

**Департамент по делам казачества и кадетских учебных заведений  
Ростовской области**

**Государственное бюджетное профессиональное образовательное  
учреждение Ростовской области**

**«Миллеровский казачий кадетский профессиональный техникум»**

***МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЯ  
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ***

**ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
ОП.05 «Электротехника»**

г. Миллерово  
2016 г.

Одобрена и рекомендована  
с целью практического применения  
методической комиссией  
профессиональных дисциплин.  
Протокол № \_\_\_ от « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.  
Председатель МК \_\_\_\_\_ Сафронова Э.В.

Методические рекомендации разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по профессии среднего профессионального образования (далее – СПО) 23.01.08 Слесарь по ремонту строительных машин (утверждённого Приказом министерства образования и науки РФ от 2 августа 2013г. № 699), рабочей программы по учебной дисциплине ОП.05 «Электротехника»

**Разработчик:** Кузнецов Н.В. - преподаватель государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения Ростовской области «Миллеровский казачий кадетский профессиональный техникум» (далее ГБПОУ РО «МККПТ»).

## **Назначение методических рекомендаций**

Настоящий сборник рекомендаций предназначен в качестве методического пособия при проведении практических занятий по программе учебной дисциплины общепрофессионального цикла «Электротехника» для профессии 23.01.08 Слесарь по ремонту строительных машин.

### **Требования к знаниям и умениям при выполнении практических занятий**

В результате выполнения практических занятий, предусмотренных программой по данной профессии, обучаемый должен **знать:**

-методы преобразования электрической энергии, сущность физических процессов, происходящих в электрических и магнитных цепях, порядок расчета их параметров.

Обучаемый должен **уметь:**

- производить расчет параметров электрических цепей;
- собирать электрические схемы и проверять их работу;

Практические занятия рассчитаны на выполнение в течении одного-двух учебных часов.

### **Правила выполнения практических занятий:**

1. Обучаемый должен прийти на практическое занятие подготовленным к выполнению работы. Обучаемый, не подготовленный к работе, не может быть допущен к её выполнению.
2. Каждый обучаемый после выполнения работы должен представить отчет о проделанной работе с анализом полученных результатов и выводам по работе.
3. Отчет о проделанной работе следует выполнять в журнале практических занятий, выполненных на листах формата А4 с одной стороны листа. Содержание отчета указано в описании практического занятия.
4. Таблицы и рисунки практического занятия следует выполнять с помощью чертежных инструментов (линейки, циркуля и т.д.) карандашом с соблюдением ЕСКД.
5. В заголовках таблиц обязательно приводить буквенные обозначения величин в соответствии с ЕСКД.
6. Расчет следует проводить с точностью до двух значащих цифр.
7. Исправления выполняют на обратной стороне листа отчета. При мелких исправлениях неправильное слово (буква, число и т.п.) аккуратно зачеркивают и над ним пишут правильное пропущенное слово (буква, число).
8. Вспомогательные расчеты можно выполнять на отдельных листах, а при необходимости на листах отчета.

9. Если обучаемый не выполнил практическое занятие или часть работы, то он может выполнить работу или оставшуюся часть во внеурочное время, согласованное с преподавателем.
10. Оценку по практическому занятию обучаемый получает, с учетом срока выполнения работы, если:
- расчеты выполнены правильно и полном объеме;
  - сделан анализ проделанной работы и вывод по результатам работы;
  - обучаемый может пояснить выполнение любого этапа работы;
  - отчет выполнен в соответствии с требованиями к выполнению работы.

Зачет по практическим занятиям обучаемый получает при условии выполнения всех предусмотренных программой работ после сдачи отчетов по работам при удовлетворительных оценках за опросы и контрольные вопросы во время практических занятий.

### **Практическое занятие № 1**

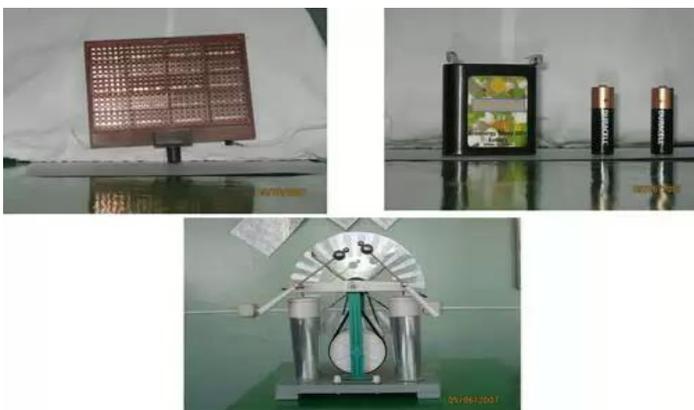
#### **ТЕМА: Соединение проводников постоянного тока, измерение параметров**

**Цель работы:** Изучить методы соединения проводников в электрических цепях постоянного тока с последовательным, параллельным и смешанным соединением.

**Оборудование и инструменты:**

Электрическая цепь состоит из отдельных устройств или элементов, которые по их назначению можно разделить на 3 группы. Первую группу составляют элементы, предназначенные для выработки электроэнергии - это источники тока.

Источники тока - это устройства, которые преобразуют какой-либо вид энергии в электрическую энергию. К ним относятся: генераторы электростанций, гальванические элементы, аккумуляторы, фотоэлементы и др.



Источники тока

Вторая группа - элементы, преобразующие электрическую энергию в другие виды энергии (механическую, тепловую, световую, и т. д.). Эти элементы называют потребителями электрической энергии. К ним относятся: электродвигатели, нагревательные и осветительные приборы и др.



#### Потребители электрического тока

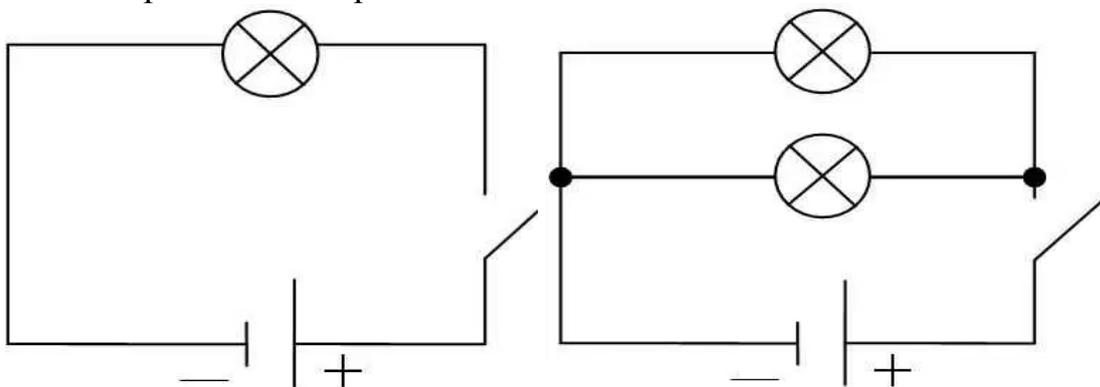
В третью группу входят элементы, предназначенные для передачи электроэнергии от источника питания к потребителям (провода, выключатели и другие устройства)



Линия электропередач

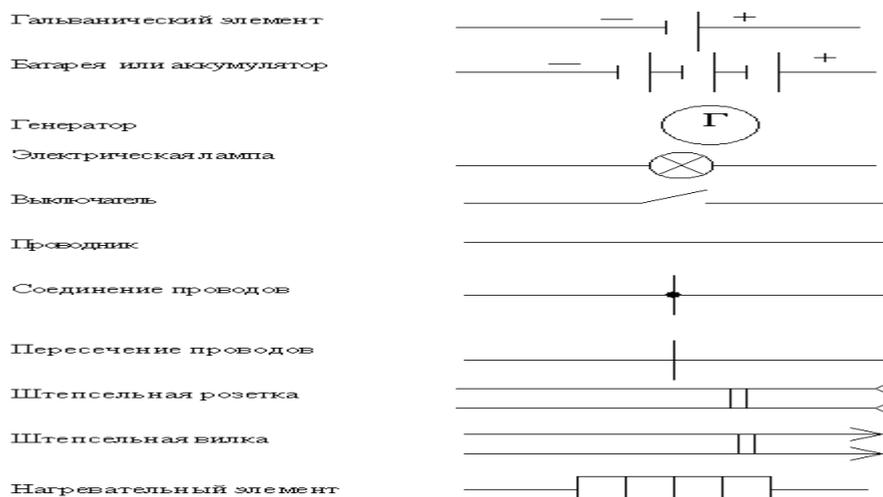
Электрическая схема - это графическое изображение электрической цепи с помощью условных знаков.

Схемы простых электрических цепей:



Способы соединения потребителей электрической энергии:  
последовательное соединение;  
параллельное соединение.

Обозначение на схемах различных элементов цепей:



### Порядок выполнения работы

1. Начертить в тетрадь схемы последовательного и параллельного соединения источников и потребителей тока
2. Соедините лампы накаливания с батареей и переключателем в соответствии со схемами.
3. Передвигая контактный рычаг, поочередно включите лампочки,
4. Выполнить расчеты различных соединений.
5. Сопоставить расчетные данные с практическим результатом.
6. Проанализировать выполненную работу и написать отчет.
7. Разберите цепь.

### Содержание отчета:

1. Записать основные понятия и определения.
2. Начертить электрическую схему при последовательном соединении.
3. Начертить электрическую схему при параллельном соединении.
4. Начертить электрическую схему при смешанном соединении.

### Описание работы:

1. По учебнику «Основы электротехники» изучить конструкцию проводников и материалов являющиеся составной его частью.
2. Выполнение расчеты данных по заданным соединениям проводников. Последовательно, параллельное и смешанное соединение. На стенде собрать электрическую схему включая в них конденсаторы и снять показания приборов.
3. Сопоставляем расчетные данные с практическими показаниями.
4. Анализируем результат и делаем вывод в письменной форме.

## Практическое занятие № 2

### ТЕМА: Измерение параметров аккумуляторной батареи

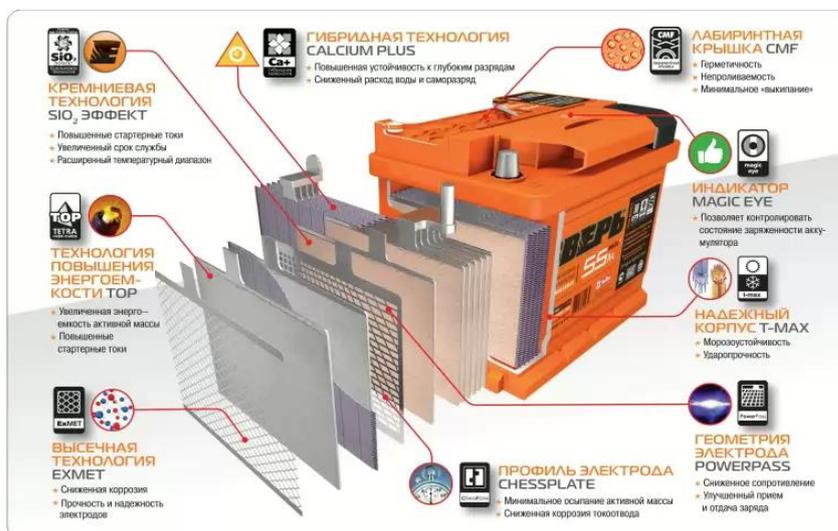
**Цель работы:** Изучить методы измерений параметров аккумуляторной батареи, определения ее пригодности для последующей работы.

#### Оборудование и инструменты:

1. Аккумуляторная батарея.
2. Пробник для замера параметров аккумуляторной батареи.
3. Тестер для измерения деталей.

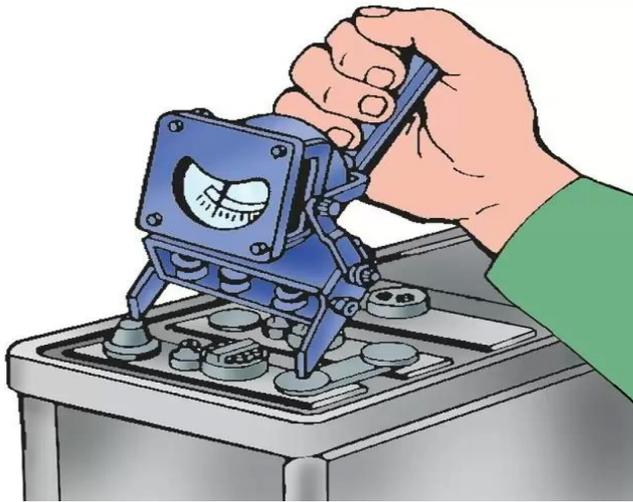
#### Порядок выполнения работы:

1. По учебнику Туревского И. С, Сокова В. Б., Калинина Ю. Н. Электрооборудование автомобилей повторить устройство аккумуляторной батареи.



Основные элементы аккумуляторной батареи

2. **Измерение напряжения аккумуляторной батареи:** Определение напряжения аккумуляторной батареи производится с использованием специальных пробников с вольтметром и нагрузочных сопротивлений, имитирующих нагрузку от включения стартера. Для измерения контакты пробника плотно прижимают к выводам аккумуляторной батареи и в конце пятой секунды регистрируют показание вольтметра если напряжение не меньше 10.5 В — аккумуляторная батарея исправна, а если ниже, то ее нужно зарядить.



Проверка АКБ нагрузочной вилкой

**3. Определение ЭДС аккумуляторной батареи без нагрузки:** ЭДС аккумуляторной батареи без нагрузки измеряется пробником при отключенных нагрузочных сопротивлениях либо вольтметром со шкалой на 30 В и ценой деления 0,2 В с соблюдением полярности. Для обеспечения необходимой точности замер производится примерно через 1 ч после зарядки (либо прекращения движения автомобиля) при температуре электролита +15—+30 °С. По величине ЭДС можно судить о заряженности аккумуляторной батареи: уменьшение ЭДС на 0,01 В соответствует снижению зарядки аккумуляторной батареи примерно на 1 %.

**4. Определение фактической емкости аккумуляторной батареи:** Фактическая емкость аккумуляторной батареи определяется с использованием так называемого контрольного цикла зарядка—разрядка; Вначале производится зарядка аккумуляторной батареи током, равным  $0,05C_{20}$ . Затем с помощью специального прибора или реостата с амперметром аккумуляторную батарею разряжают током  $0,05C_{20}$  до напряжения 10,5 В.

Фактическая емкость ( $C_{\phi}$ ) аккумуляторной батареи определяется по формуле:

$$C_{\phi} = C - (t_p * 0.05 C_n)$$

$t_p$  — время разрядки аккумуляторной батареи.

Если измеренная емкость аккумуляторной батареи меньше 40 % номинальной емкости, то она подлежит замене, а если больше, то после полной зарядки (обычно контрольный режим зарядки) ее можно установить на автомобиль для дальнейшей эксплуатации.

**Содержание отчета:**

1. Основные детали аккумуляторной батареи;
2. Какие параметры проверяют в аккумуляторной батарее?
3. В каких единицах измеряется напряжение на клеммах АКБ?
4. В каких единицах измеряется емкость АКБ?
5. При какой разрядке аккумуляторную батарею надо заряжать?

### Практическое занятие № 3

#### ТЕМА: Взаимодействие проводников с током

**Цель работы:** Изучить взаимодействие проводников с электрическим током.

**Оборудование и инструменты:**

1. Источник электрического тока.
2. Провода.
3. Магнитная стрелка.

**Порядок выполнения работы:**

1. Понятие о взаимодействии проводников с током.

В 1820 г. датский физик Х. Эрстед заметил, что магнитная стрелка поворачивается при пропускании электрического тока через проводник, находящийся около нее. В том же году французский физик А. Ампер установил, что два проводника, расположенные параллельно друг другу, испытывают взаимное притяжение при пропускании через них электрического тока в одном направлении и отталкиваются, если токи текут в противоположных направлениях.

На основании этих опытов Ампер пришел к выводу, что взаимодействие тока с магнитом и магнитов между собой можно объяснить, если предположить, что внутри магнита существуют незатухающие молекулярные круговые токи.



Тогда все магнитные явления объясняются взаимодействием движущихся электрических зарядов, никаких особых магнитных зарядов в природе нет. Притяжение или отталкивание электрически нейтральных проводников при пропускании через них электрического тока называют магнитным взаимодействием токов или электродинамическим взаимодействием. **Электрический ток — это упорядоченное движение электрических зарядов. Следовательно, магнитное взаимодействие — это взаимодействие упорядоченное движущихся электрических зарядов.**

## **2.Магнитное поле.**

Магнитное взаимодействие движущихся электрических зарядов, согласно представлениям теории поля, объясняется следующим образом. Всякий движущийся электрический заряд создает в окружающем пространстве магнитное поле, способное действовать на другие движущиеся электрические заряды.

Единица силы тока. Прохождение электрического тока может сопровождаться нагреванием и свечением вещества, различными его химическими превращениями, магнитным взаимодействием, Магнитное взаимодействие проводников с током используется в Международной системе единиц (СИ) для определения единицы силы тока — ампера. Приведем принятое в настоящее время определение этой единицы.

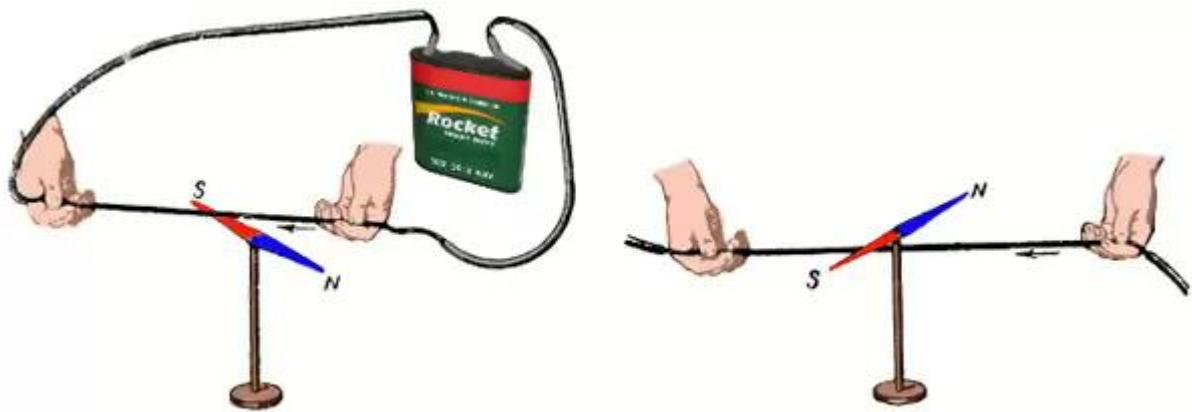
Ампер – сила не изменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малого кругового сечения, расположенным на расстоянии 1м один от другого в вакууме, вызвал бы между этими проводниками силу магнитного взаимодействия, равную  $2 \cdot 10^{-7} \text{Н}$  на каждый метр длины.

**Сила, с которой магнитное поле действует на проводник с током, называется силой Ампера.**

Экспериментальное изучение магнитного взаимодействия показывает, что сила Ампера зависит от ориентации проводника в магнитном поле.

Для создания магнитного поля будем пропускать постоянный ток через провод, намотанный на прямоугольную рамку, а для обнаружения действия силы Ампера используем пучок электронов, летящих в электронно-лучевой трубке осциллографа. Такой пучок электронов эквивалентен проводнику с током. Опыт показывает, что при расположении электронного пучка параллельно проводнику с током (длинной стороне рамки) этот пучок смещается к проводнику с током, если электроны в проводнике движутся в том же направлении, что и электроны в трубке. При противоположном направлении тока электронный пучок отталкивается от проводника с током.

При плавном изменении угла между электронным пучком и проводником с током плавно изменяется смещение яркого пятна (следа электронного пучка) на экране осциллографа. Этот опыт доказывает, что сила Ампера зависит от ориентации проводника в магнитном поле. Смещение пятна максимально при параллельном расположении электронного пучка и проводника с током, следовательно, сила Ампера в этом случае имеет максимальное значение. Если же электронный пучок перпендикулярен проводнику с током, то пятно на экране осциллографа не смещается, т. е. в этом случае магнитные силы на движущиеся электроны не действуют.



Магнитная индукция. Рассмотренный выше опыт показал, что сила Ампера зависит от расположения проводника в магнитном поле.

Опыт также показывает, что сила Ампера пропорциональна силе тока в проводнике  $I$  и длине той части проводника  $l$ , которая находится в магнитном поле. Для максимального значения силы Ампера справедливо выражение

$$F_{\max} = BIl$$

где  $B$  – физическая величина, являющаяся силовой характеристикой магнитного поля. Она называется магнитной индукцией (или индукцией магнитного поля).

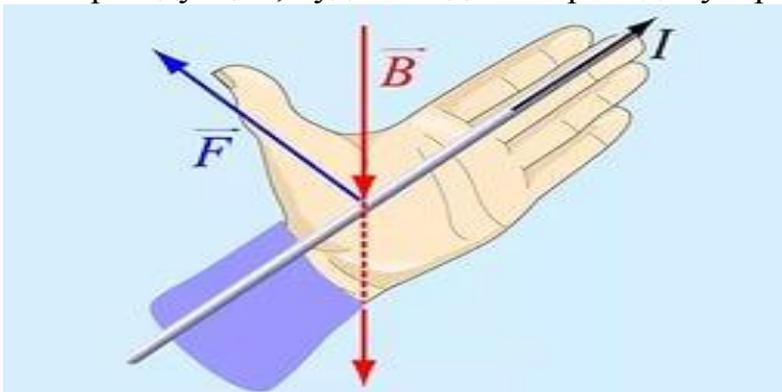
Магнитная индукция – векторная величина. Модуль вектора магнитной индукции равен отношению максимального значения силы Ампера, действующей на прямой проводник с током, к силе тока в проводнике и его длине.

**Единица магнитной индукции.** В международной системе единиц за единицу магнитной индукции принята индукция такого магнитного поля, в котором на каждый метр длины проводника при силе тока  $1\text{ А}$  действует максимальная сила Ампера  $1\text{ Н}$ . Эта единица называется тесла (сокращенно: Тл), в честь выдающегося югославского физика Н. Тесла.

Направление вектора магнитной индукции. Для того чтобы можно было определить не только модуль, но и направление силы Ампера, индукция магнитного поля должна быть определена как векторная величина. Казалось бы, что по аналогии с электростатикой за направление вектора магнитной индукции можно принять направление силы Ампера, действующей на проводник с током. Но это оказывается невозможным, так как с изменением расположения проводника с током в магнитном поле изменяется не только модуль, но и направление силы Ампера. Направление силы Ампера изменяется также при изменении направления тока в проводнике.

Для того чтобы направление вектора индукции  $B$  было определено однозначно, используется мнемоническое правило левой руки. Нужно расположить прямолинейный проводник в магнитном поле таким образом, чтобы сила Ампера имела максимальное значение. Раскрытую ладонь левой руки поместим в плоскости, проходящей через вектор силы Ампера и проводник с током. Четыре пальца руки расположим по направлению тока в проводнике, а большой палец, отогнутый в плоскости ладони под прямым

углом к остальным четырем пальцам, по направлению силы Ампера. Тогда вектор индукции, будет входить перпендикулярно в плоскость ладони.



