ток низкого напряжения и магнитное поле, которое индуктирует на вторичную обмотку ток высокого напряжения.

5. Образованный ток высокого напряжения поступает на центральную клемму катушки зажигания, а оттуда – на крышку распределителя.

6. На распределителе происходит распределение тока на каждую свечу зажигания.

7. Появившийся на свече ток образует искровой разряд между электродами, который воспламеняет топливно-воздушную смесь.

Ток самоиндукции появляется не только на вторичной, но и на первичной обмотке, что приводит к обгоранию контактов и искрению. Для уменьшения

эффекта используется параллельно подключенный к контактам прерывателя конденсатор.

Бесконтактная система зажигания

Бесконтактная система зажигания является конструктивным продолжением контактно-транзисторной системы зажигания. В данной системе зажигания контактный прерыватель заменен бесконтактным датчиком. Бесконтактная система зажигания стандартно устанавливается на ряде моделей отечественных автомобилей. Применение бесконтактной системы зажигания позволяет повысить мощность двигателя, снизить расход топлива и выбросы вредных веществ за счет более высокого напряжения разряда (30000В) и соответственно более качественного сгорания топливно-воздушной смеси.

Бесконтактная система зажигания имеет следующее устройство:

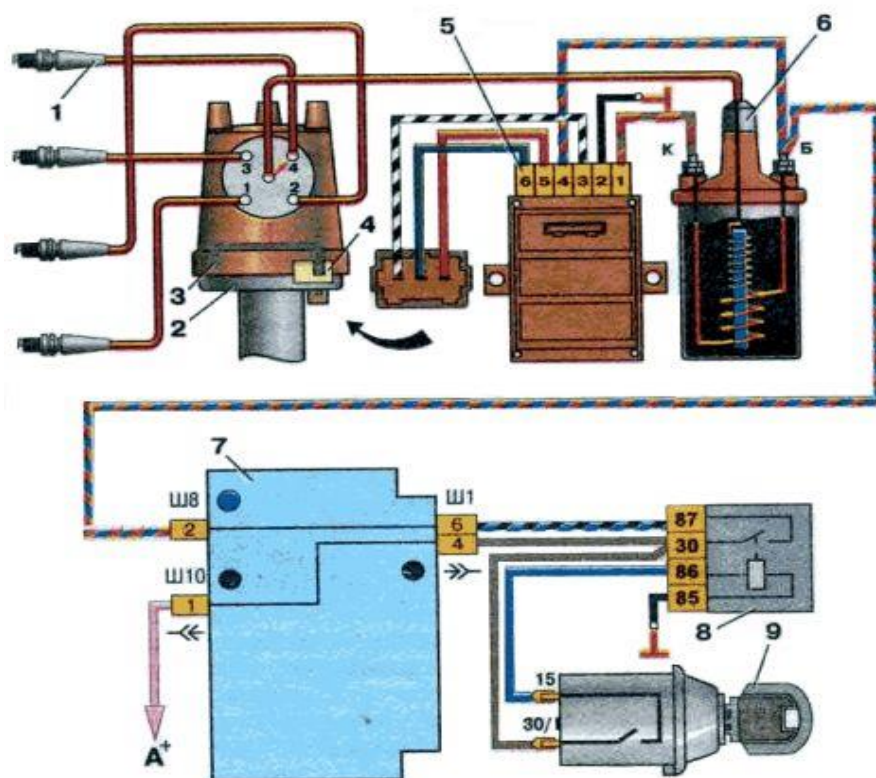


Рис. 9. Общий вид бесконтактной системы зажигания.

В целом устройство бесконтактной системы зажигания аналогично контактной системе зажигания, за исключением следующих устройств: датчика импульсов и транзисторного коммутатора.

Транзисторный коммутатор служит для прерывания тока в цепи первичной обмотки катушки зажигания в соответствии с сигналами датчика импульсов. Прерывание тока осуществляется за счет отпирания и запираания выходного транзистора.

Датчик импульсов предназначен для создания электрических импульсов низкого напряжения.

Датчик импульсов конструктивно объединен с распределителем и образуют одно устройство – датчик-распределитель. Датчик-распределитель

внешне подобен прерывателю-распределителю и имеет аналогичный привод от коленчатого вала двигателя.

Наибольшее распространение получили магнитоэлектрические датчики — индукционные (системы с ними маркируются TSZi) и датчики Холла (системы с ними маркируются TSZh).

