

Лабораторная работа № 5
КОНСТРУКЦИЯ, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, ХАРАКТЕРИСТИКИ И
ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
КАТУШКИ ЗАЖИГАНИЯ

Цель работы: изучить устройство катушек зажигания и принцип их работы, оценить техническое состояние исследуемых катушек зажигания.

Основные этапы работы:

1. Внеаудиторная подготовка к работе в лаборатории.
2. Работа в лаборатории, связанная с изучением устройства катушек зажигания и оценкой технического состояния исследуемых катушек зажигания.
3. Обработка и анализ полученной в лаборатории информации, оформление отчета по проделанной работе.
4. Защита лабораторной работы.

Программа работы:

1. Внеаудиторная подготовка к работе в лаборатории.
 - 1.1. Используя конспекты лекций, учебники и учебные пособия, настоящие методические указания, а также доступный справочный материал:
 - ознакомиться с назначением катушек зажигания и принципом их работы;
 - изучить устройство катушки зажигания и ознакомиться с их основными техническими характеристиками.
 - 1.2. В процессе предварительной подготовки к работе в лаборатории найти ответы на контрольные вопросы методических указаний.
 - 1.3. Подготовить таблицы по образцам, приведенном в руководстве выполнения лабораторной работы.
 2. Работа в лаборатории.
 - 2.1. Для более детального изучения устройства и принципа работы катушек зажигания ознакомиться с демонстрационным стендом и плакатами.
 - 2.2. Получить у дежурного лаборанта или преподавателя катушки зажигания и приборы для их исследования.
 - 2.3. Оценить техническое состояние исследуемых катушек зажигания.
 - 2.3.1. Проверить состояние крышки катушки зажигания. *При наличии трещины или прогара на крышке катушка зажигания выбраковывается.*
- Примечание:** действия, выделенные курсивом, выполняются только при проведении технического обслуживания катушки зажигания.

2.3.2. Проверить состояние латунной клеммы вывода высокого напряжения катушки зажигания. *Если латунный контакт катушки почернел, необходимо, свернув мелкую наждачную бумагу "трубочкой", очистить до блеска контакты катушки и наконечник высоковольтного провода.*

2.3.3. Измерить с помощью омметра сопротивление первичной обмотки катушки зажигания и сравнить его с паспортным значением. При межвитковом замыкании сопротивление обмотки будет меньше нормированного значения, а при обрыве показание прибора будет соответствовать предельно большому значению. *Неисправная катушка зажигания должна выбраковываться.*

2.3.4. Аналогичным образом проверить сопротивление вторичной обмотки катушки.

2.3.5. Если у катушки зажигания имеется добавочный резистор, то измерить его сопротивление и сравнить полученное значение с паспортным. *Неисправный добавочный резистор заменяется новым.*

2.3.6. Проверить омметром сопротивление изоляции между разомкнутыми выводами обмоток катушек зажигания и ее «массой» (корпусом). Сопротивление изоляции при комнатных условиях должно быть не менее $3 \div 5 \text{ МОм}$.

2.3.7. Результаты оценки технического состояния исследованных катушек зажигания занести в таблицу Э5.1 (согласно приведенному образцу). Сделать заключение о соответствии параметров исследованных катушек зажигания номинальным.

Таблица Э5.1

№	Катушка зажигания	Описание технического состояния исследуемой катушки зажигания	Заключение
1.	Б-117	<i>На крышке катушки нет трещин и прогара, состояние контактов... $R_1 = \dots \text{ Ом}$, что соответствует ... $R_2 = \dots \text{ Ом}$, что соответствует</i>	<i>Катушка (не) исправна и (не) пригодна к дальнейшей эксплуатации.</i>
2.			

3. По результатам проделанной работы сделать обобщенные выводы для каждой исследованной катушки зажигания и оформить отчет.

Методический материал к лабораторной работе

Катушка зажигания предназначена для формирования тока высокого напряжения (порядка 20...35 кВ) с целью образования искры между электродами свечи зажигания и воспламенения рабочей смеси в двигателе внутреннего сгорания.

Устройство катушки зажигания

Катушка зажигания представляет собой повышающий трансформатор, который имеет магнитопровод (сердечник) и две обмотки. По конструкции магнитной цепи катушки зажигания разделяются на два типа: с разомкнутым и замкнутым магнитопроводом. В катушках с разомкнутой магнитной цепью магнитный поток большую часть пути проходит по воздуху, а в катушках с замкнутой магнитной цепью основную часть пути магнитный поток проходит по стальному сердечнику и только несколько десятых долей миллиметра – по воздуху. Конструкции катушек с разомкнутым и замкнутым магнитопроводами существенно различаются.

Обмотки катушки зажигания могут иметь как автотрансформаторную (с общей точкой), так и трансформаторную связь. Примеры схем соединений первичной I и вторичной II обмоток приведены на рисунке 5.1, а-в.

