

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КУЗБАССА
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ПОЛЫСАЕВСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»

Методические рекомендации по выполнению практических
работ по учебной дисциплине

ОП.02 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

основной профессиональной образовательной программы (ОПОП)
по профессии (специальности)

15.01.05 «Сварщик (ручной и частично механизированной сварки
(наплавки)»

Полысаево 2020

Автор-составитель:

Мартыненко Ж.Н., преподаватель специального цикла

Мартыненко Ж.Н.

Методические рекомендации по выполнению практических работ по учебной дисциплине «ОП.02 Основы электротехники» [Текст]: методические рекомендации / авт.-сост. Ж.Н. Мартыненко. – Польшаево: ГПОУ «Польшаевский индустриальный техникум», 2020. – 30 с.

Методические рекомендации по выполнению практических работ обучающихся разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «ОП.02 Основы электротехники» для профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)). В методических рекомендациях приведена структура и содержание 5 практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Методические рекомендации по выполнению практических работ предназначены для обучающихся специальности 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)).

Содержание

| | |
|--|----|
| Пояснительная записка..... | 4 |
| Перечень практических работ..... | 7 |
| Практические работы..... | 8 |
| Практическая работа №1 «Исследование свойств электрической цепи с последовательным соединением резистора»..... | 8 |
| Практическая работа №2 «Исследование свойств электрической цепи с параллельным соединением резистора»..... | 11 |
| Практическая работа №3 «Исследование цепи переменного тока с параллельным соединением резистора и конденсатора»..... | 16 |
| Практическая работа №4 «Исследование устройств электроизмерительных приборов»..... | 21 |
| Практическая работа №5 «Исследование правила пользования защитными средствами»..... | 24 |

Пояснительная записка

Учебная дисциплина «ОП.02 Основы электротехники» предназначена для реализации Федерального государственного образовательного стандарта по специальности Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)).

Целью и задачами дисциплины является освоение обучающимися следующих знаний и умений:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- единицы измерения силы тока, напряжения, мощности электрического тока, сопротивления проводников;
- методы расчета и измерения основных параметров простых электрических, магнитных и электронных цепей;
- свойства постоянного и переменного электрического тока;
- принципы последовательного и параллельного соединения проводников и источников тока;
- электроизмерительные приборы (амперметр, вольтметр), их устройство, принцип действия и правила включения в электрическую цепь;
- свойства магнитного поля;
- двигатели постоянного и переменного тока, их устройство и принцип действия;
- аппаратуру защиты электродвигателей;
- методы защиты от короткого замыкания;
- заземление, зануление.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- читать структурные, монтажные и простые принципиальные электрические схемы;
- рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей;
- использовать в работе электроизмерительные приборы.

Практические работы являются неотъемлемым этапом изучения учебной дисциплины и проводятся с целью: формирования практических умений в соответствии с требованиями к уровню подготовки обучающихся, установленными рабочей программой учебной дисциплины; обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний; готовности использовать теоретические знания на практике.

Практические занятия по учебной дисциплине «ОП.02 Основы электротехники» способствуют формированию в дальнейшем при изучении профессиональных модулей, следующих общих компетенций:

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

В методических рекомендациях предлагаются к выполнению практические работы, предусмотренные учебной рабочей программой дисциплины «ОП.02 Основы электротехники». При разработке содержания практических работ учитывался уровень сложности освоения студентами соответствующей темы, общих и профессиональных компетенций, на формирование которых направлена дисциплина.

Методические рекомендации по учебной дисциплине «ОП.02 Основы электротехники» имеют практическую направленность и значимость. Формируемые в процессе практических занятий умения могут быть использованы студентами в будущей профессиональной деятельности.

Практические занятия проводятся в учебном кабинете. Обязательным этапом является самостоятельная деятельность студентов.

Критерии оценки практических работ

Оценка «5» – работа выполнена в полном объеме и без замечаний.

Оценка «4» – работа выполнена правильно с учетом 2-3 несущественных ошибок исправленных самостоятельно по требованию преподавателя.

Оценка «3» – работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущена существенная ошибка.

Оценка «2» – допущены две (и более) существенные ошибки в ходе работы, которые обучающиеся не может исправить даже по требованию преподавателя или работа не выполнена.

