

ВВЕДЕНИЕ

Система зажигания предназначена для воспламенения рабочей смеси в цилиндрах бензиновых двигателей.

Источником высокого напряжения служит катушка зажигания. Потребляя ток низкого напряжения аккумуляторной батареи, она преобразует его в ток высокого напряжения (12...30 кВ).

Искровой разряд, образующийся между электродами свечи, должен обладать необходимой энергией, обеспечивающей надежное воспламенение рабочей смеси на всех режимах работы двигателя.

Напряжение, при котором происходит искровой разряд между электродами свечи, называют **пробивным напряжением**. Оно зависит от зазора между электродами свечи, давления смеси (степени сжатия) и температуры газов. Пробивное напряжение увеличивается с повышением степени сжатия и расстояния между электродами и снижается с повышением температуры рабочей смеси. Для степени сжатия 7,0...7,5 при пуске необходимо напряжение пробоя, равное 16...18 кВ, а на установившемся рабочем режиме – 12...14 кВ. Для степени сжатия 8,5...10,0 – соответственно 18...20 и 13...15 кВ.

Система зажигания должна развивать рабочее напряжение, превышающее пробивное не менее чем в 1,5 раза. В процессе эксплуатации напряжение пробоя увеличивается за счет округления кромок электродов свечи и увеличения зазора между ними.

От мощности искры и момента зажигания рабочей смеси в значительной степени зависит экономичность и устойчивость работы двигателя, а также токсичность отработанных газов. На прогревом двигателе к моменту искрообразования рабочая смесь сжата и имеет температуру, близкую к температуре самовоспламенения. В этом случае достаточно незначительной энергии электрического разряда, порядка 1...5 МДж. Однако при пуске холодного двигателя, работе на обедненных смесях ($\alpha = 1,1...1,2$), работе на холостом ходу, работе на резких открытиях дроссельной заслонки требуется значительная энергия искры, порядка 30...100 МДж, и продолжительность ее порядка 2 мс, чтобы пробить зазор в свече 0,6...1,1 мм.

Для повышения мощности, экономичности и уменьшения токсичности двигателя система зажигания должна автоматически устанавливать оптимальный угол опережения зажигания (изменять установочный угол) в зависимости от различных скоростных и нагрузочных ре-

жимов работы и других параметров (состава и температуры смеси и двигателя, состава отработанных газов, а также режимов пуска, разгона и торможения двигателем).

Основные требования к системам зажигания:

- обеспечение искры в нужном цилиндре, находящемся в такте сжатия в соответствии с порядком работы цилиндров;

- своевременность момента зажигания. Искра должна происходить в определенный момент (момент зажигания) в соответствии с оптимальным, при текущих условиях работы двигателя, углом опережения зажигания;

- обеспечение энергии искры, достаточной для надежного воспламенения рабочей смеси при любом составе, плотности и температуре рабочей смеси;

- надежность, т. е. обеспечение непрерывности искрообразования.

Неисправности систем зажигания приводят:

- к трудностям или невозможности запуска двигателя;

- к неравномерности работы или прекращению работы двигателя;

- к детонации (взрывному сгоранию), вызывающей быстрый износ и поломки отдельных деталей двигателя;

- к нарушению работы электронных систем двигателя за счет высокого уровня электромагнитных помех и пр.

Любая система зажигания состоит из двух частей:

- низковольтной, включающей первичную обмотку катушки зажигания, прерыватель, коммутатор, датчики и другие компоненты в зависимости от устройства системы;

- высоковольтной, включающей вторичную обмотку катушки зажигания, систему распределения высоковольтной энергии, высоковольтные провода, свечи зажигания.

Кроме того, система зажигания содержит элементы для корректировки угла опережения зажигания в зависимости от частоты вращения коленчатого вала и нагрузки двигателя.

В современных бензиновых двигателях моментом подачи искры в камеру сгорания цилиндра двигателя управляет бортовой компьютер в зависимости от частоты вращения коленчатого вала, октанового числа бензина, количества оставшегося кислорода в отработанных газах и других параметров. Генераторами сигналов в системе зажигания являются следующие датчики: положения коленчатого вала, положения дроссельной заслонки, детонации, кислорода (лямбда-зонд) в отработанных газах и др.

Система зажигания стала бесконтактной и в большинстве случаев без распределителя в сети высокого напряжения. Вместо механическо-

го прерывателя используются генераторы импульсов индуктивного типа, датчики Холла или оптические датчики. Изменились и накопители энергии. Наряду с привычными катушками зажигания применяются системы с емкостными накопителями энергии.

Элементами структурной схемы системы зажигания являются: аккумуляторная батарея; электронный блок управления; датчики; коммутатор, накопители и распределители энергии; высоковольтные провода, свечи зажигания.

В настоящее время нашли распространение системы зажигания со статическим распределением энергии, в которых отсутствуют движущиеся части.

Системы зажигания без распределителя подразделяются на два вида:

- системы синхронного зажигания – **DFS** (нем. Doppel Funken Spule) или **DIS** (англ. Distributorless Ignition System), в которых одна катушка обслуживает, как правило, два цилиндра;

- системы независимого зажигания – **EFS** (нем. Einzel Funken Spule) или **COP** (англ. Coil on Plug) с индивидуальными катушками зажигания на каждый цилиндр двигателя.

1. ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЖИГАНИЯ ТОПЛИВНО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

Основными параметрами любой системы зажигания являются:

- угол замкнутого состояния контактов (УЗСК);
- угол опережения зажигания (УОЗ);
- напряжение пробоя;
- напряжение горения искры;
- время горения искры.

Угол замкнутого состояния контактов (УЗСК) в классической схеме – угол, на который успевает повернуться коленчатый вал с момента замыкания контактов прерывателя до момента их размыкания. В других системах – с момента срабатывания силового транзисторного ключа до момента возникновения искры. Данный термин условно применяется для систем зажигания любых типов.

Угол опережения зажигания (УОЗ) – угол, на который успевает повернуться коленчатый вал от момента возникновения искры в камере сгорания до момента достижения поршня верхней мертвой точки (ВМТ) в такте сжатия.

Угол опережения будет оптимальным, если давление газов (p_2) в цилиндре двигателя достигнет своего максимума при повороте коленчатого вала на $10...15^\circ$ от верхней мертвой точки в такте расширения

(рис. 1.1). Оптимальный угол опережения зажигания должен обеспечиваться при любой частоте вращения коленчатого вала и любом положении дроссельной заслонки.

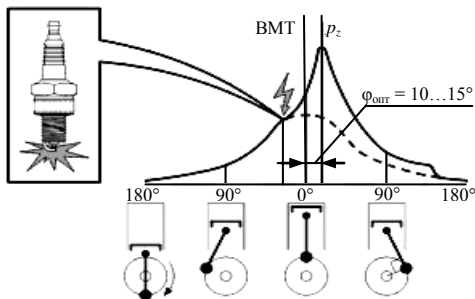


Рис. 1.1. Угол опережения зажигания

При слишком раннем зажигании (угол опережения больше оптимального) максимальное давление в цилиндре создается до прихода поршня в ВМТ. В результате поршень воспринимает сильные встречные удары с характерными металлическими звуками, что приводит к потере мощности и ускоренному износу деталей двигателя.

При позднем зажигании после перехода поршня через ВМТ (угол опережения зажигания меньше оптимального) смесь горит в такте расширения и в процессе выпуска. Давление газов не достигает своей оптимальной величины, мощность и экономичность двигателя снижаются. Происходит повышение токсичности отработанных газов и температуры (двигатель перегревается из-за увеличения отдачи тепла в охлаждающую жидкость).

С повышением частоты вращения коленчатый вал проходит больший угловой путь за время горения смеси – поэтому момент зажигания должен наступать чуть раньше. Значит, при увеличении оборотов УОЗ надо увеличивать, и наоборот.

На одной и той же частоте вращения коленчатого вала двигателя положение дроссельной заслонки может быть различным. Это означает, что в цилиндрах будет образовываться смесь различного состава и она будет иметь разную скорость сгорания.

При полностью открытой дроссельной заслонке (коэффициент избытка воздуха $\alpha = 0,9...1,1$) смесь сгорает быстрее и поджигать ее нужно позже, т. е. УОЗ необходимо уменьшать.

И наоборот, когда дроссельная заслонка прикрыта, то смесь переобогащенная и скорость ее сгорания падает. Кроме того, в этом случае ухудшается продувка цилиндра и отмечается наличие в нем остаточ-

ных газов, поэтому угол опережения зажигания необходимо увеличить.

Общая схема системы зажигания представлена на рис. 1.2.

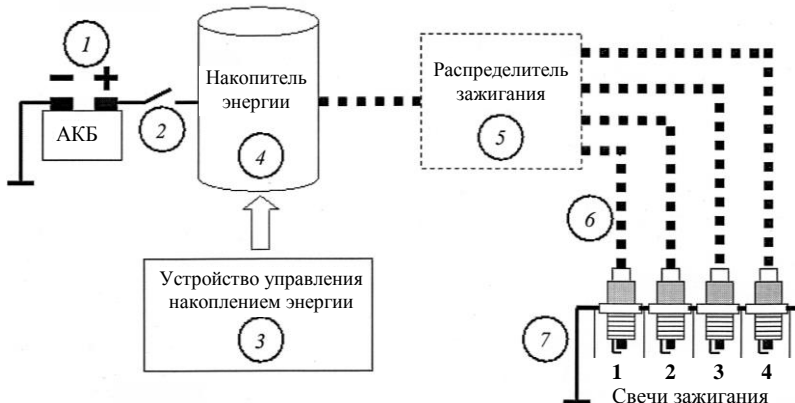


Рис. 1.2. Общая схема системы зажигания: 1 – источник питания; 2 – выключатель зажигания; 3 – устройство управления накоплением энергии (прерыватель, регуляторы опережения зажигания); 4 – катушка зажигания; 5 – распределитель высокого напряжения; 6 – высоковольтные провода; 7 – свечи зажигания

По закону Пашена (1889 г.) пробойное напряжение, необходимое для образования устойчивой искры в объеме сжатого газа (камере сгорания), растет с увеличением давления сжатия и увеличением искрового промежутка и снижается с ростом температуры среды.

$$U_2 = f\left(\frac{pl}{t}\right),$$

где p – давление газов в цилиндре;

l – расстояние между электродами свечи зажигания;

t – температура сжатого газа в камере сжатия.