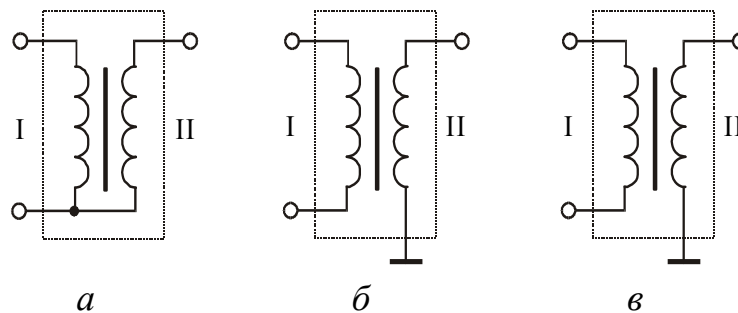


Рисунок 5.1 - Электрические схемы катушек зажигания.

Автотрансформаторная связь упрощает конструкцию и технологию изготовления катушки, а также незначительно увеличивает вторичное напряжение. Трансформаторная связь обычно применяется в катушках электронных систем зажигания во избежание опасных воздействий всплесков напряжения на электронные элементы.

Устройство типовой катушки зажигания с разомкнутым магнитопроводом приведено на рисунке 5.2, где 1 – кеоамический изолятор; 2 – корпус; 3 – изоляционная конденсаторная бумага обмоток; 4 – первичная обмотка; 5 – вторичная обмотка; 6 – изоляция между обмотками; 7 – клемма

вывода первичной обмотки; 8 – контактный винт; 9 – центральная клемма для провода высокого напряжения; 10 – крышка; 11 – клемма подвода питания; 12 – контактная пружина; 13 – каркас вторичной обмотки; 14 – наружная изоляция первичной обмотки; 15 – скоба крепления; 16 – наружный магнитопровод; 17 – сердечник. Такую или аналогичную конструкцию имеют катушки Б114, Б115, Б117, 27.3705.

Сердечник катушки зажигания состоит из пакета пластин электро-технической стали. На нем расположены две обмотки: низковольтная первичная I и высоковольтная вторичная II (рисунок 5.3). Вторичная обмотка намотана на изоляционную втулку проводом 0,06...0,09 мм. Число ее витков лежит в пределах 14 - 40 тысяч. Поверх вторичной через изоляционную прокладку намотана первичная обмотка. Обмотка имеет несколько сотен витков провода диаметром 0,5...0,9 мм. Отношение числа витков вторичной обмотки W_2 к числу витков первичной обмотки W_1 называется коэффициентом трансформации $k_{тр}$ катушки зажигания. Его значение лежит обычно в пределах от 70 до 230.

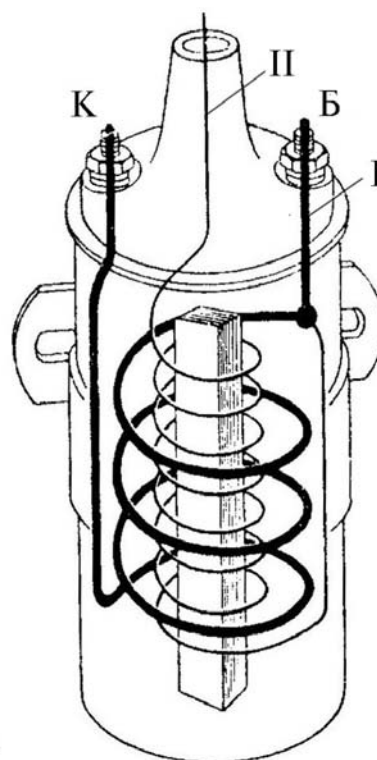
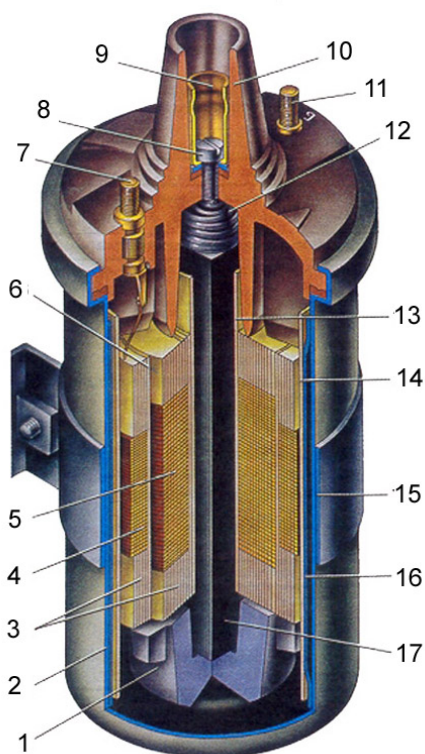