Индуктивный датчик

Работа индуктивного датчика положения основана на изменении индукции чувствительного элемента при изменении зазора между ним и ферромагнитным движущимся объектом. Ферромагнитный объект — объект, обладающий ферромагнитными свойствами (т.е. оно активно притягивает к себе магнит и активно притягивается магнитом). В индуктивном датчике имеются катушка из обмотки провода и магнит. В качестве сопряженной детали используется ротор, состоящий из пластин определенного размера.

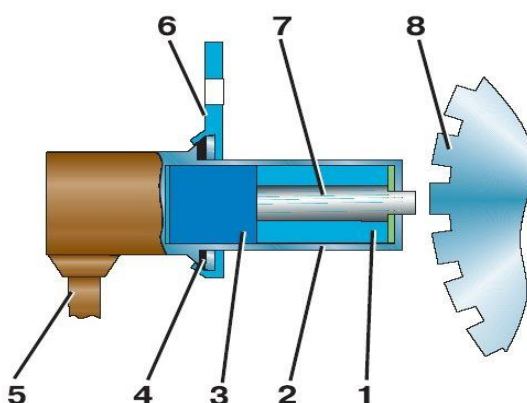


Рис. 10. Общий вид индуктивного датчика: 1 – обмотка датчика; 2 – корпус; 3 – магнит; 4 – уплотнитель; 5 – кабель; 6 – кронштейн крепления; 7 – магнитопровод; 8 – диск синхронизации.

Каждый раз, когда пластина ротора проходит около датчика импульсов, изменяется магнитное поле, в результате чего в обмотке катушки индуцируется импульсное напряжение.

Индуктивный датчик вырабатывает сигнал, близкий к синусоидальному, поэтому его приходится преобразовывать в форму, более удобную для управления током в первичной обмотке (то есть сигнал датчика искусственно преобразуется в форму, близкую к прямоугольной, увеличивается крутизна фронта и спада, обрезается верхушка импульса и т.п.).

Датчик Холла

Магнитоэлектрический датчик Холла получил свое название по имени Э.Холла, американского физика, открывшего в 1879 г. важное гальваномагнитное явление.

Суть данного явления заключалась в следующем: Если на полупроводник, по которому (вдоль) протекает ток, воздействовать магнитным полем, то в нем возникает поперечная разность потенциалов (ЭДС Холла). Датчик Холла имеет щелевую конструкцию. С одной стороны щели расположен полупроводник, по которому при включенном зажигании протекает ток, а с другой стороны постоянный магнит. В щель датчика входит стальной цилиндри-

ческий экран с прорезями. При вращении экрана, когда его прорези оказываются в щели датчика, магнитный поток воздействует на полупроводник с протекающим по нему током и управляющие импульсы датчика Холла подаются в коммутатор, в котором они преобразуются в импульсы тока в первичной обмотке катушки зажигания.

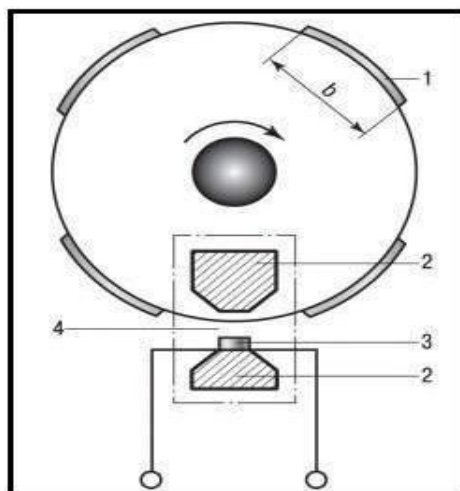


Рис. 11. Датчик Холла.

Датчик состоит из постоянного магнита(2), пластины полупроводника(3) и микросхемы. Между пластинкой(3) и магнитом(2) имеется зазор(4). В зазоре датчика находится стальной экран(1) с прорезями. Когда через зазор проходит прорезь экрана, то на пластинку полупроводника действует магнитное поле и с нее снимается разность потенциалов. Если же в зазоре находится тело экрана, то магнитные силовые линии замыкаются через экран и на пластинку не действуют. В этом случае разность потенциалов на пластинке не возникает.

Прорезь в стальном экране пропускает магнитное поле и в полупроводниковой пластине возникает напряжение. Стальной экран не пропускает магнитное поле, и напряжение на полупроводниковой пластине не возникает. Чередование прорезей в стальном экране создает импульсы низкого напряжения.