В то же время величина вторичного напряжения, получаемого на выходе из катушки зажигания, определяется зависимостью

$$U_2 = I_p \sqrt{\frac{E}{C_1 \left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right) + C_2}},$$

где I_p – величина тока разрыва (тока в первичной обмотке катушки зажигания);

E – величина индуктивности катушки зажигания;

ω_1 и ω_2 – число витков первичной и вторичной обмоток;

C_1 и C_2 – емкости цепей первичной и вторичной обмоток.

Так как подкоренное выражение зависит только от конструктивных параметров катушек зажигания и практически неизменно, то величина вторичного напряжения прямо пропорциональна силе тока разрыва в прерывателе. Сила тока разрыва будет зависеть от пропускной способности контактов (не более 3 А), времени замкнутого состояния контактов и сопротивления первичной обмотки катушки зажигания.

По этой причине в многоцилиндровых двигателях, где время замкнутого состояния контактов прерывателя становится меньшим, конструкторы были вынуждены разработать контактно-транзисторную, а затем и бесконтактные системы зажигания.

В контактно-транзисторной системе механический прерыватель (рис. 1.3) управляет только транзисторным коммутатором, который, в свою очередь, управляет накопителем энергии. Такая конструкция имеет существенное преимущество перед классической системой.

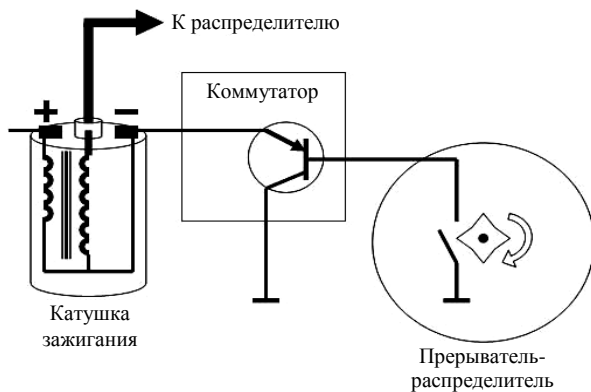


Рис. 1.3. Система зажигания с механическим прерывателем и транзисторным коммутатором

В этом случае контактный прерыватель обладает большей надежностью, так как через него протекает только ток управления, сила которого не превышает 0,8 А, и практически исключается пригорание и искрение контактов прерывателя во время размыкания. Поэтому отпа-

дает необходимость в конденсаторе, подключаемом параллельно контактам прерывателя, а величина силы тока в первичной обмотке катушки зажигания зависит в основном от ее сопротивления.

В настоящее время широкое распространение получили системы зажигания с бесконтактными прерывателями тока первичной обмотки: **датчики индуктивного типа, датчики Холла, оптические датчики.**

Индуктивный датчик (рис. 1.4) включает в себя постоянный многополюсный электромагнит с обмоткой и зубчатый диск. При вращении диска магнитное поле замыкается либо через зуб, либо через впадину. Магнитный поток, проходящий через обмотку, то увеличивается, то уменьшается, в результате чего в обмотке индуцируется ЭДС переменного знака. Сигналы датчика проходят через формирователь импульсов и далее поступают в коммутатор для управления первичной обмоткой катушки зажигания.

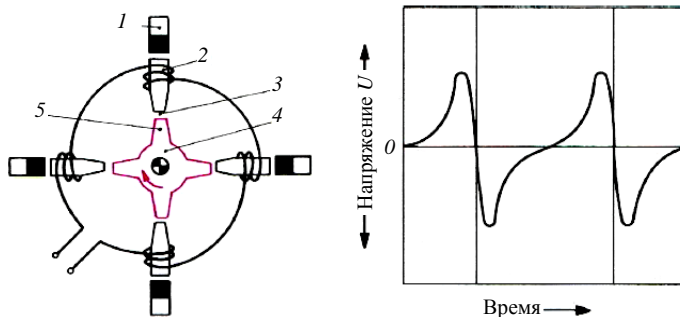


Рис. 1.4. Индуктивный датчик системы зажигания: 1 – постоянный магнит; 2 – сердечник из магнитомягкой стали с индукционной обмоткой; 3 – изменяемый воздушный зазор; 4 – ротор; 5 – зубцы ротора

Датчик Холла (рис. 1.5) содержит пластинку кремния, к двум боковым граням которой приложено небольшое напряжение. Если на пластинку направить перпендикулярно магнитное поле, то на двух других гранях пластинки появится небольшое напряжение Холла (V).

Изменение магнитного поля вызовет изменение напряжения Холла, которое используют для управления коммутатором. Магнитное поле, создаваемое постоянным магнитом, прерывается лопастями стального обтюратора 1, вращающегося на валу распределителя зажигания.

Через кремниевую пластинку пропускается ток силой примерно 30 мА, а напряжение Холла составляет около 2 мВ, увеличиваясь с ростом температуры. Пластинка обычно составляет одно целое с интегральной схемой, осуществляющей усиление и формирование сигнала.

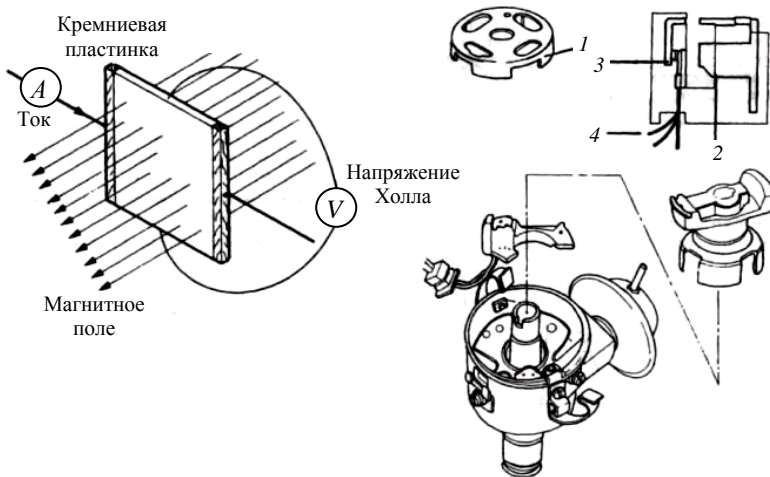


Рис. 1.5. Принцип работы и устройство датчика Холла: 1 – обтюратор с лопастями; 2 – постоянный магнит; 3 – чувствительный элемент; 4 – провода датчика

При открытом зазоре между постоянным магнитом и датчиком Холла пластинка выдает напряжение. Если зазор перекрывается лопастью обтюратора, магнитное поле замыкается через лопасть и не попадает на пластинку Холла. Напряжение при этом падает.

Сигнал с грани пластинки попадает в усилитель и формирователь импульсов, после чего он может управлять коммутатором (включением и выключением цепи катушки зажигания).

Оптический датчик (рис. 1.6) представляет собой сегментированный диск, закрепленный на валу распределителя, который перекрывает инфракрасный луч, направляемый на фототранзистор.

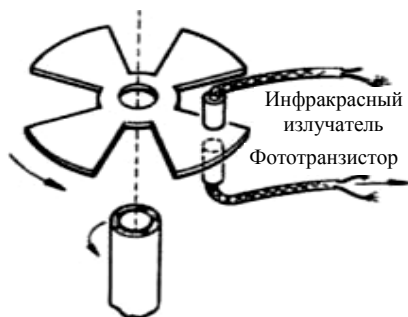


Рис. 1.6. Схема оптического датчика

В течение промежутка времени, пока фототранзистор освещен, через первичную обмотку катушки идет ток. Когда диск перекрывает луч, датчик посылает в коммутатор импульс, который прерывает ток в катушке и таким образом генерирует искру.

Коммутатор разрывает первичную цепь по сигналу с датчика и обеспечивает предварительную зарядку катушки необходимой энергией. Для этого коммутатор просчитывает период импульсов, приходящих с датчика, и вычисляет время начала замыкания первичной обмотки катушки на «массу».

Чем выше обороты двигателя, тем раньше коммутатор будет начинать замыкать катушку на «массу», оставляя время замкнутого состояния постоянным. Поэтому и вторичное напряжение будет практически постоянным независимо от оборотов коленчатого вала двигателя.

2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ЗАЖИГАНИЯ

2.1. Классическая контактная система зажигания

Классическая контактная система зажигания (рис. 2.1) содержит: аккумуляторную батарею, выключатель зажигания, прерыватель, конденсатор, распределитель, центробежный и вакуумный регуляторы УОЗ, катушку зажигания, провода высокого напряжения, свечи зажигания.