Правило левой руки можно использовать для определения направления вектора силы Ампера, если известны направления тока в проводнике и вектора магнитной индукции.

Зависимость силы Ампера от угла между вектором магнитной индукции и проводником. Опыт показывает, что если расположить проводник с током под углом  $\alpha$  к вектору магнитной индукции  $B$ , то модуль силы Ампера определяется выражением:

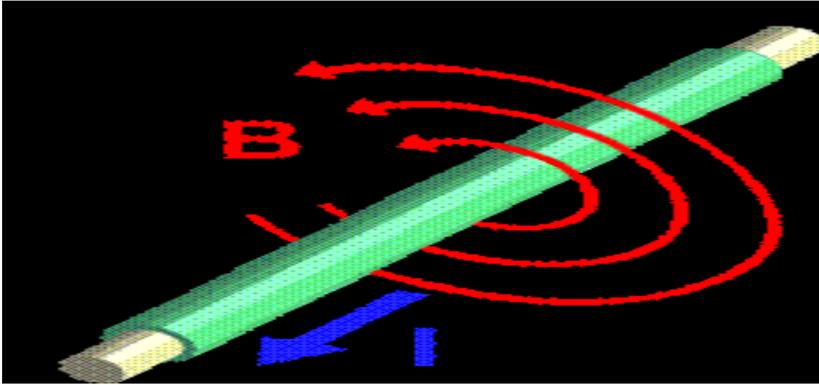
$$F_A = IB \sin \alpha$$

Этот результат нетрудно получить, если вспомнить, что на проводник с током, расположенный вдоль вектора магнитной индукции, сила Ампера не действует.

Линии магнитной индукции. По аналогии с тем, как в электростатике определялась линия напряженности, назовем линию, в любой точке которой вектор магнитной индукции  $B$  направлен по касательной к ней, линией магнитной индукции.

Картину расположения линий магнитной индукции вокруг длинного прямого проводника с током можно было бы получить, если поместить в разные точки магнитного поля другие прямолинейные проводники с током и определить направление, при котором сила Ампера равна нулю. Однако чтобы избежать влияния подводных проводов и исследовать магнитное поле в небольшом объеме пространства, удобнее воспользоваться миниатюрной электронно-лучевой трубкой.

Однородное магнитное поле. Если в некоторой области пространства вектор индукции магнитного поля имеет одинаковое значение по модулю и одинаковое направление во всех точках поля, то магнитное поле в этом пространстве называется однородным.



Магнитный поток. Введем понятие потока вектора магнитной индукции, или, короче, магнитного потока. Элементарный магнитный поток  $\Phi$  через малую площадку  $S$  равен произведению модуля вектора индукции на площадь и косинус угла между вектором индукции и нормалью к площадке:

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha,$$

В однородном магнитном поле магнитный поток через плоскую площадку равен:  $\Phi = B S \cos \alpha$ ,

За единицу магнитного потока в СИ принят вебер (сокращенно: Вб). 1 Вб — это магнитный поток через поверхность площадью 1 м<sup>2</sup>, расположенную в однородном магнитном поле перпендикулярно вектору индукции  $B$ , равному по модулю 1 Тл:

$$1 \text{ Вб} = 1 \text{ Тл} \cdot 1 \text{ м}^2 = 1 \text{ Тл} \cdot \text{м}^2.$$

В магнитных полях линии индукции всегда замкнуты сами на себя, образуя вихревое поле. В результате замкнутая поверхность, помещенная в магнитное поле, пронизывается линиями магнитной индукции так, что любая линия, входящая в эту поверхность, выходит из нее. Следовательно, полный магнитный поток через произвольную замкнутую поверхность равен нулю. Полученный результат является следствием того факта, что в природе нет магнитных зарядов, и магнитные поля образуются только электрическими токами.

2. Собрать схему состоящую из источника, проводников и поднести к проводнику магнитную стрелку.
3. Сопоставить с данными полученными при изучении на стенде.
4. Проанализировать данные полученные при расчётах и практических испытаниях и написать отчет.

### Содержание отчета

1. Отчет должен содержать краткое описание (при необходимости с рисунками, схемами) объекта (процесса) данной дисциплины, перечень выбранных принципов и средств обеспечения дисциплины
2. Записать основные понятия и определения.
3. Изучить схему предложенную преподавателем по соединению потребителей.
4. Провести расчёты соединений потребителей.

5. Сопоставить полученные данные с практическим результатом.
6. Проанализировать выполненную работу.

#### **Практическое занятие № 4**

#### **ТЕМА: Измерение параметров переменного тока**

**Цель работы:** Изучить методы измерения тока , напряжения , мощности и сопротивления в электрических цепях переменного тока с последовательным соединением резисторов.

#### **Оборудование и инструменты:**

1. Амперметр для измерения силы тока.
2. Вольтметр для измерения напряжения.
3. Омметр для измерения сопротивления электрических деталей.
4. Ваттметры для измерения мощности тока.

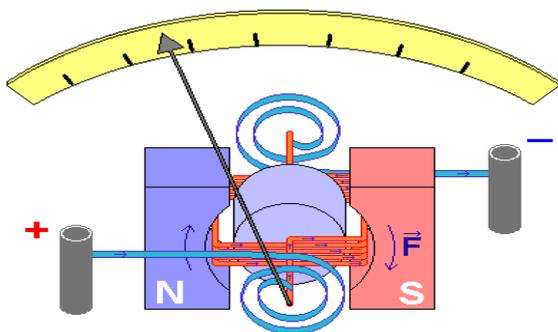
#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить свойства и работу амперметра.

Амперметр – это электрический прибор предназначенный для измерения силы тока в цепи. Его шкала градуирована в амперах. На шкале прибора обычно ставят букву А. На электрических схемах амперметр изображают кружком с буквой А в середине. В технике используются амперметры с различной ценой деления, в зависимости от назначения (на автомобиле до 24 ампер). По шкале амперметра видно на какую наибольшую силу тока он рассчитан, превышать эту силу не рекомендуется, так как можно сжечь прибор.

При измерении силы тока амперметр включают в цепь последовательно с тем прибором, силу тока в котором измеряют. Включают амперметр в цепь с помощью двух клемм или зажимов, имеющих на приборе. При включении клемму где стоит знак + (плюс) подсоединяют с проводом, идущим от положительного полюса источника тока.

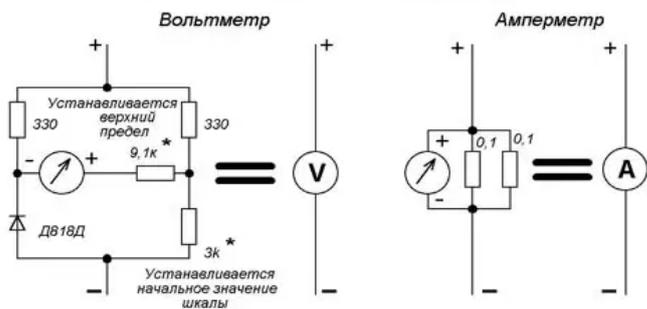
В состав электродинамического амперметра входят подвижная и неподвижная катушки, соединенные последовательно или параллельно. Токи, проходящие через катушки, взаимодействуют между собой, в результате чего происходит отклонение подвижной катушки, с которой соединяется стрелка. При включении в электрический контур, осуществляется последовательное соединение амперметра с нагрузкой. В случае большой силы тока или высокого напряжения, соединение производится через трансформатор.



**Принцип работы амперметра** Упрощенная классическая схема амперметра работает следующим образом. Параллельно с постоянным магнитом на оси кронштейна устанавливается стальной якорь со стрелкой. Постоянный магнит, воздействуя на якорь, придает ему магнитные свойства. При этом, расположение якоря проходит вдоль силовых линий, которые также проходят вдоль магнита. Такое положение якоря соответствует нулевому положению стрелки на шкале прибора.

При прохождении тока батареи или генератора по шине, вокруг нее происходит возникновение магнитного потока. Его силовые линии в месте нахождения якоря, перпендикулярны с силовыми линиями в постоянном магните. Создаваемый электрическим током магнитный поток, воздействует на якорь, стремящийся к повороту на 90 градусов. Повернуться относительно исходного положения ему мешает поток, образующийся в постоянном магните. В соответствии с возможностями прибора, его шкала имеет градуировку, обозначающую микроамперы, миллиамперы, амперы или килоамперы.

Схемы включения микроамперметров



## 2. Вольтметр:

Вольтметр (вольт + гр. метреш измеряю) — измерительный прибор непосредственного отсчёта для определения напряжения или ЭДС в электрических цепях. Подключается параллельно нагрузке или источнику электрической энергии.

Идеальный вольтметр должен обладать бесконечно большим внутренним сопротивлением. Поэтому чем выше внутреннее сопротивление в реальном вольтметре, тем меньше влияния оказывает прибор на измеряемый объект и, следовательно, тем выше точность и разнообразнее области применения.



При измерении напряжения нужно правильно установить на приборе тип измеряемого напряжения. Если вы по ошибке установите постоянное напряжение, то подключение прибора к цепи с переменным напряжением может вывести его из строя. Как не ошибиться? Постоянное напряжение всегда указывается со знаком (+27 В или -5 В). Переменное напряжение иногда пишется с волной (~220 В). Еще один немаловажный нюанс – перед проведением измерений нужно установить диапазон измерения. Т.е., если вы хотите проверить наличие напряжения +27 В, то нужно установить: постоянное напряжение, пределы измерения больше измеряемого напряжения.

Если величина напряжения в цепи неизвестна, то нужно установить максимально возможный предел измерения, затем постепенно его уменьшать до появления читаемых показаний. Если сделать наоборот и установленный диапазон будет меньше измеряемого напряжения, то прибор выйдет из строя вследствие перенапряжения. Соблюдайте правила техники безопасности!

### 3. Омметры:



Омметр является прибором непосредственного измерения сопротивления. Его работа основана на измерении тока в цепи исследуемого сопротивления. Так как поданное напряжение и измеряемое сопротивление, постоянные

величины, то по величине тока можно узнать сопротивление. Шкала прибора градуируется согласно току, проходящему через измеряемую цепь. В зависимости от величины измеряемого сопротивления различают микроомметры, миллиомметры, омметры, мегаомметры и другие. Однако, есть приборы, которыми можно проводить измерения в очень широком диапазоне сопротивлений (многопредельные электронные).



При ремонте электрических проводов, электро- и радиотехники, прежде всего, устанавливаются места возможных коротких замыканий. В этом случае сопротивление имеет нулевое значение. Если же в проводниках нарушен контакт, то показатель сопротивления будет стремиться к бесконечности. На основании показаний сопротивления, омметр дает возможность точно установить поврежденные места. В особых случаях, он применяется не только для стандартных измерений. С помощью омметра можно проверять другие измерительные приборы, измерять сопротивление изоляции, выполнять другие необходимые операции.

#### 4. Ваттметры:



Ваттметр – измерительный прибор, имеющий назначение определять работу совершаемую электрическим током в единицу времени для прохождения

тока через какой-либо проводник (определение мощности электрического тока или электромагнитного сигнала).

Ваттметр может определить количество ваттов необходимых для получения некоторой силы электрического света в каждую секунду времени или определить величину выполняемой работы в единицу времени каким-либо электрическим прибором. Работа совершаемая электрическим прибором в единицу времени (его мощность) определяется в ваттах и является произведением числа амперов (сила тока) потребляемых данным видом электрических потребителей на разность потенциалов (+ -) концов этой части цепи измеряемой в вольтах.

Для определения мощности электрического тока и используются ваттметры, представляющие собой не что иное, как электродинамометр. Проходящий ток распределяется на две части, одна из которых является, по сути, контролем, а вторая опытом, изменяя сопротивление на опытной части и измеряя разность потенциалов на выходе и определяется мощность электрического тока.

5. Выполнить измерения различных электрических величиие .
6. Сопоставить расчетные данные с практическими показаниями.
7. Проанализировать выполненную работу.

Содержание отчета:

1. Основные понятия и определения измерения тока , напряжения , мощности и сопротивления в электрических цепях.
2. Начертить схему электрических цепей подключения приборов по указанию преподавателя .
3. Составить таблицу для фиксации полученных при расчете и измерение данных.
4. Выполнить и заполнить таблицу выполненных расчетов.

## **Практическое занятие № 5**

### **ТЕМА: Соединение потребителей переменного тока**

**Цель работы:** Изучить понятия о способах соединения источников и потребителей электрического тока звездой и треугольником.

**Оборудование и инструменты:**

Трёхфазная система электроснабжения — частный случай многофазных систем электрических цепей переменного тока, в которых действуют созданные общим источником синусоидальные ЭДС одинаковой частоты, сдвинутые друг относительно друга во времени на определённый фазовый угол. В трёхфазной системе этот угол равен  $2\pi/3$  ( $120^\circ$ ).

1. Соединение потребителей звездой:

Звездой называется такое соединение, когда концы фаз обмоток генератора (G) соединяют в одну общую точку, называемую нейтральной точкой или нейтралью. Концы фаз обмоток потребителя (M) также соединяют в общую точку. Провода, соединяющие начала фаз генератора и потребителя, называются линейными. Провод, соединяющий две нейтрали, называется нейтральным.

Между проводом, отходящим от общего для генераторов зажима (этот провод называется нейтральным или нулевым) и обозначенным 0, и любым из остальных проводов 1,2,3 будет действовать напряжения отдельных генераторов. Эти напряжения называются фазным. Оно напряжения всегда равно между собой

Трёхфазная цепь, имеющая нейтральный провод, называется четырёхпроводной. Если нейтрального провода нет — трёхпроводной.

Но между парами проводов 1-2, 2-3 или 3-1 будет уже иное напряжение. Действительно, в этом случае напряжения создаются двумя последовательно включенными генераторами, первым и вторым, вторым и третьим или третьим и первым. Эти напряжения, подводимые к потребителям, называются междуфазными или линейными.

Для того чтобы все три межфазные напряжения были одинаковыми, сдвиг по фазе между парой генераторных напряжений, должен быть одинаковым. При трех фазах это означает, что фазный сдвиг между двумя любыми фазными напряжениями должен равняться одной трети периода переменного тока.

Максимальное значение линейного напряжения превосходит фазное напряжение в 1,732 раза. Число 1,732 имеет любопытную особенность: если его помножить на самого себя, в итоге получится 3, т. е.  $1,732 * 1,732 = 3$ . Это так называемый корень квадратный из цифры 3.

Если включить одинаковы сопротивления между проводами 1 и 0, 2 и 0, 3 и 0, то через каждое из сопротивлений будут протекать токи одинаковой величины, однако по фазе все эти три тока будут различны.

По среднему (нулевому) проводу будет протекать сумма всех трех токов. Если все сопротивления – активные, токи будут совпадать по фазе с фазными напряжениями. Если же сопротивления не будут чисто активными, каждый из токов будет сдвинут относительно своего фазного напряжения на одинаковую долю периода.

Но если токи, как и фазные напряжения, будут сдвинуты один относительно другого также на 1/3 периода, то оказывается, что в любой момент времени сумма трех токов равна нулю,

$$\mathbf{J_1 + J_2 + J_3 = 0}$$

а значит в нулевом проводе тока не будет. При равномерной нагрузке нулевой провод оказывается лишним, его можно выбросить и перейти к передаче тока по трем проводам.

## 2. Соединение потребителей треугольником:

Очень часто применяют еще одно соединение потребителей, так называемый треугольник. В этом случае конец каждой фазной обмотки соединяется с началом другой фазной обмотки.

## Практическое занятие № 6

### ТЕМА: Автомобильный электрический спидометр и тахометр

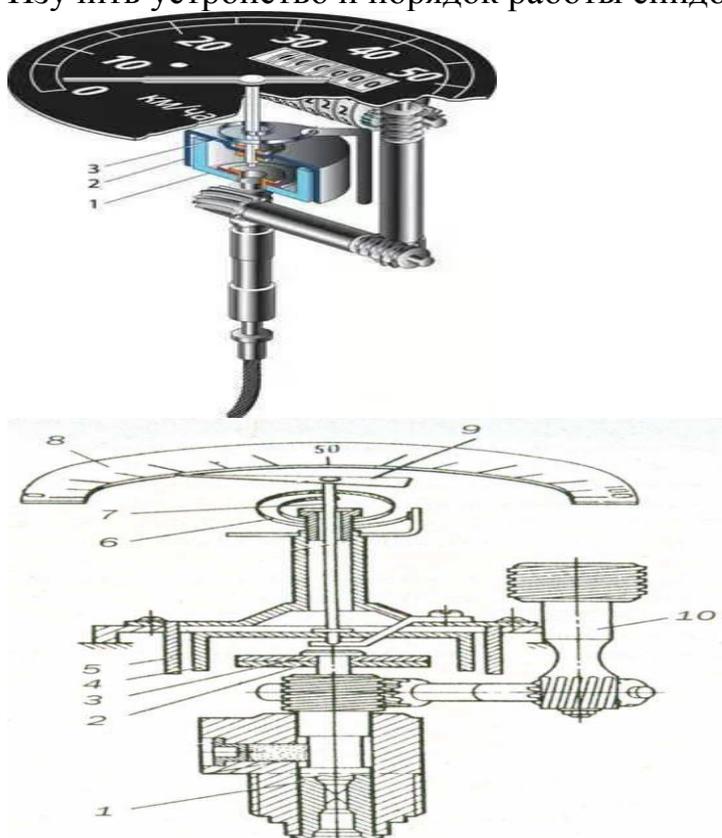
**Цель работы:** Изучить устройство и принцип работы различного вида спидометров и тахометров.

#### Оборудование и инструменты:

1. Автомобильный спидометр.
2. Автомобильный тахометр.
3. Тестер для измерения электрических показаний приборов.
4. Провода.
5. Стенд.
6. Отвертки.

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучить устройство и порядок работы спидометра.



Общее устройство спидометра

1 – приводной вал; 2 – постоянный магнит; 3 – термомагнитный шунт; 4 – катушка; 5 – экран-магнитопровод; 6 – пружина; 7 – вал стрелки; 8 – шкала; 9 – стрелка; 10 – привод счетчика пройденного пути.

**Спидометры** указывают скорость движения и пройденный путь автомобиля. В качестве привода используется электропривод или гибкий вал (механический привод). Тип привода спидометра зависит от удаленности прибора и места его присоединения к трансмиссии автомобиля. Гибкие валы для привода рекомендуют устанавливать, если длина трассы не превышает 3,55 м. При большей длине трассы рекомендуется электропривод. Привод спидометра осуществляется от ведомого вала коробки передач или раздаточной коробки. Для этого в узле, от которого осуществляется привод, устанавливается редуктор, передаточное число которого выбирают в зависимости от передаточного числа главной передачи и радиуса качения колеса автомобиля. Редуктор соединяют спидометром либо механическим путем (гибким валом), либо электрическим (с помощью специального датчика). Сигнал с редуктора поступает на спидометр, где преобразуется в соответствующую информацию.

*Спидометр с приводом от гибкого вала* приводится в действие от входного валика, в гнездо квадратного сечения которого вставляется квадратный наконечник гибкого вала. На другом конце входного валика закреплены постоянный магнит и термокомпенсационная шайба (магнито-провод). На оси свободно вращающейся в двух подшипниках, с одной стороны закреплена стрелка, а с другой — катушка. Катушка чаще всего выполняется в виде чаши, которая с некоторым зазором охватывает магнит. Катушка изготавливается из немагнитного материала, например из алюминия. Снаружи катушка закрыта экраном из магнитомягкого материала, который концентрирует магнитное поле магнита в зоне катушки. Со стороны стрелки к оси одним концом прикреплена спиральная пружина. Другой конец пружины прикреплен к рычажку, поворотом которого можно регулировать натяжение пружины.

При движении автомобиля от гибкого вала приводится во вращение входной валик и вместе с ним магнит. При этом его магнитный поток, пронизывая катушку, наводит в ней вихревые токи, которые вызывают образование магнитного поля катушки. Два магнитных поля (магнита и катушки) взаимодействуют между собой таким образом, что на катушку действует крутящий момент, направление которого противоположно моменту, создаваемому пружиной. В результате катушка вместе с осью и стрелкой повернется на угол, при котором возрастающий момент сил упругости пружины станет равным крутящему моменту магнитных сил, действующему на катушку.

Валик большинства спидометров снабжен масленкой, установленной в хвостовой части спидометра. Она состоит из заглушки с отверстием, и расположенным под ней фетровым фитилем, который пропитан маслом и смазывает валик.

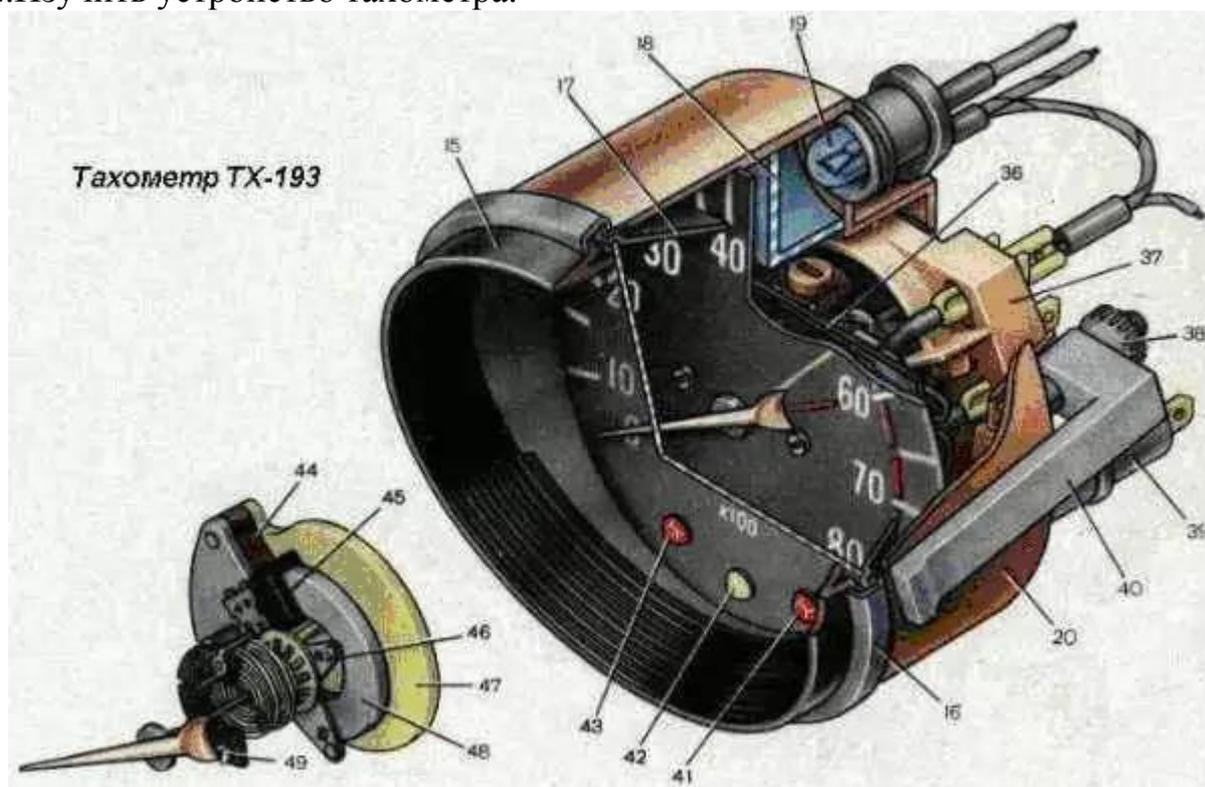
Привод счетного узла осуществляется от входного валика через валики и *посредством* трех понижающих червячных передач, которые обеспечивают передаточное отношение 624 или 1000.