Принцип работы бесконтактной системы зажигания

При вращении коленчатого вала двигателя датчик-распределитель формирует импульсы напряжения и передает их на транзисторный коммутатор. Коммутатор создает импульсы тока в цепи первичной обмотки катушки зажигания. В момент прерывания тока индуцируется ток высокого напряжения во вторичной обмотке катушки зажигания. Ток высокого напряжения подается на центральный контакт распределителя. В соответствии с порядком работы цилиндров двигателя ток высокого напряжения подается по проводам высокого напряжения на свечи зажигания. Свечи зажигания осуществляют воспламенение топливно-воздушной смеси.

При увеличении оборотов коленчатого вала регулирование угла опережения зажигания осуществляется центробежным регулятором опережения зажигания.

При изменении нагрузки на двигатель регулирование угла опережения зажигания производит вакуумный регулятор опережения зажигания.

Микропроцессорная система зажигания.

Электронной системой зажигания называется система зажигания, в которой создание и распределение тока высокого напряжения по цилиндрам двигателя осуществляется с помощью электронных устройств. Система имеет другое название - микропроцессорная система зажигания.

Необходимо отметить, что контактно-транзисторная система зажигания и бесконтактная система зажигания также включают электронные компоненты, но данные системы уже имеют свои устоявшиеся названия.

С другой стороны электронная система зажигания не имеет механических контактов, поэтому, по сути, является бесконтактной системой зажигания.

Электронная система зажигания

На современных автомобилях электронная система зажигания является составной частью системы управления двигателем. Данная система осуществляет управление объединенной системой впрыска и зажигания, а на последних моделях автомобилей и рядом других систем – впускной и выпускной системами, системой охлаждения.

Электронные системы зажигания можно разделить на два вида:

системы зажигания с распределителем;

системы прямого зажигания.

Первый вид электронных систем зажигания в своей работе использует механический распределитель, с помощью которого осуществляется подача тока высокого напряжения на конкретную свечу. В системах прямого зажигания подача тока высокого напряжения на свечу производится непосредственно с катушки зажигания.

Отличительной особенностью микропроцессорной системы зажигания является наличие входных датчиков, подключенных к электронному блоку управления. Входные датчики фиксируют текущие параметры работы двигателя и преобразуют их в электрические сигналы. Система электронного зажигания в своей работе использует входные датчики, входящие в состав системы управления двигателем:

- датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- датчик положения распределительного вала;
- датчик массового расхода воздуха;
- датчик детонации;
- датчик температуры воздуха;
- датчик температуры охлаждающей жидкости;
- датчик давления воздуха;
- датчик положения дроссельной заслонки;
- датчик положения педали газа;
- датчик давления топлива;
- кислородный датчик;
- и другие.

Номенклатура датчиков на разных моделях автомобилей может различаться.

Схема микропроцессорной системы зажигания приведена на рисунке:



Рис. 12. Общий вид микропроцессорной системы зажигания.

Электронный блок управления двигателем обрабатывает сигналы входных датчиков и формирует управляющие воздействия на воспламенитель.

Основу воспламенителя составляет транзистор. При открытом транзисторе ток протекает по первичной обмотке катушки зажигания, при закрытом - происходит его отсечка и наводка тока высокого напряжения во вторичной обмотке.

Электронная система зажигания может иметь одну общую катушку зажигания, индивидуальные катушки зажигания или сдвоенные катушки зажигания.

Общая катушка зажигания применяется в электронной системе зажигания с распределителем. Индивидуальные катушки зажигания устанавливаются непосредственно на свечу, поэтому необходимость в высоковольтных проводах отпадает.

В системах прямого зажигания также используются сдвоенные катушки зажигания. На четырехцилиндровом двигателе устанавливается две таких катушки: одна для 1 и 4 цилиндров, другая для 2 и 3 цилиндров. Каждая из катушек создает ток высокого напряжения на двух выводах, поэтому искра зажигания всегда происходит одновременно в двух цилиндрах. В одном из цилиндров она воспламеняет топливно-воздушную смесь, в другом происходит вхолостую.

Принцип работы электронной системы зажигания

В соответствии с сигналами датчика положения коленчатого вала электронный блок управления вычисляет оптимальные параметры работы системы. Осуществляется управляющее воздействие на воспламенитель, который обеспечивает подачу напряжения на катушку зажигания. В цепи первичной обмотки катушки зажигания начинает протекать ток.