Оценки за выполнение практических работ выставляются по пятибалльной системе. Оценки за практические работы являются обязательными текущими оценками по учебной дисциплине и выставляются в журнале теоретического обучения.

УВАЖАЕМЫЙ СТУДЕНТ!

Методические рекомендации по дисциплине «ОП.02 Основы электротехники» для выполнения практических работ разработаны Вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к практическим работам, правильного составления отчетов.

Приступая к выполнению практической работы, Вы должны внимательно прочитать цель и задачи занятия, ознакомиться с заданиями.

Все задания к практической работе Вы должны выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной методике.

Отчет о практической работе Вы должны выполнить по следующему алгоритму:

1. Тема работы.
2. Цель работы.
3. Письменные задания.

Наличие положительной оценки по практическим работам необходимо для получения зачета по дисциплине «ОП.02 Основы электротехники», поэтому в случае отсутствия на занятии по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за практическую работу, Вы должны найти время для ее выполнения или пересдачи.

Внимание! Если в процессе подготовки к практическим работам у Вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний.

Условия и порядок выполнения работы:

1. Прочитать методические рекомендации по выполнению практической работы.
2. Изучить содержание заданий и начать выполнение.
3. Работу выполнить в рабочих тетрадях, оформив надлежащим образом.
4. Консультацию по выполнению работы получить у преподавателя или обучающегося, успешно выполнившего работу.
5. Работа оценивается в целом, по итогам выполнения работы выставляется оценка
6. Пропущенные практические работы отрабатываются в дополнительное время.

Желаем Вам успехов!!!

Перечень практических работ

| № п/р | Практическое занятие | Кол-во часов |
|--------------|---|---------------------|
| 1 | Исследование свойств электрической цепи с последовательным соединением резистора. | 2 |
| 2 | Исследование свойств электрической цепи с параллельным соединением резистора. | 2 |
| 3 | Исследование цепи переменного тока с параллельным соединением резистора и конденсатора. | 2 |
| 4 | Исследование устройств электроизмерительных приборов. | 2 |
| 5 | Исследование правила пользования защитными средствами. | 2 |

Практические работы

Практическая работа №1 (2 часа)

Тема: «Исследование свойств электрической цепи с последовательным соединением резистора»

Цель: актуализация и развитие знаний об электрических цепях с последовательным соединением резисторов.

Задачи:

1. Изучить теоретические сведения.
2. В тетради для практических работ письменно ответить на контрольные вопросы.

Формируемые компетенции: ОК 2,3,6; ПК 1.1.

Материально - техническое оснащение:

1. Мультимедийный проектор;
2. Тетрадь для практических работ.

Литература и информационные источники:

1. С.А. Покотило, В.И. Панкратов Электротехника и электроника: учеб. пособие/С.А. Покотило, В.И. Панкратов.- 2-е изд., испр.- Ростов н/Д : Феникс, 2018. – 283 с.
2. А.В. Блохин Электротехника: Учебное пособие / Блохин А.В., - 2-е изд., стер. – Москва :Флинта, 2018. - 184 с.: ISBN 978-5-9765-3621-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/966438>
3. А.К. Славинский, Электротехника с основами электроники: Учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. – Москва : ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 448 с.: <https://znanium.com/catalog/product/494180>

Теоретическая часть

При расчете электрических цепей применяют схемы замещения — расчетные модели электрической цепи, на которой реальные элементы замещаются идеализированными элементами. Например, для учета необратимого процесса потребления электрической энергии элементом цепи, в схему замещения вводят резистивный элемент, или просто резистор, обладающий сопротивлением R (рис. 1). Источник напряжения может

замещаться идеальным источником напряжения, который характеризуется величиной ЭДС E .

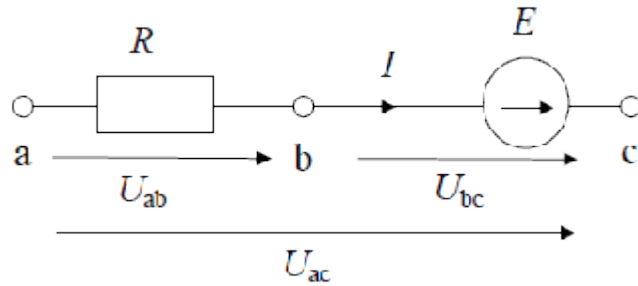


Рисунок 1. Сопротивление замещается источником ЭДС.