По конструкции счетные узлы бывают с внешним и внутренним зацеплением счетных барабанчиков. Обычно счетный узел содержит шесть барабанчиков, которые свободно насажены на одной оси за счет обеспечивается поворот каждого барабанчика на 1/10 при полном повороте предыдущего. При такой конструкции через каждые 100 тыс. оборотов начального (правого) барабанчика, полный оборот которого соответствует 1 км пробега автомобиля, все барабанчики возвращаются в исходное положение, и отсчет показаний начинается с нуля.

*Спидометры с электроприводом* имеют такие же магнитоиндукционный и счетный узлы, как и спидометры с механическим приводом. Электропривод спидометра состоит из датчика, который устанавливается на коробке передач, электродвигателя, вращающего приводной валик магнитоиндукционного узла указателя и устройства электронного управления электродвигателем. Электродвигатель и устройство управления смонтированы в одном корпусе с магнитоиндукционным узлом.

Датчик электропривода представляет собой трехфазный генератор переменного тока, ротором которого служит постоянный четырехполюсный магнит. Как и гибкий вал, ротор датчика приводится в движение от ведомого вала коробки передач. Ротором электродвигателя служит четырехполюсный постоянный магнит.

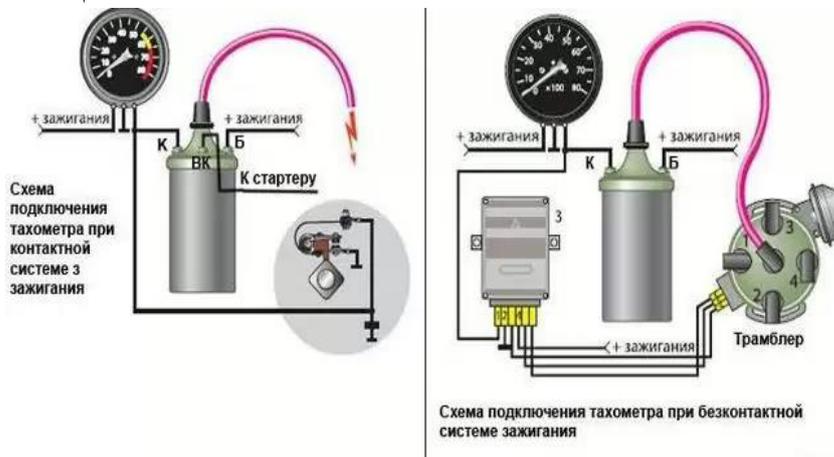
## 2. Изучить устройство тахометра.



**Тахометры** применяются на автомобилях, если есть необходимость в контроле частоты вращения коленчатого вала двигателя. На дизелях привод тахометра осуществляется от распределительного вала двигателя с помощью гибкого вала или электропривода. На карбюраторных двигателях устанавливаются электронные тахометры, принцип действия которых основан на измерении частоты импульсов, возникающих в первичной цепи системы зажигания при размыкании первичной цепи.

*Тахометры магнитоиндукционного типа*, устанавливаемые для контроля частоты вращения коленчатого вала дизеля, имеют электропривод. Их конструкция аналогична конструкции спидометров с электроприводом. Отличаются они отсутствием счетного узла. Для контроля частоты вращения коленчатого вала карбюраторных двигателей применяются *электронные тахометры*.

Схема электронного тахометра обеспечивает измерение частоты прерываний тока в первичной цепи системы зажигания.



Схемы подключения тахометров.

Состоит электрическая схема тахометра из трех узлов: узла формирования запускающих импульсов, узла формирования измерительных импульсов и стрелочного магнитоэлектрического прибора. На вход тахометра поступает входной сигнал из первичной цепи системы зажигания.

Узел формирования запускающих импульсов, состоящий из резисторов  $R1$ ,  $R2$ , конденсаторов  $C1$ ,  $C2$ ,  $C3$ ,  $C4$  и стабилитрона  $VD1$ , выделяет из имеющего форму затухающей синусоиды сигнала / сигнала имеющего форму одиночного импульса, который поступает на базу транзистора  $VT1$  узла формирования измерительных импульсов. В исходном состоянии транзистор  $VT2$  открыт, так как через резисторы  $R11$ ,  $R10$  и  $R5$  по нему протекает ток базы, а конденсатор  $C5$  заряжен. Транзистор  $VT1$  в это время закрыт, так как потенциал его эмиттера, вызванный значительным падением напряжения на резисторе  $R5$ , больше потенциала базы. Когда положительный импульс // поступает на базу транзистора  $VT1$ , он открывается. Конденсатор  $C5$  разряжается через открытый транзистор  $VT1$ , создавая на базе транзистора  $VT2$  отрицательное смещение, которое его закрывает. Транзистор  $VT1$  поддерживается открытым

током базы, протекающим через резисторы  $R_{11}$ ,  $R_9$ ,  $R_8$  и  $R_5$ . Открытый транзистор  $VT1$  обеспечивает протекание тока по измерительному прибору через резисторы  $R_{11}$ ,  $R_7$ ,  $R_3$  и  $R_5$ . Длительность импульса  $I_{тока}$ , протекающего по измерительному прибору, определяется временем разряда конденсатора  $C_5$ . После разряда конденсатора  $C_5$  транзистор  $VT2$  открывается, так как исчезает отрицательное смещение на его базе, а транзистор  $VT1$  закрывается.

Частота импульсов тока равна частоте размыканий первичной цепи системы зажигания. Эффективное значение импульсов тока, пропорциональное их частоте, показывает прибор.

Переменным резистором  $R_7$  при настройке регулируют амплитуду импульсов тока. Терморезистор  $R_3$  компенсирует температурную погрешность прибора. Диод  $VD_2$  служит для защиты транзистора  $VT1$ . Стабилитрон  $VD_3$  обеспечивает стабилизацию напряжения питания прибора.

3. Выполнить расчеты различных соединений спидометров и тахометров .
4. Сопоставить расчетные данные с практическим результатом.
5. Проанализировать выполненную работу и написать отчет.

Содержание отчета

1. Основные понятия и определения спидометра и тахометра
2. Начертить электрическую схему подключения спидометра.
3. Начертить электрическую схему подключения тахометра.

Описание работы:

1. По учебнику «Туревский И.С. Электрооборудование автомобиля» изучить конструкцию спидометра и тахометра, основные детали записать.
2. На стенде собрать электрическую схему подключения спидометра и тахометра и проверить их работу.
3. Сопоставляем расчетные данные с практическими показаниями.
4. Анализируем результат и делаем вывод в письменной форме.

### **Практическое занятие № 7**

#### **ТЕМА: Указатели измерительных приборов**

**Цель работы:** Изучить устройство и работу указателей температуры охлаждающей жидкости, давления масла.

**Оборудование и инструменты:**

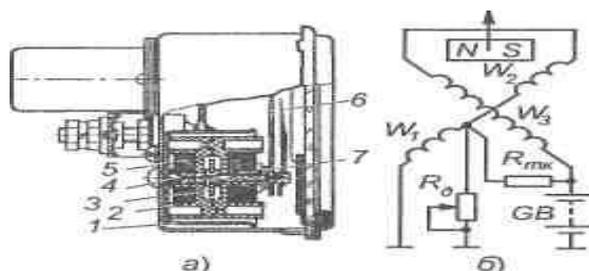
1. Автомобильный

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить устройство и работу указателя давления масла



В качестве указателя логометрического манометра применяется магнитоэлектрический прибор, состоящий из двух пластмассовых полукаркасов, на которые намотаны три измерительные индукционные катушки, причем одна катушка расположена под углом  $90^\circ$  к двум другим. Постоянный магнит установлен внутри каркаса на одной оси со стрелкой.



Указатель логометрического манометра (а) и его принципиальная схема работы (б):  
 1 — экран; 2 — полукаркас; 3 — магнит; 4 — подпятник; 5 — индукционная катушка; 6 — стрелка; 7 — мостик;  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$  — катушки;  $R_d$  — реостат датчика;  $R_{гк}$  — резистор компенсационный

Магнит может поворачиваться, ориентируясь вдоль магнитных силовых линий результирующего вектора напряженности трех индукционных катушек. В каркасе установлен подпятник оси магнита и стрелки. Мостик закреплен на каркасе и служит опорой шкалы прибора. Между мостиком и шайбой, закрепленной на оси магнита, а также в подшипник вводят кремнийорганическую жидкость, которая демпфирует колебания подвижной системы в условиях вибрации. Для возврата подвижной системы в нулевое положение при включенном приборе используется миниатюрный магнит, находящийся между полукаркасами. Для исключения воздействия на показания прибора посторонних магнитных полей и влияния полей индукционных катушек на показания других приборов собранный каркас размещают в цилиндрическом экране. При включении датчика и указателя в цепь питания ток проходит по индукционным катушкам  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$ , по реостату датчика  $R_d$  и термокомпенсационному резистору  $R_{гк}$ . Изменение давления в контролируемой системе вызывает изменения сопротивления реостата датчика  $R_d$ , подключенного параллельно индукционной катушке  $W_1$ . Ток, протекающий по индукционной катушке  $W_1$ , изменяет свое значение, что

приводит к изменению величины вектора напряженности поля создаваемой этой индукционной катушкой. Изменение величины сопротивления реостата  $R_d$  оказывает влияние на величину тока, протекающего в индукционных катушках  $W_2$ ,  $W$ , но это влияние не столь существенное, как в случае с индукционной катушкой  $W_f$ . Изменение направления результирующего вектора напряженности вызывает отклонение магнита и стрелки логометра.

Логометрические автомобильные приборы в настоящее время вытесняются импульсными термобиметаллическими, которые имеют ряд существенных преимуществ. В логометрическом указателе лучше компенсируются влияния изменения питающего напряжения и изменения температуры окружающей среды, так как векторы напряженности магнитных полей всех индукционных катушек изменяют свою величину практически пропорционально изменению питающего напряжения или температуры окружающей среды. Поэтому направление суммарного вектора, а значит, и положение стрелки прибора не изменяется.

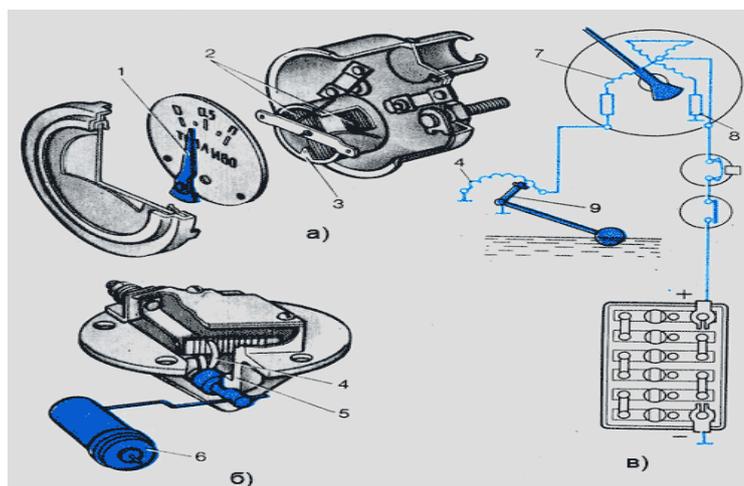
2. Изучить устройство указателя температуры охлаждающей жидкости.



Указатель температуры охлаждающей жидкости

Указатель термобиметаллического термометра по своей конструкции и принципу действия аналогичен термобиметаллическому указателю давления масла.

3. Изучить устройство и работу указателя уровня топлива в баке.



Указатель уровня топлива:

а - указатель, б - датчик, в - схема работы;

1 - стрелка, 2 - катушка, 3 - постоянный магнит, 4 - ползунковый реостат, 5 - корпус, 6 - поплавок с рычагом, 7 - левая катушка, 8 - резистор, 9 - ползунок.

Конструкция электромагнитного указателя уровня топлива довольно проста. Наличие двух электромагнитов в указателе позволяет измерять уровень топлива независимо от изменений питающего напряжения.

При замыкании выключателя зажигания *ВЗ* через обмотки электромагнитов идет ток и устанавливает результирующий магнитный поток, который, воздействуя на стальной якорь, соединенный со стрелкой прибора, устанавливает стрелку в определенной части шкалы прибора. При отсутствии топлива в баке поплавков датчика, находясь в нижнем положении, выводит сопротивление реостата датчика и укорачивает обмотку электромагнита. При этом магнитный поток равен нулю. Магнитный поток обмотки вызовет поворот якоря и стрелки прибора в левую сторону шкалы к отметке «0». Стрелка будет удерживаться в этом положении после выключения прибора благодаря наличию противовеса. По мере наполнения бака и поднятия поплавка вводится сопротивление реостата, что увеличивает силу тока и создаваемый им магнитный поток в обмотке электромагнита. Вследствие этого якорь со стрелкой повернется вправо. Наличие специального магнитопровода обеспечивает замыкание магнитного потока через якорь.

Конструкция логометрического указателя уровня топлива аналогична конструкции логометрического указателя давления и температуры, но отличается обмоточными данными и величиной резисторов. Логометрический указатель обладает значительно меньшей погрешностью измерения по сравнению с электромагнитным указателем благодаря отсутствию массивных магнитопроводов, магнитная проницаемость которых значительно меняется с изменением температуры. Кроме того, логометрические указатели обладают большим углом поворота стрелки, а якорь и стрелка логометра в этих приборах не имеют дисбаланса.

4. Выполнить расчеты различных подключений указателей температуры охлаждающей жидкости, давления масла в двигателе и уровня топлива в баке автомобиля.

3. Сопоставить расчетные данные с практическим результатом.

4. Проанализировать выполненную работу и оформить отчет.

Содержание отчета

1. Основные понятия и определения по указателям.

2. Начертить электрическую схему подключения указателя давления масла.

2. Начертить электрическую схему подключения указателя температуры охлаждающей жидкости.

3. Начертить электрическую схему подключения указателя топлива в баке автомобиля.

### **Описание работы**

1. По учебнику «Туревский И.С. Электрооборудование автомобиля» изучить конструкцию указателей давления масла, температуры охлаждающей жидкости и топлива в баке, основные детали записать.

2. На стенде собрать электрическую схему подключения указателей давления масла, температуры охлаждающей жидкости и топлива в баке, проверить их работу.

3. Сопоставляем расчетные данные с практическими показаниями.

4. Анализируем результат и делаем вывод в письменной форме.

## **Практическое занятие № 8**

### **ТЕМА: Понижающий трансформатор**

**Цель работы:** Изучить методы соединения конденсаторов в электрических цепях

постоянного тока с последовательным, параллельным и смешанным соединением.

#### **Оборудование и инструменты:**

1. Силовой понижающий трансформатор.

2. Тестер для замера сопротивления обмоток трансформатора.

3. Альбом с видами трансформаторов.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить свойство понижающего трансформатора.

2. Устройство понижающего трансформатора.

Понижающий силовой трансформатор состоит из магнитопровода (сердечника), выполненного из ферромагнитного материала (обычно листовая электротехническая сталь), и двух обмоток, расположенных на стержнях магнитопровода.

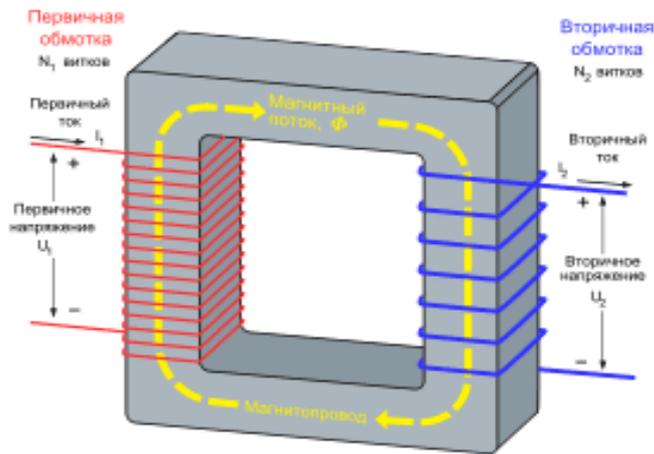
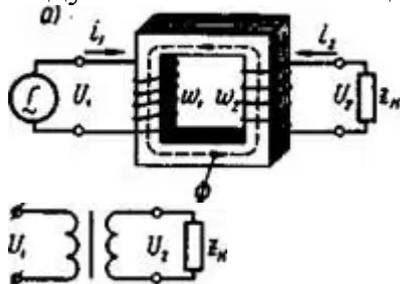


Схема понижающего трансформатора

Одна из обмоток, которую называют первичной, присоединена к источнику переменного тока  $\Gamma$  на напряжение  $U_1$ . К другой обмотке, называемой вторичной, подключен потребитель  $Z_N$ . Первичная и вторичная обмотки трансформатора не имеют электрической связи друг с другом, и мощность из одной обмотки в другую передается электромагнитным путем. Магнитопровод, на котором расположены эти обмотки, служит для усиления индуктивной связи между обмотками.



Электромагнитная (а) и принципиальная (б) схемы трансформатора

## 2. Работа понижающего трансформатора.

Действие трансформатора основано на явлении электромагнитной индукции. При подключении первичной обмотки к источнику переменного тока в витках этой обмотки протекает переменный ток  $i_1$ , который создает в магнитопроводе переменный магнитный поток  $\Phi$ . Замыкаясь в магнитопроводе, этот поток сцепляется с обеими обмотками (первичной и вторичной) и индуцирует в них ЭДС:

в первичной обмотке ЭДС самоиндукции

$$e_1 = -w_1(d\Phi/dt)$$

во вторичной обмотке ЭДС взаимной индукции

$$e_2 = -w_2(d\Phi/dt)$$

где  $w_1$  и  $w_2$  — число витков в первичной и вторичной обмотках трансформатора.

При подключении нагрузки  $Z_n$  к выводам вторичной обмотки трансформатора под действием ЭДС  $e_2$  в цепи этой обмотки создается ток  $i_2$ , а на выводах вторичной обмотки устанавливается напряжение  $U_2$ . В повышающих трансформаторах  $U_2 > U_1$ , а в понижающих  $U_2 < U_1$ .

Из первой и второй формул видно, что ЭДС  $e_1$  и  $e_2$ , наводимые в обмотках трансформатора, отличаются друг от друга лишь за счет разного числа витков  $w_1$  и  $w_2$  в обмотках, поэтому, применяя обмотки с требуемым соотношением витков, можно изготовить трансформатор практически на любое отношение напряжений.

Обмотку трансформатора, подключенную к сети с более высоким напряжением, называют обмоткой высшего напряжения (ВН); обмотку, присоединенную к сети меньшего напряжения, — обмоткой низшего напряжения (НН).

На рисунке б показано изображение однофазного трансформатора на принципиальных электрических схемах.

Трансформаторы обладают свойством обратимости: один и тот же трансформатор можно использовать в качестве повышающего и понижающего. Но обычно трансформатор имеет определенное назначение: либо он повышающий, либо — понижающий.

Трансформатор — это аппарат переменного тока. Если же его первичную обмотку подключить к источнику постоянного тока, то магнитный поток в магнитопроводе трансформатора также будет постоянным как по величине, так и по направлению  $[(d\Phi/dt)=0]$ , поэтому в обмотках трансформатора не будет наводиться ЭДС, а следовательно, электроэнергия из первичной цепи не будет передаваться во вторичную.

3. Виды трансформаторов.

Классифицируют трансформаторы по нескольким признакам:

по назначению — силовые общего и специального назначения, импульсные, для преобразования частоты и т.д.;

по виду охлаждения — с воздушным (сухие трансформаторы) и масляным (масляные трансформаторы) охлаждением;

по числу трансформируемых фаз — однофазные и трехфазные;

по форме магнитопровода — стержневые, броневые, бронестержневые, тороидальные;

по числу обмоток на фазу — двухобмоточные, многообмоточные.

4. Выполнить расчеты выполненных замеров силового трансформатора.

5. Сопоставить расчетные данные с практическим результатом.

6. Проанализировать выполненную работу и составить отчет.

Содержание отчета:

1. Основные понятия и определения- первичная обмотка, вторичная обмотка, магнитопровод.

2. Начертить электрическую схему понижающего трансформатора

3. Сделать расчет понижения напряжения для сварочного трансформатора.

Описание работы

1. По учебнику «Туревский И.С. Электрооборудование автомобиля» изучить конструкцию трансформатора и материала являющиеся составной его частью.
2. Выполнение расчеты данных по результатам замеров обмоток трансформатора. На стенде собрать электрическую схему включая в них трансформатор и снять показания приборов.
3. Сопоставляем расчетные данные с практическими показаниями.
4. Анализируем результат и делаем вывод в письменной форме.

## Практическое занятие № 9

### ТЕМА: Автомобильная катушка зажигания

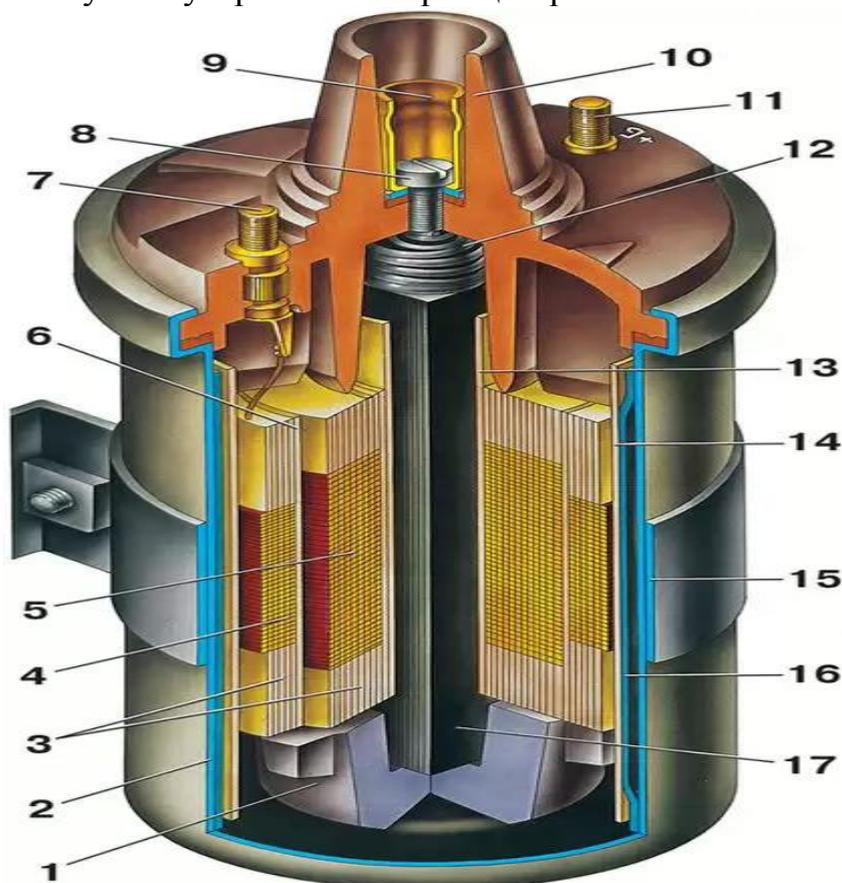
**Цель работы:** Изучить устройство и принцип работа автомобильной катушки зажигания.

