

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АГРОБИЗНЕСЕ  
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ И ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Кузьменко И.В.

## **СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ ДВС**

Учебно-методические указания для выполнения лабораторной работы  
по дисциплине: «Тракторы и автомобили»  
студентами инженерно-технологического факультета  
по направлению подготовки: 35.03.06 Агроинженерия  
профиль: Технические системы в агробизнесе  
профиль: Технический сервис в АПК  
по направлению подготовки:  
23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы  
профиль: Машины и оборудование природообустройства  
и дорожного строительства

Брянская область 2021

УДК 621.43.04 (076)

ББК 39.35

К 89

Кузьменко, И. В. Система зажигания ДВС: учебно-методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине: «Тракторы и автомобили» студентами инженерно-технологического факультета по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия; профиль «Технические системы в агробизнесе»; профиль «Технический сервис в АПК» по направлению подготовки 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»; профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства» / И. В. Кузьменко. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. - 20 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по изучению систем зажигания поршневых двигателей внутреннего сгорания. Для студентов инженерно-технологического института.

Рецензент: к.т.н., доцент Будко С.И.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссии инженерно-технологического института, протокол №5 от 26 февраля 2021 года.

© Брянский ГАУ, 2021  
© Кузьменко И.В., 2021

## **СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ ДВС**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** ознакомление с назначением, устройством, принципом действия систем зажигания, деталей из которых они состоят, особенностями их конструкций.

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ:** изучить системы зажигания двигателей внутреннего сгорания с использованием учебно-методического пособия, обучающего видеофильма, рассмотреть детали системы и их расположение на разрезах макетов ДВС.

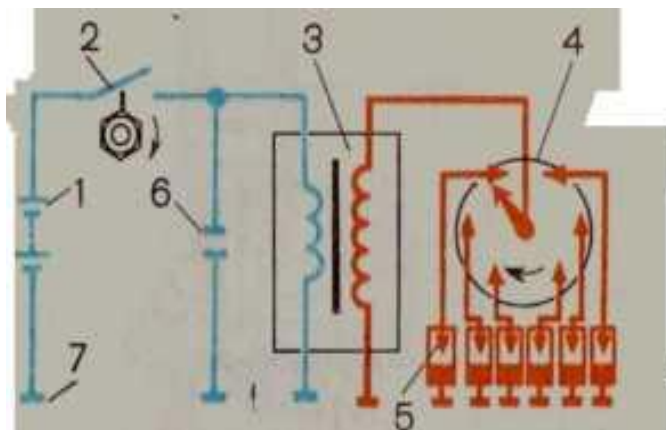
### **ОБОРУДОВАНИЕ, НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ:**

Разрезные макеты ДВС, натуральные детали системы зажигания, видеослайды, видеофильмы, плакаты.

## **НАЗНАЧЕНИЕ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ЗАЖИГАНИЯ РАБОЧЕЙ СМЕСИ**

В бензиновых и газовых двигателях степень сжатия топливной смеси недостаточна для самовоспламенения рабочей смеси в цилиндре. Поэтому рабочая смесь воспламеняется принудительным воспламенением электрической искрой между электродами свечи зажигания, размещенными в камере сгорания двигателя. Электрическая искра возникает в результате подачи импульса тока высокого напряжения на центральный электрод свечи. Для образования искры в строго установленный момент времени в соответствии с последовательностью тактов и порядком работы цилиндров двигателя предназначена система зажигания (рис. 1).

Рисунок 1 - Принципиальная



ная схема системы зажигания:

- 1 – источник тока;
- 2 – прерыватель;
- 3 – катушка зажигания;
- 4 – распределитель;
- 5 – свеча зажигания;
- 6 – конденсатор; 7 – масса.

### Контактная система зажигания

Источники электрического тока (аккумуляторная батарея и генератор), вырабатывают ток низкого напряжения. Они «выдают» в бортовую электрическую сеть автомобиля 12 - 14 вольт. Для возникновения же искры между электродами свечи на них необходимо подать 18 - 20 тысяч вольт! Поэтому в системе зажигания имеются две электрические цепи – низкого и высокого напряжений (рис. 2).