Рисунок 5.2 - Конструкция катушки зажигания с разомкнутым магнитопроводом

Рисунок 5.3 - Электромагнитная система катушки зажигания

Обмотки с сердечником помещены в кожух (корпус), от которого сердечник изолирован керамическим изолятором. Рядом с кожухом располагается витой наружный магнитопровод, увеличивающий индуктивность

катушки. Крышка катушки зажигания имеет две низковольтных клеммы и вывод для подключения высоковольтного провода (в виде латунной вставки). На низковольтные клеммы выведены концы первичной обмотки. Они могут обозначаться следующим образом: первый (совместный) вывод: "Б", "+" или "15", а второй: "К", "-" или "1". К высоковольтной клемме через пружину подключен один из выводов вторичной обмотки.

В ряде конструкций катушек зажигания вывод вторичной обмотки соединен с центральной для провода высокого напряжения через центральный стержень магнитопровода. Чтобы данный сердечник не имел электрического контакта с корпусом и был жестко зафиксирован в корпусе, снизу установлен изолятор (керамическая опора).

Соединение крышки с корпусом выполнено завальцовкой, что делает конструкцию герметичной и неразборной, причем внутренняя полость катушки для улучшения охлаждения заполнена трансформаторным маслом. В связи с этим катушки такого типа называются маслonaполненными.

В некоторых системах зажигания с катушкой зажигания используется добавочный резистор. В этом случае катушки рассчитаны на рабочее напряжение 6...8 В. При пуске двигателя, когда напряжение аккумуляторов батареи подсаживается нагрузкой, резистор закорачивается вспомогательными контактами тягового реле стартера или контактами дополнительного реле включения стартера. Во время работы двигателя он включен последовательно с первичной обмоткой и гасит избыточное напряжение. Добавочный резистор может крепиться как на самой катушке, так и отдельно от нее.

На рисунке 5.4 показана конструкция сухой катушки зажигания 29.3705, где 1 – изоляционная пластмасса; 2 – вторичная обмотка; 3 – первичная обмотка; 4 – выводы первичной обмотки; 5 – сердечник; 6 – выводы вторичной обмотки. В данной катушке обмотки пропитаны эпоксидным компаундом и вместе с сердечником опрессованы морозостойким полипропиленом, который собственно и образует корпус. Катушка 29.3705 является двухвыводной (схема соединений ее обмоток показана на рисунке 5.1, в) и предназначена для бесконтактного распределения высокого напряжения.

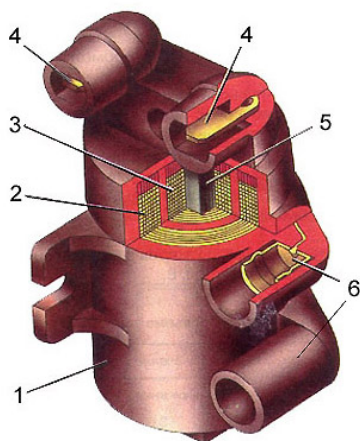


Рисунок 5.4 - Конструкция катушки зажигания 29.3705

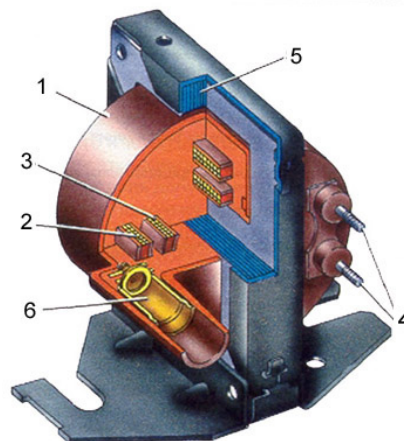


Рисунок 5.5 - Конструкция катушки зажигания 3112.3705

Катушки с замкнутым магнитопроводом получают в последнее время все большее распространение. Наличие замкнутого магнитопровода позволяет накопить необходимую для воспламенения рабочей смеси энергию в значительно меньшем объеме катушки, снизить расход обмоточной меди и трудоемкость изготовления. Кроме этого магнитные силовые линии замыкаются практически только по сердечнику и не излучаются в пространство, благодаря этому уменьшаются радиопомехи. Но данный магнитопровод только условно можно назвать замкнутым, так как в нем имеется воздушный зазор 0,3...0,5 мм. Он препятствует насыщению сердечника, сдерживающего изменение магнитного потока.

На рисунке 5.5 приведена конструкция одновыводной катушки зажигания 3112.3705. Ее сердечник образован Ш-образными пластинами электротехнической стали. На среднем стержне расположен пластмассовый корпус с обмотками. При этом вторичная обмотка намотана на многосекционный каркас (что уменьшает ее емкость и снижает вероятность межвиткового пробоя), а первичная размещена внутри каркаса. Обе обмотки залиты эпоксидным компаундом.