#### Оборудование и инструменты:

1. Автомобильная катушка зажигания – маслonaполненная.
2. Катушка зажигания с замкнутым контуром.
3. Тестер для замера сопротивления обмоток катушки.

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучить устройство и принцип работа автомобильной катушки зажигания.



#### Устройство маслonaполненной катушки зажигания

1-изолятор; 2-корпус; 3-обмотки; 4-первичная обмотка; 5-вторичная обмотка; 6-бумажная катушка первичной обмотки; 7,11-клеммы подвода тока низкого напряжения; 8-винт; 9-

контакт вывода тока высокого напряжения: 10-крышка катушки; 12-пужина; 13,14-защитные оболочки; 15-хомут крепления; 16-магнитопровод; 17-сердечник катушки.

Современные катушки зажигания изготавливаются на номинальное напряжение 12 В. Все катушки зажигания, в основном, имеют аналогичную конструкцию и отличаются обмоточными данными, конструкцией отдельных узлов и деталей, наличием дополнительных устройств, габаритными и установочными размерами.

Основными частями катушки зажигания являются: корпус, сердечник с первичной и вторичной обмотками, крышка с выводами низкого и высокого напряжения.

Обычно применяются катушки зажигания, оснащенные добавочным резистором, смонтированным в отдельном керамическом изоляторе. Сердечник катушки зажигания, как правило, набирают из листов электротехнической стали, изолированных друг от друга окалиной или лаком. Тем самым уменьшаются вихревые токи, образующиеся при пульсациях магнитного потока. Сверху сердечника расположена трубка из электротехнического картона, на которую в несколько слоев намотана вторичная обмотка. Она выполняется из эмалированного провода марки ПЭЛ диаметром 0,06—0,1 мм и имеет большое число витков (17 500—26 000). Для улучшения изоляции стоек вторичной обмотки отделены друг от друга конденсаторной бумагой. Первые и последние восемь рядов, где возникают потенциалы наибольшей величины, изолируются четырьмя-шестью слоями бумаги, остальные — двумя слоями. Для уменьшения напряжения между слоями витки первых и последних четырех рядов наматываются с интервалом 1—2 мм.

Поверхность вторичной обмотки изолируют локотканью и кабельной бумагой. Фарфоровый изолятор предотвращает возможность пробоя вторичной обмотки на кожух (корпус). Поверх вторичной обмотки намотана первичная обмотка (провод марки ПЭЛ диаметром 0,57—0,77 мм), состоящая из небольшого числа витков (250—300). Межслойная изоляция первичной обмотки представляет собой кабельную бумагу. Размещается первичная обмотка ближе к кожуху для лучшего охлаждения катушки. Вокруг первичной обмотки расположен магнитопровод, состоящий из двух разрезанных по оси тонкостенных цилиндров выполненных из трансформаторной стали.

Все элементы конструкции катушки зажигания находятся в металлическом кожухе (корпусе). Герметичность обеспечивается прокладкой между кожухом и карболитовой крышкой. Внутренняя полость большинства катушек заполнена трансформаторным маслом, выполняющим функции изолятора и охлаждения обмоток.

Добавочный резистор выполняется в виде спирали из никелевой проволоки и крепится в двух половинах керамического изолятора. Концы спирали приварены к двум шинкам 15, посредством которых резистор присоединяется к выводам низкого напряжения катушки зажигания.

Все выводы катушки зажигания располагаются на карболитовой крышке. Вторичная обмотка присоединяется к высоковольтному выводу катушки зажигания. Общий конец первичной и вторичной обмоток соединен с выводом на крышке. Первичная обмотка соединена с выводом, ко второму выводу присоединена только шинка от добавочного резистора.

Вывод высокого напряжения *не* маркируются. Маркировка вывода на крышке: одного —ВК; второго — Б.

На крышке катушки зажигания Б-117, не имеющего добавочного резистора, расположены вывод без маркировки и вывод «+» к которому присоединен конец первичной обмотки.

2. Катушка современных систем зажигания с замкнутым контуром.



### **Катушка зажигания с замкнутым контуром**

Такие катушки существенно отличаются от традиционных по конструкции и технологии изготовления катушек зажигания для систем с низковольтным распределением. Например, двухвыводная катушка зажигания 29.3705, применяемая в составе микропроцессорной системы управления двигателем для автомобиля ВАЗ-2109 выполнена по специальной технологии, в виде трансформатора с замкнутым магнитопроводом, двух обмоток, намотанных как катушки одна на другую, обмотки пропитаны эпоксидными компаундами и выполнена опрессовка обмоток морозостойким полипропиленом, образующим собственно корпус катушки.

3. Выполнить расчеты различных обмоток катушек.
4. Сопоставить расчетные данные с практическим результатом.
5. Проанализировать выполненную работу и написать отчет.

#### Содержание отчета

1. Основные понятия и определения по устройству катушек зажигания.
2. Начертить электрическую схему катушки зажигания в составе всей системы зажигания.

#### Описание работы

1. По учебнику «Туревский И.С. Электрооборудование автомобиля» изучить устройство катушки зажигания (стр.140-142).
2. Выполнение замеров расчетов данных по параметрам катушки.

На стенде собрать электрическую схему системы зажигания, включая в них катушку и снять показания приборов.

3. Сопоставляем расчетные данные с практическими показаниями.

4. Анализируем результат и делаем вывод в письменной форме.

### Практическое занятие № 10

#### ТЕМА: Электродвигатель стеклоочистителя автомобиля

**Цель работы:** Изучить устройство и работу электрического двигателя стеклоочистителя лобового стекла автомобиля.

**Оборудование и инструменты:**

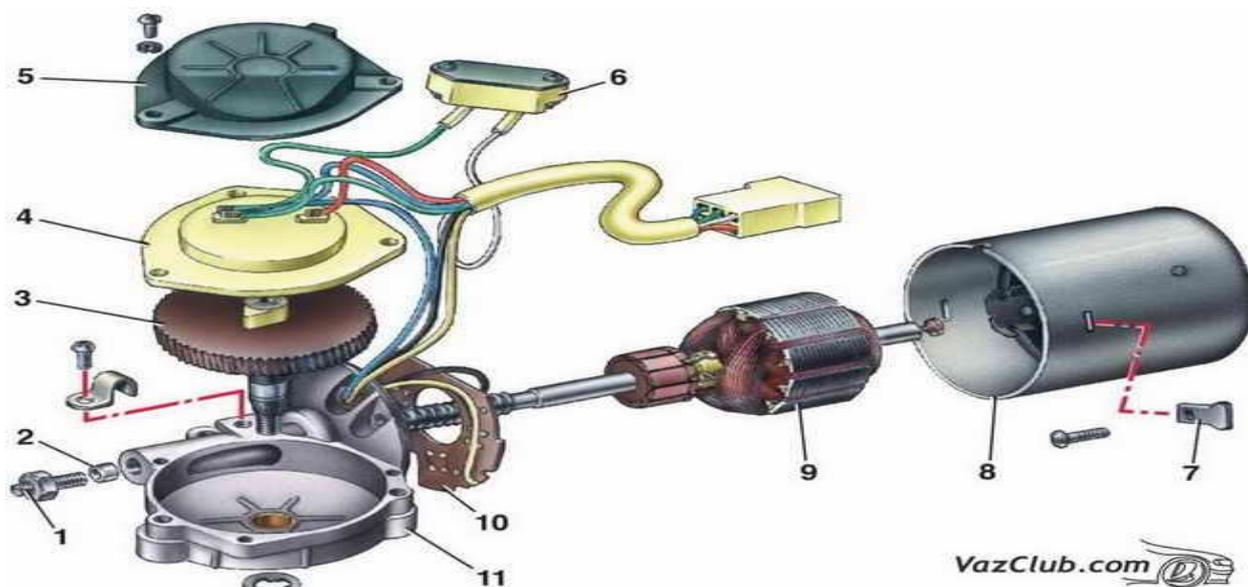
Автомобильный стеклоочиститель

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить устройство электрического стеклоочистителя

**Стеклоочиститель** предназначен для механической очистки лобового стекла (во многих моделях легковых автомобилей и заднего стекла) от атмосферных осадков и грязи.

По типу привода стеклоочистители делят на электрические, вакуумные и пневматические.



**Детали моторредуктора очистителя ветрового стекла:**

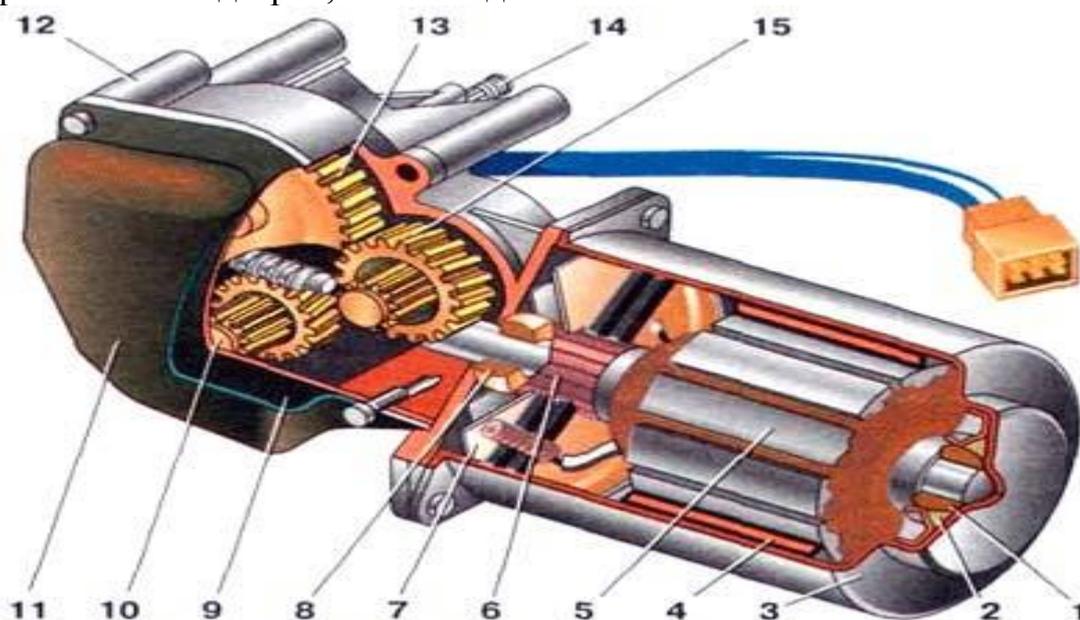
1 – упорный винт; 2 – подпятник; 3 – шестерня редуктора; 4 – панель; 5 – термобиметаллический предохранитель; 6 – крышка; 7 – сухарь; 8 – корпус электродвигателя; 9 – якорь; 10 – щеткодержатель; 11 – корпус редуктора

Электрический стеклоочиститель состоит из электродвигателя, червячного редуктора (обычно выполненного в одном корпусе с электродвигателем), кривошипного механизма, системы рычагов и щеток.

Электродвигатель стеклоочистителя через червячный редуктор приводит во вращение кривошип, который через систему приводных рычагов и тяг сообщает рычагам щеток качательное движение. Щетки должны

перемещаться по стеклу плавно без толчков с определенным углом размаха и силой прижатия к стеклу. Применение на современных автомобилях сферических передних стекол усложняет работу стеклоочистителя, так как становится трудно обеспечить плотность прилегания щеток к поверхности, поэтому щетки стеклоочистителей выполняют гибкими и увеличивают силу пружин, прижимающих щетки. Гибкость щеток достигается увеличением числа коромысел держателя щетки и придания профилю щетки оптимальной формы.

Моторредукторы применяются в стекло- и фароочистителях, электроприводе блокировки замков дверей, стеклоподъемниках.



**Электродвигатель стеклоочистителя**

1. задняя втулка вала якоря; 2. войлочное кольцо; 3. корпус электродвигателя; 4. постоянный магнит; 5. якорь; 6. коллектор; 7. траверса со щеткодержателями, дросселями и термометаллическими предохранителями; 8. передняя втулка вала якоря; 9. панель с помехоподавительными конденсаторами и контактами концевого выключателя; 10. блок промежуточных шестерен; 11. крышка; 12. корпус редуктора; 13. ведомая шестерня; 14. выходной вал моторедуктора; 15. блок промежуточных шестерен

На рисунке представлен моторредуктор 47.3730 стеклоочистителя заднего стекла. Конструкция моторредуктора определяется конструкцией входящего в него электродвигателя, однако вал электродвигателя удлинен и заканчивается нарезкой червяка редуктора. Стенка корпуса редуктора выполняет роль передней крышки электродвигателя, щеточный узел расположен со стороны редуктора. Червячное колесо приводит в действие кривошипно-шатунный механизм, состоящий из зубчатых секторов, преобразующий вращательное движение вала двигателя в движение щеток. Зубчатые секторы позволяют расширить угол колебания щеток до  $120^\circ$ .

В моторредуктор встроены концевой выключатель, обеспечивающий укладку щеток в крайнем положении при выключении моторедуктора, и биметаллический предохранитель.

Различные климатические условия и скоростные режимы автомобиля обуславливают необходимость изменения производительности стеклоочистителя. Поэтому современные стеклоочистители имеют различные скорости качания щеток.

## 2. Виды электродвигателей стеклоочистителей.

На автомобиле устанавливаются коллекторные электродвигатели постоянного тока мощностью от 6 до 250 Вт, и частотой вращения вала от 2000 до 10 000 оборотов в минуту соответственно.

Двигатели с электромагнитным возбуждением имеют параллельное, последовательное или смешанное возбуждение. Регулирование частоты вращения их вала может осуществляться введением резистора в цепь возбуждения или якоря или переключением в цепи обмотки возбуждения. Реверсивные двигатели снабжены двумя обмотками возбуждения.

Применение постоянных магнитов упрощает конструкцию электродвигателя. На электродвигателях малой мощности устанавливаются подшипники скольжения. Коллекторы изготавливаются штамповкой из медной ленты или трубы с продольными пазами на внутренней поверхности и опрессовываются пластмассой.

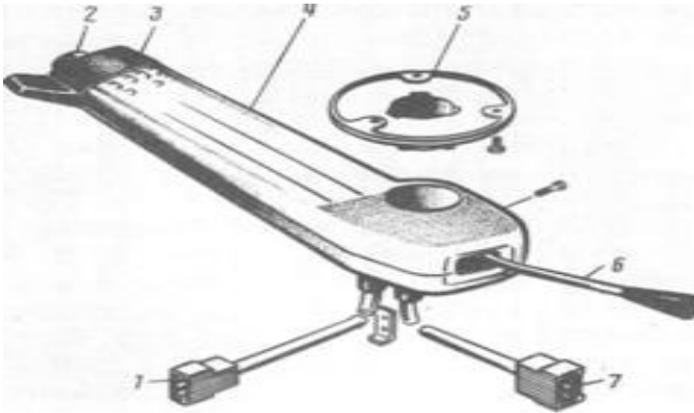
В автомобильных электродвигателях используются магниты из гексаферрита бария изотропные (6БИ240, М6БИ230Ж) и анизотропные (24БА210, 18БА220 и 14БА255). Последние три цифры в обозначении магнита указывают на величину его коэрцитивной силы по намагниченности в кА/м. Постоянные магниты типов 1 и 2 применяются обычно в электродвигателях насосов омывателей стекол и заливаются в пластмассовый корпус, остальные типы магнитов прикрепляются к корпусу пластинчатыми стальными пружинами или приклеиваются.

В электродвигателях применяются щетки марок М1, 96, 960, ЭГ51. В двухскоростных электродвигателях между двумя основными щетками устанавливается третья.

Частота вращения электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов зависит от числа рабочих проводников обмотки якоря, заключенных между щетками. При подаче напряжения на третью щетку число таких проводников уменьшается и частота вращения якоря растет

## 3. Управление работой стеклоочистителя.

Управление стеклоочистителем в простейшем случае должно обеспечивать работу с малой и большой частотой вращения его электродвигателя и укладку щеток при отключении стеклоочистителя в крайнее положение, в котором они не мешают обзору водителя.



Центральный переключатель КАМАЗа

1,7-контактные разъемы; 2-кнопка звукового сигнала; 3-планка переключения; 4-рычаг переключателя; 5-фланец крепления; 6-рычаг управления стеклоочистителем.

На рисунке приведены схемы управления стеклоочистителями с электродвигателем с постоянным магнитом и с электромагнитным возбуждением. Переключатель стеклоочистителя имеет три положения. При положении выключателя в позиции 1 электропитание подается непосредственно на основные щетки электродвигателя и он работает с низкой частотой вращения.

При положении выключателя в позиции 2 подводится питание к третьей щетке электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов или через резистор  $R_a$  к параллельной обмотке возбуждения двигателя со смешанным электромагнитным возбуждением. При этом двигатель переходит на высокую частоту вращения с повышенной интенсивностью очистки.

Для остановки привода выключатель переводится в положение 0. Однако двигатель при этом сразу не останавливается и продолжает работать, получая питание через размыкающий контакт концевой выключателя. После установки щеток в крайнее положение концевой выключатель срабатывает и замыкает контакт, после этого электропитание двигателя прекращается и он ускоренно останавливается в режиме динамического торможения, так как его щетки оказываются соединены между собой накоротко

4. Выполнить замеры сопротивления деталей стеклоочистителя..

5. Сопоставить расчетные данные определенные инструкцией с практическим результатом.

6. Проанализировать выполненную работу и подготовить отчет.

#### Содержание отчета

1. Основные понятия и определения устройства электродвигателя стеклоочистителя.

2. Начертить электрическую схему подключения электродвигателя стеклоочистителя.

#### Описание работы

1. По учебнику «Туревский И.С. Электрооборудование автомобиля» изучить устройство и работу электродвигателя стеклоочистителя. (стр.316-320)

2. Выполнение расчеты данных по измерению параметров стеклоочистителя. На стенде собрать электрическую схему включая в них стеклоочиститель и снять показания приборов.
3. Сопоставляем расчетные данные с практическими показаниями.
4. Анализируем результат и делаем вывод в письменной форме.

## Практическое занятие № 11

### ТЕМА: Принцип действия автомобильного стартера

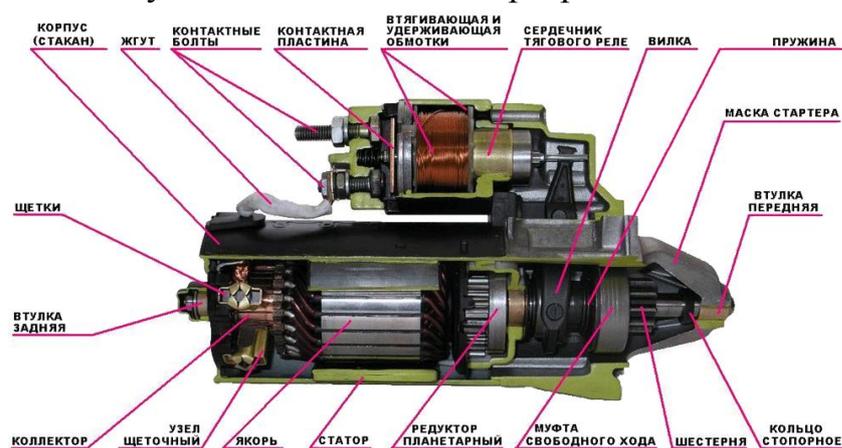
**Цель работы:** Изучить принцип работы электрического стартера автомобиля.

#### Оборудование и инструменты:

1. Автомобильный стартер.
2. Тестер для измерения показаний электрической схемы стартера.
3. Альбом рисунков устройства и работы стартера.

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучить особенности стартера автомобильного двигателя.



Стартер обеспечивает пусковую частоту вращения коленчатого вала двигателя, которая для карбюраторных двигателей составляет 40—80, а для дизелей — 250 оборотов в минуту.

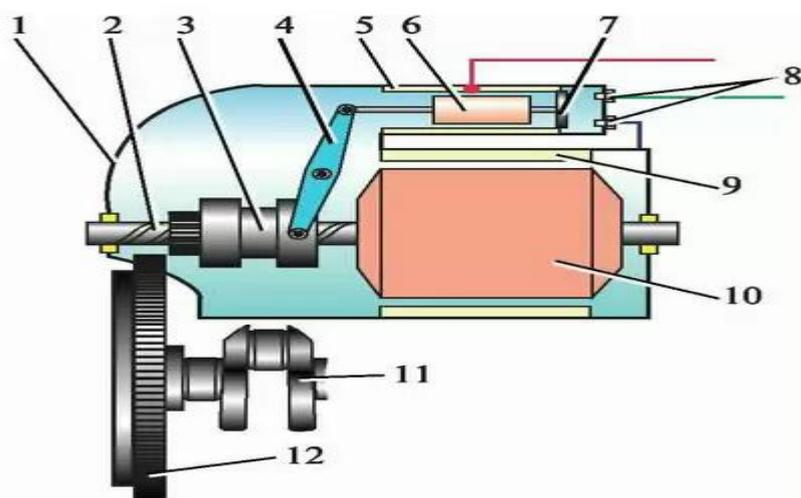
Стартер состоит из электродвигателя постоянного тока, механизмов привода и управления. Конструкция электродвигателей почти у всех стартеров одинакова — это четырехполюсный электродвигатель последовательного возбуждения. Недостатком этих двигателей является высокая частота вращения якоря в режиме холостого хода. При этом возрастают центробежные силы, действующие на якорь, и иногда может произойти и его разрушение «разнос». Для уменьшения частоты вращения в режиме холостого хода применяются электродвигатели смешанного возбуждения, имеющие еще и параллельную обмотку возбуждения.

Привод коленчатого вала от стартера осуществляется посредством шестерни, входящей в зацепление с венцом маховика только во время пуска двигателя. Управление приводом стартеров на современных автомобилях

осуществляется электромагнитным реле, подвижный сердечник которого через рычаг передает на шестерню осевое усилие. Включение электромагнитного реле производится либо непосредственно выключателем зажигания или выключателем приборов и стартера, либо теми же выключателями через дополнительное (вынесенное) реле стартера.

## 2. Принцип работы стартера

Включение стартера производится поворотом ключа в выключателе зажигания по часовой стрелке в положение, при котором замыкаются его контакты «50» и «30».



### Схема работы стартера:

1-корпус стартера; 2-шлицы на валу стартера; 3-муфта свободного хода; 4-двуплечий рычаг привода; 5-корпус реле; 6-обмотки реле; 7-подвижный контакт реле; 8-неподвижные контакты реле; 9-полюсные обмотки статора; 10-якорь стартера; 11-коленчатый вал; 12-маховик.