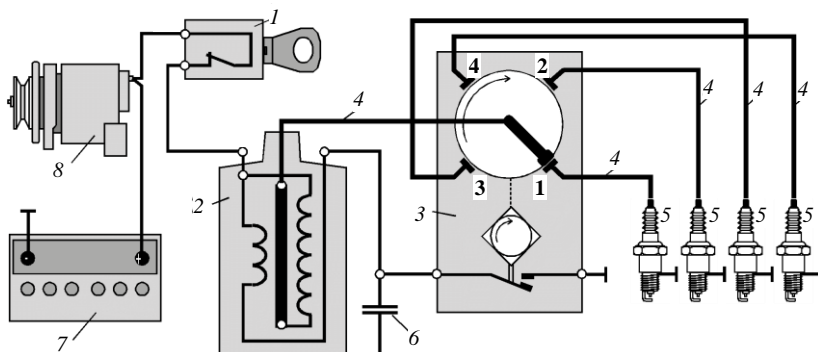


Рис. 2.1. Схема классической контактной системы зажигания: 1 – выключатель зажигания; 2 – катушка зажигания; 3 – прерыватель-распределитель; 4 – высоковольтные провода; 5 – свечи зажигания; 6 – конденсатор; 7 – аккумуляторная батарея; 8 – генератор

Прерыватель, управляющий первичной цепью катушки зажигания, необходим для того, чтобы замыкать и размыкать питание первичной обмотки катушки зажигания.

Контакты прерывателя находятся под крышкой распределителя зажигания. Пластинчатая пружина подвижного контакта постоянно прижимает его к неподвижному контакту. Размыкаются они лишь на короткое время, когда набегающий кулачок приводного валика прерывателя-распределителя 3 надавит на молоточек подвижного контакта.

Параллельно контактам включен конденсатор 6. Он необходим для того, чтобы не было искрения и контакты не обгорали в момент размыкания.

Во время отрыва подвижного контакта от неподвижного между ними может проскакивать мощная искра, но конденсатор поглощает в себя большую часть электрического разряда, и искрение уменьшается до незначительного.

Когда контакты прерывателя полностью размыкаются, конденсатор разряжается, создавая обратный ток в цепи низкого напряжения, и тем самым ускоряет исчезновение магнитного поля в катушке зажигания 2. А чем быстрее исчезает это поле, тем большей силы возникает ток в цепи высокого напряжения.

При выходе конденсатора из строя двигатель нормально работать не будет – напряжение во вторичной цепи получится недостаточно

большим для стабильного искрообразования. Кроме того, выход из строя конденсатора приводит к подгоранию контактов прерывателя.

Прерыватель располагается в одном корпусе с распределителем высокого напряжения, поэтому распределитель зажигания в такой системе называют *прерывателем-распределителем*.

Основной проблемой прерывателя-распределителя является износ контактов из-за искрения и эрозии их поверхности. При этом нарушается регулировка зазора между контактами и снижается значение генерируемого высокого напряжения. Таким образом, контакты требуют регулярной регулировки и периодической замены.

Кроме того, со временем происходит ослабление плоской возвратной пружины контактов. Если усилие пружины уменьшается ниже определенного значения, движение контактов перестает следовать за кулачками распределителя, контакты перекашиваются и не обеспечивают надежного соединения. Это приводит к уменьшению времени замкнутого состояния контактов и, следовательно, к уменьшению силы тока разрыва и вторичного напряжения. При увеличении частоты вращения коленчатого вала двигателя пружина не успевает вернуть подвижный контакт в исходное положение, что приводит к сбоям в работе двигателя.

Принцип работы классической контактной системы зажигания. Питание от бортовой сети подается на первичную обмотку катушки зажигания 2 (см. рис. 2.1) через механический прерыватель. Прерыватель связан с коленчатым валом, что обеспечивает замыкание и размыкание его контактов в нужный момент.

При замыкании контактов начинается зарядка первичной обмотки катушки зажигания. При размыкании первичная обмотка разряжается, но во вторичной обмотке наводится ток высокого напряжения (до 25 кВ), который через распределитель поступает на нужную свечу зажигания 5.

В системе присутствуют механизмы корректировки величины опережения зажигания – центробежный и вакуумный регуляторы.

Центробежный регулятор опережения зажигания предназначен для изменения угла опережения зажигания в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя (рис. 2.2).

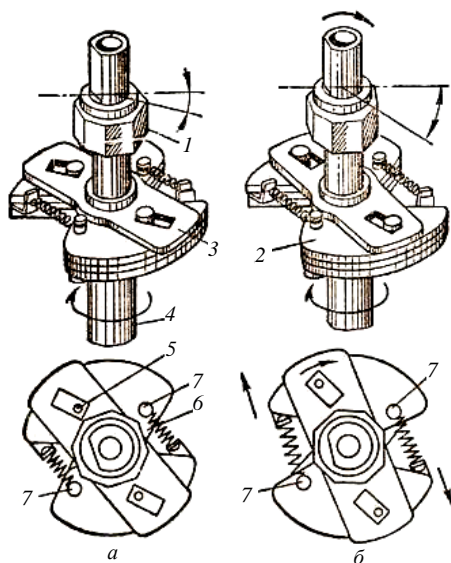


Рис. 2.2. Устройство центробежного регулятора опережения зажигания: *а* – на холостом ходу двигателя; *б* – при максимальной частоте вращения коленчатого вала; 1 – кулачок; 2 – грузик; 3 – пластина кулачка; 4 – валик; 5 – штифт грузика; 6 – пружина; 7 – штифт пружины

Центробежный регулятор опережения зажигания находится в корпусе прерывателя-распределителя под подвижной панелью прерывателя. Он состоит из двух плоских металлических грузиков 2, подвижной пластины 3, жестко связанной с кулачками 1, и двух пружин 6. Штифты грузиков входят в прорези подвижной пластины 3. Пластина с кулачками имеет возможность проворачиваться на небольшой угол относительно приводного валика прерывателя-распределителя.

По мере увеличения частоты вращения коленчатого вала двигателя увеличивается и частота вращения валика прерывателя-распределителя. Грузики, преодолевая сопротивление пружин, расходятся в стороны, поворачивая валик с кулачками.

Вначале вступает в работу одна пружина, затем и вторая. Это обеспечивает необходимую характеристику регулятора (рис. 2.3).

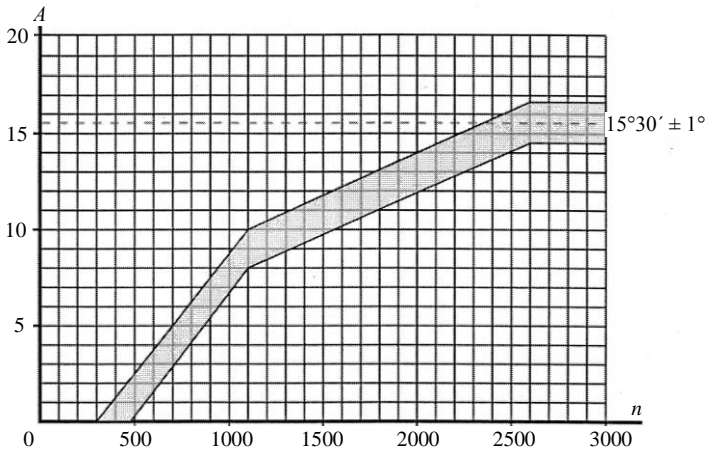


Рис. 2.3. Характеристика центробежного регулятора опережения зажигания

При этом набегающий кулачок поворачивается на некоторый угол по ходу вращения навстречу подвижному контакту прерывателя, и он размыкается раньше, увеличивая угол опережения зажигания.

При уменьшении частоты вращения приводного валика центробежная сила уменьшается и под воздействием пружин грузики возвращаются в исходное положение – угол опережения зажигания уменьшается.

Вакуумный регулятор опережения зажигания (рис. 2.4) предназначен для изменения момента возникновения искры между электродами свечей зажигания в зависимости от нагрузки на двигатель.

Вакуумный регулятор крепится к корпусу прерывателя-распределителя. Корпус регулятора разделен диафрагмой 5 на два объема. Один из них связан с атмосферой, а другой – через соединительную трубку с полостью под дроссельной заслонкой. С помощью тяги 8 диафрагма регулятора соединена с подвижной панелью 10, на которой располагаются контакты прерывателя.

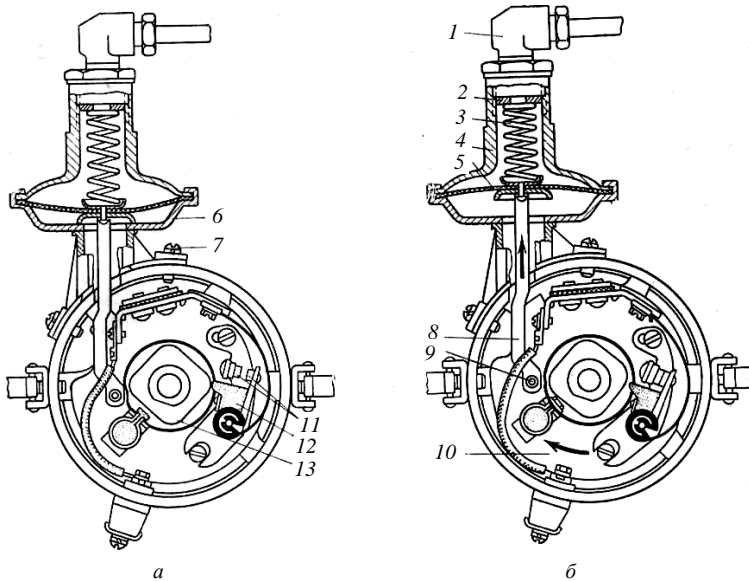


Рис. 2.4. Вакуумный регулятор опережения зажигания: *а* – дроссельная заслонка в положении «открыто» (разрежение мало); *б* – дроссельная заслонка в положении «закрыто» (разрежение велико); 1 – штуцер подвода вакуума; 2 – шайба регулировочная; 3 – пружина; 4 – крышка регулятора; 5 – диафрагма; 6 – корпус регулятора; 7 – винт крепления регулятора; 8 – тяга; 9 – штифт; 10 – подвижная панель прерывателя; 11 – контакты прерывателя; 12 – подвижный рычажок прерывателя; 13 – кулачок прерывателя

При увеличении угла открытия дроссельной заслонки (увеличение нагрузки на двигатель) разрежение под ней уменьшается. Тогда под воздействием пружины диафрагма через тягу 8 сдвигает панель 10 вместе с контактами на небольшой угол в сторону от набегающего кулачка прерывателя, уменьшая угол опережения зажигания.