Катушка в сборе с обмотками и выводами представляет собой магнитную конструкцию с высокой стойкостью к механическим, электрическим и климатическим воздействиям.

Аналогичную, но двухвыводную конструкцию имеет катушка зажигания 3009.3705.

В микропроцессорных системах зажигания применяются четырехвыводные катушки зажигания. Конструкция катушки зажигания, электрическая схема которой приведена на рисунке 5.6,а, состоит из двухвыводных катушек, собранных на общем Ш-образном магнитопроводе (на крайних стержнях). В ней общим элементом является средний стержень магни-

топровода, а взаимное влияние двух катушек друг на друга исключается с помощью воздушных зазоров (1...2 мм) на крайних стержнях, чем увеличивается магнитное сопротивление в магнитопроводе и достигается развязка каналов. В четырехвыводных катушках, имеющих первичную обмотку, разделенную на две части, работающие попеременно, в катушку вставляются высоковольтные разделительные диоды (рис. 5.6, б)

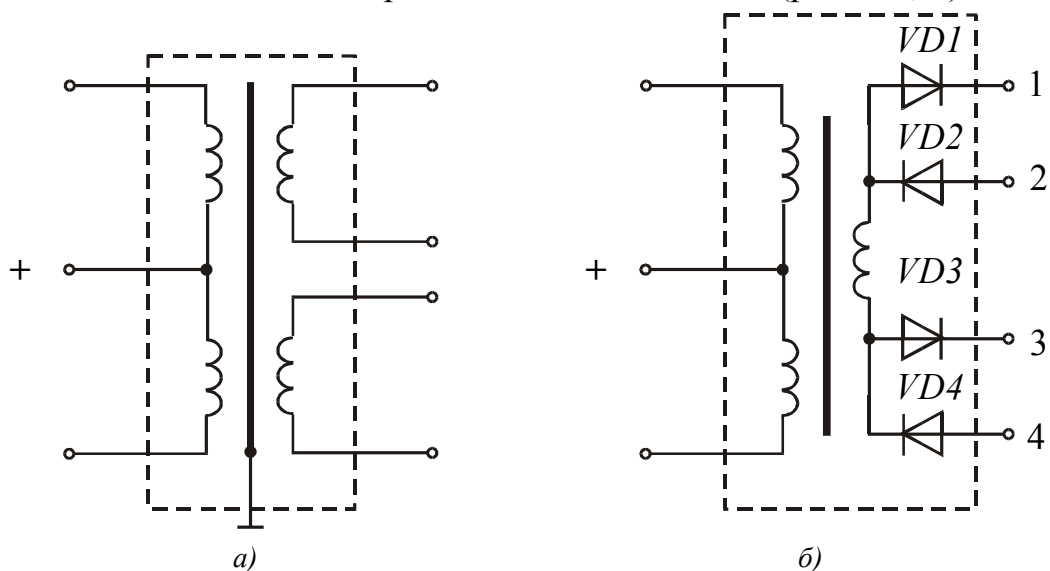


Рисунок 5.6 - Схема четырехвыводных катушек зажигания

Принцип работы катушки зажигания

Для принудительного воспламенения рабочей смеси в камере сгорания бензинового двигателя требуется электрическая искра между электродами свечи зажигания. Искра образуется в результате подачи импульса тока высокого напряжения на электроды свечи от катушки зажигания.

Пример подключения катушки зажигания в классической системе зажигания показан на рисунке 5.7, где 1 – выключатель зажигания, 2 – катушка зажигания, 3 – распределитель напряжения, 4 – высоковольтные провода, 5 – свечи зажигания, 6 – конденсатор, 7 – аккумуляторная батарея, 8 – генераторная установка.