При этом по обмотке вспомогательного реле включения начинает протекать ток. Сердечник реле намагничивается и притягивает якорь, замыкая контакты, через которые ток идет к обмоткам втягивающего реле. При прохождении тока по обмоткам сердечник намагничивается и втягивает якорь. Соединенный с якорем двуплечий рычаг поворачивается на оси и вильчатым концом перемещает муфту свободного хода по шлицам вала якоря генератора, вводя размещенную на муфте шестерню в зацепление с зубчатым венцом маховика. В конце хода якорь с помощью контактного диска замыкает через контакты цепь рабочего тока обмоток стартера. При этом втягивающая обмотка реле закорачивается и сердечник будет удерживаться в рабочем положении только обмоткой, а якорь стартера начнет вращаться, обеспечивая пуск двигателя.

При выключении стартера поворотом ключа в выключателе зажигания против часовой стрелки размыкаются контакты «50» и «30», после чего под действием пружины неподвижные и подвижные контакты размыкаются, и ток перестает поступать на обмотки втягивающего реле. Под действием возвратной пружины якорь втягивающего реле вернется в исходное положение и двуплечим рычагом выведет муфту из зацепления с зубчатым венцом маховика.

На автомобилях устанавливают унифицированные стартеры. На легковых автомобилях стартеры марки - 35.3708, СТ221. 421.3708. На грузовых автомобилях – СТ 142, СТ 230 и др.

В корпусе стартера укреплены винтами четыре стальных полюса, на которые надеты катушки обмотки возбуждения. Три катушки серийные, соединены последовательно с обмоткой якоря, а четвертая (шунтовая) включена параллельно обмотке якоря. В остальных стартерах автомобилей применяют по две серийные и по две шунтовые катушки. Эти стартеры как правило имеют четырехполюсный четырехщеточный электродвигатель постоянного тока со смешанным соединением обмоток возбуждения.

Поскольку через серийные обмотки при пуске двигателя проходит ток большой силы (до 5000 А), они, как и обмотки якоря, выполнены из медной ленты с большой площадью поперечного сечения. Одна катушка (шунтовая) включается параллельно обмотке якоря. Ее тонкая обмотка, рассчитана на ток сравнительно небольшой силы. Применение смешанного соединения обмоток возбуждения стартера позволяет получить большой крутящий момент на валу якоря в начале вращения коленчатого вала и более низкую частоту вращения самого якоря при холостом ходе. Это улучшает условия работы муфты свободного хода привода, уменьшает износ втулок вала якоря и предотвращает его «разнос».

### 3. Особенности работы обгонной муфты.

После пуска двигателя, когда электрическая цепь управления отключается, все подвижные части реле и механизмы привода стартера займут исходное положение под действием пружин втягивающего реле и буферной пружины.

Если двигатель начнет работать, а стартер не будет выключен, зубчатый венец маховика заставит шестерню стартера и внутреннее кольцо муфты вращаться с более высокой частотой, чем вращается наружная муфта со ступицей. При этом ролики с помощью пружин сдвинутся по наклонной поверхности пазов в широкую часть и позволят наружному кольцу вращаться свободно, не передавая усилия на вал якоря, что предупреждает поломку стартера.

Если при перемещении привода зуб шестерни стартера совпадает с зубцом венца маховика, буферная пружина привода сожмется больше, позволяя рычагу перемещаться дальше и замкнуть электрическую цепь стартера. Когда якорь повернется, шестерня под действием буферной пружины сразу же войдет в зацепление с венцом маховика. Учитывая, что при пуске (особенно холодного двигателя) стартер потребляет ток большой силы, продолжительность его включения не должна превышать 5—10 с, а промежуток между включениями должен быть не менее 20—30 с.

4. Выполнить замеры сопротивления деталей электродвигателя и тягового реле стартера.

5. Сопоставить расчетные данные определенные инструкцией с практическим результатом.

6. Проанализировать выполненную работу и подготовить отчет.

Содержание отчета

1. Основные понятия и определения устройства стартера.
2. Начертить электрическую схему подключения стартера при работе.

Описание работы

1. По учебнику «Туревский И.С. Электрооборудование автомобиля» изучить устройство и работу стартера. (стр.186-196)
  2. Выполнение расчеты данных по измерению параметров стартера.
- На стенде собрать электрическую схему включая в них стартера и снять показания приборов.
3. Сопоставляем расчетные данные с практическими показаниями.
  4. Анализируем результат и делаем вывод в письменной форме.

## **Практическое занятие № 12**

### **ТЕМА: Устройство асинхронного электродвигателя**

**Цель работы:** Изучить устройство и работу асинхронного электродвигателя.

**Оборудование и инструменты:**

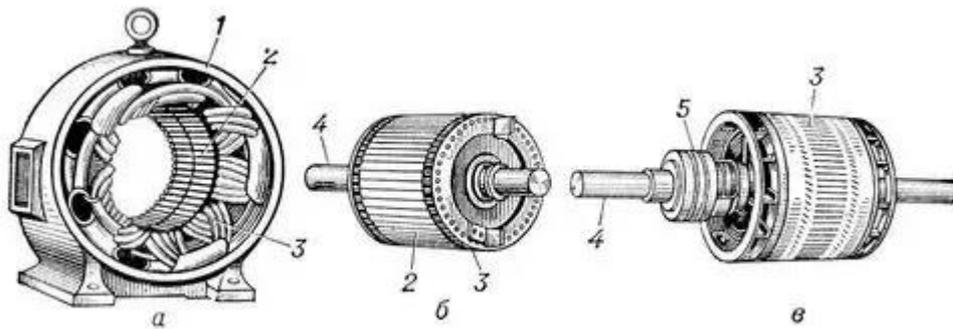
1. Асинхронный электродвигатель.
2. Тестер для замеров сопротивления обмоток асинхронного электродвигателя.
3. Альбом плакатов по устройству асинхронного электродвигателя

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить устройство асинхронного электродвигателя.

Асинхронный электродвигатель – электрическая асинхронная машина для преобразования электрической энергии в механическую. Принцип работы асинхронного электродвигателя основан на взаимодействии вращающегося магнитного поля, возникающего при прохождении трёхфазного переменного тока по обмоткам статора, с током, индуцированным полем статора в обмотках ротора, в результате чего возникают механические усилия, заставляющие ротор вращаться в сторону вращения магнитного поля. При этом ротор асинхронного электродвигателя может вращаться в разные стороны, в зависимости от включения направления.

Асинхронный двигатель состоит из неподвижной части – статора (от лат. слова stator – стоящий) и вращающейся части – ротора (от лат. слова rotor – вращающийся)



Асинхронный электродвигатель в разобранном виде:

а — статор; б — короткозамкнутый ротор; в — фазный ротор; 1 — станина; 2 — сердечник из штампованных стальных листов; 3 — обмотка; 4 — вал; 5 — контактные кольца.

Частями статора являются магнитопровод и корпус. Сердечник собран из изолированных листов электротехнической стали. С внутренней стороны полый цилиндр сердечника статора снабжен пазами, в которые закладывается статорная обмотка (рис.1.а). Число катушек, образующих обмотку, должно быть кратно трем (3, 6, 9, 12 и т.д.).

Ротор представляет собой укрепленный на валу цилиндр, собранный также, как и сердечник статора, из листов электротехнической стали (рис.1.б). В большинстве случаев ротор снабжается короткозамкнутой обмоткой, состоящей из медных или алюминиевых стержней, уложенных без изоляции в пазы на внешней поверхности магнитопровода ротора. Торцевые концы стержней замыкаются накоротко кольцами из того же материала.

Реже ротор снабжается фазной (катушечной) обмоткой (обычно для двигателей большой мощности), выполняемой изолированным проводом. В этом случае на валу ротора укрепляются три металлических контактных кольца, изолированных от вала (рис. 1.в). Обмотка ротора выполняется трехфазной, изолированным проводом, с тем же числом катушек, что и обмотка статора. Фазные обмотки ротора на самом роторе соединяются в звезду, а их свободные концы подводятся к контактным кольцам. На кольца наложены щетки, установленные в неподвижных щеткодержателях. Через кольца и щетки фазная обмотка замыкается на пусковой реостат.

Корпус статора, который является одновременно корпусом всего электродвигателя, состоит из запрессованного в него сердечника, в его пазы укладываются, изолированные друг от друга электротехническим лаком, проводники обмотки.

Обмотка статора подразделяется на секции, соединяемые в катушки, составляющих фазы двигателя к которым подключены фазы электросети.

Конструкция ротора АД включает вал и сердечник, набранный из пластин электротехнической стали, с симметрично расположенными пазами для укладки проводников обмотки. Вал предназначен для передачи крутящего момента от вала двигателя к приводному механизму.

По конструктивным особенностям ротора, электродвигатели подразделяются на двигатель с короткозамкнутым или фазным ротором.

Короткозамкнутый ротор состоит из алюминиевых стержней, которые расположены в сердечнике и замкнуты на торцах кольцами так называемое беличье колесо. В двигателях высокой мощности, до 400 кВт, пазы между пластинами ротора и шихтованным сердечником залиты алюминием под высоким давлением, благодаря чему создается повышенная прочность.

Фазный ротор АД включает некоторое число катушек от 3, 6, 9 и т. д., в зависимости от количества пар полюсов. Катушки сдвинуты на угол  $120^\circ$ ,  $60^\circ$  и т. д. по отношению друг к другу. Количество пар полюсов ротора должны соответствовать количеству пар полюсов статора. Обмотки фазного ротора соединены в «звезду», концы, которой выводят к контактным токосъемным кольцам, соединенным с помощью щеточного механизма пусковым реостатом.

## 2. Принцип действия асинхронного электродвигателя



Сердечники статора и ротора образуют магнитную цепь асинхронной машины (рис.1). Обмотка статора подключается к трехфазной сети, и токи, обтекая обмотку статора, возбуждают магнитное поле машины. Оно замыкается через сталь ротора и таким путем сцепляется с обмоткой ротора. Магнитное поле, возбужденное трехфазной системой токов, вращается в плоскости осей катушек статора. Вращение поля создается поочередным изменением трех образующих его полей фазных обмоток статора, поэтому скорость вращения поля пропорциональна частоте переменного тока  $f$ . Если на статоре размещены три катушки, то вращающееся поле, возбуждаемое их токами, делает один оборот в секунду, при стандартной частоте 50 Гц число оборотов такого поля в минуту будет  $n_1 = f * 60 = 3000$  об/мин. (Чем больше катушек на статоре, тем больше полюсов имеет вращающееся поле и тем медленнее оно вращается:  $n_1 = 9000/K$ , где  $K$  число катушек статора.)

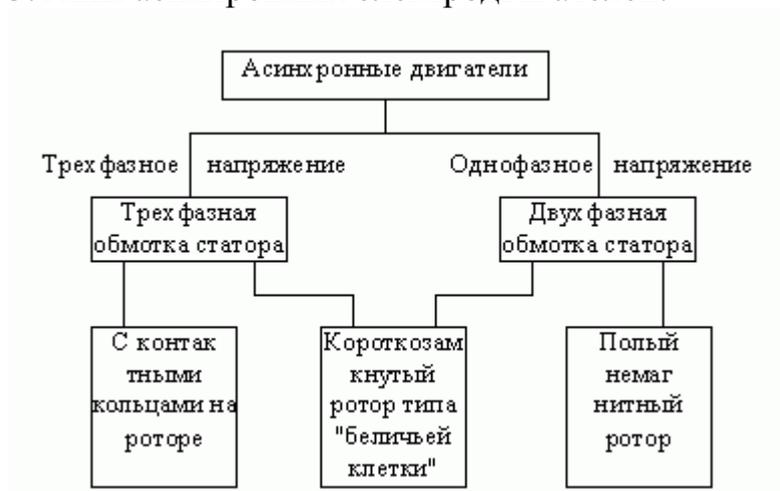
Вращающееся магнитное поле, пересекая обмотку ротора, индуцирует в ее проводниках э.д.с., а так как обмотка ротора замкнута, то индуцируемые в ней э.д.с. создают в этой обмотке пропорциональные им токи ротора.

Последние, взаимодействуя с вращающимся магнитным полем машины, заставляют ротор вращаться вслед за полем. Ротор будет вращаться медленнее поля – асинхронно со скоростью, которой соответствует скольжение

$$s = (n_1 - n) / n_1$$

У современных двигателей средней и большой мощности скольжение мало (0,02-0,03).

### 3. Типы асинхронных электродвигателей:



#### Основные типы асинхронных двигателей

Кроме подразделения по признаку, разделяющему двигатели в зависимости от устройства ротора на короткозамкнутый или фазный, электродвигатели делятся по конструктивным признакам, базового и модифицированного изготовления.

В базовое исполнение входят электродвигатели монтажного IM1001 (1081) или климатического УЗ, для работы в режиме S1 исполнения, с требуемыми стандартами по ГОСТ.

В модифицированном исполнении присутствуют некоторые конструктивные отличия, соответствующие особенностям монтажа, усиленной степени защиты, характерному климатическому исполнению, предназначенные для использования в определенном регионе.

Асинхронные двигатели высокой мощности со степенью защиты, характерной для закрытого электродвигателя от попадания влаги и брызг, IP23 — 4 А, 5 А.

Взрывозащищенные двигатели, используемые для предприятий первой категории по электробезопасности.

АД специального назначения используются в узкоспециализированном профиле, например, для лифтов, подъемных механизмов, транспорта.

### 4. Выполнить замеры сопротивления деталей асинхронного электродвигателя.

5. Сопоставить расчетные данные определенные инструкцией с практическим результатом.
6. Проанализировать выполненную работу и подготовить отчет.

#### Содержание отчета

1. Основные понятия и определения устройства асинхронного электродвигателя.
2. Начертить электрическую схему подключения асинхронного электродвигателя.

#### Описание работы

1. По учебнику «Туревский И.С. Электрооборудование автомобиля» изучить устройство и работу асинхронного электродвигателя. (стр.316-320)
2. Выполнение расчеты данных по измерению параметров асинхронного электродвигателя. На стенде собрать электрическую схему включая в них асинхронного электродвигателя и снять показания приборов.
3. Сопоставляем расчетные данные с практическими показаниями.
4. Анализируем результат и делаем вывод в письменной форме.

### **Практическое занятие № 13**

#### **ТЕМА: Принцип действия автомобильного генератора переменного тока**

**Цель работы:** Изучить работу автомобильного генератора переменного тока автомобиля.

#### **Оборудование и инструменты:**

1. Автомобильный генератор переменного тока.
2. Тестер для замера сопротивления проводов автомобильного генератора переменного тока.
3. Альбом с плакатами устройства автомобильного генератора переменного тока

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Повторить устройство автомобильного генератора переменного тока.



## 2. Изучить принцип работы автомобильного генератора переменного тока.

При включении замка зажигания на обмотку возбуждения ротора подается напряжение аккумуляторной батареи, которое вызывает ток возбуждения. Ток возбуждения, проходя по обмотке возбуждения, создает магнитный поток, рабочая часть которого распределяется по клювообразным полюсам одной полярности. Магнитный поток, распространяясь от полюсов, пересекает воздушный зазор, проходит по зубцам и стенке статора, еще раз пересекает воздушный зазор, входит в клювообразные полюса другой полярности и замыкается через втулку и вал.

При вращении вала ротора под каждым зубцом статора проходит попеременно то положительный, то отрицательный полюс, т. е. магнитный поток, пересекающий обмотку статора, изменяется по величине и направлению.

При этом в обмотках фазы будет индуцироваться переменная по величине и направлению ЭДС, рассчитываемая по формуле

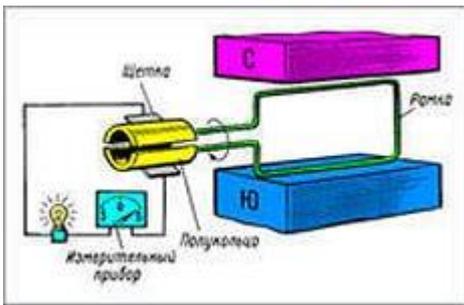
$$\mathcal{E} = 4,44 / \omega \cdot k_{об} \cdot \Phi$$

где:  $\omega$  — частота тока,  $\omega = pn/60$  ( $p$  — число пар полюсов;  $n$  — частота вращения ротора);  $\omega$  — число витков обмотки одной фазы;  $k$  — обмоточный коэффициент;  $\Phi$  — магнитный поток.

Значение обмоточного коэффициента зависит от числа пазов статора, приходящихся на полюс и фазу:

$$k = z / p \cdot m$$

где  $z$  — число пазов;  $m$  — число фаз;  $p$  — число пар полюсов



Подвижное магнитное поле создается вращающимся двенадцатиполюсным электромагнитом — ротором, который представляет собой стержень, на который надеты две звездочки, имеющие каждая по шесть клювообразных полюсов. В полости между звездочками ротора на стальном кольце размещена обмотка возбуждения, напряжение к которой подводится через медно-графитовые щетки и два изолированных контактных кольца напрессованных на вал ротора. Концы обмотки возбуждения выведены через отверстия и подсоединены к контактным кольцам. На контактные кольца опираются медно-графитовые щетки, размещенные в щеткодержателях, расположенных в задней крышке генератора со стороны, противоположной приводу. Одна из щеток подключена к корпусу генератора, а вторая — к изолированной клемме, к которой через регулятор напряжения подводится ток возбуждения от аккумуляторной батареи. Регулятор напряжения встроен в щеткодержатель, которые создают единый съемный блок.

Магнитное поле намагничивает клювообразные полюсы ротора, которые имеют разную полярность. Ротор, вращаясь внутри цилиндрического статора, индуцирует ЭДС в фазных обмотках навитых на набранном сердечнике статора.

Статор генератора состоит из сердечника, представляющего собой изолирующие листы магнитомягкой электротехнической стали и обмотки. Внутренняя поверхность сердечника статора имеет равномерно расположенные по окружности зубцы. Число пазов кратно трем. В пазах между зубцами укладываются витки катушек обмотки статора. Для изоляции катушек от сердечника используется электротехнический картон. Статор в сборе пропитывается изоляционным лаком. Каждая из трех фаз обмотки статора содержит одинаковое число последовательно соединенных катушек. Этим объясняется кратность (три) числа пазов и катушек.

Обмотка возбуждения генератора получает питание или от генератора или аккумуляторной батареи. Небольшой силы постоянный ток, поступающий в обмотку возбуждения через щетки и контактные кольца, вызывает магнитный поток, который в осевом направлении проходит через втулку, затем в радиальном направлении по левой половине сердечника ротора и его полюсному наконечнику (клюву) и через воздушный зазор в сердечник статора. Далее через воздушный зазор и полюсный наконечник правой половины сердечника ротора магнитный поток замыкается через втулку. Так как полюсные наконечники левой и правой половин сердечника ротора смещены, происходит и смещение магнитного потока. Поэтому, входя в один зубец статора, магнитный поток выходит через другой зубец, пересекая катушки

статора. При вращении ротора происходит постоянное чередование северного и южного полюсов ротора, что приводит к изменению пересекающего катушки статора магнитного потока по величине и направлению. В результате в фазных обмотках наводится переменная ЭДС. Каждая фаза трехфазной обмотки статора состоит из шести последовательно соединенных катушек. Фазные обмотки соединены между собой по схеме «звезда» или «двойная звезда».

Свободные концы каждой из трех фаз подключены к встроенному в корпус генератора выпрямителю, который состоит из трех моноблоков, соединенных в схему двухполупериодного трехфазного выпрямителя. Моноблок состоит из оребренного корпуса, контактной шайбы, полупроводниковой кремниевой шайбы, герметизирующей заливки и выводов. В каждом моноблоке, являющемся одновременно радиатором и токопроводящим зажимом средней точки, установлено по две полупроводниковые кремниевые шайбы. Три моноблока выпрямителя размещены в задней крышке генератора, со стороны, противоположной приводу, и соединены между собой параллельно. Обмотка каждой из фаз генератора соединена с соответствующим моноблоком выпрямителя так, чтобы переменный ток подводился между двумя полупроводниковыми шайбами. Выводы всех моноблоков с одной стороны соединены с корпусом генератора («масса»), а с другой — с изолированной положительной клеммой генератора.

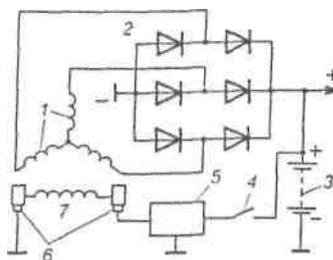


Схема подключения фазовых обмоток генератора:

1-обмотки генератора; 2-диодный мост; 3-аккумуляторная батарея; 4- замок зажигания; 5-регулятор напряжения; 6-щетki; 7-обмотка возбуждения ротора.

Вал ротора вращается на шариковых подшипниках, размещенных в двух алюминиевых крышках генератора, между которыми зажимается статор. Отверстия в крышках под подшипники вала ротора и под болты шарнирного крепления генератора на двигатель армированы стальными втулками. На переднем конце вала ротора на шпонке установлен приводной шкив, закрепленный гайкой. Между передней крышкой генератора и приводным шкивом на валу ротора размещается охлаждающий вентилятор. В торцовых крышках генератора выполнены окна для прохода воздуха, который в первую очередь проходит через моноблоки выпрямителя.

4. Выполнить замеры сопротивления деталей генератора переменного тока.

5. Сопоставить расчетные данные определенные инструкцией с практическим результатом.
6. Проанализировать выполненную работу и подготовить отчет.

#### Содержание отчета

1. Основные понятия и определения устройства генератора переменного тока.
2. Начертить электрическую схему подключения генератора переменного тока.
3. Начертить электрическую схему подключения фазовых обмоток генератора.

#### Описание работы

1. По учебнику «Туревский И.С. Электрооборудование автомобиля» изучить работу генератора переменного тока. (стр.55-59)
2. Выполнение расчеты данных по измерению параметров генератора переменного тока.  
На стенде собрать электрическую схему включая в них генератора переменного тока и снять показания приборов.
3. Сопоставляем расчетные данные с практическими показаниями.
4. Анализируем результат и делаем вывод в письменной форме.

### **Практическое занятие № 14**

#### **ТЕМА: Автомобильные фары дальнего и ближнего света**

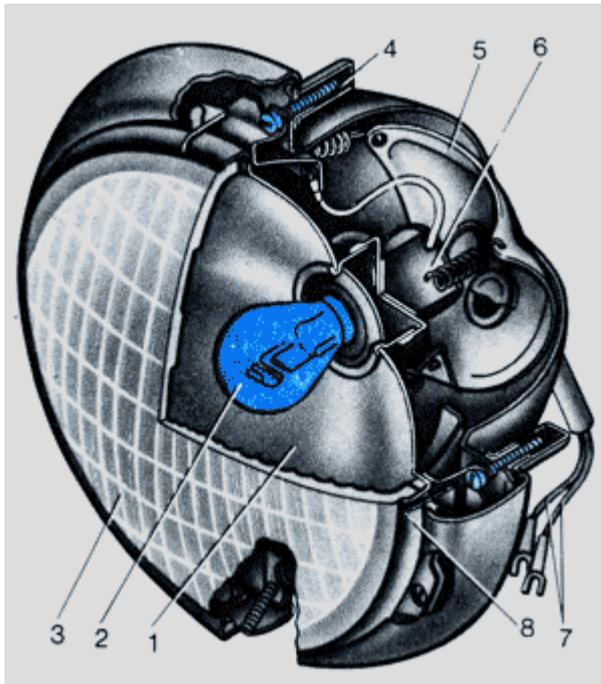
**Цель работы:** Изучить устройство и работу автомобильных фар дальнего и ближнего света автомобиля.