При прерывании напряжения, во вторичной обмотке катушки индуцируется ток высокого напряжения. По высоковольтным проводам или непосред-

ственно с катушки зажигания ток высокого напряжения подается к соответствующей свече зажигания. Создающаяся искра в свече зажигания воспламеняет топливно-воздушную смесь.

При изменении скорости вращения коленчатого вала датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя и датчик положения распределительного вала подают сигналы в электронный блок управления, который в свою очередь осуществляет необходимое изменение угла опережения зажигания.

При увеличении нагрузки на двигатель управление углом опережения зажигания осуществляется с помощью датчика абсолютного давления воздуха. Дополнительную информацию о процессе воспламенения и сгорания топливно-воздушной смеси дает датчик детонации. Другие датчики представляют дополнительную информацию о режимах работы двигателя.

Элементы системы зажигания

Свеча зажигания - устройство для воспламенения топливно-воздушной смеси в самых разнообразных тепловых двигателях. Бывают искровые, дуговые, накаливания, каталитические.

В бензиновых двигателях внутреннего сгорания используются искровые свечи. Поджог горючей смеси производится электрическим разрядом напряжением в несколько тысяч или десятков тысяч вольт, возникающим между электродами свечи. Свеча срабатывает на каждом цикле, в определённый момент работы двигателя.

Устройство свечей зажигания

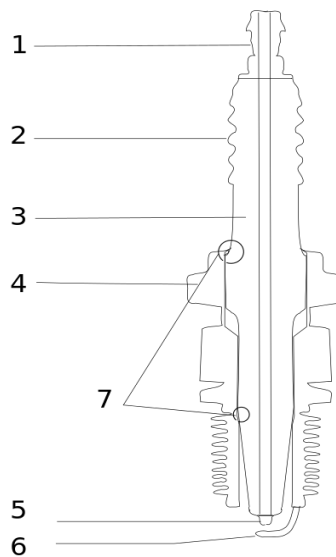


Рис. 13. Устройство свечи зажигания:

1 — контактный вывод, 2 — рёбра изолятора, 3 — изолятор, 4 — металлическая оправа, 5 — центральный электрод, 6 — боковой электрод, 7 — уплотнитель.

Свеча зажигания состоит из металлического корпуса, изолятора и центрального проводника.

Контактный вывод, расположенный в верхней части свечи, предназначен для подключения свечи к высоковольтным проводам системы зажигания или непосредственно к индивидуальной высоковольтной катушке зажигания.

Могут встречаться несколько слегка различных вариантов конструкции. Наиболее часто провод к свече зажигания имеет защёлкивающийся контакт, который надевается на вывод свечи. В других типах конструкции провод может крепиться к свече гайкой. Часто вывод свечи делают универсальным: в виде оси с резьбой и навинчивающегося защёлкивающегося контакта.

Рёбра изолятора предотвращают электрический пробой по его поверхности, образуя лабиринт.

Изолятор, как правило, делается из алюминиево-оксидной керамики, которая должна выдерживать температуры от 450 до 1 000 °С и напряжение до 60 000 В. Точный состав изолятора и его длина частично определяют тепловую маркировку свечи. Часть изолятора, непосредственно прилегающая к центральному электроду, наиболее сильно влияет на качество работы свечи зажигания.

Уплотнители служат для предотвращения проникновения горячих газов из камеры сгорания.

Цоколь (корпус) служит для заворачивания свечи и удержания её в резьбе головки блока цилиндров, для отвода тепла от изолятора и электродов, а также служит проводником электричества от «массы» автомобиля к боковому электроду.

Как правило, изготавливается из легированной никелем и марганцем стали. Приваривается контактной сваркой к корпусу. Боковой электрод, зачастую, очень сильно нагревается во время работы, что может привести к калильному зажиганию. Некоторые конструкции свечей используют несколько боковых электродов. Для увеличения долговечности электроды дорогих свечей снабжают напайками из платины и других благородных металлов.

С 1999 года на рынке появились свечи нового поколения — так называемые плазменно-форкамерные свечи, где роль бокового электрода играет сам корпус свечи. При этом образуется кольцевой (коаксиальный) искровой зазор, где искровой заряд перемещается по кругу. Такая конструкция обеспечивает большой ресурс и самоочистку электродов.