Закон Ома определяет связь между основными электрическими величинами. **Ток в резисторе прямо пропорционален напряжению на его концах и обратно пропорционален сопротивлению.** Для участка цепи между точками «а» и «b» (рис. 1) по закону Ома

$$I = U_{ab}/R, R = U_{ab}/I, U_{ab} = RI, (1)$$

где I — ток; U_{ab} — напряжение между точками «а» и «b» R – сопротивление.

В электрических цепях применяют последовательное, параллельное и смешанное соединение резисторов.

Последовательным соединением резисторов — (приемников энергии) называется такое соединение, при котором резисторы соединены один за другим без разветвлений (рис. 2, а) и при наличии источника питания по ним проходит один и тот же ток.

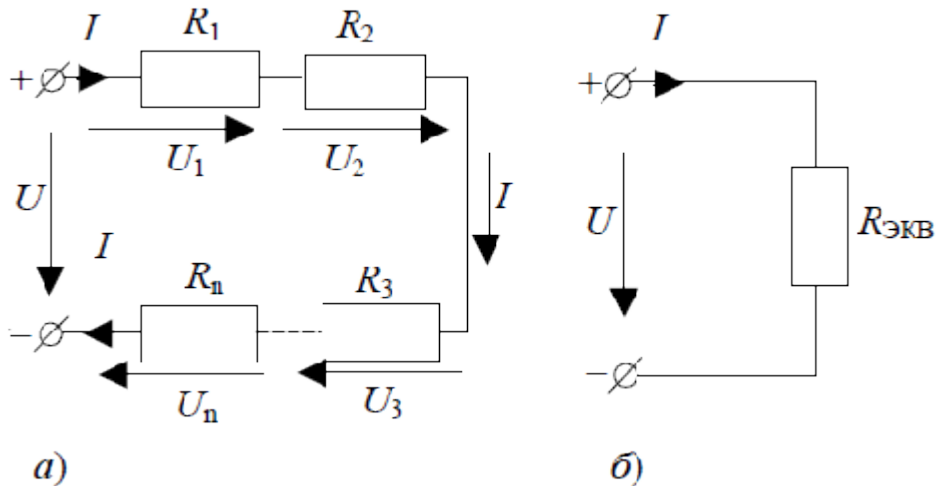


Рисунок 2.а) Схема последовательного соединения; б) Эквивалентная схема.

При последовательном соединении n резисторов токи заданной (рис. 2, а) и эквивалентной (рис. 2, б) схем будут одинаковыми. Общее (эквивалентное) сопротивление можно определить по следующей формуле:

$$R_{\text{Экв}} = R1 + R2 + R3 + \dots + Rn. (2)$$

Таким образом, *эквивалентное сопротивление последовательно соединенных пассивных элементов равно сумме сопротивлений этих элементов ($I = U/R_{\text{экв.}}$).*

Форма контроля: письменные ответы на вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое схема замещения?
2. Что определяет закон Ома?
3. Сформулируйте закон Ома. Обозначить единицы измерения.
4. Что называется последовательным соединением резисторов?
5. Формулировка эквивалентного сопротивления + формула.

Практическая работа №2 (2 часа)

Тема: «Исследование свойств электрической цепи с параллельным соединением резистора»

Цель: актуализация и развитие знаний об электрических цепях с параллельным соединением резисторов.

Задачи:

1. Изучить теоретические сведения.
2. В тетради для практических работ письменно ответить на контрольные вопросы.

Формируемые компетенции: ОК 2,3,6; ПК 1.1.

Материально - техническое оснащение:

1. Мультимедийный проектор;
2. Тетрадь для практических работ.
3. Образцы различных материалов (металлических).

Литература и информационные источники:

1. С.А. Покотило, В.И. Панкратов Электротехника и электроника: учеб. пособие/С.А. Покотило, В.И. Панкратов.- 2-е изд., испр.- Ростов н/Д : Феникс, 2018. – 283 с.
2. А.В. Блохин Электротехника: Учебное пособие / Блохин А.В., - 2-е изд., стер. – Москва : Флинта, 2018. - 184 с.: ISBN 978-5-9765-3621-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/966438>
3. А.К. Славинский, Электротехника с основами электроники: Учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. – Москва : ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 448 с.: <https://znanium.com/catalog/product/494180>

Теоретическая часть

Параллельным соединением сопротивлений называется такое соединение, при котором к одному зажиму источника подключаются начала сопротивлений, а к другому зажиму - концы.