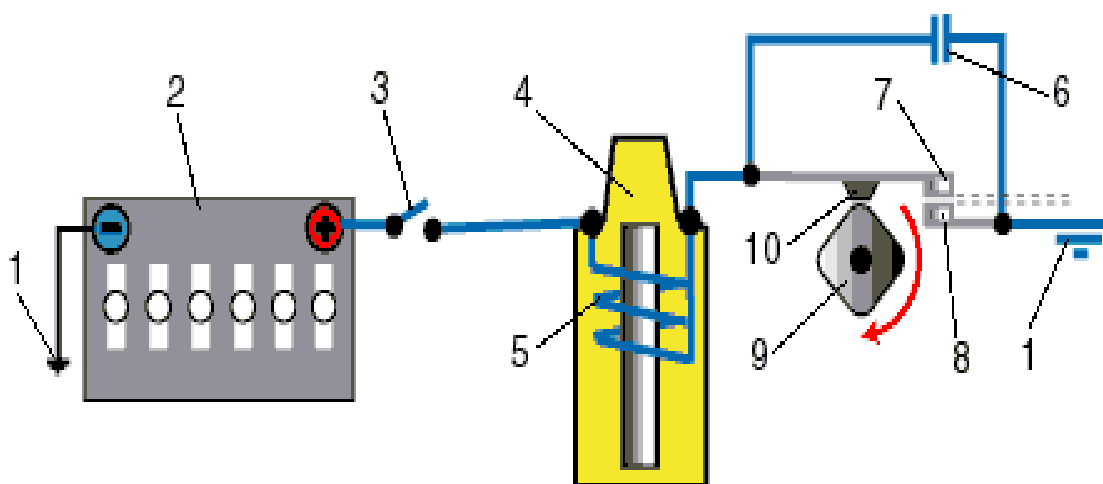


Рисунок 2 - Электрическая цепь низкого напряжения: 1 - «масса» автомобиля; 2 - аккумуляторная батарея; 3 - контакты замка зажигания; 4 - катушка зажигания; 5 - первичная обмотка (низкого напряжения); 6 - конденсатор; 7 - подвижный контакт прерывателя; 8 - неподвижный контакт прерывателя; 9 - кулачек прерывателя; 10 - молоточек контактов

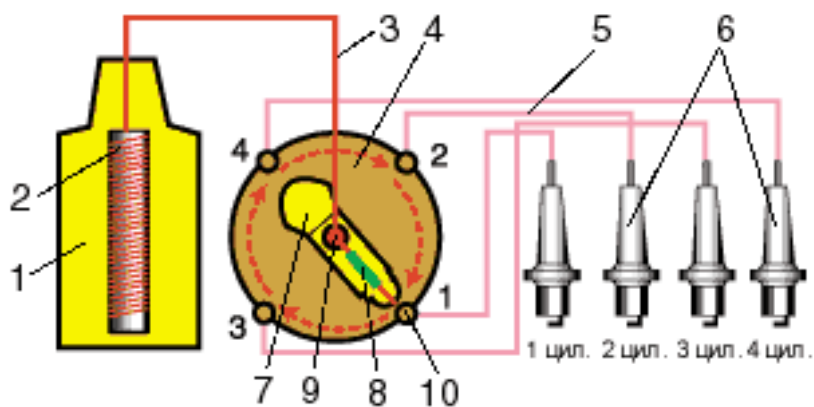


Рисунок 3 - Электрическая цепь высокого напряжения: 1 - катушка зажигания; 2 - вторичная обмотка (высокого напряжения); 3 - высоковольтный провод катушки зажигания; 4 - крышка распределителя тока высокого напряжения; 5 - высоковольтные провода свечей зажигания; 6 - свечи зажигания; 7 - распределитель тока высокого напряжения («бегунок»); 8 - резистор; 9 - центральный контакт распределителя; 10 - боковые контакты крышки

**Катушка зажигания** предназначена для преобразования тока низкого напряжения в ток высокого напряжения. Она располагается в моторном отсеке автомобиля. Принцип работы: при протекании электрического тока по обмотке низкого напряжения вокруг нее создается магнитное поле. Если прервать ток в этой обмотке, то исчезающее магнитное поле индуцирует ток уже в обмотке высокого напряжения. Для того чтобы электрический ток смог пробить воздушное пространство между электродами свечи зажигания (около миллиметра) необходимо напряжение тока от 10 до 20 тысяч вольт. За счет разницы в количестве витков и площадях поперечного сечения обмоток катушки, из 12-ти вольт получают необходимые 20 тысяч!

**Прерыватель тока низкого напряжения** (рис. 4) необходим для размыкания тока в цепи низкого напряжения. При этом во вторичной обмотке катушки зажигания индуцируется ток высокого напряжения, который затем поступает на центральный контакт **распределителя**.