Центральный электрод как правило соединяется с контактным выводом свечи через керамический резистор, это позволяет уменьшить радиопомехи от системы зажигания. Наконечник центрального электрода изготавливают из железоникелевых сплавов с добавлением меди, хрома и благородных и редкоземельных металлов. Обычно центральный электрод — наиболее горячая деталь свечи. Кроме того, центральный электрод должен обладать хорошей способностью к эмиссии электронов, для облегчения искрообразования (предполагается, что искра проскакивает в той фазе импульса напряжения, когда центральный электрод служит катодом). Поскольку напряжённость электрического поля максимальна вблизи краёв электрода, искра проскакивает между острым краем центрального электрода и краем бокового электрода. В результате этого края электродов подвергаются наибольшей электрической эрозии. Раньше свечи периодически вынимали и удаляли следы эрозии наждаком. Сейчас, благодаря применению сплавов с редкоземельными и благородными

металлами (иттрий, иридий, платина, вольфрам, палладий), нужда в зачистке электродов практически отпала. Срок службы при этом существенно вырос.

Зазор - минимальное расстояние между центральным и боковым электродом. Величина зазора — это компромисс между «мощностью» искры, то есть размерами плазмы, возникающей при пробое воздушного зазора и между возможностью пробить этот зазор в условиях сжатой воздушно-бензиновой смеси.

Факторы, определяемые зазором:

Чем больше зазор — тем больше размеры искры, тем больше вероятность воспламенения смеси и больше зона воспламенения. Всё это положительно влияет на потребление топлива, равномерность работы, понижает требования к качеству топлива, повышает мощность. Слишком увеличивать зазор тоже нельзя, иначе высокое напряжение будет искать более лёгкие пути — пробивать высоковольтные провода на корпус, пробивать изолятор свечи и т. д.

Чем больше зазор — тем сложнее пробить его искрой. Пробоем изоляции называют потерю изоляцией изоляционных свойств при превышении напряжением некоторого критического значения, называемого пробивным напряжением

Зазор свечей не является константой, один раз заданной. Он может и должен подстраиваться под конкретную ситуацию эксплуатации двигателя.

Неисправности свечей зажигания



Рис. 14. Внешний вид свечей зажигания, бывших в эксплуатации.

Фотография №1 изображена свеча, вывернутая из двигателя работу которого можно считать отличной. Юбка центрального электрода имеет светлорыжий цвет, нагар и отложения минимальны. Полное отсутствие следов масла.

Фотография №2 типичный пример свечи от двигателя с повышенным расходом топлива. Центральный электрод покрыт бархатисто-черным нагаром. Причин тому несколько: богатая воздушно-топливная смесь (неправильная регулировка карбюратора или неисправность инжектора), засорение воздушного фильтра.

Фотография №3 наоборот пример чрезмерно бедной воздушно-топливной смеси. Цвет электрода от светло-серого до белого. Здесь есть повод для беспокойства. Езда на слишком обедненной смеси и при повышенных нагрузках может стать причиной значительного перегрева, как самой свечи, так и камеры сгорания, а перегрев камеры сгорания прямой путь к прогару выпускных клапанов. Юбка центрального электрода свечи изображенной на фотографии.

Фотография №4 имеет характерный красноватый оттенок, этот цвет можно сравнить с цветом красного кирпича. Это покраснение вызвано работой двигателя на топливе содержащем избыточное количество присадок имеющих в своем составе металл. Длительное использование такого топлива приведет к тому, что отложения металла образуют на поверхности изоляции токопроводящий налет, через который току будет легче пройти, чем между электродами свечи, и свеча перестанет работать.

Фотография № 5. Свеча имеет ярко выраженные следы масла особенно в резьбовой части. Двигатель с такими свечами после длительной стоянки, имеет обыкновение после запуска "троить" некоторое время, а по мере прогрева работа стабилизируется. Причина этого неудовлетворительное состояние маслоотражательных колпачков. Налицо повышенный расход масла. В первые минуты работы двигателя, в момент прогрева, характерный бело-синий выхлоп.

Фотография № 6 вывернута из неработающего цилиндра. Центральный электрод, его юбка покрыты плотным слоем масла смешенного с каплями несгоревшего топлива и мелкими частицами от разрушений, произошедшими в этом цилиндре. Причина этого -разрушение одного из клапанов или поломка перегородок между поршневыми кольцами с попаданием металлических частиц между клапаном и его седлом. В данном случае двигатель "троит" уже не переставая, заметна значительная потеря мощности, расход топлива возрастает в полтора, два раза.