И наоборот, угол увеличивается, когда прикрывается дроссельная заслонка. При этом разрежение под дроссельной заслонкой увеличивается, и диафрагма, преодолевая сопротивление пружины, тянет на себя панель с контактами, увеличивая угол опережения зажигания и время сгорания рабочей смеси.

2.2. Система статического синхронного зажигания с двухвыводными катушками зажигания

В системе статического синхронного зажигания с двухвыводными катушками зажигания (DFS или DIS) одна катушка обеспечивает высоковольтный разряд на двух свечах одновременно (рис. 2.5).

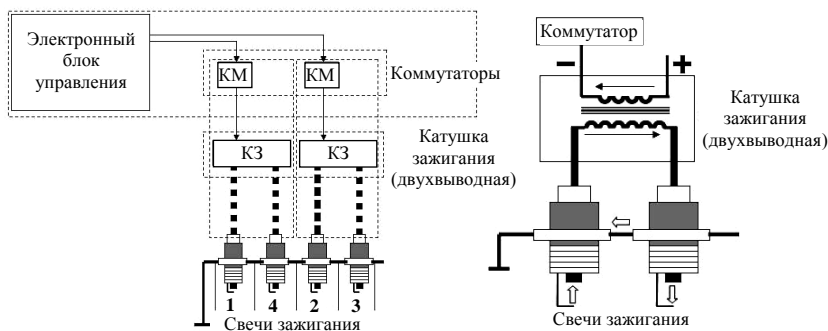


Рис. 2.5. Схема системы статического синхронного зажигания с двухвыводными катушками

При этом в цилиндре, который находится в такте сжатия, катушка дает «рабочую искру» (12...20 кВ), а в сопряженном с ним, находящимся в такте выпуска, – «холостую искру» (5...7 кВ). Поэтому такая система часто называется **системой зажигания с холостой искрой**.

Например, в четырехцилиндровом двигателе на цилиндрах 1 и 4 поршни занимают одно и то же положение (оба находятся в верхней или нижней мертвых точках одновременно) и движутся в унисон, но находятся на разных тактах. Когда цилиндр 1 находится в такте сжатия, цилиндр 4 – в такте выпуска, и наоборот. Высокое напряжение, вырабатываемое во вторичной обмотке, подается напрямую на каждую свечу зажигания.

В настоящее время разработаны системы зажигания, в которых две двухвыводные катушки зажигания собираются на общем магнитопроводе и тем самым образуется одна четырехвыводная катушка зажигания.

2.3. Система зажигания с индивидуальными катушками

Одной из наиболее популярных разновидностей систем зажигания является система с индивидуальными катушками (EFS- или COP-система «катушка на свече»).

В этой системе катушки зажигания устанавливаются прямо на свечи. Таким образом стало возможным полностью избавиться от высоковольтных проводов. Общая схема системы зажигания с индивидуальными катушками представлена на рис. 2.6, а схема индивидуальной катушки зажигания – на рис. 2.7.

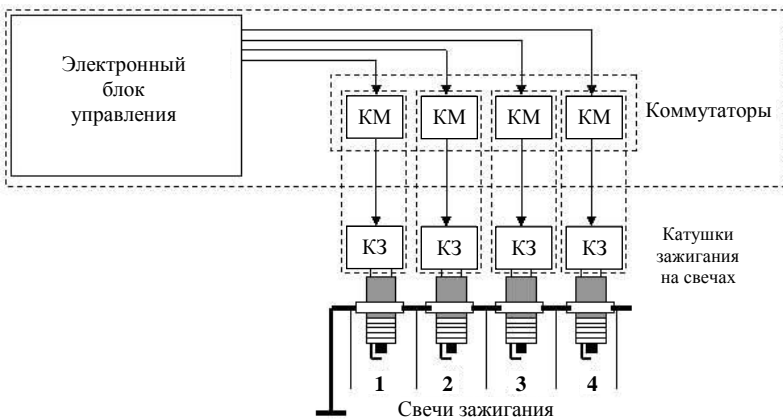


Рис. 2.6. Схема системы зажигания с индивидуальными катушками и коммутаторами

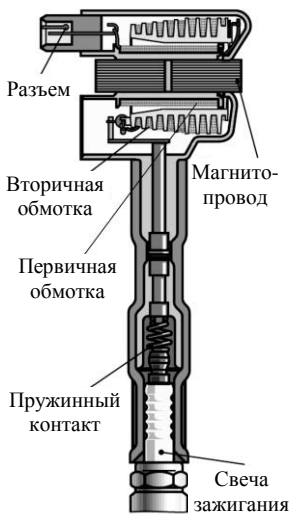


Рис. 2.7. Устройство индивидуальной катушки зажигания

Конструкция индивидуальной катушки очень компактна, что дает возможность использовать по одному элементу на каждый цилиндр, а также значительно снизить потери напряжения в цепи.

Но из-за небольших размеров снижается надежность катушек. Как следствие, индивидуальные катушки зажигания часто выходят из строя, и в первую очередь – изоляция вторичной обмотки. Повреждение изоляции обмотки приводит к межвитковому пробое высокому напряжению внутри катушки.

Катушка зажигания с такой неисправностью способна обеспечить поджог рабочей смеси в цилиндре при работе двигателя на малых нагрузках и на режиме холостого хода. Но при больших нагрузках искрообразование прекращается и цилиндр, обслуживаемый такой катушкой, перестает работать.

2.4. Блок управления двигателем с подсистемой управления зажиганием с датчиками и коммутатором

Системы зажигания, в которых применяется управление зажиганием с датчиками и коммутатором, имеют общее название «микропроцессорные системы зажигания» (рис. 2.8).

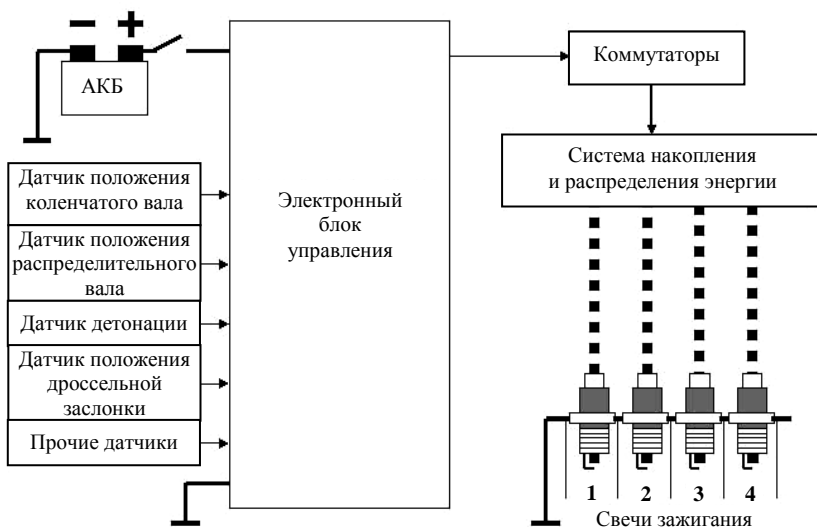


Рис. 2.8. Микропроцессорный блок управления зажиганием

В этом случае электронный блок управления (ЭБУ) выполняет в системе зажигания главную роль. Его работа состоит в сборе информации от датчиков и ее обработке. ЭБУ рассчитывает оптимальный момент зажигания, время зарядки катушки и управляет через коммутатор первичной цепью катушки.

На современных автомобилях блок управления системой зажигания объединен с блоком управления впрыском топлива. Регулировка опережения зажигания реализована программно в блоке управления. Генераторами сигналов в системе зажигания являются следующие датчики: положения коленчатого вала, положения дроссельной заслонки, детонации, кислорода в отработанных газах (лямбда-зонд) и др.

3. ПРОВЕРКА СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ЗАЖИГАНИЯ

3.1. Проверка и регулировка прерывателя-распределителя

Проверка прерывателя-распределителя заключается в определении:

- состояния подшипникового узла;
- зазора между контактами;
- исправности центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания;
- исправности распределителя высокого напряжения.

Состояние подшипникового узла оценивается по разбросу угла опережения зажигания на синхроноскопе стенда КИ-968 (рис. 3.1).

Для этого необходимо установить прерыватель-распределитель на стенд, клемму прерывателя подсоединить к клемме «Прерыватель-распределитель», высоковольтный провод – к разъему «Синхроноскоп», а переключатель «Испытание приборов зажигания» установить в положение «Искрообразование». Включить привод стенда, установить частоту вращения $800 \dots 1000 \text{ мин}^{-1}$ и наблюдать за колебанием красной полоски на синхроноскопе. Если амплитуда колебания не превышает 3° – подшипниковый узел исправен.

Замер зазора в контактах прерывателя плоским щупом можно проводить только в прерывателях с новыми контактами, так как при изношенных (неровных) контактах результат замера будет ошибочным. Поэтому величину зазора определяют по углу замкнутого состояния контактов. Углом замкнутого состояния контактов называется угол поворота валика распределителя, во время прохождения которого контакты находятся в замкнутом состоянии, т. е. угол поворота валика от момента замыкания до момента размыкания контактов.