Контакты прерывателя находятся под крышкой распределителя зажигания. Пластинчатая пружина подвижного контакта 7 (рис.2) постоянно прижи-

мает его к неподвижному контакту 8. Размыкаются они лишь на короткий срок, когда набегающий кулачок 9 приводного валика прерывателя-распределителя надавит на молоточек 10 подвижного контакта.

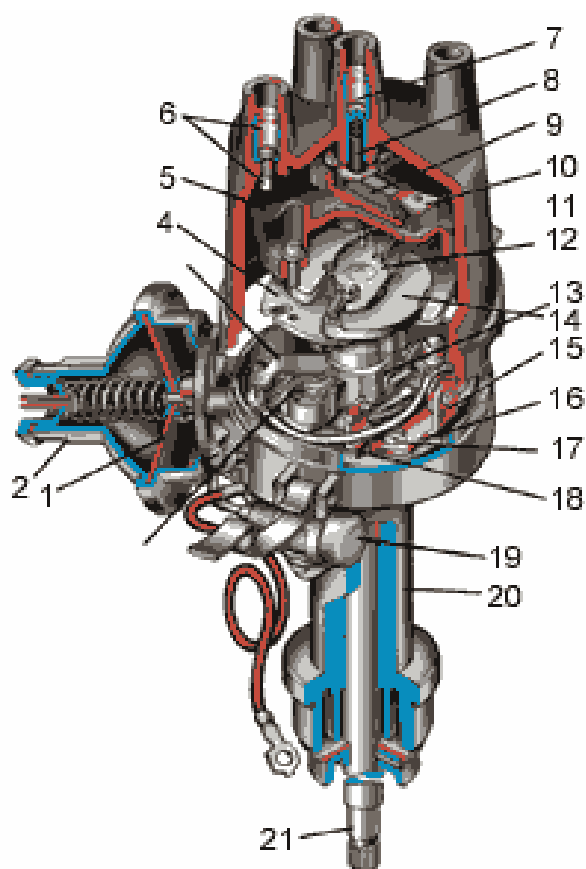


Рисунок 4 – Прерыватель-распределитель

Параллельно контактам подсоединен **конденсатор**. Он необходим для того, чтобы в момент размыкания контакты не обгорали. Во время отсоединения подвижного контакта от неподвижного, между ними стремится проскочить мощная искра, но конденсатор поглощает в себя большую часть электрического разряда, значительно уменьшая искрение. Кроме того, конденсатор участвует и в увеличении напряжения во вторичной обмотке катушки зажигания: когда контакты прерывателя полностью размыкаются, конденсатор разряжается, создавая обратный ток в цепи низкого напряжения, и тем самым, ускоряет исчезновение магнитного поля. А чем быстрее исчезает это поле, тем больший ток возникает в цепи высокого напряжения.

Прерыватель тока низкого напряжения и распределитель высокого напряжения расположены в одном корпусе и имеют привод от коленчатого вала двигателя.

**Крышка распределителя 11 и распределитель (ротор) 10 тока высокого напряжения** (рис. 4) предназначены для распределения тока высокого напряжения по свечам цилиндров двигателя.

После того, как в катушке зажигания индуцировался ток высокого напряжения, он по высоковольтному проводу попадает на центральный контакт 7 крышки распределителя, а затем через подпружиненный контактный уголок 8 на пластину ротора. Во время вращения ротора ток «соскакивает» с его пластины, через небольшой воздушный зазор, на боковые контакты 6 крышки. Далее, через высоковольтные провода, импульс тока высокого напряжения попадает к свечам зажигания.

Боковые контакты крышки распределителя пронумерованы и соединены (высоковольтными проводами) со свечами цилиндров в строго определенной последовательности.

Подача высокого напряжения на электроды свечи зажигания должна происходить в конце такта сжатия, когда поршень не доходит до верхней мертвой точки примерно  $4^{\circ}$  -  $6^{\circ}$ , измеряя по углу поворота коленчатого вала. Этот угол называют **углом опережения зажигания**.

Необходимость опережения момента зажигания горючей смеси обусловлена тем, что поршень движется в цилиндре с огромной линейной скоростью. Если смесь поджечь несколько позже, то расширяющиеся газы не будут успевать делать свою основную работу, то есть давить на поршень в должной степени. Хотя горючая смесь и сгорает в течение 0,001 – 0,002 секунды, поджигать ее надо до подхода поршня к верхней мертвой точке. Тогда в начале и середине рабочего хода поршень будет испытывать необходимое давление газов, а двигатель будет обладать той мощностью, которая требуется для движения автомобиля.