Фотография № 7 это полное разрушение центрального электрода с его керамической юбкой. Причиной данного разрушения мог стать один из перечисленных ниже факторов: длительная работа двигателя с детонацией, применение топлива с низким октановым числом, очень раннее зажигание, и просто бракованная свеча. Симптомы работы двигателя такие же, как в предыдущем случае. Единственное на что можно надеяться так это на то, что частицы центрального электрода сумели проскочить в выхлопную систему, не застряв под выпускным клапаном, иначе тоже не избежать ремонта головки блока цилиндров.

Фотография № 8 Электрод свечи оброс зольными отложениями, цвет не играет решающей роли, он лишь свидетельствует о работе топливной системы. Причина этого нароста сгорание масла вследствие выработки или залегания маслосъемных поршневых колец. У двигателя повышенный расход масла, при перегазовках из выхлопной трубы сильное, синие дымление, запах выхлопа похож на мотоциклетный.

Производитель гарантирует безотказную работу свечи на исправном двигателе 30 тыс. километров пробега. Рекомендуется с каждой заменой масла или в среднем каждые 10 тыс. километров пробега проверять состояние свечей. Прежде всего, это регулировка зазора до требуемой величины, удаление нагара. Нагар удалять лучше металлической щеткой, от пескоструйной обработки разрушается керамика центрального электрода, вы рискуете получить результат как на фотографии № 7.

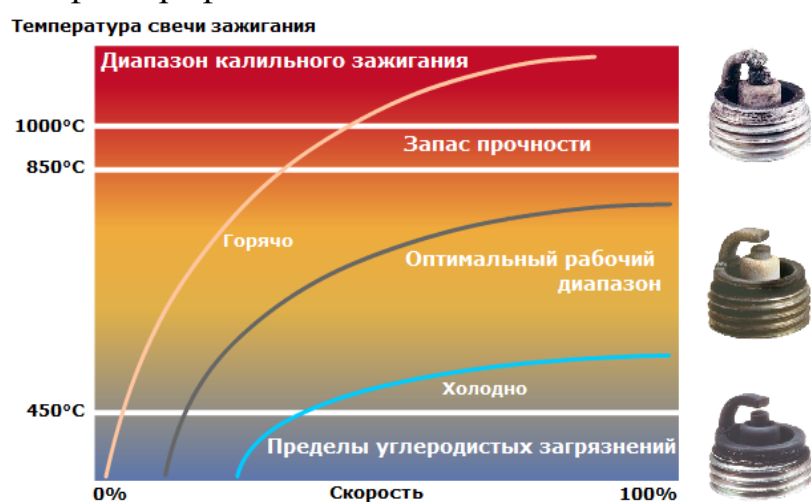


Рис. 15. Диапазон калильного зажигания автомобильных свечей

Маркировка отечественных свечей

Маркировка свечей содержит расширенную информацию об их конструкции и свойствах. В маркировке отечественных свечей используется:

- обозначение резьбы на корпусе (А – резьба М14х1,25; М – резьба М18х1,5);
- обозначение вида опорной поверхности корпуса (плоская не обозначается, К – конусная);
- калильное число (от 8 до 26);
- обозначение длины резьбовой части корпуса (Н – 11 мм; С – 12,7 мм; Д – 19 мм; длина 12 мм не обозначается);
- обозначение выступающего теплового конуса изолятора за торец корпуса (отсутствие выступающего конуса не обозначают, при выступании – В);
- обозначение герметизации соединения изолятор - центральный электрод (Т – термоцементом, герметизация иным герметикам не обозначается);

- специальные обозначения (Р – встроенный помехоподавительный резистор);
 - материал центрального электрода (нихром не обозначается, М – медь с нихромом, П – платина, С – серебро);
- порядковый номер конструкторской разработки (через дефис).

Пример: А17ДВ-10 – свеча зажигания с резьбой на корпусе М14х1,25, калильным числом 17, длиной резьбовой части корпуса 19 мм, имеющей выступание теплового конуса изолятора за торец корпуса.