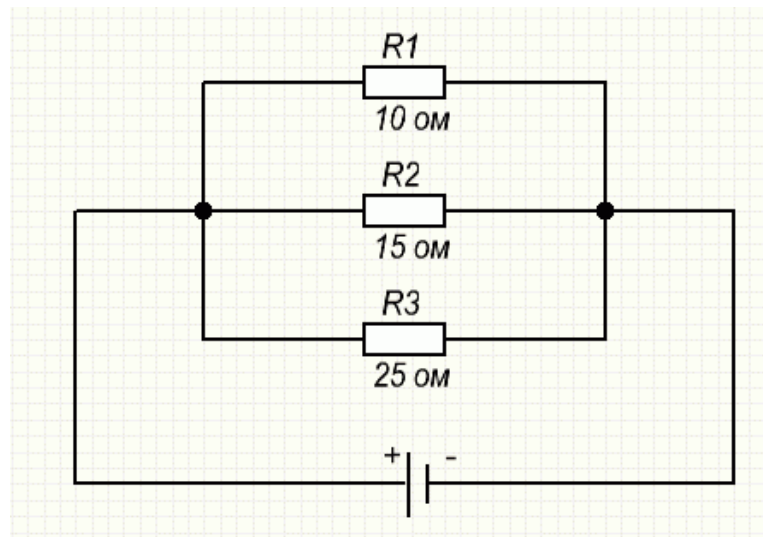


Рисунок 1. Параллельно включенные сопротивления.

Общее сопротивление параллельно включенных сопротивлений определяется по формуле:

$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_n}$$

Общее сопротивление параллельно включенных сопротивлений всегда меньше наименьшего сопротивления, входящего в данное соединение.

На вышеуказанном рисунке мы можем сразу сказать, что общее сопротивление будет меньше 10 Ом.

Первый частный случай:

Если параллельно включено только два резистора, то их общее сопротивление можно определить по формуле:

$$R_{\text{общ}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Второй частный случай:

Если параллельно включено любое количество резисторов одинаковых сопротивлений, то их общее сопротивление можно определить, если сопротивление одного резистора разделить на количество резисторов.

$$R_{\text{общ}} = \frac{R_1}{n}$$

Распределение токов и напряжения в параллельных ветвях.

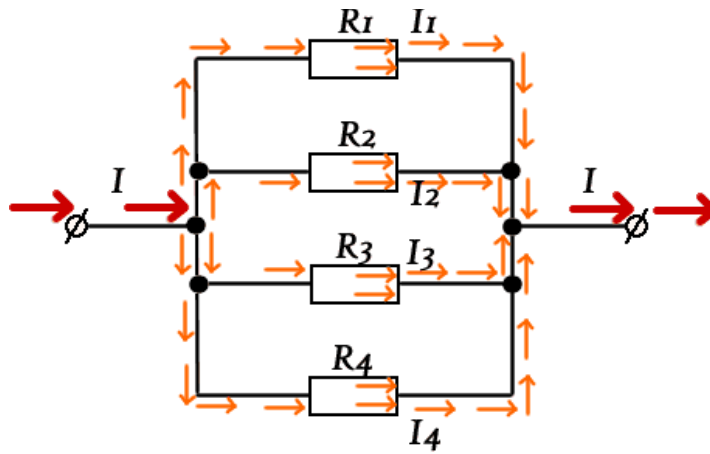


Рисунок 2. Параллельное распределение токов и напряжений.