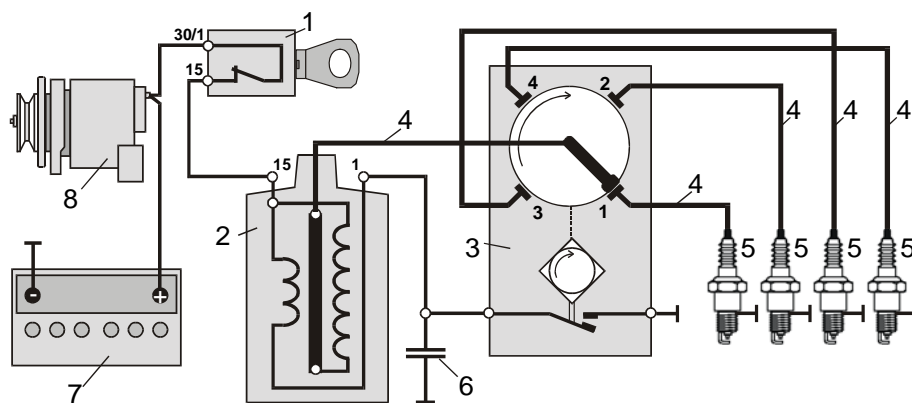


Рисунок 5.7 - Схема контактной системы зажигания

Первичная обмотка катушки зажигания через контакты прерывателя (или силовой транзистор коммутатора в электронной системе зажигания) соединена с аккумуляторной батареей. Для уменьшения обгорания контактов прерывателя из-за возможного искрообразования, а также для повышения скорости нарастания вторичного напряжения параллельно контактам прерывателя включается конденсатор C_1 . Емкость данного конденсатора лежит в пределах $0,17...0,35$ мкФ (для автомобилей ВАЗ – $0,20...0,25$ мкФ). В ряде систем зажигания в этой цепи еще присутствует добавочный резистор, предназначенный для ограничения тока в первичной обмотке катушки зажигания после пуска двигателя. Вторичная обмотка через ротор распределителя и высоковольтные провода соединена со свечами зажигания.

Рабочий процесс, протекающий в классической системе зажигания, можно разбить на три этапа: замыкание контактов прерывателя, размыкание контактов прерывателя и искровой разряд между электродами свечи.

При замыкании контактов прерывателя первичный ток катушки нарастает в соответствии с формулой:

$$i = \frac{U}{R_1} (1 - e^{-(R_1/L_1)t}),$$

где U – напряжение бортовой сети автомобиля; R_1 – активное сопротивление первичной цепи; L_1 – индуктивность первичной цепи.

За время замкнутого состояния контактов t_3 первичный ток достигает значения, называемого током разрыва I_p , а энергия, запасенная в магнитном поле катушки зажигания, определяется как

$$W_m = 0,5L_1 \cdot I_p^2 = 0,5L_1 \left(\frac{U}{R_1} \right)^2 (1 - 2e^{-a} + e^{-2a}),$$

где $a = \frac{R_1}{L_1} \cdot t_3$, $t_3 = \gamma_3 \cdot \frac{120}{z \cdot n}$, γ_3 – относительное время нахождения контактов в замкнутом состоянии, n – частота вращения коленчатого вала двигателя, z – число цилиндров.

При размыкании цепи первичной обмотки прерывателем магнитное поле исчезает, при этом его силовые линии пересекают витки обмоток и в них индуцируются ЭДС: в первичной обмотке – до 300 В, а во вторичной – до 15...25 кВ. Значения ЭДС зависят от скорости изменения магнитного потока $e = -w d\Phi/dt$, где w – число витков обмотки.

График вторичного напряжения (при отсутствии искрового разряда между электродами свечи) показан на рисунке 5.8, кривая 1.

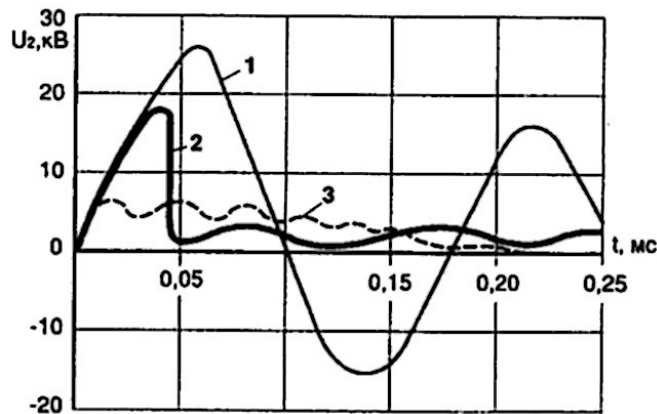


Рисунок 5.8 - Зависимость вторичного напряжения U_2 от времени t .

Для оценки возможного максимального значения вторичного напряжения U_{2max} служит уравнение баланса энергий в колебательном контуре. В момент, когда первичный ток после размыкания контактов уменьшается до нуля, практически вся энергия, запасенная в катушке, перейдет в емкости первичной и вторичной цепей C_1 и C_2 , а часть энергии выделится в виде тепла:

$$\frac{L_1 I_p^2}{2} = \frac{C_1 U_{1max}^2}{2} + \frac{C_2 U_{2max}^2}{2} + P.$$

Если учесть тепловые потери P в активных сопротивлениях первичной R_1 и верхней R_2 цепей, в сопротивлении нагара $R_{ш}$, шунтирующий искровой промежуток, а также в сердечнике катушки при перемагничивании $R_{п}$, то

$$U_{2\max} \approx I_p \cdot \kappa_{\text{тр}} \cdot \kappa_{\text{п}} \sqrt{\frac{L_1}{C_1 + C_2 \cdot \kappa_{\text{тр}}^2}},$$

где $I_p = \frac{U}{R_1} (1 - e^{(-R_1/L_1)t_3})$, $\kappa_{\text{тр}} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$, ω_1 и ω_2 число витков первичной и вторичной обмоток, соответственно, $\kappa_{\text{п}}$ – коэффициент потерь энергии (для контактных систем зажигания находится в диапазоне 0,75 ... 0,85).