Первоначальный угол опережения зажигания выставляется и корректируется с помощью поворота корпуса прерывателя-распределителя. Тем самым

выбирается момент размыкания контактов прерывателя, приближая их или наоборот, удаляя от набегающего кулачка приводного валика прерывателя-распределителя.

Однако, в зависимости от режима работы двигателя, условия процесса сгорания рабочей смеси в цилиндрах постоянно меняются. Поэтому для обеспечения оптимальных условий, необходимо постоянно менять и указанный выше угол ( $4^\circ - 6^\circ$ ). Это обеспечивают центробежный и вакуумный регуляторы опережения зажигания.

**Центробежный регулятор опережения зажигания предназначен** для изменения момента возникновения искры между электродами свечей зажигания, в зависимости от скорости вращения коленчатого вала двигателя.

При увеличении оборотов коленчатого вала двигателя, поршни в цилиндрах увеличивают скорость своего возвратно-поступательного движения. В то же время скорость сгорания рабочей смеси остается практически неизменной. Это означает, что для обеспечения нормального рабочего процесса в цилиндре, смесь необходимо поджигать чуть раньше. Для этого искра между электродами свечи должна проскочить раньше, а это возможно лишь в том случае, если контакты прерывателя разомкнутся тоже раньше. Вот это и должен обеспечить центробежный регулятор опережения зажигания (рис. 5).



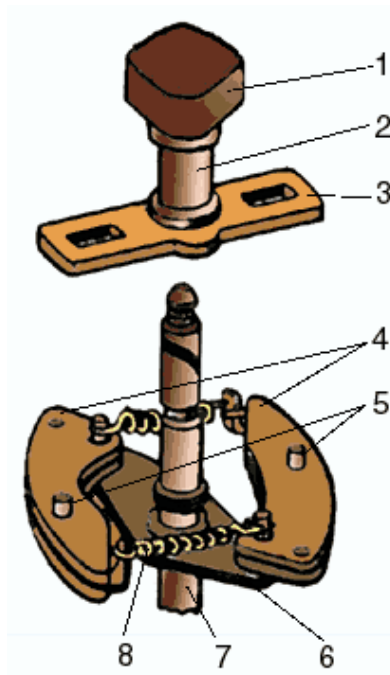


Рисунок 5 - Конструкция центробежного регулятора угла опережения зажигания: 1 - кулачок прерывателя; 2 - втулка кулачков; 3 - подвижная пластина; 4 - грузики; 5 - шипы грузиков; 6 - опорная пластина; 7 - приводной алик; 8 – стяжные пружины

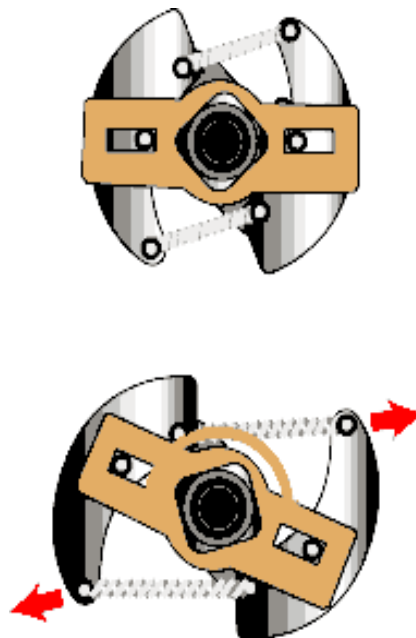


Рисунок 6 - Схема работы центробежного регулятора угла опережения зажигания: а) грузики вместе б) грузики разошлись

Центробежный регулятор опережения зажигания находится в корпусе прерывателя–распределителя. Он состоит из двух плоских металлических грузиков, каждый из которых одним из своих концов закреплен на опорной пластине, жестко соединенной с приводным валиком. Шипы грузиков 5 (рис. 5) входят в прорези подвижной пластины 4, на которой закреплена втулка 2 кулачков 1 прерывателя. Пластина с втулкой имеют возможность проворачиваться на небольшой угол относительно приводного валика прерывателя–распределителя. По мере увеличения числа оборотов коленчатого вала двигателя, увеличивается и частота вращения валика прерывателя–распределителя. Грузики, подчиняясь центробежной силе, расходятся в стороны, и сдвигают втулку кулачков прерывателя «в отрыв» от приводного валика. То есть набегающий кулачок поворачивается на некоторый угол по ходу вращения навстречу молоточку контактов. Соответственно контакты размыкаются раньше, угол опережения зажигания увеличивается.