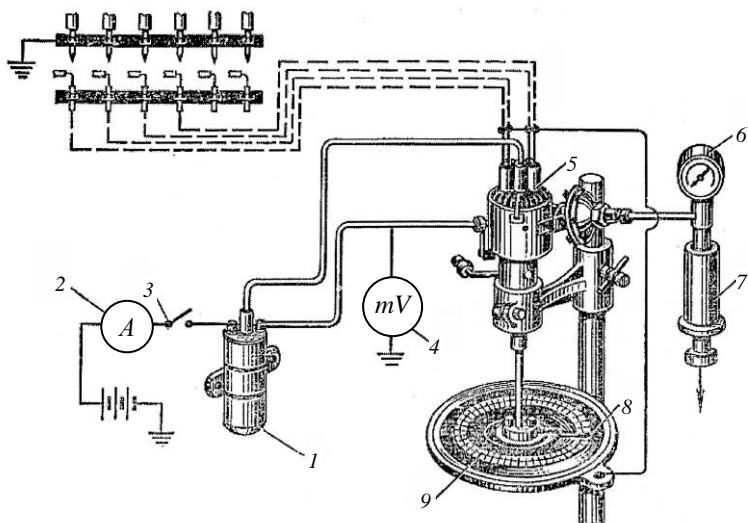


Рис. 3.1. Схема соединения приборов при проверке прерывателя-распределителя на стенде КИ-968: 1 – катушка зажигания стенда; 2 – амперметр; 3 – выключатель; 4 – вольтметр; 5 – проверяемый прерыватель-распределитель; 6 – вакуумметр; 7 – насос вакуумный; 8 – диск синхроскопа; 9 – шкала синхроскопа

Чем больше зазор между контактами, тем меньше угол контакта, и наоборот. Чем больше угол замкнутого состояния контактов, тем больше отклонится стрелка измерительного прибора ИУК. При неподвижных замкнутых контактах стрелка прибора дает полное отклонение. Измерительный прибор стенда КИ-968 имеет три шкалы, соответствующие кулачкам распределителей, имеющим 4, 6 и 8 выступов.

Отклонение от рекомендуемой величины не должно быть больше 2. При изношенном подшипниковом узле прерывателя-распределителя стрелка прибора в процессе измерений будет колебаться. В этом случае необходимо брать среднее значение между отклонениями стрелки.

Зачистка контактов производится тонким надфилем или стеклянной шкуркой с последующей протиркой ветошью, смоченной в чистом бензине.

Крышку и ротор распределителя проверяют визуально на отсутствие механических повреждений, а также проверяют состояние контактного уголька и пружины крышки. Состояние изоляции ротора (разносчика искры) можно проверить, испытав его на пробой высоковольтной искрой от центрального провода распределителя. Если искра

в регулируемом разряднике устойчивая на расстоянии 7 мм и более, то ротор исправен.

Для проверки центробежного регулятора необходим стробоскоп и тахометр (установлены на стенде), вакуумного регулятора – вакуумный насос и вакуумметр (установлены на стенде).

Проверку работы регуляторов опережения проводят отдельно. Работу центробежного регулятора проверяют по нескольким точкам характеристики (достаточно четырех). За контрольные точки принимают значение углов опережения при частоте вращения 500, 750, 1250 и 1500 мин⁻¹ валика регулятора, что соответствует частоте вращения коленчатого вала 1000, 1500, 2500 и 3000 мин⁻¹.

Включить стенд и установить частоту вращения валика привода 500 мин⁻¹. Поворотом диска синхроскопа установить светящуюся линию стробоскопа (щели) против нулевой отметки подвижного диска. Повышая ступенчато частоту вращения валика привода прерывателя-распределителя, определять по диску синхроскопа отклонение светящейся линии от нулевого положения и сравнивать с данными табл. 3.1.

Таблица 3.1. Характеристики прерывателей-распределителей

Марка прерывателя-распределителя	Марка автомобиля	Направление вращения	Угол замкнутого состояния контактов, град	Центробежный регулятор		Вакуумный регулятор	
				Пределы частоты вращения, мин ⁻¹	Изменение угла опережения, град	Пределы изменения разрежения, кПа	Изменение угла опережения, град
P4-Д	ЗИЛ-130	Правое	30	400...1600	7...19	10...33	1...10
P13-Д	ГАЗ-53А	Правое	30	200...1500	2...15	13...36	2...10
P-119	УАЗ	Левое	50	200...1900	3...20	13...36	2...13

Если характеристика не отвечает техническим требованиям, то ее можно привести в норму, изменяя натяжение пружин регулятора. Для уменьшения угла необходимо увеличить натяжение пружин, а для увеличения – уменьшить натяжение подгибанием стоек пружин центробежного регулятора. При частоте вращения до 1500 мин⁻¹ подгибают стойку с тонкой пружиной, а выше 1500 мин⁻¹ – с толстой.

Для снятия характеристики вакуумного регулятора опережения зажигания соединить штуцер вакуумного регулятора с вакуумным насосом. Включить двигатель стенда и установить обороты валика привода 800...1000 мин⁻¹. Плавно увеличивая разрежение от 100 до 380 мм рт. ст. (13...51 кПа), отметить по диску синхроскопа изменение угла опережения зажигания относительно первоначального значения.

Оно должно быть в пределах $0...10^\circ$. Нарушение работы вакуумного регулятора чаще всего происходит из-за неисправности мембраны или потери упругости пружины регулятора.

3.2. Проверка исправности катушек зажигания

Состояние катушек зажигания можно оценить с помощью омметра или мультиметра (рис. 3.2), измерив сопротивления первичной и вторичной обмоток. При отклонениях величин сопротивлений от нормативных значений катушку зажигания следует заменить.



Рис. 3.2. Проверка исправности первичной (а) и вторичной (б) обмоток катушек зажигания замером их сопротивлений

Сопротивление первичной обмотки исправной катушки должно находиться в пределах, указанных в табл. 3.2. Если прибор показывает сопротивление, близкое к нулевому значению, то это явный признак межвиткового замыкания в обмотках. Бесконечно большое сопротивление указывает на обрыв цепи.

Таблица 3.2. Характеристики катушек зажигания

Марка	Сопротивление первичной обмотки, Ом	Сопротивление вторичной обмотки, кОм	Коэффициент трансформации ω_2/ω_1	Добавочный резистор
Б1	1,55...1,70	3,7...4,5	56	Никель НП2
Б114	0,37...0,41	21,5...23,0	227	СЭ107
Б115	1,86...2,00	8,3...9,2	68	Б115
Б116	0,78...0,79	15,6	153	СЭ107
Б117	3,10...3,30	6,3...9,2	78,5	–
Б118	0,72...0,73	15,0	115	СЭ325
27.3705	0,40...0,50	4,5...5,5	82	–
29.3705	0,45...0,55	11,0	90	–
30.3705	0,40...0,55	6,3...6,4	70	–

После проверки первичной обмотки следует проверить вторичную обмотку. В этом случае к измерительному прибору подсоединяют положительный контакт катушки, другой провод прибора соединяют с высоковольтным выводом. Значение сопротивления должно быть в пределах, указанных в табл. 3.2.

Причинами выхода из строя катушки зажигания могут быть попадание влаги, масла, образование чрезмерно большого зазора между электродами свечей зажигания, перегрев катушек.

Катушки зажигания окончательно проверяются на стенде КИ-968 по величине пробиваемого искрового промежутка (не менее 7 мм) и силе тока в первичной обмотке, которая при номинальных оборотах не должна превышать 1 А.

Особенности проверки индивидуальных катушек зажигания.

Индивидуальные катушки зажигания проверяются мультиметром в режиме измерения сопротивления от 0 до 2 МОм.

Для проверки первичной обмотки ИКЗ прибор подключают к контактам 1 и 3 разъема (рис. 3.3, а) – контактам входа и выхода первичной обмотки. Полярность подключения не имеет значения. Прибор должен показать около 0,8 Ом. Если показаний нет, то в первичной обмотке обрыв и катушка зажигания подлежит выбраковке.

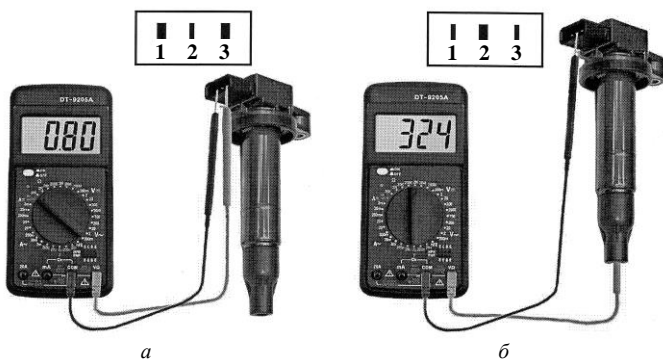


Рис. 3.3. Проверка исправности первичной (а) и вторичной (б) обмоток индивидуальной катушки зажигания

При проверке состояния вторичной обмотки катушки (рис 3.3, б) переключатель прибора следует перевести в диапазон измерений до 2 МОм, а щупы прибора подключить, соблюдая полярность: красный – к пружинному контакту внутри резинового колпачка подключения

свечи, черный – к контакту 2 разъема. При исправной вторичной обмотке ее сопротивление должно быть в пределах 300...400 кОм.

Окончательную проверку работоспособности катушек зажигания следует проводить на стенде КИ-968. Для этого подсоединяем низковольтные провода от выводов катушки к клеммам «+» и «Прерыватель» (выход); высоковольтный провод – к разряднику с регулируемым зазором; переключатель на панели проверки элементов зажигания – в положение «Катушка зажигания». Включаем привод стенда, и если при зазоре в разряднике 7 мм наблюдаем устойчивый разряд и сила тока при этом не превышает 1 А, то катушка исправна и работоспособна.