На практике для учета потерь вводят дополнительный множитель – коэффициент затухания η (для контактных систем зажигания $\approx 0,75 \dots 0,85$).

Из формулы видно, что максимальное значение вторичного напряжения $U_{2\max}$ зависит как от параметров катушки зажигания, так и других факторов: напряжения питания первичной цепи U , емкости конденсатора C_1 , распределенной емкости вторичной цепи C_2 и частоты вращения коленчатого вала, определяющего время замкнутого состояния контактов t_3 .

Уменьшение сопротивления R_1 увеличивает $U_{2\max}$, но при этом возрастает ток разрыва I_p . В классической системе зажигания ток разрыва не должен превышать 3,5-5 А, в противном случае работа контактов будет ненадежной (хотя и уменьшение тока меньше 1 А недопустимо, т.к. перестанут самоочищаться контакты прерывателя). Вторичное напряжение пропорционально индуктивности L_1 , но и здесь есть ограничение – с ее увеличением уменьшается скорость тока в первичной обмотке и сила тока разрыва. Обычно L_1 не превышает 10...11 мГн. Уменьшение емкости конденсатора C_1 до некоторого значения приводит к увеличению $U_{2\max}$, но дальнейшее изменение вызывает усиление искрения контактов прерывателя. Наиболее эффективное значение C_1 находится в пределах 0,2-0,35 мкФ. Уменьшение емкости C_2 ограничено конструкцией и технологией изготовления высоковольтных элементов.

Время замкнутого состояния контактов прерывателя t_3 зависит от частоты вращения коленчатого вала. С ее увеличением значение вторичного напряжения снижается. Для примера на рис. 5.9 показана зависимость $U_{2\max}$ от частоты вращения коленчатого вала двигателя для катушки зажигания Б117-А при шунтирующей нагрузке 1 МОм.

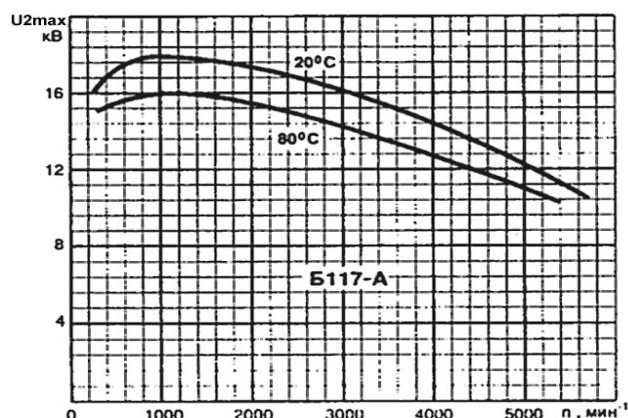


Рисунок 5.9 - Зависимость напряжения $U_{2\max}$ от частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Если катушка нагружена на свечу зажигания, то при достижении некоторого напряжения между электродами свечи начинается ударная ионизация и проскакивает искра. Искра нагревает обволакивающую ее горючую смесь до температуры воспламенения и пламя распространяется по всему объему камеры сгорания. В этом случае сопротивление нагрузки катушки зажигания резко уменьшается и вторичное напряжение падает. Зависимость вторичного напряжения U_2 от времени при пробое искрового промежутка в свече зажигания показана на рисунке 5.8, кривая 2.

В установившемся режиме для воспламенения смеси требуется весьма незначительная энергия 10...15 мДж и пробивное напряжение не более 10...14 кВ. В целях же получения более надежного зажигания смеси при любых условиях применяют системы зажигания с напряжением более 25 кВ и энергией более 40 мДж.

При работе свечи зажигания на ее изоляторе от нагара образуются токопроводящие мостики, шунтирующие искровой промежуток. Это приводит к уменьшению сопротивления нагрузки катушки зажигания и снижению ее вторичного напряжения. На рисунке 5.8 показана зависимость вторичного напряжения U_2 от времени при шунтирующем сопротивлении порядка 0,2 МОм (кривая 3).

Обозначение катушек зажигания

Ранее катушки зажигания обозначались буквой «Б», номером модели и ее модификацией. Например, Б117-А. Теперь используется цифровое обозначение вида XXXX.3705, где первые две цифры соответствуют номеру модели, третья цифра – модификации, а четвертая – исполнению (в ряде случаев третья и четвертая цифры могут отсутствовать). Так 3112.3705 – это катушка зажигания 31 модели, первой модификации и общеклиматического исполнения.