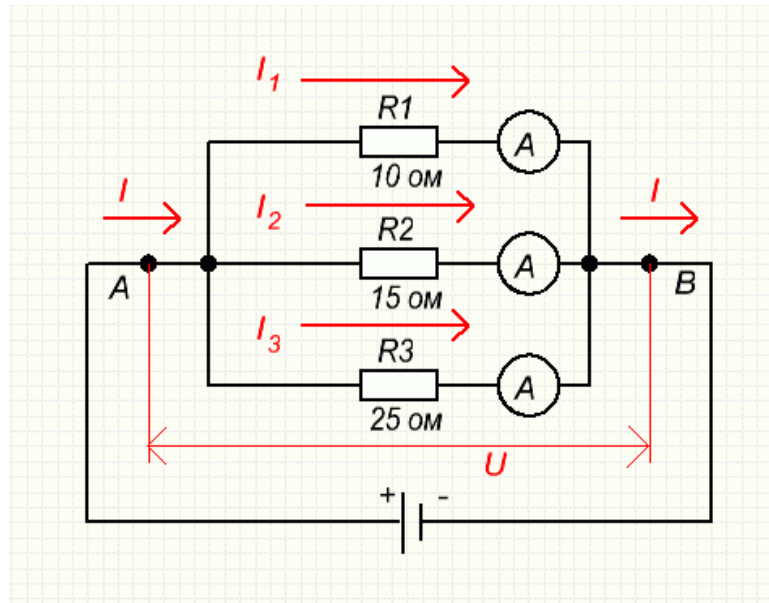


Рисунок 3. Параллельное соединение сопротивлений напряжения.

Так как начала всех сопротивлений сведены в одну общую точку, а концы - в другую, то очевидно, что разность потенциалов на концах любого из параллельно включенных сопротивлений равна разности потенциалов между общими точками.

Итак, при параллельном соединении сопротивлений напряжения на них равны между собой.

$$U_1 = U_2 = U_3$$

Если разветвление подключено непосредственно к зажимам источника тока, то напряжение на каждом из сопротивлений равно напряжению на зажимах источника.

$$U_1 = U_2 = U_3 = U$$

Второе свойство цепи с параллельным соединением заключается в том, что электрический ток распределяется по параллельным ветвям обратно пропорционально их сопротивлениям.

Это значит что, чем больше сопротивление, тем меньше по нему пойдет ток.

$$I = \frac{U}{R}$$

Рассматривая точку разветвления А, замечаем, что к ней притекает ток I, а токи I₁, I₂, I₃ утекают из нее. Так как движущиеся электрические заряды не скапливаются в точке, то очевидно, что суммарный заряд, притекающий к точке разветвления, равен суммарному заряду утекающему от нее:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Следовательно, третье свойство параллельного соединения может быть сформулировано так:

Величина тока в неразветвленной части цепи равна сумме токов в параллельных ветвях.

Эквивалентное сопротивление участка цепи равно сумме сопротивлений каждого резистора: если к концам участка вместо трёх резисторов подключить эквивалентный резистор с сопротивлением и подать такое же напряжение U, то в участке установится ток такой же силы I, что и при последовательном соединении резисторов:

$$I = \frac{U}{R_{\text{ЭКВ}}} \Rightarrow R_{\text{ЭКВ}} = \frac{U}{I}$$

Мощность резисторов можно определить по формулам:

$$P_1 = U_1 \times I = I^2 \times R_1 = \frac{U_1^2}{R_1}$$
$$P_2 = U_2 \times I = I^2 \times R_2 = \frac{U_2^2}{R_2}$$

Мощность всего участка: Параллельное соединение резисторов – это такое соединение, когда начала всех резисторов соединены в одну точку, а концы – в другую. Для параллельного соединения характерно одинаковое падение напряжения на каждом резисторе и на всём участке:

$$U_1 = U_2 = U_3 = U$$

Сила токов в параллельных ветвях обратно пропорционально сопротивлениям:

$$I = \frac{U}{R_1}; I_2 = \frac{U}{R_2}; I_3 = \frac{U}{R_3}$$

Каждое сопротивление может быть найдено по формулам:

$$R_1 = \frac{U}{I_1}; R_2 = \frac{U}{I_2}; R_3 = \frac{U}{I_3}$$

Сила токов в неразветвлённой цепи равна сумме сил токов всех ветвей:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Форма контроля: письменные ответы на вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Какое соединение резисторов называют параллельным?
2. Как определить общее сопротивление резисторов при параллельном соединении?
3. Чему равен общий ток цепи и напряжение на участках при параллельном соединении?
4. Как определяется мощность на участках цепи и всей цепи при параллельном соединении?