#### **Оборудование и инструменты:**

1. Автомобильная фара.
2. Блок-фара головного освещения.
3. Тестер для замера показаний световых приборов.
4. Альбом рисунков светотехнического оборудования.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить устройство автомобильной фары



Фара:

1 - отражатель, 2 - лампа, 3 - стекло, 4-регулирующий винт, 5 - корпус,  
6 - патрон, 7- провода, 8 – ободок

Система освещения допускает двухфарное и четырехфарное исполнение. Двухфарная система устанавливается на грузовых автомобилях, четырехфарная на легковых. Круглая автомобильная фара состоит из следующих деталей: внутренний ободок; лампа; опорное кольцо; корпус; соединительная колодка; провода; держатель проводов; отражатель; рассеиватель; винт крепления ободка

Четырехфарная система освещения состоит из четырех фар диаметром 130 мм, которые могут быть установлены попарно как горизонтально, так и вертикально. Наружные и верхние фары всегда являются двухрежимными. Внутренние и нижние фары обеспечивают только дальний свет.



Блок-фара автомобиля включает в себя прямоугольную или овальную фару с лампами основного и габаритного света, сблокированную с фонарем

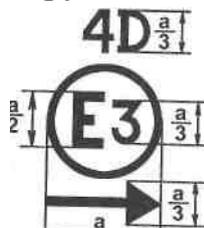
указателя поворота с рассеивателем оранжевого цвета. Спереди фары к пластмассовому корпусу приклеен рассеиватель из бесцветного стекла, с внутренней стороны которого выполнена сложная система призм и линз.

В задней части корпуса фары установлен стальной (пластмассовый) рефлектор. Для создания зеркальной отражающей поверхности он покрыт специальным термостойким лаком и тонким слоем алюминия. В рефлекторе перед лампой устанавливается экран, обеспечивающий более четкую границу пучка ближнего света.

Направление пучка света фары можно регулировать в горизонтальной и вертикальной плоскости винтами. Для регулировки пучка света фар в зависимости от нагрузки устанавливается ручной гидрокорректор, управляемый с места водителя поворотом рукоятки.

Гидрокорректор состоит из рабочего цилиндра, установленного на панели приборов, исполнительных цилиндров, укрепленных на фарах, и соединительных трубок. Цилиндры и трубки заполнены специальной низкотемпературной жидкостью. Гидрокорректор неразборный, в случае неисправности его меняют на новый.

## 2. Обозначение стетотехнического оборудования:



Знак международного утверждения наносится на рассеиватель или основной корпус светового прибора и представляет собой круг, в котором проставлена буква E и отличительный номер страны, выдавшей официальное утверждение. Порядковые номера стран присвоены в хронологическом порядке ратификации или соглашения (например, 2 — Франция; 4 — Нидерланды; 7 — Венгрия). Под кругом или справа от него указывают номер официального утверждения.

Под кругом над порядковым номером официального утверждения может стоять горизонтальная стрелка. Направленная вправо стрелка на фаре головного освещения указывает на то, что фара сконструирована для эксплуатации в странах с левосторонним движением на дорогах. Стрелка на рассеивателях светосигнальных фонарей указывает направление, в котором обеспечивается наибольший геометрический угол видимости в горизонтальной плоскости. Над кругом знака официального утверждения фар головного освещения наносят квадрат, в который вписывают буквы C, R, S, H. Единичные буквы C или R означают, что фара удовлетворяет международным нормам только в отношении ближнего или дальнего света.

Наличие в квадрате двух букв C и R указывает на то, что оптическая система фары рассчитана на работу в режимах как ближнего, так и дальнего света.

### 3. Автомобильные лампы:



**Рис. 1. Типы существующих ламп для фар головного освещения**

Автомобильная лампа состоит из колбы, одной или двух нитей накала, цоколя с фокусирующим фланцем или без него и выводов. Колба лампы представляет собой стеклянный сосуд шаровидной, каплевидной, грушевидной или цилиндрической формы, в котором размещаются нити накала. Нити накала в двух нитевых лампах имеют различное функциональное назначение.

Автомобильные лампы имеют штифтовые и фланцевые цоколи различной конструкции. Цоколь лампы служит для крепления лампы в патроне осветительного прибора и подведения тока от источника энергии к электродам, соединяющим контакты цоколя с нитями накала. При прохождении электрического тока нить накала лампы нагревается и при определенной температуре начинает излучать свет. Энергия светового излучения, воспринимаемого человеческим глазом, составляет только небольшую часть потребляемой лампой электрической энергии. Большая часть электрической энергии выделяется в виде теплоты.

Нить накала должна выдерживать высокие температуры и иметь малые размеры. Ее изготавливают из тонкой вольфрамовой проволоки, свитой в цилиндрическую спираль. Спираль крепится к электродам и обычно имеет форму прямой линии или дуги окружности. Тугоплавкий вольфрам имеет температуру плавления 3380 °С и позволяет нагревать спираль до 2300—2700 °С. С повышением температуры спирали увеличивается яркость и световая отдача лампы.

Лампа типа АКГ12-60+55 головного света фары галогенная. Ее колба заполнена парами галогена (йода или брома) и инертным газом (смесь аргона и азота или криптона и ксенона). Лампа отличается повышенной световой отдачей и высокой температурой нагрева нитей. Повышенное давление внутри колбы увеличивает срок ее службы. Загрязнение лампы приводит к потемнению стекла, уменьшению светоотдачи, она перегревается и быстро выходит из строя. В лампе находятся две нити: одна нить (60 Вт) для дальнего света располагается в фокусе рефлектора и дает узкий пучок света параллельно дороге на большое расстояние, другая нить (55 Вт) для ближнего света

выведена вперед из фокуса и закрыта снизу металлическим экраном, препятствующим распространению ближнего света вверх. Правильное положение лампы в фаре определяется конструкцией патрона, в который она устанавливается.

Галогенная лампа представляет собой малогабаритную цилиндрическую колбу из кварцевого стекла, внутри которой располагается тело накала. Выводы выполняются из молибдена, коэффициент расширения которого близок к коэффициенту расширения кварца.

Двухнитевая галогенная лампа категории Н4 устанавливается в фарах головного освещения. Специальный цоколь Р43t/38 исключает установку лампы в не предназначенный для нее оптический элемент. Нити дальнего и ближнего света лампы категории Н4 имеют форму цилиндров и расположены вдоль оптической оси.

Однонитевые галогенные лампы категорий Н1, Н2 и Н3 применяются в противотуманных фарах, фарах-прожекторах и фарах рабочего освещения.

4. Выполнить замеры сопротивления деталей светотехнического оборудования.
5. Сопоставить расчетные данные определенные инструкцией с практическим результатом.
6. Проанализировать выполненную работу и подготовить отчет.

Содержание отчета

1. Основные понятия и определения устройства светотехнического оборудования.
2. Начертить электрическую схему подключения светотехнического оборудования.

Описание работы

1. По учебнику «Туревский И.С. Электрооборудование автомобиля» изучить устройство и работу светотехнического оборудования. (стр.263-278)
2. Выполнение расчеты данных по измерению параметров светотехнического оборудования. На стенде собрать электрическую схему включая в них светотехническое оборудование и снять показания приборов.
3. Сопоставляем расчетные данные с практическими показаниями.
4. Анализируем результат и делаем вывод в письменной форме.

## **Практическое занятие № 15**

**ТЕМА: Автомобильные световые и звуковые приборы сигнализации**

**Цель работы:** Изучить устройство и работу электрического двигателя стеклоочистителя лобового стекла автомобиля.

**Оборудование и инструменты:**

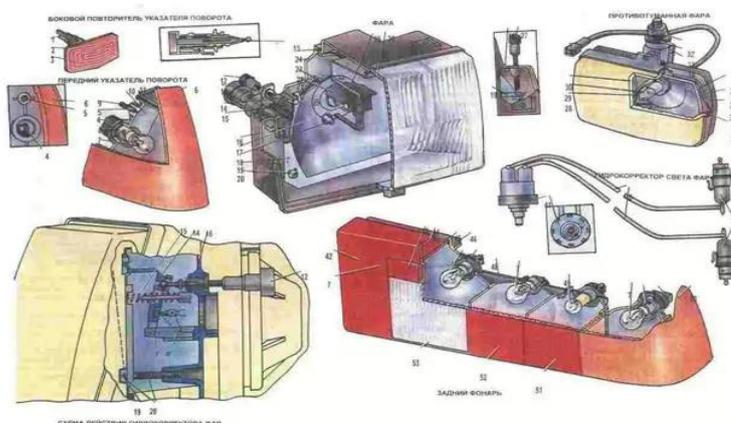
1. Автомобильный световой сигнализатор.
2. Блок световой задней сигнализации.

3. Звуковой сигнал.

4. Тестер для замера показаний приборов.

### Порядок выполнения работы:

1. Изучить устройство приборов световой сигнализации.



В минимальный комплект светосигнальных приборов для всех легковых и грузовых автомобилей входят:

- габаритные огни — два передних и два задних;
- сигналы торможения — два, расположены сзади;
- указатели поворота — мигающие, два передних, два задних и боковые;
- фонарь освещения номерного знака — два задних световозвращателя.

Общепринятые цвета для наземных транспортных средств:

- для передних огней — белый;
- для задних огней — красный.

Для всех боковых огней во всех странах используется оранжевый цвет.

Передние фонари включают передние габаритные огни и передние указатели поворотов. У автомобилей передние габаритные огни часто совмещают с фарой, для чего в отражателе устанавливают дополнительную лампу мощностью 4 Вт.

Фонарь указателя поворотов встраивается отдельной секцией в блок-фару. В традиционных конструкциях автомобилей передний фонарь выполняется в виде двухсекционного блока.

Передний фонарь состоит из корпуса, в котором располагаются одно- или двухнитевые лампы накаливания, алюминированного параболического отражателя и пластмассового рассеивателя, установленного на корпусе, с резиновой прокладкой. Мигающий режим работы указателей поворота обеспечивается включением переключателя, который приводит в действие реле-прерыватель. Передние фонари имеют линзовую (безотражательную) конструкцию габаритных огней и смешанные указатели поворота. Форма и размеры передних фонарей определяются в основном дизайном автомобиля.

Задние фонари включают в себя габаритные огни, указатели поворотов, сигналы торможения, световозвращатели, а также фонари освещения

номерного знака и сигнала заднего хода, которые, как правило, объединяются в одном корпусе в виде отдельных секций. На автомобиле ГАЗ-3102 сзади с каждой стороны установлены по два сгруппированных фонаря ФП118-Л, ФП119-Л (левые) и ФП118-П, ФП119-П (правые). Левые и правые фонари не взаимозаменяемы.

В одном корпусе фонарей ФП118-Л и ФП118-П объединены габаритный фонарь и указатель поворота с рассеивателями соответственно красного и оранжевого цвета. Фонари ФП119-Л и ФП119-П включают сигнал торможения и противотуманный фонарь с рассеивателями красного цвета, фонарь заднего хода с бесцветным рассеивателем и световозвращатель, находящийся в рассеивателе сигнала торможения. В задней части автомобиля все сигнальные фонари размещают в одну или две линии. Боковые повторители указателей поворота могут быть установлены на всех автомобилях. Их сила света в переднем направлении 175—700 кд, а в заднем 0,3—200 кд.

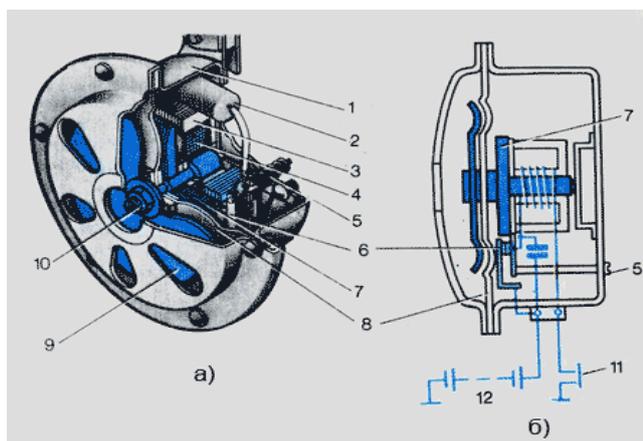
Световозвращатели размещаются по бокам задней части автомобиля и отражают свет фар приближающегося сзади другого транспортного средства. Используются также передние световозвращатели, а при большой длине автобусов или грузовых автомобилей рекомендуется применять световозвращатели и на боковых сторонах кузова. Задние световозвращатели выполняются красного цвета, боковые — оранжевого, передние — бесцветные.

Наиболее эффективным является кубический световозвращатель, состоящий из трехгранных ячеек с углом между гранями  $90^\circ$ . Основным отражающим элементом такого световозвращателя является прямоугольная трехгранная призма, которая обеспечивает высокий отражающий эффект, не имеет нерабочие участки при падении лучей света параллельно оси призмы и (обладает свойством заполнения плоской поверхности входными элементами призм без каких-либо потерь площади).

## 2. Звуковые сигналы.

Звуковые сигнализаторы по звучанию подразделяют на шумовые и тональные, по устройству — на рупорные и безрупорные, по роду тока — на постоянного и переменного тока. Сигнализаторы также делятся на электрические вибрационные и электропневматические. Их уровень звукового давления должен быть 85—125 дБ.

По устройству и принципу действия шумовые и тональные сигналы незначительно отличаются друг от друга. Шумовые безрупорные звуковые сигналы имеют упрощенную конструкцию и настроены на один музыкальный тон. Наиболее широко распространены электрические вибрационные звуковые сигналы малой мощности (40—60 Вт), обладающие хорошим звучанием.



Инерционный звуковой сигнал:

а - устройство, б - схема работы; 1 - корпус, 2 - конденсатор, 3 - сердечник электромагнита, 4 - обмотка электромагнита, 5-регулирующий винт, 6 - прерыватель, 7 - якорь, 8 - мембрана, 9 -резонатор, 10 - центральный винт, 11-кнопка сигнала.

**Безрупорный шумовой сигнализатор постоянного тока С304.** Один вывод сигнализатора соединен с аккумуляторной батареей, а второй с выключателем, замыкающим цепь электроснабжения обмотки электромагнита с сердечником на «массу». При включении электромагнит притягивает якорь, вместе с которым перемещается мембрана с резонатором. В конце хода якорь нажимает на пружинную пластину, размыкая контакты прерывателя. Цепь электроснабжения электромагнита обесточивается, и под действием мембраны движется в обратном направлении, вновь замыкая контакты прерывателя. Далее движение якоря с мембраной повторяется. Вибрация мембраны передается резонатору. От частоты колебаний мембраны и резонатора зависит тон сигнала и диапазон частоты звуковых колебаний. Качество звучания сигнала регулируется винтом, расположенным на корпусе с внешней стороны. Регулирующий винт изменяет положение контактов прерывателя относительно якоря. Мембрана зажата винтами между корпусом и крышкой. Центральной частью мембрана жестко связана с якорем. Подбором прокладок между корпусом и мембраной регулируется зазор между якорем и сердечником. От зазора между якорем и сердечником зависит мощность и тон сигнала, а также сила потребляемого тока.



### **Рупорный звуковой сигнал**

Рупорный тоновой сигнализатор состоит из электромагнитной системы, создающей колебания мембраны, резонатора и корпуса. В состав электромагнитной системы входят следующие элементы: обмотка электромагнита, сердечник, якорь мембраны.

Резонатором в тональном сигнале является воздух, находящейся в рупоре, конфигурация которого обеспечивает настройку частот колебаний мембраны и воздуха, тем самым достигается громкость звука определенного тона.

На автомобилях марки «ГАЗ» применяется комплект из двух сигнализаторов (С302-Г и С303-Г), устанавливаемых между радиатором и его облицовкой на кронштейнах с рессорной подвеской. Сигнализаторы электромагнитные, вибрационные, рупорные отличаются друг от друга только тональностью. Наиболее хорошо перекрывают шум дорожного движения и слышны в кабине обгоняемого автомобиля сигнализаторы, частотный диапазон которых 1800—3550 Гц.

Так как тональные сигнализаторы потребляют значительной силы ток, недопустимый для кнопочных выключателей, их подключение к источнику тока осуществляется с помощью электромагнитного реле.

4. Выполнить замеры сопротивления приборов световой и звуковой сигнализации.
5. Сопоставить расчетные данные определенные инструкцией с практическим результатом.
6. Проанализировать выполненную работу и подготовить отчет.

#### **Содержание отчета**

1. Основные понятия и определения устройства приборов световой и звуковой сигнализации.
2. Начертить электрическую схему подключения приборов световой и звуковой сигнализации..

## Описание работы

1. По учебнику «Туревский И.С. Электрооборудование автомобиля» изучить устройство и работу приборов световой и звуковой сигнализации. (стр.284-290, 305-309)
2. Выполнение расчеты данных по измерению параметров приборов световой и звуковой сигнализации. На стенде собрать электрическую схему включая в них приборов световой и звуковой сигнализации и снять показания приборов.
3. Сопоставляем расчетные данные с практическими показаниями.
4. Анализируем результат и делаем вывод в письменной форме.

## Практическое занятие № 16

### ТЕМА: Электронный коммутатор системы зажигания автомобиля

**Цель работы:** Изучить устройство и работу электронного коммутатора системы зажигания.

#### **Оборудование и инструменты:**

1. Электронный коммутатор системы зажигания.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить устройство электронного коммутатора системы зажигания.

Назначение коммутаторов. Электронным коммутатором, бесконтактной системы зажигания называется устройство, выполняющее следующие функции:

- формирование выходного токового импульса необходимой амплитуды и длительности, подаваемого к первичной обмотке катушки (или катушек) зажигания для обеспечения заданного уровня высокого напряжения и энергии искры;
- обеспечение момента ценообразования в соответствии с заданным фронтом управляющего импульса, поступающего на вход коммутатора;
- стабилизация параметров выходного токового импульса при колебаниях напряжения бортовой сети автомобиля и воздействии внешних факторов.

На входные клеммы коммутатора поступают импульсы управления, формируемые бесконтактным датчиком углового положения коленчатого вала двигателя или электронным регулятором опережения зажигания — коллектором.

Выходом (нагрузкой) коммутатора является первичная обмотка катушки зажигания или обмотки катушек зажигания. В последнем случае электронный коммутатор выполняет функцию распределителя высоковольтных импульсов по цилиндрам двигателя.

**Коммутаторы.** Выпускаемые коммутаторы контактно-транзисторных и бесконтактных систем зажигания делятся на три группы:

- коммутаторы на дискретных полупроводниковых компонентах с использованием корпусных интегральных микросхем, устанавливаемых на печатных платах;
- коммутаторы, выполненные по толстопленочной технологии с применением стандартных бескорпусных и дискретных компонентов;
- коммутаторы, изготовленные по гибридной технологии с использованием специальной твердотельной микросхемы, на которой реализуются основные функциональные узлы коммутатора.

Коммутаторы контактно-транзисторных систем и коммутаторы с постоянной скважностью импульсов выходного тока для бесконтактных систем зажигания функционально просты и содержат небольшое число полупроводниковых компонентов (как правило, не более четырех транзисторов). Они относятся к первой группе. Их основой служит литой алюминиевый корпус, имеющий ребристую наружную поверхность для увеличения теплоотдачи. Внутри корпуса расположены все элементы коммутатора за исключением выходного транзистора, который монтируется на корпусе в специальном кармане. Для многих типов транзисторов (например, *n-p-n*) необходима изоляция от корпуса коммутатора, поэтому они монтируются через специальную прокладку. Для снижения теплового сопротивления перехода между корпусом коммутатора и изоляционной прокладкой наносят слой теплопроводной пасты. Для подключения коммутатора к бортовой сети автомобиля и к элементам системы зажигания используется клеммная колодка.



**Коммутатор ТК 102 А**

Коммутатор ТК 102, относящийся к первой группе, который предназначен для работы в контактно-транзисторной системе зажигания автомобилей с восьмицилиндровыми двигателями, но может быть применен для работы с любым классическим распределителем зажигания. В качестве нагрузки используется катушка Б114. Коммутатор ТК 102 имеет один мощный германиевый транзистор *VTI* (ГТ701А), стабилитрон  $K\phi > 2$  (Д817В) и диод *VDI*

(Д7Ж), служащие для защиты от перенапряжения силового транзистора  $VT1$ , дроссель  $LI$  и резистор  $R1$ , предназначенные для ускорения процесса запирающего транзистора  $VT1$ , конденсатор  $C1$  первичного контура возбуждения катушки зажигания, конденсатор  $C2$ , служащий для защиты компонентов схемы коммутатора от скачков напряжения в бортовой сети автомобиля.



**Коммутатор 13.3734**

Примером коммутаторов для бесконтактных систем зажигания может служить коммутатор 13.3734, разработанный на базе первого серийного отечественного коммутатора ТК200 «Искра». Коммутатор предназначен для совместной работы с бесконтактным магнитоэлектрическим датчиком, катушкой зажигания Б116 и добавочным сопротивлением 14.379.

Коммутатор содержит выходной транзистор  $VT3$  (КТ848А), каскад предварительного усиления на транзисторе  $VT2$  (КТ630Б) и резисторе  $R7$ , формирователь сигнала датчика на транзисторе  $VT1$  (КТ630Б) и элементах  $R1-R8$ ,  $C1$ ,  $VD1$ ,  $VD2$ .

Между выходом и входом коммутатора имеется положительная обратная связь ( $R10$ ,  $C7$ ), обеспечивающая стабильную работу коммутатора на пусковых частотах вращения валика распределителя (20—30 мин<sup>-1</sup>). Цепь  $R3-C1$  служит для уменьшения электрического смещения момента зажигания в зависимости от частоты вращения вала датчика.

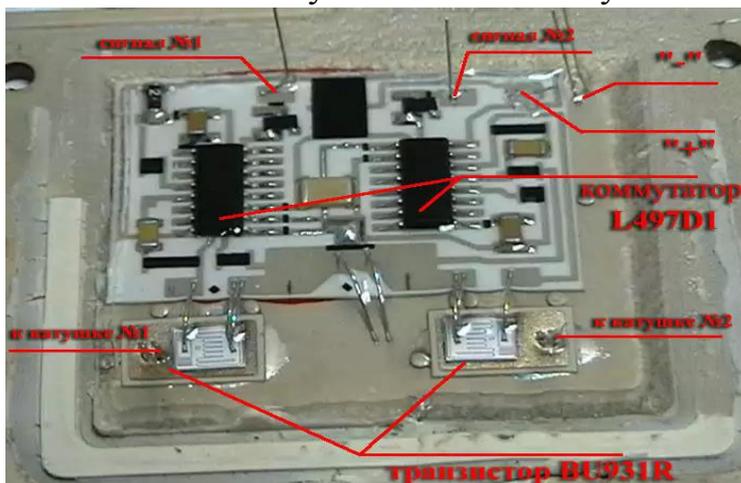


**Коммутатор 36.3734**

Первый отечественный коммутатор 36.3734 с нормируемой скважностью импульсов выходного тока, применяемый на автомобиле ВАЗ-2108-2110, выполнен также по дискретной технологии и предназначен для работы с бесконтактным датчиком, работающем на эффекте Холла. В качестве нагрузки используется катушка зажигания 27.3705.