При уменьшении скорости вращения приводного валика, центробежная сила уменьшаются и, под воздействием пружин, грузики возвращаются на место – угол опережения зажигания уменьшается.

**Вакуумный регулятор опережения зажигания предназначен** для изменения момента возникновения искры между электродами свечей зажигания, в зависимости от нагрузки на двигатель.

На одной и той же частоте вращения коленчатого вала двигателя, положение дроссельной заслонки (педали газа) может быть различным. Это означает, что в цилиндрах будет образовываться смесь различного состава. А скорость сгорания рабочей смеси как раз и зависит от ее состава.

При полностью открытой дроссельной заслонке (педаль газа «в пол») смесь сгорает быстрее, и поджигать ее можно и нужно попозже. То есть угол опережения зажигания надо уменьшать.

И наоборот, когда дроссельная заслонка прикрыта, скорость сгорания рабочей смеси падает, поэтому угол опережения зажигания должен быть увеличен.

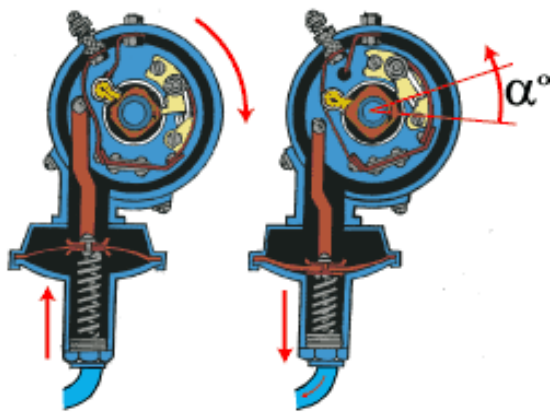


Рисунок 7 - Вакуумный регулятор угла опережения зажигания:

- а) угол опережения зажигания – уменьшен
- б) угол опережения зажигания - увеличен

Вакуумный регулятор крепится к корпусу прерывателя – распределителя. Корпус регулятора разделен диафрагмой на два объема. Один из них связан с атмосферой, а другой, через соединительную трубку, с полостью под дроссельной заслонкой. С помощью тяги, диафрагма регулятора соединена с подвижной пластиной, на которой располагаются контакты прерывателя.

При увеличении угла открытия дроссельной заслонки (увеличение нагрузки на двигатель) разряжение под ней уменьшается. Тогда, под воздействием пружины, диафрагма через тягу сдвигает на небольшой угол пластину вместе с контактами в сторону от набегающего кулачка прерывателя. Контакты будут размыкаться позже - угол опережения зажигания уменьшится.

И наоборот – угол увеличивается, когда вы уменьшаете газ, то есть, прикрываете дроссельную заслонку. Разряжение под ней увеличивается, передается к диафрагме и она, преодолевая сопротивление пружины, тянет на себя пластину с контактами. Это означает, что кулачок прерывателя раньше встретится с молоточком контактов и разомкнет их. Тем самым мы увеличили угол опережения зажигания для плохо горящей рабочей смеси.

**Свеча зажигания** (рис. 8) необходима для образования искрового разряда и зажигания рабочей смеси в камере сгорания двигателя. Свеча устанавливается в головке цилиндра.

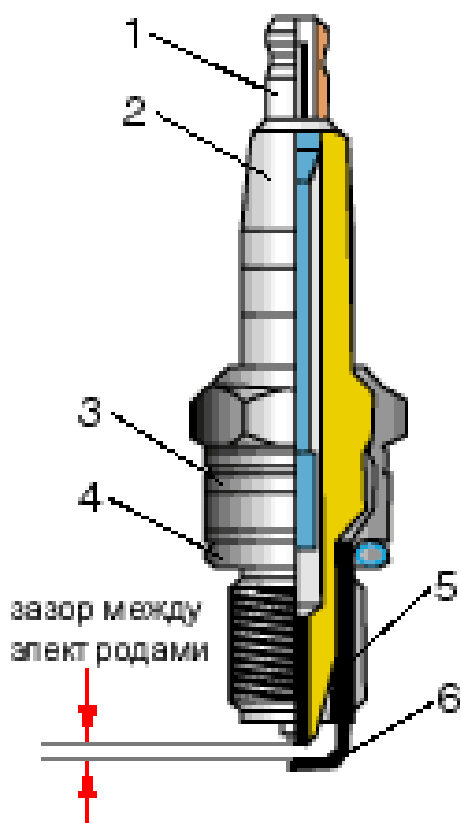


Рисунок 8 - Свеча зажигания

1 - контактная гайка; 2 - изолятор; 3 - корпус; 4 - уплотнительное кольцо; 5 - центральный электрод; 6 - боковой электрод

Когда импульс тока высокого напряжения от распределителя попадает на свечу зажигания, между ее электродами проскакивает искра. Именно эта «искорка» воспламеняет рабочую смесь и обеспечивает нормальное прохождение рабочего цикла двигателя.