Рис. 16. Виды свечей зажигания

Таблица 1. Взаимозаменяемость свечей зажигания

Россия	Bosch, Германия	Champion, Англия	Motor kraft, США	- Ma-relli, Италия	NGK, Япония	Применение
A11	W8A, W9A	L88	AE52	CW3N	V5HS	ГАЗ-53А, ЗиЛ-431410, УАЗ-469
A14Д	W8CC	N5	AG3, AG31	CW5L	–	ГАЗ-3102 "Волга", с двигателем ЗМЗ-4022.10
A17Д	W7CC	N4	AG2, AG21	CW6L	B6ES	Дефорсированный двигатель УЗАМ-412ДЭ
A17ДВ	W7DC, W7DP	N10Y	AG252	CW7LP	BP6E S	ВАЗ 2101-2107, АЗЛК-2141 с двигателем ВАЗ-2106-70
A17ДВ-10	W7DC, W7DP	N9Y	AG252	CW7LP	BP6E S	ВАЗ 2108, -2109, ЗАЗ-1102
A20Д-1 A20Д-2	W6CC	N3	AG4	CW7L	B7ES	"Москвич"-412, 2140, 21412, ИЖ-2125
A23	W5A	LW81, LW82	AE2, AE3	CW7N	B7HS	МеМЗ-968, -969

Детонация или правильно **детонационное сгорание** возникает, когда удаленная от свечи зажигания часть топливно-воздушной смеси вследствие поджата фронтом пламени нагревается и самовоспламеняется с образованием взрыва. Детонация сопровождается акустическими признаками – металлическим стуком в кривошипно-шатунном механизме.

Датчик детонации служит для контроля степени детонации при работе бензинового двигателя внутреннего сгорания. Датчик устанавливается на блоке цилиндров двигателя. Он является важным компонентом системы управления двигателем, т.к. позволяет реализовать максимальную мощность двигателя и обеспечить топливную экономичность.



Рис. 17. Датчик детонации.

Причинами детонации являются:

- химический состав топлива (*октановое число*);
- конструктивные особенности двигателя (*степень сжатия, расположение свечей зажигания, форма камеры сгорания и др.*);
- условия эксплуатации (*состав топливно-воздушной смеси, угол опережения зажигания, нагрузка на двигатель, нагар на деталях камеры сгорания и др.*).

Последствием детонационного сгорания выступает повышенная теплоотдача элементов кривошипно-шатунного механизма, сопровождающаяся повышенным износом, поломками и разрушением.

Принцип действия датчика детонации основан на пьезоэффекте. В конструкцию датчика включена пьезоэлектрическая пластина, в которой при возникновении детонации на концах возникает напряжение. Чем больше амплитуда и частота колебаний, тем выше напряжение. Когда напряжение на выходе датчика превышает заданный уровень, соответствующий определенной степени детонации, электронный блок управления корректирует характеристику работы системы зажигания в сторону уменьшения угла опережения зажигания. Таким образом, достигается оптимальная характеристика работы системы для конкретных условий эксплуатации.

Факторы, определяемые зазором:

Чем больше зазор — тем больше размеры искры, тем больше вероятность воспламенения смеси и больше зона воспламенения. Всё это положительно влияет на потребление топлива, равномерность работы, понижает требования к качеству топлива, повышает мощность. Слишком увеличивать зазор тоже нельзя, иначе высокое напряжение будет искать более лёгкие пути — пробивать высоковольтные провода на корпус, пробивать изолятор свечи и т. д.

Чем больше зазор — тем сложнее пробить его искрой. Пробоем изоляции называют потерю изоляцией изоляционных свойств при превышении напряжением некоторого критического значения, называемого пробивным напряжением

Зазор свечей не является константой, один раз заданной. Он может и должен подстраиваться под конкретную ситуацию эксплуатации двигателя.

3. Подготовка к работе

Произведите внешний осмотр стенда и убедитесь в надежном креплении крепежных винтов, отсутствии отключенных разъемов датчиков, оторванных проводов в монтаже, механических повреждений. Особое внимание обратите на целостность деталей гидравлической части стенда. При необходимости использования диагностического оборудования для проведения работ, ознакомьтесь с инструкциями на него.

При нормальном функционировании лабораторного стенда приступить к выполнению работы. Отключение стенда выполнить в следующем порядке: повернуть замок зажигания против часовой стрелки, дождаться выключения «главного реле» 12 (состояние реле показывает встроенный индикатор), отключить клавишу «сеть», вынуть шнур из сети питания.

4. Порядок работы

Все работы, выполняемые на стенде проводить только в присутствии преподавателя. Запуск стенда (подача питания на узлы системы управления, пуск двигателя имитатора положения коленчатого вала) и его остановка осуществляется поворотом ключа замка зажигания по часовой стрелки.

Регистрацию выходных параметров системы управления двигателем рекомендуется выполнять с помощью мотор-тестеров или сканеров подключаемых к диагностическому разъёму.