В коммутаторе 36.3734 реализовано программное регулирование времени накопления энергии в первичной обмотке катушки зажигания, активное ограничение уровня первичного тока (8—9 А), ограничение амплитуды импульса первичного напряжения (350—380 В), безыскровое отключение первичного тока при остановленном двигателе. Последнее предназначено для плавного запираания коммутационного транзистора для предотвращения ценообразования при остановке двигателя, когда катушка зажигания остается под током.

В коммутаторе 36.3734 функциональные основные узлы выполнены на операционных усилителях *DA1.1—DA1.4*, которые являются компонентами микросхемы К1401УД1. На базе усилителей *DA1.2* и *DA1.3* реализованы интегратор и компаратор (нормирование скважности импульсов) выходного тока. На усилителе *DA1.1* собрана схема безыскрового отключения тока, на усилителе *DA1.4* — компаратор ограничения амплитуды выходного тока. В качестве выходного-транзистора применен транзистор Дарлингтона К.Т848А. Конструктивно коммутатор представляет собой печатную плату, на которой размещены радиокомпоненты схемы, за исключением выходного транзистора *VT4*, защитного диода *VD7*, стабилитрона *VD4* ограничителя напряжения питания, которые смонтированы на корпусе коммутатора. Для подключения коммутатора к бесконтактному датчику Холла, к катушке зажигания и источнику питания используется съемно-контактный разъем.



#### Коммутатор 42.3734

Коммутатор 42.3734 выполнен на двух печатных платах: плате управления А1, на которой размещена операционная часть коммутатора, и силовой плате А2 с элементами выходных каскадов и выходными транзисторами. Причем последние смонтированы на дополнительном теплоотводе. Платы установлены в корпусе одна над другой.

4. Выполнить замеры сопротивления деталей электронного коммутатора системы зажигания.
5. Сопоставить расчетные данные определенные инструкцией с практическим результатом.
6. Проанализировать выполненную работу и подготовить отчет.

#### Содержание отчета

1. Основные понятия и определения устройства электронного коммутатора системы зажигания.
2. Начертить электрическую схему подключения электронного коммутатора системы зажигания. Описание работы
  1. По учебнику «Туревский И.С. Электрооборудование автомобиля» изучить устройство и работу электронного коммутатора системы зажигания. (стр.149-153).
  2. Выполнение расчеты данных по измерению параметров электронного коммутатора системы зажигания.  
На стенде собрать электрическую схему включая в нее электронный коммутатор системы зажигания и снять показания приборов.
  3. Сопоставляем расчетные данные с практическими показаниями.
  4. Анализируем результат и делаем вывод в письменной форме.

### **Практическое занятие № 17**

#### **ТЕМА: Датчик импульсов тока системы зажигания**

**Цель работы:** Изучить устройство и работу датчика импульсов тока системы зажигания.

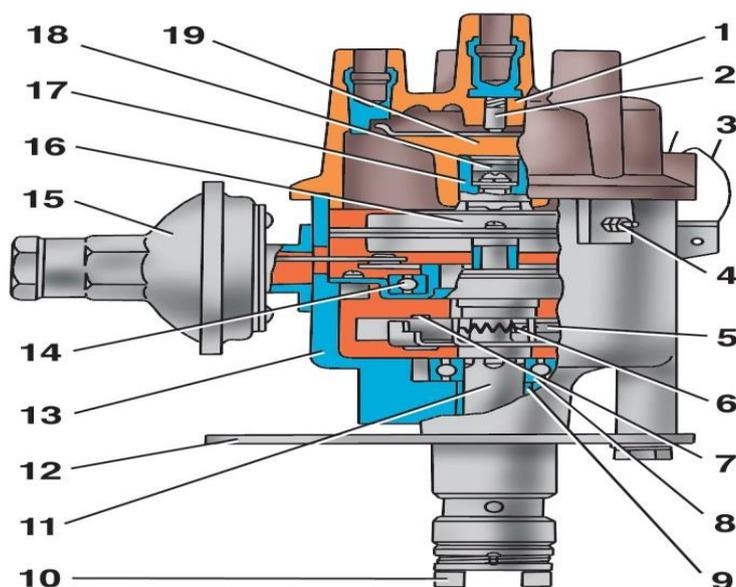
#### **Оборудование и инструменты:**

1. Датчик импульсов тока системы зажигания.
2. Тестер для измерения приборов.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить устройство датчика импульсов тока системы зажигания.

**Датчик-распределитель** предназначен для управления работой транзисторного коммутатора, распределения импульсов высокого напряжения по свечам зажигания в определенной последовательности, для автоматического регулирования момента ценообразования в зависимости от частоты вращения коленчатого вала и нагрузки двигателя, а также для установки начального момента зажигания.



**Датчик распределитель:**

**1 – крышка распределителя; 2 – уголек; 3 – пружина крышки; 4 – низковольтный разъем; 5 – грузик; 6 – пружина центробежного автомата; 7 – ось грузика; 8 – упорный подшипник; 9 – подшипник валика; 10 – муфта; 11 – валик; 12 – пластина октан-корректора; 13 – корпус; 14 – шарикоподшипник; 15 – вакуумный регулятор; 16 – статор; 17 – втулка ротора; 18 – фильц; 19 – бегунок**

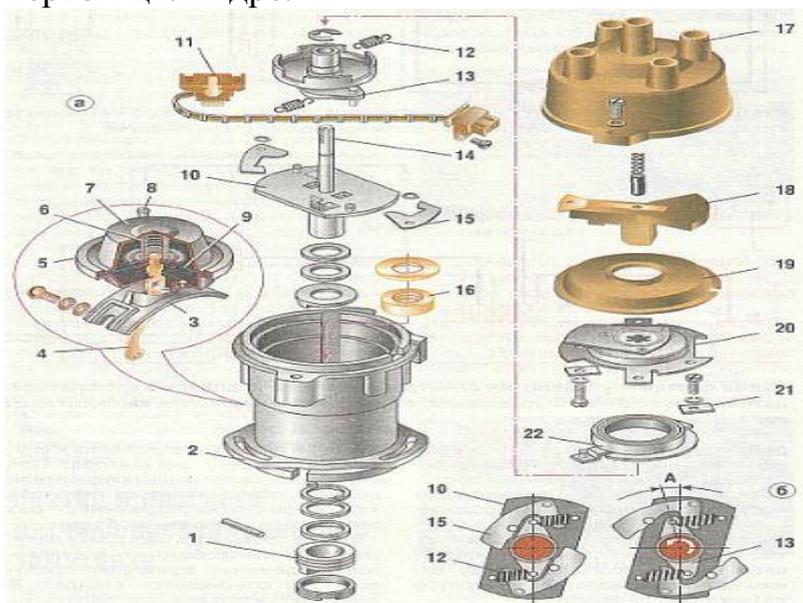
В корпусе датчика-распределителя расположены следующие узлы: магнитоэлектрический генераторный датчик со статором и ротором, центробежный регулятор, вакуумный регулятор. Корпус отлит из алюминиевого сплава, в хвостовой его части расположена пластина октан-корректора, предназначенного для ручной регулировки начального момента ценообразования и крепления датчика-распределителя на двигателе. Привод датчика-распределителя осуществляется через присоединительный шип, который; закреплен на валике. Для смазывания подшипника валика, упорного подшипника в корпусе установлена пресс-масленка.

Датчик состоит из ротора и статора. Ротор представляет собой кольцевой постоянный магнит с плотно прижатыми к нему сверху и снизу 8-полюсными обоймами, которые жестко закреплены на втулке, где на верхней части установлен бегунок высоковольтного распределительного устройства. В нижней части втулки имеется паз, в который входит выступ втулки, жестко закрепленной на поводковой пластине потира.

Статор датчика представляет собой обмотку, заключенную в S-образные полюсные пластины. Соединены пластины между собой заклепками. Статор имеет один изолированный вывод, расположенный на корпусе распределителя. Второй конец обмотки электрически связан с корпусом. Статор посредством опоры установлен на подвижной пластине, жестко закрепленной во внутренней обойме подшипника. Внешняя обойма подшипника закреплена неподвижно относительно

корпуса. Подвижная пластина шарнирно связана с тягой и диафрагмой вакуумного регулятора.

Таким образом, центробежный регулятор обеспечивает изменение опережения зажигания, поворачивая ротор датчика относительно статора, а вакуумный регулятор поворачивает статор относительно ротора. Высоковольтное распределительное устройство содержит крышку с девятью выводами. С внутренней стороны в центральном выводе размещен подвижной комбинированный уголек, обеспечивающий электрический контакт между центральным выводом и электродом бегунка. Через электроды высокое напряжение последовательно поступает на восемь высоковольтных выводов, расположенных по окружности крышек и служащих для присоединения проводов высокого напряжения от свечей зажигания. Уголек обладает активным сопротивлением 6—15 кОм и, кроме коммутации тока высокого напряжения, служит для подавления радиопомех. Для установки начального угла опережения зажигания на роторе и статоре датчика нанесены метки, которые должны совпадать при положении коленчатого вала двигателя, соответствующем моменту искрообразования в первом цилиндре.



#### Датчик-распределитель 40.3706

Датчик-распределитель 40.3706 горизонтального типа имеет корпус, отлитый из алюминиевого сплава. Привод датчика-распределителя осуществляется через муфту и валик, на противоположном конце которого установлен ротор. Распределение высокого напряжения по свечам зажигания осуществляется посредством пяти выводов, расположенных на крышке, которая крепится к корпусу тремя винтами. Высоковольтная часть устройства отделена от остальной конструкции перегородкой. Валик вращается во втулке и шаровом вкладыше. Уплотнительная муфта препятствует попаданию масла во внутреннюю часть корпуса. Шаровой вкладыш установлен в неподвижной пластине. Подвижная пластина, к которой присоединена тяга от вакуумного регулятора, может поворачиваться вместе с внутренней обоймой подшипника. Наружная обойма закреплена в неподвижной пластине, на

которой установлен полупроводниковый датчик с магнитом. Три вывода датчика проводами соединены с выводами штекера. В прорези датчика вращается замыкатель (шторка), которая втулкой жестко соединена с поводковой пластиной центробежного регулятора. Таким образом, при работе центробежного регулятора поводковая пластина поворачивает замыкатель относительно датчика, а при работе вакуумного регулятора датчик вместе с подвижной пластиной поворачивается относительно замыкателя. Все высоковольтные детали изготовлены из специального дугостойкого материала — стекла, наполненного полибутилен-терефталатом, выдерживающее высокое напряжение.

4. Выполнить замеры сопротивления деталей датчика импульсов тока системы зажигания.
5. Сопоставить расчетные данные определенные инструкцией с практическим результатом.
6. Проанализировать выполненную работу и подготовить отчет.

#### Содержание отчета

1. Основные понятия и определения устройства датчика импульсов тока системы зажигания.
2. Начертить электрическую схему подключения датчика импульсов тока системы зажигания. Описание работы
  1. По учебнику «Туревский И.С. Электрооборудование автомобиля» изучить устройство и работу датчика импульсов тока системы зажигания. (стр.147-149).
  2. Выполнение расчеты данных по измерению параметров датчика импульсов тока системы зажигания.На стенде собрать электрическую схему включая в нее датчик импульсов тока системы зажигания и снять показания приборов.
3. Сопоставляем расчетные данные с практическими показаниями.
4. Анализируем результат и делаем вывод в письменной форме.

## Практическое занятие № 18

### **ТЕМА: Автомобильная защитная аппаратура.**

**Цель работы:** Изучить устройство и работу защитной аппаратуры электрооборудования автомобиля.

#### **Оборудование и инструменты:**

1. Плавкие предохранители.
2. Предохранители многократного действия.
3. Тестер для измерения параметров.

## **Порядок выполнения работы:**

### **1. Изучить устройство плавких предохранителей.**

Для защиты электрических цепей от перегрузок и коротких замыканий в них устанавливают предохранители. Кроме цепей систем пуска и зажигания, все цепи защищаются предохранителями. Установка предохранителей в цепь зарядки аккумуляторной батареи не является обязательной. Как правило, на современных автомобилях применяется отдельная защита цепей внешних световых приборов правой и левой сторон.

Защита электрических цепей от коротких замыканий и перегрузок осуществляется плавкими, термобиметаллическими предохранителями и позитронами.



### **Плавкие штекерные предохранители**

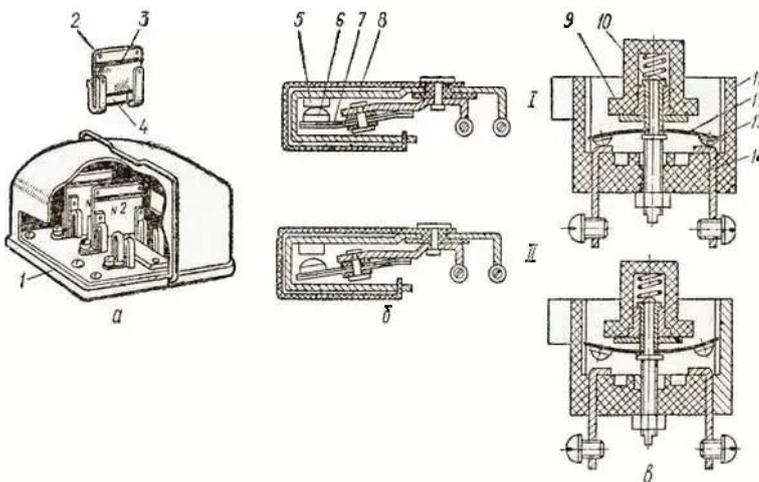
**Плавкие предохранители** рассчитываются на продолжительный ток номинальной величины. Обычно они имеют вставку из легкоплавкого металла или луженой медной проволоки небольшого сечения. Часто используют калиброванную ленточку, которая расплавляется, если ток в цепи достигает опасных значений. При увеличении силы тока на 50 % плавкая вставка расплавляется в течение 1 мин. Для удобства эксплуатации плавкие предохранители объединяют в блоки, состоящие из трех и более предохранителей. У малогабаритных предохранителей штекерного типа калиброванная ленточка помещена в пластмассовую оболочку, увеличивающая скорость срабатывания из-за низкой теплопроводности. Основным показателем предохранителя является зависимость времени срабатывания

предохранителя от силы тока нагрузки. Предохранитель обеспечивает надежную защиту цепи, если время его срабатывания меньше времени нагрева провода до предельной температуры от тока короткого замыкания.

## 2. Изучить устройство термобиметаллических предохранителей.

Термобиметаллические предохранители отключают цепь в тех случаях, когда нагрузка превысит номинальную на 150 %. Время срабатывания предохранителя не превышает 20 с.

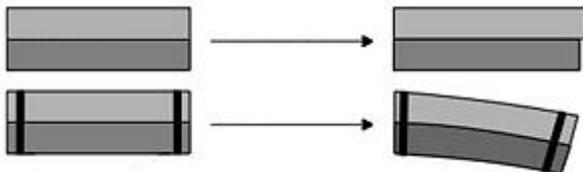
На автомобилях применяются термобиметаллические предохранители много- и однократного действия.



Термобиметаллические предохранители.

**Предохранители многократного действия** чаще всего устанавливаются в цепях освещения и стеклоочистителей.

Предохранители подключаются к цепям выводами, установленными в пластмассовом корпусе. Цепь от правого вывода к левому проходит через биметаллическую пластину, контакт, регулировочный винт (регулирует задаваемую силу тока) и токоведущую пластину.



### Принцип работы термобиметаллических предохранителей.

Работают предохранители многократного действия следующим образом. При силе тока меньше предельной нагрев биметаллической пластины мал, она деформируется незначительно, и контакты остаются замкнутыми. При силе тока, равной предельному значению, биметаллическая пластина нагревается настолько, что, деформируясь, размыкает контакты. Ток по

биметаллической пластине не проходит; она охлаждается и вновь замыкает контакты. Процесс размыкания и замыкания контактов будет повторяться до тех пор, пока не будет устранена причина, вызвавшая увеличение силы тока.

Работа термобиметаллических предохранителей основана на прогибе биметаллических пластин при прохождении по ним тока большой силы.

Термобиметаллические предохранители более инерционны по сравнению с плавкими, их рекомендуется применять в цепях защиты электродвигателей. Они устанавливаются в цепях различных потребителей.

Предохранитель подключается к цепи выводами. Ток протекает по пластинам, контактам и биметаллической пластине. Конструкция монтируется на пластмассовом корпусе. При перегрузке или коротком замыкании пластина нагревается и выгибается, размыкая контакты. После охлаждения пластина не возвращается в первоначальное положение. Для замыкания цепи необходимо нажать на кнопку и пластина примет первоначальную форму. Возврат кнопки осуществляется пружиной.

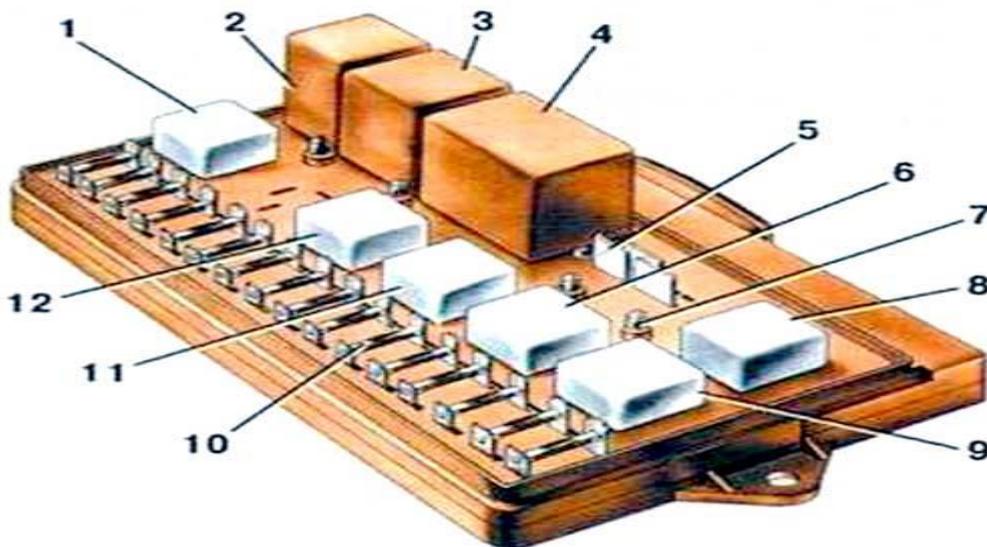
Сила тока размыкания регулируется винтом, снабженным контргайкой.

Эффективность действия предохранителей определяется их ампер-секундной характеристикой, т. е. сила тока, проходящего через предохранитель на время его срабатывания.

#### **Ампер-секундная характеристика предохранителей ПР10А, ПР12А, ПР13А.**

Термобиметаллические предохранители рассчитываются на следующие предельные значения силы тока: 5, 10, 15 и 20 А. Величина номинального тока нагрузки (указана относительно номинальной силы тока предохранителя). Плавкая вставка не должна расплавляться в течение 30 мин при силе тока в полтора раза превышающей номинальную, и должна разрывать электрическую цепь за время не более чем 10 с при силе тока, в три раза превышающего номинальное значение.

На автомобилях предохранители чаще всего объединяют в один блок вместе с реле.



Монтажный блок типа 17.3722

1 - реле включения очистителей фар (К6); 2 - реле времени омывателя заднего стекла (К1); 3 - реле-прерыватель указателей поворота и аварийной сигнализации (К2); 4 - реле очистителя ветрового стекла (К3); 5 - контактные переключатели на месте реле контроля исправности ламп; 6 - реле включения обогрева заднего стекла (К10); 7 - запасной предохранитель; 8 - реле включения дальнего света фар (К5); 9 - реле включения ближнего света фар (К11); 10-предохранитель; 11 - реле включения электродвигателя вентилятора системы охлаждения двигателя (К9); 12 - реле включения звукового сигнала (К8)

4. Выполнить замеры сопротивления защитной аппаратуры электрооборудования.

5. Сопоставить расчетные данные определенные инструкцией с практическим результатом.

6. Проанализировать выполненную работу и подготовить отчет.

Содержание отчета

1. Основные понятия и определения устройства защитной аппаратуры электрооборудования.

2. Начертить электрическую схему подключения защитной аппаратуры электрооборудования

3. По учебнику «Туревский И.С. Электрооборудование автомобиля» изучить устройство и работу защитной аппаратуры электрооборудования. (стр.149-153).

4. Выполнение расчетов данных по измерению параметров защитной аппаратуры электрооборудования.

На стенде собрать электрическую схему включая в нее защитную аппаратуру электрооборудования и снять показания приборов.

3. Сопоставляем расчетные данные с практическими показаниями.

4. Анализируем результат и делаем вывод в письменной форме.

## **Практическое занятие № 19**

**ТЕМА: Ручной и дистанционный электрический выключатель тока ВК -86 и ВК – 360**

**Цель работы:** Изучить устройство и работу ручного и дистанционного электрического выключателя тока ВК -86 и ВК – 360.

**Оборудование и инструменты:**

1. Ручной выключатель тока ВК – 86.

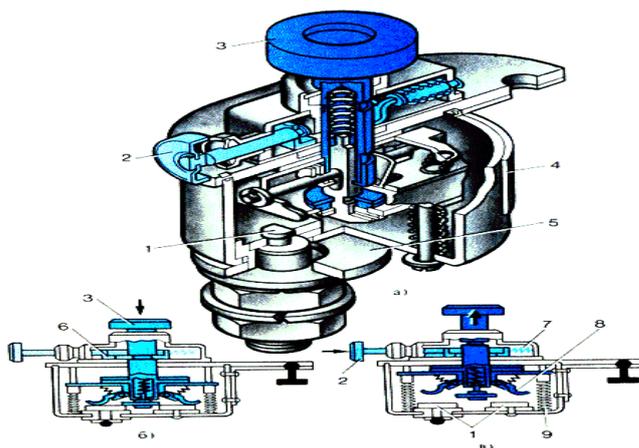
2. Дистанционный выключатель тока ВК – 360.

3. Автомобильные провода низкого и высокого напряжения.

4. Тестер для измерения параметров.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить устройство ручного электрического выключателя тока ВК -86.



**Кнопочный отключатель массы.**  
 1- неподвижный контакт; 2- кнопка отключения; 3- кнопка включения; 4- корпус; 5- клемма минусового кабеля аккумулятора; 6- фиксатор; 7- возвратная пружина; 8- подвижный контакт

### Ручной выключатель массы

Выключатель аккумуляторной батареи (выключатель «массы») предназначен для отключения всех потребителей от батареи при длительной (более 1 ч) стоянке автомобиля, а также в случае аварийных режимов.