**Высоковольтные провода** служат для подачи тока высокого напряжения от катушки зажигания к распределителю и от него на свечи зажигания.

### **Электронная бесконтактная система зажигания**

Преимущество электронной бесконтактной системы зажигания заключается в возможности увеличения подаваемого напряжения на электроды свечи. Это позволяет добиться увеличения «мощности» искры. Тем самым облегчается запуск холодного двигателя, повышается устойчивость его работы на всех режимах. И это имеет особое значение для наших суровых зимних месяцев. Как

и у контактной, у бесконтактной системы есть цепи низкого и высокого напряжения. Цепи высокого напряжения у них практически ничем не отличаются. А вот в цепи низкого напряжения, бесконтактная система в отличие от своего контактного предшественника, использует электронные устройства – коммутатор и датчик-распределитель (датчик Холла) (рис. 24).

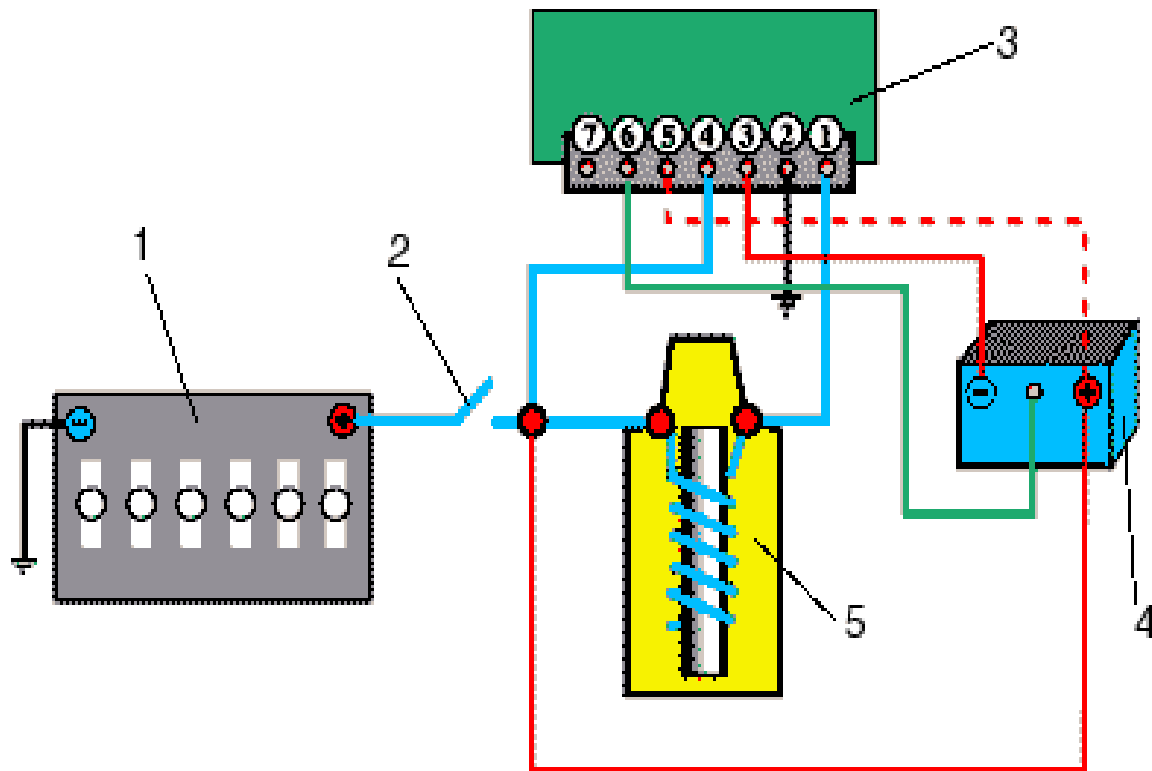


Рисунок 9 - Схема электрической цепи низкого напряжения бесконтактной системы зажигания.