Технические конструкторские данные катушек зажигания

К основным техническим параметрам катушек зажигания относятся:

- сопротивление первичной обмотки R_1 (вместе с добавочным сопротивлением определяет значение установившегося тока i_1);
- индуктивность первичной обмотки L_1 (определяет значения накапливаемой энергии W_M и вторичного напряжения U_{2max});
- сопротивление R_2 и индуктивность L_2 вторичной обмотки (определяют длительность искрового разряда);
- сопротивление потерь $R_{п}$, учитывающее магнитные потери и утечки тока через изоляцию (определяет значение коэффициента η). Обычно для катушек классических систем зажигания $R_{п} \approx 3...6$ МОм, а электронных – $6...12$ МОм;
- емкость вторичной обмотки C_2 (определяет значение U_{2max});
- коэффициент трансформации $k_{тр}$ (определяет значение U_{2max}).

Параметры и конструкторские данные некоторых отечественных катушек зажигания приведены в таблицах 5.1 и 5.2.

Таблица 5.1

Катушка зажигания	Первичная обмотка		Вторичная обмотка		
	Сопротивление, Ом	Индуктивность, мГн	Сопротивление, кОм	Индуктивность, Гн	Емкость, пФ
Б114-Б	0,37...0,41	2,9...3,4	21...23	174...179	31...36
Б115-В	1,5...1,7	7,3...7,6	6,1...6,8	32...35	38...44
Б116	0,78...0,79	5,4...5,6	15,6...16,5	90...111	55...57
Б117	3,1...3,3	10...11	6,3...9,2	38...39	44...47
Б118	0,72...0,73	5,6...5,8	14,8...15,2	22...25	55...57
27.3705	0,4...0,5	3,7...3,8	4,5...5,5	23...24	30...32
29.3705	0,45...0,55	4,1...4,4	9,5...12,5	27...29	36...38
3009.3705	0,4...0,55	5,6...6,2	6,3...6,4	28...30	23...25
3112.3705	0,39...0,47	2,9...3,2	4,04...4,12		
8352.12	0,37...0,47		4...6		

Таблица 5.2

Катушка зажигания	Коэф-т трансформации	Схема соединений обмоток	Конструктивные особенности	Применяемость катушек зажигания
Б114-Б	227	рис. 5.1, б	Р, М, ДР	ЗиЛ-130,-131; ГАЗ-53,-66, -3102; автобусы ПАЗ, КАВЗ
Б115-В	88	рис. 5.1, а	Р, М, ДР	М-412; М-2140,-41; ГАЗ-24; ЗАЗ-968 и др.
Б116	153	рис. 5.1, а	Р, М, ДР	ГАЗ-24-10, -31029
Б117	78,5	рис. 5.1, а	Р, М	ВАЗ-2101, ... -07, -21
Б118	115		Р, М, Э, ДР	ЗИЛ-131, ГАЗ-66 и др.
27.3705	82	рис. 5.1, а	Р, М	ВАЗ-2104, ...-09, -21; М-2141; ЗАЗ-1102
29.3705	90	рис. 5.1, в	Р, С	ВАЗ-2108,-09 (МСУД); ВАЗ-1111, 2110
3009.3705	70	рис. 5.1, в	З, С	ГАЗ-3302 (МСУД)
3112.3705	80	рис. 5.1, а	З, С	ВАЗ-2107,... -12; ГАЗ-31029
8352.12		рис. 5.1, а	Р, М	ВАЗ-2110,...-12

Обозначения: Р – разомкнутый магнитопровод;
 З – замкнутый магнитопровод;
 М – маслонаполненная катушка;
 С – сухая катушка;
 Э – экранированная катушка;
 ДР – катушка имеет добавочный резистор (0,9...1,0 Ом)..

Особенности работы катушек зажигания

Параметры и характеристики катушек зажигания, предназначенных для работы в классической (КСЗ) и электронной (ЭСЗ) системах зажигания различаются. Это накладывает определенные ограничения по их замене. Так, например, сравнив значения сопротивлений первичных обмоток катушек зажигания 27.3705, 29.3705 (ЭСЗ) и Б117-А (КСЗ), можно отметить, что у последней сопротивление в несколько раз больше. Следовательно, при использовании в классической системе зажигания, где ток 3...5 А, катушки от ЭСЗ получится, что ток в первичной обмотке будет около 25...30 А. А так как катушка зажигания для систем высокой энергии рассчитана обычно на работу до 10 А, то она через некоторое время выйдет из строя. В электронных системах зажигания возможно применение катушки от КСЗ,

но высокого напряжения энергии зажигания получить не удастся. Замена одной катушки на другую при существенном различии их параметров (более 10...15%) недопустима.