Устройство ручного выключателя «массы». Состоит из металлического стального корпуса, сверху которого наклепана металлическая крышка. Внутри корпуса располагаются: подвижный контакт и два неподвижных, выполненных из медного сплава. Кнопка включения имеет шток, соединенный с подвижным контактом. Сбоку штока располагается кнопка отключения выключателя с пружинкой и фиксатором. К корпусу приклепана пластина с отверстием для крепления выключателя к элементам двигательного отсека автомобиля. В настоящее время широко применяются винтовые выключатели массы.

Кнопка управления выключателем «массы» должна быть расположена так, чтобы водитель мог быстро ею воспользоваться для отключения батареи от сети, находясь на своем рабочем месте. В настоящее время

### 2. Изучить устройство дистанционного электрического выключателя тока ВК – 360.

Выключатель дистанционный ВК860 состоит из трех основных частей: контактного устройства, электромагнита, установленного на торце его корпуса, и механической системы передачи от штока электромагнита на контактное устройство.

При подаче питания на обмотку электромагнита якорь и ввернутый в него шток передают усилие на шток контактного устройства. Шток движется вниз, и фиксатор, западая в выемку рычага со специальным профилем, сидящего на оси, фиксирует замкнутое положение контактов выключателя. В этом случае сжимаются также пружины.

При следующей подаче питания на обмотку электромагнита, шток передает усилие на рычаг, который, поворачиваясь вокруг оси, утопливает в штоке фиксатор и подвижные контакты под действием пружин размыкают цепь, переходя во второе фиксированное положение. Фиксатор при этом занимает другое устойчивое положение. В случае разряженной аккумуляторной батареи включение и выключение выключателя «массы» можно осуществить ручным нажатием на якорь через резиновый защитный чехол.

Режим работы электромагнита выключателя кратковременный.

Выключатель «массы» при подаче электропитания на его обмотку втягивает якорь и через шток перемещает контактное устройство, замыкающее контакты. При замыкании фиксатор попадает в выемку рычага стопорного устройства, фиксируя контактное устройство в замкнутом положении. После снятия напряжения с обмотки электромагнита при следующей подаче напряжения на обмотку шток действует на рычаг стопорного устройства, который, поворачиваясь, утопливает фиксатор, после чего пружина контактного устройства разрывает контакты. Выключатель «массы» допускает и ручную коммутацию цепи нажатием через резиновый чехол на якорь электромагнита

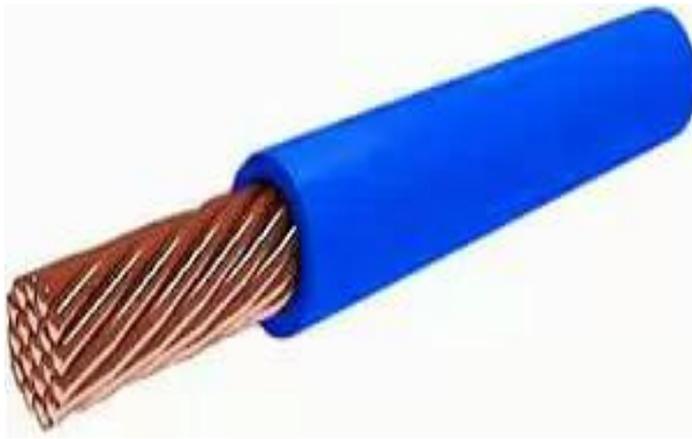
Плетеный неизолированный провод АМ Г используется для соединения вывода аккумуляторной батареи с «массой» и помехоподавляющих перемычек кузова.

### 3. Автомобильные провода.

Автомобильные провода делятся на провода низкого и высокого напряжения.

Провода низкого напряжения применяются для соединений в бортовой сети. Они состоят из медных токопроводящих жил с изоляцией из поливинилхлоридного пластиката или резины. Жилы выполняются из луженой или нелуженой медной проволоки, обладающей высокой электропроводностью, эластичностью и технологически просто соединяются с наконечниками, штекерами и т. п.

Для удобства при монтаже и ремонте электрооборудования используется буквенное и цифровое обозначения выводов и цветовая маркировка проводов. Буквенные индексы конкретизируют номерные обозначения выводов. Маркировка проводов по цвету изоляции создает удобство при их монтаже и ремонте. Сплошная расцветка проводов использует десять цветов, при комбинированной расцветке дополнительно на сплошную расцветку наносятся полосы или кольца белого, черного, красного или голубого цвета.



Провод низкого напряжения

Гибкие одножильные провода ПВА, ПГВА (провода гибкие с изоляцией из поливинилхлоридного пластика, автомобильные), ПВАЭ (экранированные) и ПВАЛ (с луженой жилой) рекомендуются к использованию в жгутах, работающих при температурах от -40 до +105С.

Наконечники проводов выполняются под винтовое крепление отверстия диаметром на 0,2—0,5 мм больше диаметра винта или в виде штекеров. Плоские штекеры выпускаются толщиной 0,2—0,5 мм и шириной 2,8; 4,8; 6,3 и 9,5 мм. Максимально допустимая сила тока для штекеров шириной 2,8 мм — 6 А; 6,3 мм — 20—30 А; 9,5 мм - 30-40 А.

Высоковольтные провода делятся на обычные с металлическим центральным проводником и специальные с распределенными параметрами, обеспечивающие подавление радиопомех.



### Провода высокого напряжения.

Провода с медной жилой (ПВВ, ПВРВ, ППОВ и ПВЗС) имеют изоляцию из поливинилхлорида, резины и полиэтилена, поверх которой надета оболочка с повышенной бензомаслостойкостью. Эти провода обладают низким удельным сопротивлением центральной жилы  $(18—19) \cdot 10^3$  Ом/м, рассчитаны на максимальное рабочее напряжение 15—25 кВ и могут применяться только в комплекте с помехоподавительными резисторами. Провода с равномерно распределенным сопротивлением делятся на провода с распределенным

активным сопротивлением (резистивный провод) и реактивным сопротивлением (реактивный провод). Резистивный провод имеет токопроводящую жилу из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной сажевым раствором, в хлопчатобумажной или капроновой оплетке. Такой провод ПВВО имеет удельное сопротивление  $(15—40) \cdot 10^3$  Ом/м и рассчитан на максимальное рабочее напряжение 15 кВ.

Провод ПВВП имеет центральную льняную нить, на которую нанесен слой ферропласта, в состав которого входят марганец никелевые и никель-цинковые порошки.

Поверх ферропластового сердечника наматывается токопроводящая железоникелевая проволока. Сверху провод изолирован поливинилхлоридной изоляцией. Поглощение радиопомех происходит в проводнике и диэлектрике ферропластового слоя. Провод ПВВП выпускается диаметром 7,2 и 8 мм и рассчитан на рабочее напряжение 25 и 40 кВ соответственно, имеет удельное сопротивление 2 кОм/м.

Установленный на автомобилях марки «ВАЗ» провод ПВВП-8 имеет красный цвет. Провода ПВППВ и ПВППВ-40 имеют аналогичную конструкцию и отличаются только используемыми в них материалами.

Для бесконтактных систем зажигания автомобилей марки «ВАЗ» применяется провод ПВВП-40 синего цвета с силиконовой изоляцией с удельным сопротивлением 2,55 кОм/м, рассчитанный на рабочее напряжение до 40 кВ.

4. Выполнить замеры сопротивления выключателей массы и проводов низкого и высокого напряжения.
5. Сопоставить расчетные данные определенные инструкцией с практическим результатом.
6. Проанализировать выполненную работу и подготовить отчет.

#### Содержание отчета

1. Основные понятия и определения устройства выключателей массы и проводов низкого и высокого напряжения.
2. Начертить электрическую схему выключателей массы.

#### Описание работы

1. По учебнику «Туревский И.С. Электрооборудование автомобиля» изучить устройство и работу выключателей массы и проводов низкого и высокого напряжения. (стр.357).
2. Выполнение расчеты данных по измерению параметров выключателей массы и проводов низкого и высокого напряжения.  
На стенде собрать электрическую схему включая в них выключателей массы и проводов низкого и высокого напряжения и снять показания приборов.
3. Сопоставляем расчетные данные с практическими показаниями.
4. Анализируем результат и делаем вывод в письменной форме.

## Практическое занятие № 20

### ТЕМА: Изучение электрических схем автомобилей

**Цель работы:** Изучить устройство и обозначение электрической схемы автомобиля.

#### Оборудование и инструменты:

1. Контрольная лампа.
2. Тестер для измерения показателей.
3. Экспонат автомобиля.
4. Схема электрооборудования автомобиля.

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучить обозначение электрической схемы автомобиля.

Электрооборудование современных автомобилей представляет собой сложный комплекс источников тока, устройств зажигания, генераторов, контрольных приборов, осветительных устройств, различных коммутационных приборов, предохранителей и соединительных проводов, объединенных в общую электрическую схему.

Для выполнения отдельных функций используется, как правило, не одно изделие, а группа.

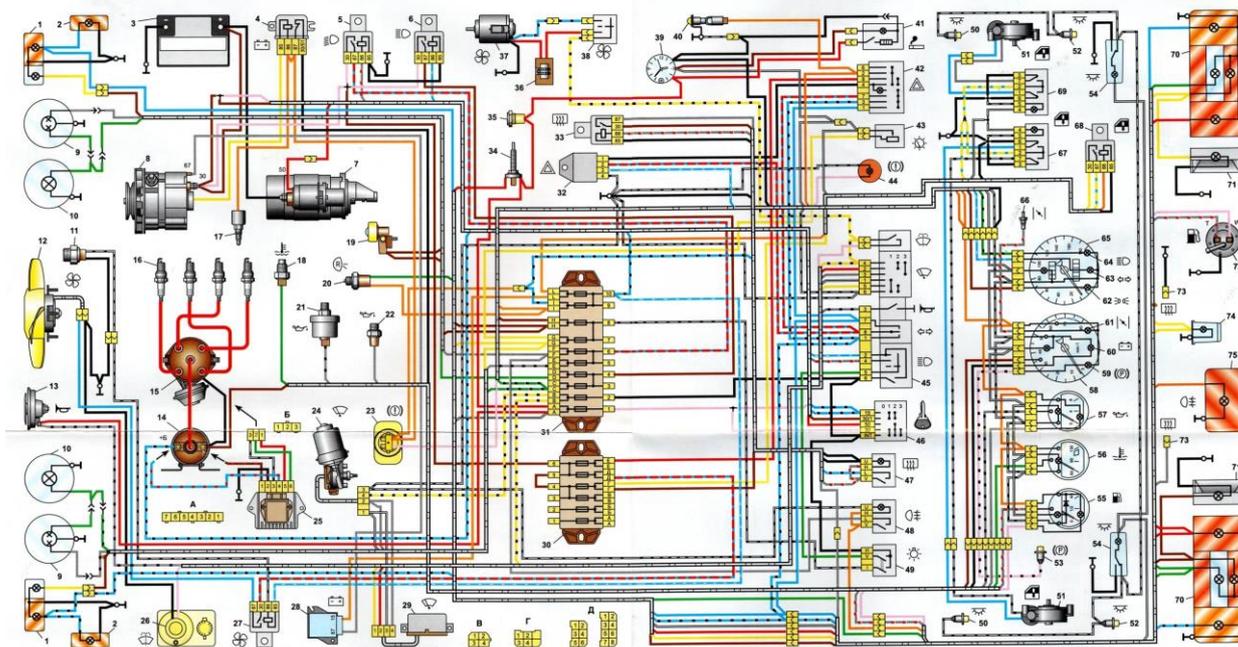


Схема электрооборудования ВАЗ 2106

Разработка унифицированных схем электрооборудования автомобилей выполняется на базе функциональных систем. При выборе мест подключения потребителей электроэнергии учитывается следующее требование:

**Потребители большой мощности, такие как стартер, и работающие кратковременно, прикуриватель, звуковые сигналы, часы, а также приборы, работа которых необходима в аварийных ситуациях, подключаются к цепи аккумуляторной батареи—амперметр.**

Потребители электрической энергии в зависимости от места подключения делятся на две группы.

К первой группе относятся потребители, подключенные к цепи аккумуляторная батарея—амперметр.

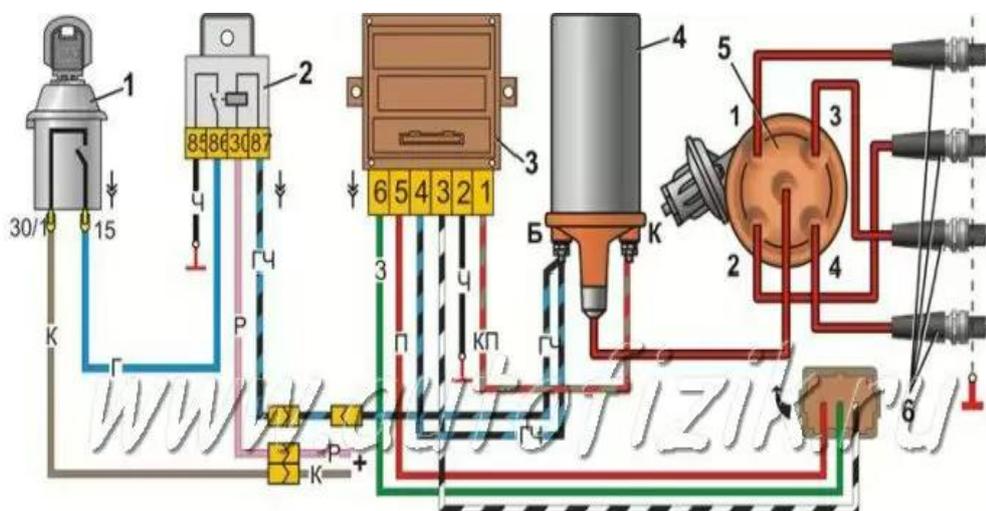
Во второй группе в зависимости от характера работы приборы и устройства подключаются: через выключатель зажигания (выключатель приборов и стартера), если они работают только при работающем двигателе (отопитель, стеклоочиститель, контрольные приборы); через центральный переключатель — все приборы внешнего освещения.

Существует два типа электрических схем электрооборудования автомобилей: принципиальная и схема соединений.

На автотранспортных предприятиях и станциях технического обслуживания пользуются принципиальными схемами и схемами соединений.

В принципиальной электрической схеме главные питающие цепи располагаются горизонтально, а потребители электрической энергии включаются между ними и «массой» автомобиля.

На схеме соединений расположение деталей электрооборудования относительно друг друга соответствуют их фактическому размещению на автомобиле. Изделия изображены схематически, отражая реальное очертание, показывая группировку проводов в жгуты, расположение жгутов соответствует их действительной трассировке на автомобиле. Цвета проводов обозначаются цифрами.

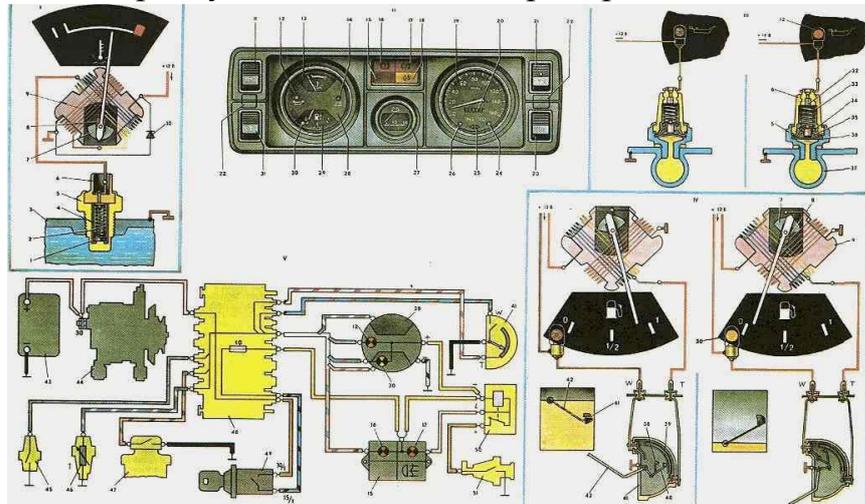


**Система зажигания**

Электропроводка служит для соединения потребителей электрической энергии, установленных на автомобиле, с генератором и аккумуляторной батареей.

На автомобилях электрооборудование имеет однопроводную схему, где вторым проводом служит корпус автомобиля. Электрическая сеть включает в себя электропроводку (соединительные провода), предохранители для защиты электрических цепей от перегрузок и соединительные панели.

Источники электрической энергии — генератор и аккумуляторная батарея в автомобильных схемах, как правило, соединены параллельно. В электрическую цепь, соединяющую положительные выводы генератора и аккумуляторной батареи, устанавливают амперметр.



**Схема подключений приборов автомобиля**

В электрических цепях низкого напряжения применяются гибкие провода с изоляцией из поливинилхлоридного пластика, которые не теряют рабочих свойств, и выдерживают температуру от  $-40$  до  $+70$  °C. В автомобильной электропроводке применяются провода сечением от  $0,25$  до  $6$  мм<sup>2</sup>, за исключением электропровода к стартеру, где используется провод сечением не менее  $25$  мм<sup>2</sup>.

Для удобства монтажа и с целью защиты от повреждений провода объединены в пучки, оплетены хлопчатобумажной тканью и покрыты изоляцией. Пучки проводов закрепляются на кузове автомобиля металлическими скобами.



**Монтажная схема**

В процессе эксплуатации автомобилей наиболее часто встречающимися неисправностями электропроводки являются обрывы токоведущих жил, перегорание предохранителей, нарушения контакта в соединениях наконечников проводов с электрическими выводами потребителей и короткое замыкание на корпус из-за электрического пробоя изоляции проводов.

Для поиска неисправностей электропроводки обычно используют контрольную лампу или вольтметр. При этом для облегчения ориентирования в электрических цепях электропроводки следует пользоваться принципиальной электрической схемой автомобиля, на которой обозначена буквенно-цифровая маркировка электрических выводов приборов, а также указан цвет каждого провода.

Для нахождения места обрыва в электрической цепи необходимо подсоединить один провод контрольной лампы на корпус (к «массе») автомобиля, а другим поочередно касаться контактных соединений проверяемой цепи, начиная с ближайшего к аккумуляторной батарее участка. Лампа не загорится, если на проверяемом участке цепи есть обрыв.

Для определения наличия или отсутствия короткого замыкания в электрических цепях необходимо включать контрольную лампу вместо предохранителя проверяемой цепи.

Если в электрической цепи, защищаемой этим предохранителем, есть короткое замыкание, то при включении выключателя зажигания контрольная лампа должна загореться. Для поиска места короткого замыкания в электрической цепи необходимо от этой цепи последовательно отсоединить ее отдельные участки. Начинать проверку следует от потребителя, т. е. от контрольной лампы, включенной вместо предохранителя проверяемой цепи. Если при отключении очередного участка цепи контрольная лампа погаснет, то это означает, что на этом участке произошло короткое замыкание.

2. Выполнить замеры сопротивления деталей электронного коммутатора системы зажигания.
3. Сопоставить расчетные данные определенные инструкцией с практическим результатом.
4. Проанализировать выполненную работу и подготовить отчет.

#### Содержание отчета

1. Основные понятия и определения электрооборудования автомобиля.
2. Начертить электрическую схему электрооборудования автомобиля.

#### Описание работы

1. По учебнику «Туревский И.С. Электрооборудование автомобиля» изучить устройство и работу электрооборудования автомобиля. (стр.78-87).
2. Выполнение расчеты данных по измерению параметров электрооборудования автомобиля.
3. Сопоставляем расчетные данные с практическими показаниями.
4. Анализируем результат и делаем вывод в письменной форме.

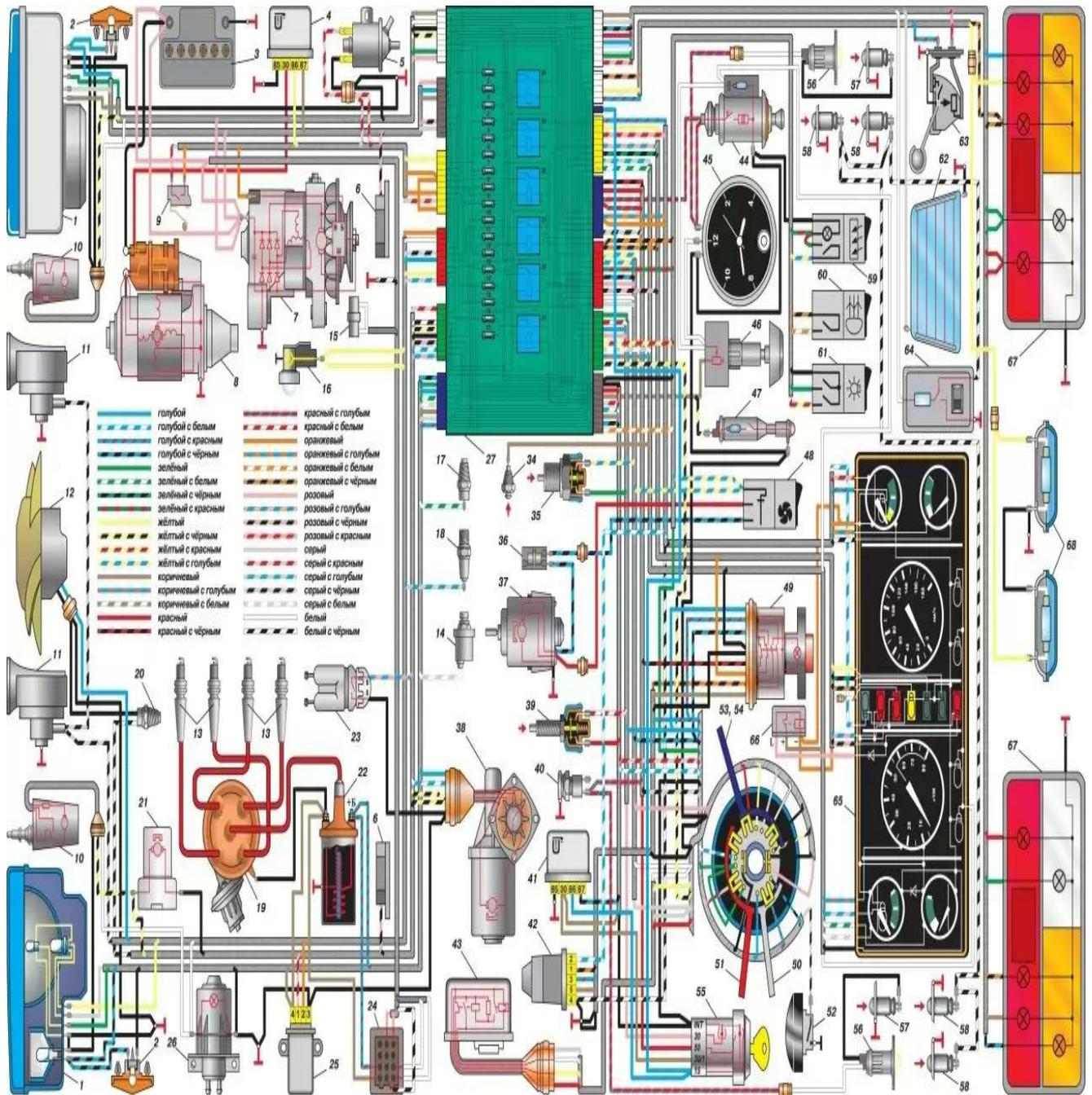


Схема электрооборудования ВАЗ 2107