Общий вид лабораторного стенда приведен на рисунках 18. и 19

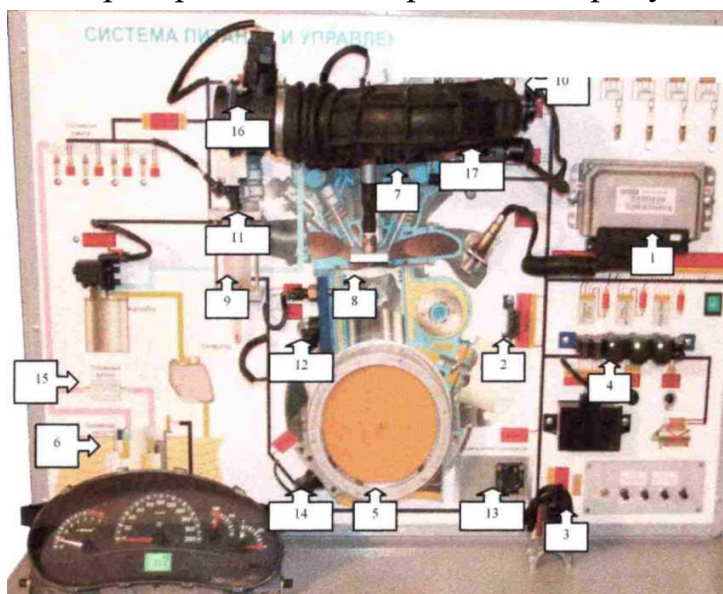


Рис. 18. Лабораторный стенд «Микропроцессорная система управления двигателя внутреннего сгорания»

Таблица 2. Исследование угла опережения зажигания

№ П/П	Контактная система зажигания		Бесконтактная система зажигания (с ЭМ-генератор)		Бесконтактная система зажигания (с датчиком Холла)	
	п, об/мин	УОЗ, L°	п, об/мин	УОЗ, L°	п, об/мин	УОЗ, L°
1	1000		1000		1000	
2	1500		1500		1500	
3	2000		2000		2000	
...						
9	5000		5000		5000	

Таблица 3. Влияние частоты вращения коленчатого вала на угол опережения зажигания ДВС с ЭСУД

при температуре охлаждающей жидкости $t_{ож} = \underline{\hspace{2cm}}$ °С

Положение дроссельной заслонки α , %	0	1	3	5	7	10	15	20
Обороты ДВС, n об/мин								
Угол опережения зажигания, β								

Таблица 4. Влияние температуры охлаждающей жидкости на угол опережения зажигания ДВС с ЭСУД

Температура охл. жидкости ДВС, T °С	-25	-15	-5	0	5	15	20	40	60
Обороты ДВС, n об/мин									
Угол опережения зажигания, β									

Таблица 5. Описание свечей зажигания.

№ Свечи	Маркировка свечи	Расшифровка обозначения исследуемой свечи	На двигателях каких автомобилей возможно использование свечи	Описание внешнего вида свечи зажигания	Возможные причины, определившие данное состояние свечи
1					
2					
3					

Содержание отчёта:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Таблицы с данными установки и графики исследований: внешней и токоскоростной характеристик;
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Что называется углом опережения зажигания ДВС?
2. Каким последствиям может привести не правильная установка угла опережения зажигания ДВС?
3. Как влияет скорость горения смеси и число оборотов ДВС на угол опережения зажигания?
4. Назначение корректировки угла опережения зажигания на прогревание.
5. Назначение корректировки угла опережения зажигания на устойчивые холостые обороты.
6. Назначение корректировки угла опережения зажигания на детонацию.
7. Какие факторы обуславливают выбор типа свечей зажигания для конкретного двигателя?
8. Для чего нужны помехоподавительные резисторы, встроенные в свечи зажигания или свечные наконечники?
9. Как по внешнему виду свечи зажигания оценить условия сгорания рабочей смеси в двигателе, в котором была установлена данная свеча?
10. Причины возникновения калильного зажигания и детонации?

Литература

1. Ютт В. Е. Электрооборудование автомобилей. - М.: Транспорт, 2008.
2. Чижков Ю.П., Акимов А.В. Электрооборудование автомобилей. Учебник для вузов. - М.: Изд-во За рулем, 2010.
3. Пятков К.Б. Электрооборудование ВАЗ 2110, : устройство и ремонт. - М.: Третий Рим, 2005.
5. Пятков К.Б. Электрооборудование ВАЗ 2108, 2109: устройство и ремонт. - М.: Третий Рим, 1998.