Ряд катушек зажигания (например, Б114, Б115 и Б116) из-за невысоких характеристик электростартерной системы используют добавочный резистор никелевой или константановой проволоки. Их первичная обмотка подключается (клемма "ВК") к аккумуляторной батарее через выключатель стартера. При пуске двигателя (из-за значительного потребления стартером тока АКБ) напряжение питания понижено, но меньшее сопротивление первичной обмотки катушки обеспечивает требуемый ток в первичной обмотке и напряжение на вторичной. После запуска питание к катушке поступает от выключателя зажигания через дополнительный резистор (клемма "ВКБ"). Дополнительный резистор из никелевой проволоки не только ограничивает ток в первичной обмотке, но также является вариатором (т.е. в зависимости от нагрева изменяет свое сопротивление). При малых оборотах двигателя ток успевает достичь большой величины, что нежелательно, так как начинают усиленно обгорать контакты прерывателя и чрезмерно возрастает вторичное напряжение. С нагревом же вариатор увеличивает сопротивление и уменьшает ток. Например, добавочный резистор для катушки Б115-В изменяет свое сопротивление от 1,7 до 4,5 Ом, что ограничивает ток в обмотке около 3 А.

Катушки зажигания при работе нагреваются и при неправильной эксплуатации (например, при длительной работе катушки с закороченным дополнительным резистором, несоответствии типа катушки типу системы зажигания, неполном вводе наконечников высоковольтных проводов в отверстия выводов крышки распределителя и др.) возможен ее перегрев. При перегреве катушки возможен пробой изоляции вторичной обмотки. В этом случае при каждом размыкании контактов прерывателя внутри катушки будет происходить искровой разряд, вызывающий перебои в работе свечей. Тепловое разрушение изоляции витков первичной обмотки часто может привести к межвитковому замыканию проводов. Это уменьшит сопротивление цепи и приведет к увеличению силы тока первичной обмотки и еще большему перегреву катушки.

На работоспособность катушки в системе зажигания влияют, не только ее параметры, но и внешнее состояние. Почерневшая латунная клемма в отверстии катушки зажигания приведет к увеличению проходного сопротивления, а значит – к понижению вторичного напряжения. Кроме этого из-за плохого контакта центральной клеммы и наконечника провода высокого напряжения может начаться стекание тока (по пути: латунная часть вывода – пластмассовая стенка отверстия – наружная часть крышки

– клемма “К” – провод низкого напряжения – подвижный контакт прерывателя). В этом случае край отверстия в пластмассовой крышке катушки зажигания постепенно будет "обугливаться", сопротивление пластмассы понижаться, а путь для стекания тока становится короче. В итоге в крышке катушки от края отверстия к клемме “К” может образоваться прожог или поверхностная трещина, что приведет к снижению надежности всей системы зажигания (при повышенной влажности двигатель может не только не запускаться, но и заглохнуть на ходу).

Контрольные вопросы:

1. Каково назначение катушки зажигания?
2. Как устроена катушка зажигания?
3. Какими параметрами характеризуется катушка зажигания?
4. Каковы достоинства и недостатки катушек с разомкнутым и замкнутым магнитопроводом?
5. Каков принцип работы катушки зажигания? Что влияет на значение вторичного напряжения катушки зажигания?
6. Какие факторы обуславливают выбор катушки зажигания для конкретного двигателя?
7. Как маркируются катушки зажигания?
8. Как провести проверку пригодности катушки зажигания перед установкой на двигатель?
9. Можно ли использовать катушки от систем зажигания высокой энергии в классической системе зажигания?
10. Можно ли использовать катушки, применяемые в классической системе зажигания для систем зажигания высокой энергии?
11. Какую энергию запасет катушка зажигания с $L_1 = 10$ мГн, $R_1=3$ Ом, $k_{\pi}=0,85$ при $U=12$ В, $n = 1000$ об/мин в классической системе зажигания четырехцилиндрового двигателя?
12. Какую энергию запасет катушка зажигания с $L_1 = 6$ мГн, $R_1=0,4$ Ом, $k_{\pi}=0,9$ при $U=12$ В, $n = 1000$ об/мин в электронной системе зажигания четырехцилиндрового двигателя?

Литература.

1. Ют В. Е. Электрооборудование автомобилей. - М.: Транспорт, 2000.
2. Чижков Ю.П., Акимов А.В. Электрооборудование автомобилей. Учебник для вузов. - М.: Изд-во За рулем, 2000.
3. Тимофеев Ю.Л., Тимофеев Г.Л., Ильин Н.М. Электрооборудо-

вание автомобилей: устранение и предупреждение неисправностей. - М.; Транспорт, 2000.

4. Росс Твег. Системы зажигания. - М.: Изд-во За рулем, 1998.

5. Пятков К.Б. Электрооборудование ВАЗ 2103, -06 / ВАЗ 2108, -09: устройство и ремонт. - М.: Третий Рим, 1998.