3.3. Проверка годности свечей зажигания

Свеча зажигания воспламеняет искровым разрядом рабочую смесь в цилиндре. Конструкция свечи неразборная. У исправно работающей свечи цвет юбки изолятора центрального электрода должен быть серым или светло-коричневым. Если изолятор и контакты покрыты нагаром, то свеча требует очистки. Зазор между электродами свечи необходимо проверять круглым проволочным щупом-калибром.

Для регулировки зазора между электродами свечи зажигания используют специальный ключ с набором необходимых щупов (рис. 3.4). Аккуратно подгибая или отгибая боковой электрод, необходимо добиться зазора 0,5...0,6 мм (0,7...0,8 мм для бесконтактных систем).

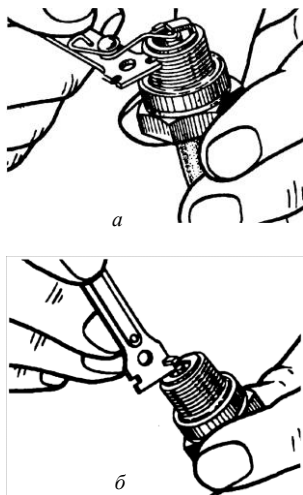


Рис. 3.4. Проверка (а) и регулировка (б) зазора между электродами свечи зажигания

Исправность свечи проверяют на комплекте приборов Э 203 (рис. 3.5), включающем в себя прибор для пескоструйной очистки свечи (Э 203-О) и прибор проверки свечей под давлением воздуха 0,5...1,0 МПа (Э 203-П).

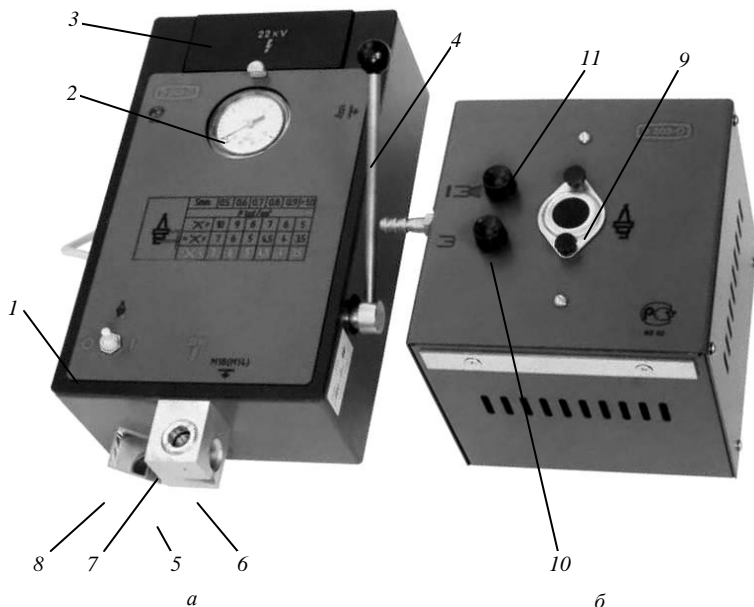


Рис. 3.5. Комплект приборов: *a* – прибор проверки свечей Э 203-П; *б* – прибор для пескоструйной очистки свечи Э 203-О; 1 – включатель режима «Проверка»; 2 – манометр; 3 – разрядник; 4 – рукоятка воздушного насоса; 5 – воздушная камера; 6, 9 – отверстие для вкручивания свечи; 7 – смотровое окошко; 8 – зеркало-отражатель; 10 – кнопка «Воздух»; 11 – кнопка «Песок»

Свеча считается исправной, если при указанном давлении воздуха (табл. 3.3) будет бесперебойное искрообразование без разброса искры.

Таблица 3.3. Испытательное давление в камере

Зазор между электродом, мм	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Испытательное давление, МПа	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5

Для проверки свечи ее необходимо вернуть в отверстие *б* воздушной камеры 5 прибора Э 203-П, надеть наконечник высоковольтного провода на свечу.

Включить подачу напряжения на свечу включением режима «Проверка» 1 и, поднимая давление ручным воздушным насосом 4, наблюдать за искрообразованием между электродами свечи через верхнее смотровое окошко 7 или боковое зеркало-отражатель 8. У нормально работающей свечи визуально должно наблюдаться бесперебойное искрообразование между электродами во всем диапазоне давлений воздуха (табл. 3.3). Через боковое зеркало должен наблюдаться светлый ореол вокруг центрального электрода.

При пробе изолятора через боковое зеркало будут видны искры пробоа.

У неисправной свечи через верхнее стекло будут наблюдаться перебои или разброс искры.

Для очистки свечи от нагара необходимо установить ее в отверстие с резиновой манжетой 9 прибора Э 203-О, включить подачу воздуха в прибор от внешнего компрессора под давлением 0,5...0,6 МПа и пальцем одной руки нажать на кнопку «Песок», покачивая свечу в разные стороны другой рукой. Время пескоструйной очистки – не более 10 с. После этого нажать на кнопку «Воздух» и обдуть рабочую часть свечи. Выключить подачу воздуха.

4. ДАТЧИКИ СИСТЕМ ЗАЖИГАНИЯ И ПРОВЕРКА ИХ СОСТОЯНИЯ

Основными *датчиками управления системой зажигания* современных бензиновых двигателей являются:

- датчик положения коленчатого вала и ВМТ;
- датчик детонации;
- датчик угла открытия дроссельной заслонки;
- датчик остаточного кислорода в отработанных газах (лямбда-зонд).

Датчик положения коленчатого вала и ВМТ. Этот датчик необходим электронному блоку управления (ЭБУ) для определения текущей частоты вращения коленчатого вала двигателя и распознавания цилиндра, который находится в такте сжатия. При этом используются датчики разных типов, но чаще других индуктивные датчики или датчики Холла.

Датчик детонации устанавливается на блоке двигателя. Во время работы двигателя датчик генерирует сигнал с частотой и амплитудой, зависящими от частоты и амплитуды вибрации двигателя. При возникновении детонации (взрыва) и увеличении ударной нагрузки ЭБУ корректирует угол опережения зажигания в сторону запаздывания.

Датчик положения дроссельной заслонки определяет нагрузку на двигатель.

Датчик остаточного кислорода в отработанных газах (лямбда-зонд) измеряет количество неиспользованного (остаточного) кислорода в выпускных газах.

Данные от всех датчиков передаются в ЭБУ двигателя. На основании полученных данных ЭБУ выбирает оптимальный угол опережения зажигания и оптимальную подачу топлива для его полного сгорания и обеспечивает экологическую чистоту работы двигателя.

4.1. Датчик положения коленчатого вала

Датчик индуктивного типа (рис. 4.1) предназначен для синхронизации работы электронного блока управления с ВМТ поршня 1-го цилиндра и угловым положением коленчатого вала.

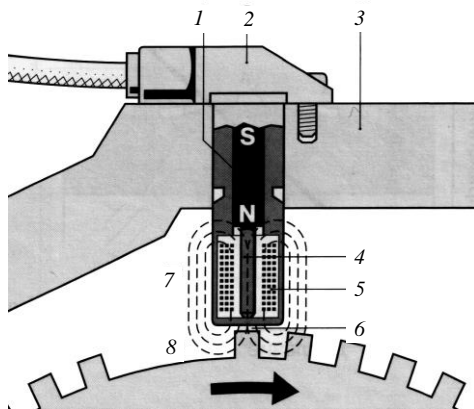


Рис. 4.1. Датчик положения коленчатого вала: 1 – постоянный магнит; 2 – корпус; 3 – картер двигателя; 4 – магнитомягкий сердечник; 5 – обмотка; 6 – воздушный зазор; 7 – магнитное поле; 8 – задатчик угловых импульсов (зубчатый диск) с отметчиком (пропуском зубьев)

Этот датчик имеет несколько названий: датчик положения коленчатого вала (ДПКВ), датчик синхронизации, датчик верхней мертвой точки. ДПКВ позволяет точно определять момент подачи искрового разряда на свечи зажигания. Отказ датчика приводит к остановке двигателя.

Датчик представляет собой стальной намагниченный сердечник 1 с обмоткой катушки 5 из тонкого изолированного медного провода в пластмассовом корпусе. Для надежности обмотка залита компаундной

смолой. Принцип работы этого датчика основан на законе электромагнитной индукции. Когда мимо намагниченного сердечника проносится очередной зуб диска синхронизации 8, то в обмотке датчика генерируется импульс тока. Благодаря тому, что из 60 зубьев шкива вырезано 2 зуба, бортовой компьютер определяет момент нахождения поршня 1-го цилиндра в ВМТ.

Поршень находится в ВМТ в то время, когда мимо датчика синхронизации проходит середина 20-го зуба, если считать от вырезанных зубьев.

Зазор *б* между сердечником датчика и диском синхронизации должен быть в пределах 0,5...1,5 мм. Зазор регулируется изменением числа прокладок между датчиком и посадочным гнездом.

Сбои в работе датчика возможны из-за намагничивания диска синхронизации. Диск можно размагнитить с помощью любого сетевого трансформатора.

Датчик положения коленчатого вала можно проверить, измерив сопротивление обмотки датчика мультиметром или омметром. Сопротивление должно быть в пределах 850...900 Ом.

4.2. Датчик детонации

Принцип работы датчика основывается на пьезоэффекте. Данное устройство (рис. 4.2) представляет собой помещенную в корпус пьезоэлектрическую пластину, на концах которой, в случае возникновения детонации, появляется напряжение. С ростом амплитуды и частоты механических колебаний, возникающих в двигателе, напряжение возрастает.