1 - аккумуляторная батарея; 2 - контакты замка зажигания; 3 - транзистор-коммутатор; 4 - датчик распределитель (датчик Холла); 5 - катушка зажига-

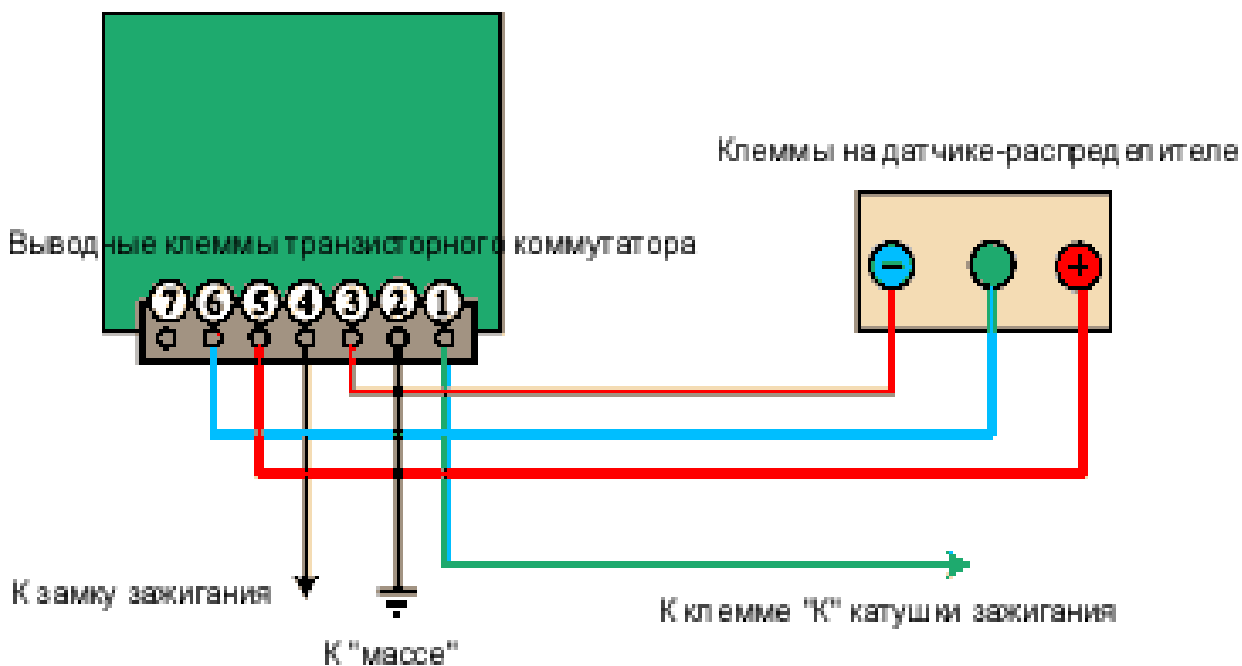


Рисунок 10 - Схема электрических соединений коммутатора и датчика-распределителя бесконтактной системы зажигания

**Электронная бесконтактная система зажигания** включает в себя следующие узлы:

- источники электрического тока,
- катушку зажигания,
- датчик - распределитель,
- коммутатор,
- свечи зажигания,
- провода высокого и низкого напряжения,
- выключатель зажигания.

В электронной системе зажигания отсутствуют контакты прерывателя, а, значит, нечему подгорать и нечего регулировать. Функцию контактов в этом случае выполняет бесконтактный датчик Холла, который посылает управляющие импульсы в электронный коммутатор. А коммутатор, в свою очередь, управляет катушкой зажигания, которая преобразует ток низкого напряжения в высокое. Наибольшее применение в бесконтактной системе зажигания нашел

датчик импульсов использующий эффект Холла (возникновение поперечного напряжения в пластине проводника с током под действием магнитного поля). **Датчик Холла** состоит из постоянного магнита, полупроводниковой пластины с микросхемой и стального экрана с прорезями (обтюратора).

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.

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.

**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.

### **Микропроцессорная система зажигания**

Микропроцессорная система зажигания, (далее МПСЗ) предназначена для формирования значения зависимости угла опережения зажигания бензинового двигателя как функции частоты вращения коленчатого вала и давления воздуха во впускном коллекторе.

Основным преимуществом этой системы является регулировка угла опережения зажигания по множеству параметров и отсутствие необходимости её регулировки в эксплуатации. В состав микропроцессорной системы зажигания входит блок управления, коммутатор, катушка зажигания, высоковольтные провода и свечи.