Существует определенный порог безопасности, при превышении которого электронный блок управления выдаст команду на уменьшение угла опережения зажигания.

При возникновении неисправности датчика он устанавливает заводом позднее зажигание, чтобы исключить вероятность разрушения двигателя. В результате силовой агрегат работает, но начинает потреблять гораздо больше топлива. Ухудшается динамика машины, что особенно заметно при повышенных нагрузках.

Основные симптомы, указывающие на то, что датчик вышел из строя:

- падение мощности;
- ухудшение разгонных характеристик и резкое увеличение расхода топлива;
- дымный выхлоп.

При этом на панели загорается индикатор неисправности двигателя. Причем он может гореть постоянно или загораться кратковременно при увеличении нагрузки.

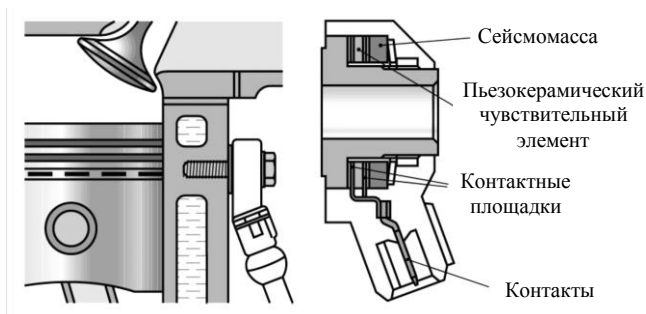


Рис. 4.2. Датчик детонации

Проверить исправность датчика можно, замерив напряжение на его электрических контактах (рис. 4.3, а). Для этого необходимо отсоединить электрический разъем питания и снять датчик с двигателя. После этого мультиметр переводится в режим измерения напряжения в милливольтках, его плюсовой щуп соединяется с сигнальным контактом, а минусовой – с корпусом датчика.

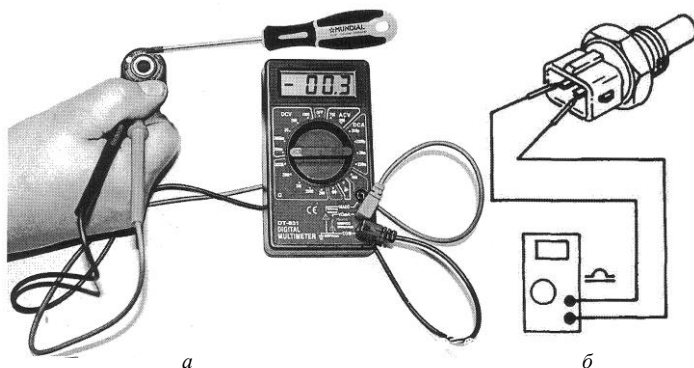


Рис. 4.3. Оценка состояния датчика детонации по величине напряжения (а) и сопротивлению обмотки (б)

Проверка заключается в том, что датчик с присоединенными щупами зажимается в руке и затем им следует несильно постучать по

какой-нибудь поверхности или слегка постучать по корпусу датчика. При ударах мультиметр должен фиксировать появление напряжения (обычно оно составляет порядка 30...40 мВ).

Принцип проверки – чем сильнее удар, тем большая разность потенциалов возникнет между электродами. Полное отсутствие разности потенциалов свидетельствует о том, что датчик детонации неисправен.

Состояние датчика можно оценить также, замерив сопротивление чувствительного элемента (рис. 4.3, б). Если сопротивление находится в пределах 120...180 кОм, то датчик исправен.

4.3. Датчик положения дроссельной заслонки

В автомобильных двигателях внутреннего сгорания, работающих на бензине, неотъемлемой частью системы впуска является дроссельная заслонка. Главной задачей этого механизма является регулирование количества поступающей в камеры сгорания цилиндров топливно-воздушной смеси или воздуха (рис. 4.4).



Рис. 4.4. Система управления подачей воздуха в камеру сгорания

Известны два типа привода дроссельной заслонки:

- механический;
- электрический.

Основные отличия электрического привода заключаются в отсутствии механической связи между педалью акселератора и дроссельной заслонкой. В этом случае электронная система способна сама повлиять на величину крутящего момента ДВС, даже если водитель не нажимает на педаль акселератора. Все эти изменения происходят благодаря действиям входных датчиков, блока управления и исполнительного устройства.

Датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ) представляет собой потенциометр с однооборотным постоянным и переменным резисторами. Их сопротивление в сумме составляет около 8 кОм. Ось вращения токосъемника совмещена с осью дроссельной заслонки.

При нажатии на педаль акселератора происходит открытие дроссельной заслонки и перемещение токосъемника по поверхности резистивного элемента (рис. 4.5, *a*). Вместе с тем меняется электрическое сопротивление потенциометра.

Из ЭБУ на вывод 2 датчика подается небольшое опорное напряжение (+5 В), вывод 1 соединен с «массой». С вывода 3 к ЭБУ через резистор идет сигнал о фактическом положении дроссельной заслонки на текущий момент. В зависимости от положения дроссельной заслонки передается сигнал, значение которого варьируется в пределах 0,5...4,5 В.

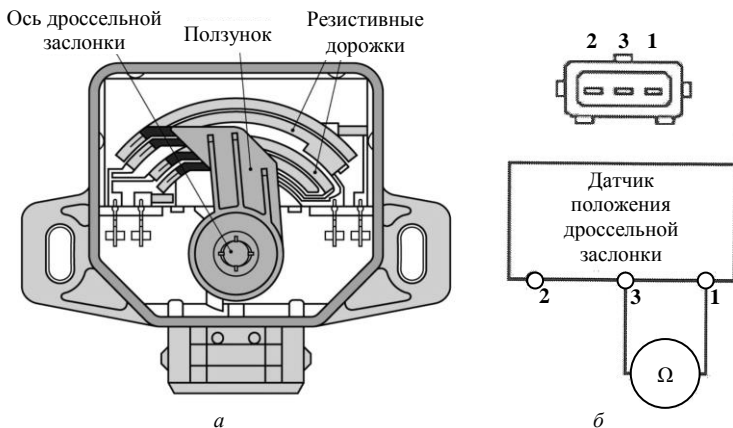


Рис. 4.5. Датчик положения дроссельной заслонки (*a*) и методика его проверки (*б*)

Основные признаки выхода из строя датчика:

- отмечается неустойчивая частота вращения коленчатого вала двигателя («плавает»);
- остановка работы двигателя при резком сбросе педали акселератора;
- провалы при наборе скорости (создается такое впечатление, что в двигатель не поступает топливо);
- при движении машина может не реагировать на педаль акселератора;
- частота вращения коленчатого вала двигателя может «зависнуть» на уровне 1,5...3 тыс. мин⁻¹ и не опускаться даже при выключенной передаче на холостом ходу.

То есть признаки неисправности данного элемента напрямую связаны с работой двигателя, и любая его некорректная работа может свидетельствовать о неисправности датчика. При появлении хотя бы одного из перечисленных признаков следует проверить работоспособность ДПДЗ.

Проверить исправность датчика дроссельной заслонки можно с помощью мультиметра или омметра, замерив сопротивление резистивных дорожек (рис. 4.5, б).

Для проверки необходимо при закрытой дроссельной заслонке измерить сопротивление между контактом массы 1 и контактом сигнала для блока управления 3. Сопротивление должно быть в пределах 0,7...1,4 кОм.

После этого необходимо открыть дроссельную заслонку и повторить измерение сопротивления. Сопротивление должно составлять от 2,3 до 2,7 кОм.

Затем проверяется сопротивление при промежуточных положениях дроссельной заслонки, оно должно плавно изменяться в пределах от 1,6 до 2,4 кОм. Резкие скачки или провалы сопротивления говорят об износе резистивных дорожек.

4.4. Датчик остаточного кислорода в отработанных газах

Назначение датчика остаточного кислорода в отработанных газах – корректировка подачи топлива в зависимости от количества остаточного кислорода в отработанных газах.

Кислородные датчики бывают двух типов: электрохимические и резистивные. Первый тип датчиков работает по принципу элемента, вырабатывающего электрический ток; второй – как резистор, изменяя свое сопротивление в зависимости от условий среды, в которой он находится.

Информация, которую выдает датчик в виде напряжения (или изменения сопротивления), используется электронным блоком управления впрыском для корректировки количества подаваемого топлива.

Основная часть датчика (рис. 4.6) – керамический наконечник 10, изготовленный на основе диоксида циркония, на внутреннюю и наружную поверхность которого методом напыления нанесена платина.

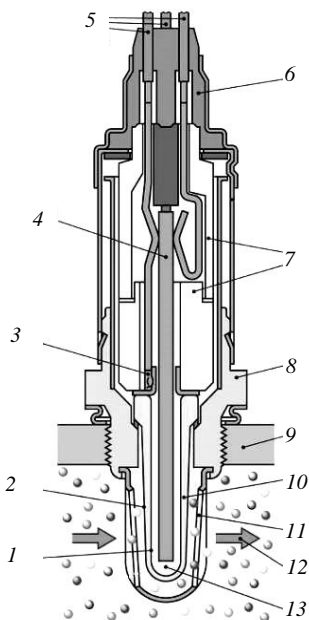


Рис. 4.6. Устройство датчика остаточного кислорода: 1 – положительный электрод; 2 – отрицательный электрод; 3 – контактные площадки; 4 – нагревательный элемент; 5 – контакты датчика и нагревательного элемента; 6 – изолятор; 7 – керамические трубки; 8 – корпус; 9 – выпускной трубопровод; 10 – керамический наконечник; 11 – защитный колпачок; 12 – отработанные газы; 13 – эталонный воздух

Внутренняя полость датчика соединена с атмосферой. Керамический наконечник 10 находится в потоке отработанных газов 12, поступающих через отверстия в защитном экране. Эффективная работа датчика возможна при температуре не ниже 300...350 °С. Поэтому для быстрого прогрева после пуска двигателя датчики снабжают электрическим нагревательным элементом 4, представляющим собой керамический стержень со спиралью накаливания внутри.