Основная роль в управлении зажиганием возлагается на микропроцессор, который получает данные в виде сигналов определённого напряжения с датчиков, установленных на двигателе и, согласно установленной в нём программе,

даёт сигнал на коммутатор который в свою очередь управляет работой катушек зажигания. Основным параметром, которым руководствуется контроллер при расчёте момента искрообразования, является частота коленчатого вала. Данные об изменении этого параметра он получает с датчика угловых импульсов расположенном в корпусе картера маховика, считывая импульсы с зубчатого венца, либо над шкивом коленвала, который в этом случае имеет специальный диск с зубьями. Если датчик угловых импульсов находится со стороны маховика, то там же устанавливается датчик начала отчета, для которого в этом случае устанавливается штифт в маховике. При установке датчика над шкивом коленвала, датчик начала отчёта не применяется, а синхронизация происходит по промежутку синхронизации по одному отсутствующему зубу. Эти датчики являются основными при работе микропроцессорной системы зажигания. По их показаниям контроллер определяет, вращается коленвал двигателя или нет и с какой скоростью.

При выходе из строя этих датчиков двигатель не заведётся. Остальные датчики необходимы для коррекции зажигания при разных параметрах работы двигателя. На разных автомобилях может применяться различный набор датчиков. В основном используются датчики температуры охлаждающей жидкости и воздуха, положения дроссельной заслонки, разряжения во впускном коллекторе и датчик детонации. При выходе из строя этих датчиков расчёт угла опережения зажигания осуществляется по запасному алгоритму на основании остальных датчиков. Коммутатор в **микропроцессорной системе зажигания** двух контурный и управляет работой двух катушек. В четырёхцилиндровом двигателе, катушки генерируют искру попарно на две свечи зажигания. Кроме того, может применяться и одноконтурный коммутатор, который управляет одной катушкой зажигания, но в этом случае для распределения напряжения по свечам применяется «трамблёр», в котором так же устанавливается датчик угловых импульсов. В этом случае существует некоторая сложность в [установке зажигания](#). Для компактности оборудования коммутатор не редко выполняется совместно с микропроцессором.



## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково назначение системы зажигания?
2. Перечислите известные Вам системы зажигания. Дайте им сравнительную характеристику.
3. Поясните общее устройство контактной системы и принцип ее работы.
4. Каково назначение цепи низкого и высокого напряжения?
5. Расскажите о назначении катушки зажигания и о принципе возникновения в ней тока высокого напряжения?
6. Каким образом ток высокого напряжения попадает к свече зажигания?
7. Что называют «углом опережения зажигания»?
8. С помощью каких регуляторов изменяют угол опережения зажигания?
9. В чем принципиальное отличие бесконтактной системы зажигания от контактной?
10. В чем заключается эффект Холла и как он применяется в бесконтактной системе зажигания?
11. Для чего нужен коммутатор?
12. Каково преимущество микропроцессорной системы зажигания в сравнении с контактной и бесконтактной?
13. По какому датчику микропроцессор определяет факт работы ДВС?
14. Как корректируется угол опережения зажигания в микропроцессорной системе зажигания?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Конструкция тракторов и автомобилей. / Болотов А.К., Лопарев А.А., Судницин В.И. М.: КолосС, 2007. – 28,6 л.
2. Конструкция тракторов и автомобилей. / Поливаев О.И., Костиков О.М., Ворохобин А.В., Ведринский О.С. СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 288 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания. / В.П. Алексеев, В.Ф. Воронин, Л.В. Грехов и др. М.: Машиностроение, 1990. – 288с.

## Содержание

СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ ДВС.....	3
ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	3
СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.....	3
ОБОРУДОВАНИЕ, НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ.....	3
НАЗНАЧЕНИЕ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ЗАЖИГАНИЯ РАБОЧЕЙ СМЕСИ.....	3
Контактная система зажигания.....	4
Электронная бесконтактная система зажигания.....	12
Микропроцессорная система зажигания .....	15
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	17
ЛИТЕРАТУРА.....	18
Содержание.....	19

Учебное издание

Кузьменко Игорь Владимирович

## **СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ ДВС**

Учебно-методические указания для выполнения лабораторной работы  
по дисциплине: «Тракторы и автомобили»  
студентами инженерно-технологического факультета  
по направлению подготовки: 35.03.06 Агроинженерия  
профиль: Технические системы в агробизнесе  
профиль: Технический сервис в АПК  
по направлению подготовки:  
23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы  
профиль: Машины и оборудование природообустройства  
и дорожного строительства

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 08.04.2021 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,16. Тираж 25 экз. Изд. № 6895.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