Датчики без нагревателя устанавливаются в выпускном трубопроводе ближе к двигателю, а с нагревательными элементами – перед нейтрализатором.

Все элементы датчика кислорода изготовлены из жаростойких материалов, так как его рабочая температура может достигать 950 °С.

Признаки неисправности датчика кислорода:

1. Неустойчивая работа двигателя на малых оборотах.
2. Повышенный расход топлива.
3. Ухудшение динамических характеристик автомобиля.
4. На некоторых автомобилях загорание лампы «CHECK ENGINE» при установившемся режиме движения.

Исправность датчика кислорода можно проверить мотор-тестером или осциллографом. При выходе датчика из строя сигнал низкого уровня повышается (до 0,2 В и более), а сигнал высокого уровня снижается (до 0,8 В и менее). При этом увеличивается время переключения датчика из низкого в высокий уровень. Если длительность переключения превышает 300 мс, то датчик неисправен. Неисправный датчик подлежит замене.

4.5. Датчик Холла распределителя зажигания

Признаками неисправности датчика Холла являются плохой запуск двигателя или перебои в его работе. Для проверки датчика Холла необходимо снять распределитель зажигания и собрать следующую схему (рис. 4.7, а).

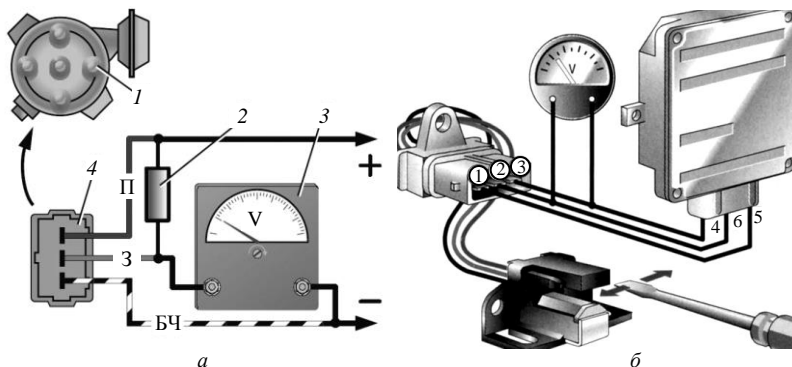


Рис. 4.7. Схема проверки датчика Холла без снятия (а) и со снятием (б) с распределителя зажигания: 1 – распределитель зажигания; 2 – резистор; 3 – вольтметр; 4 – штепсельный разъем

Между плюсовым контактом «П» (провод красного цвета) и сигнальным контактом «З» (провод зеленого цвета) штепсельного разъема датчика подсоединяется резистор с сопротивлением 2 кОм. Затем между сигнальным контактом «З» и «массой» «БЧ» (провод черного

цвета) подсоединяется вольтметр с пределом шкалы не менее 15 В и внутренним сопротивлением не менее 100 кОм. На плюсовой контакт датчика подается напряжение в пределах 8...14 В.

В процессе проверки, вращая вал распределителя (рис. 4.7, а) или помещая в зазор датчика плоское жало отвертки (рис. 4.7, б), определяют напряжение на выходе датчика. Напряжение должно меняться в пределах от 0,3 до 3...4 В. Большие значения напряжения соответствуют прохождению металлической лопасти обтюратора через зазор датчика или при помещенном в него жале отвертки.

5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Лабораторная работа выполняется в следующем порядке:

1. Ознакомиться с оборудованием и правилами техники безопасности.
2. Подготовить форму отчета с описанием электрических схем проверок и записать технические условия на проверку элементов систем зажигания.
3. По заданию преподавателя проверить техническое состояние отдельных элементов системы зажигания: прерывателя-распределителя, катушки зажигания, конденсатора, датчика детонации, датчика Холла, свечи зажигания. Полученные данные записать в отчет и проанализировать.
4. Ответить на поставленные вопросы.
5. Привести в порядок рабочее место.

6. СОДЕЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Прерыватель-распределитель _____

марка

Параметры	По техническим условиям	Фактические значения
Прерыватель		
Усилие прижима контактов, Н		
Угол замкнутого состояния контактов, град		
Чередование искрообразования, град		
Максимальная частота устойчивого искрообразования, мин ⁻¹		
Центробежный регулятор		
Пределы изменения частоты вращения вала распределителя, мин ⁻¹		
Угол опережения зажигания, град		
Вакуумный регулятор		
Пределы изменения разрежения, мм рт. ст.		
Изменение угла опережения, град		

2. Катушка зажигания _____ марка

Принципиальная электрическая схема стендовой проверки.

Параметры	По техническим условиям	Фактические значения
Искровой промежуток в разряднике, мм		
Сила тока в первичной обмотке при испытании на стенде, А		
Сопrotивление первичной обмотки, Ом		
Сопrotивление вторичной обмотки, Ом		

3. Конденсатор _____ марка

Электрическая схема проверки.
Заключение о годности конденсатора.

4. Датчики _____ марка

Параметры	По техническим условиям	Фактические значения
Сопrotивление обмотки датчика положения коленчатого вала, Ом		
Напряжение на контактах датчика детонации, мВ		
Сопrotивление обмотки датчика детонации, кОм		
Сопrotивление обмотки ДПДЗ при закрытой дроссельной заслонке, кОм		
Сопrotивление обмотки ДПДЗ при открытой дроссельной заслонке, кОм		
Минимальное напряжение на контактах датчика Холла, В		
Максимальное напряжение на контактах датчика Холла, В		

5. Свечи зажигания _____ марка

Параметры	По техническим условиям	Фактические значения
Давление в камере, МПа		
Искрообразование		

Заключение о годности свечей зажигания.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите неисправности системы зажигания.
2. Приведите общее устройство системы зажигания.
3. Перечислите основные параметры системы зажигания.
4. Как угол опережения зажигания влияет на работу двигателя?
5. Какие типы прерывателей используются в системах зажигания?
6. Как регулируется угол опережения зажигания в зависимости от частоты вращения коленчатого вала и нагрузки двигателя?
7. Опишите устройство и особенности работы систем зажигания с двухвыводными и индивидуальными катушками зажигания.
8. По каким параметрам проверяется работоспособность прерывателя-распределителя?
9. По каким показателям работы двигателя судят об исправности подшипниковых узлов прерывателя?
10. Каким образом проверяется целостность крышки распределителя?
11. На какие показатели работы двигателя влияет снижение жесткости плоской пружины прерывателя?
12. Укажите показатели исправного состояния центробежного регулятора опережения зажигания.
13. Каким образом проверяется исправность вакуумного регулятора опережения зажигания?
14. По каким показателям судят об исправности катушки зажигания?
15. Назовите способы определения исправности конденсатора.
16. По каким конструктивным признакам свечи разделяются на «холодные» и «горячие» и каково их применение?
17. Почему свечи необходимо проверять только под давлением?
18. Укажите неисправности датчика положения коленчатого вала.
19. Какую роль в работе двигателя играет датчик детонации?
20. По каким показателям определяется исправность датчика положения дроссельной заслонки?
21. Укажите показатели, характеризующие неисправность датчика остаточного кислорода в отработанных газах.
22. Приведите способы оценки годности датчика Холла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чижков, Ю. П. Электрооборудование автомобилей и тракторов : учебник / Ю. П. Чижков. – Москва : Машиностроение, 2007. – 656 с.
2. Электронные системы мобильных машин : учеб. пособие / сост.: И. Н. Шило, А. Н. Бобровников, В. Г. Левков. – Минск : БГАТУ, 2013. – 320 с.
3. Хернер, А. Автомобильная электрика и электроника / А. Хернер, Х.-Ю. Риль; пер. с нем. ЧМП РИА «ГММ-пресс». – Москва : ООО «Изд-во «За рулем», 1999. – 624 с.
4. Хрулев, А. Э. Ремонт двигателей зарубежных автомобилей : производ.-практ. изд. / А. Э. Хрулев. – Москва : ООО «Изд-во «За рулем», 1999. – 440 с.
5. Хитрюк, В. А. Устранение неисправностей электрического оборудования в автомобилях, тракторах, комбайнах / В. А. Хитрюк. – Минск : Ураджай, 1982. – 78 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЖИГАНИЯ ТОПЛИВО- ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ.....	5
2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ЗАЖИГАНИЯ	11
2.1. Классическая контактная система зажигания	11
2.2. Система статического синхронного зажигания с двухвыводными катушками зажигания.....	17
2.3. Система зажигания с индивидуальными катушками.....	17
2.4. Блок управления двигателем с подсистемой управления зажиганием с датчиками и коммутатором	19
3. ПРОВЕРКА СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ЗАЖИГАНИЯ	20
3.1. Проверка и регулировка прерывателя-распределителя	20
3.2. Проверка исправности катушек зажигания	23
3.3. Проверка годности свечей зажигания	25
4. ДАТЧИКИ СИСТЕМ ЗАЖИГАНИЯ И ПРОВЕРКА ИХ СОСТОЯНИЯ	27
4.1. Датчик положения коленчатого вала	28
4.2. Датчик детонации	29
4.3. Датчик положения дроссельной заслонки.....	31
4.4. Датчик остаточного кислорода в отработанных газах.....	33
4.5. Датчик Холла распределителя зажигания	35
5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ	36
6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА	36
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	38
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	39