Практическая работа №3 (2 часа)

Тема: «Исследование цепи переменного тока с параллельным соединением резистора и конденсатора»

Цель: приобретение навыков определения цепи переменного тока с параллельным соединением резистора и конденсатора.

Задача:

1. Изучить теоретические сведения.
2. В тетради для практических работ письменно ответить на контрольные вопросы.

Формируемые компетенции : ОК 2,3,6; ПК 1.1.

Материально - техническое оснащение:

1. Мультимедийный проектор;
2. Тетрадь для практических работ.

Литература и информационные источники:

1. С.А. Покотило, В.И. Панкратов Электротехника и электроника: учеб. пособие/С.А. Покотило, В.И. Панкратов.- 2-е изд., испр.- Ростов н/Д : Феникс, 2018. – 283 с.
2. А.В. Блохин Электротехника: Учебное пособие / Блохин А.В., - 2-е изд., стер. – Москва : Флинта, 2018. - 184 с.: ISBN 978-5-9765-3621-0 - Режим доступа : <http://znanium.com/catalog/product/966438>
3. А.К. Славинский, Электротехника с основами электроники: Учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. – Москва : ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 448 с.: <https://znanium.com/catalog/product/494180>

Теоретическая часть

Если на вход электрической цепи с последовательно соединенными активным сопротивлением R , индуктивностью L и емкостью C (рис. 1) подается переменное синусоидальное напряжение.

$$u = U_m \sin(\omega t + \psi_u) = \sqrt{2} \cdot U \sin(\omega t + \psi_u),$$

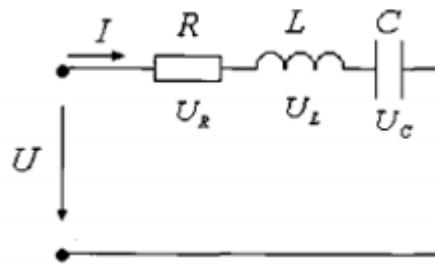


Рисунок 1. Электрическая цепь последовательным соединением.

Комплексное значение, которого

$$\dot{U} = Ue^{j\psi_u},$$

то по цепи будет протекать ток

$$i = I_m \sin(\omega t + \psi_i) = \sqrt{2} \cdot I \sin(\omega t + \psi_i),$$

комплексное значение, которого

$$\dot{I} = Ie^{j\psi_i}.$$

Согласно второму закону Кирхгофа комплексная форма записи напряжения, подводимого к этой электрической цепи,

$$\dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_L + \dot{U}_C, \text{ где } \dot{U}_R = R\dot{I}, \dot{U}_L = jX_L\dot{I}, \dot{U}_C = -jX_C\dot{I}$$

комплексные напряжения на участках цепи; $X_L = \omega L$ и $X_C = \frac{1}{\omega C}$ -

индуктивное и емкостное напряжения; $\omega = 2\pi f$ - угловая частота; f - частота напряжения.

Если комплексы напряжений активного, индуктивного и ёмкостного участков цепи заменить произведениями комплексов тока и сопротивления, то уравнение проводимого к электрической цепи комплексного напряжения преобразуется в

$$\dot{U} = R\dot{I} + jX_L\dot{I} - jX_C\dot{I} = [R + j(X_L - X_C)]\dot{I} = \underline{Z}\dot{I}$$

или в уравнение, записанное в комплексной форме по закону Ома для всей цепи,

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{\underline{Z}},$$

где $\underline{Z} = R + j(X_L - X_C)$ – полное комплексное сопротивление электрической цепи переменного тока.

Модуль полного комплексного сопротивления цепи переменного тока

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2},$$

а аргумент

$$\arg \underline{Z} = \arctg \frac{X_L - X_C}{R} = \varphi$$

представляет собой угол между векторами напряжения и тока, определяемых как разность начальных фаз:

$$\varphi = \psi_u - \psi_i.$$

С учетом того, что на резисторе R совпадает по фазе с током ($\varphi_R = 0$), на индуктивности L напряжение опережает ток на угол $\pi/2$ ($\varphi_L = \pi/2$), а на емкости C напряжение отстает от тока на $\pi/2$ ($\varphi_C = -\pi/2$), построенная векторная диаграмма для электрической цепи (см. рис. 1) выглядит как на рис. 2.

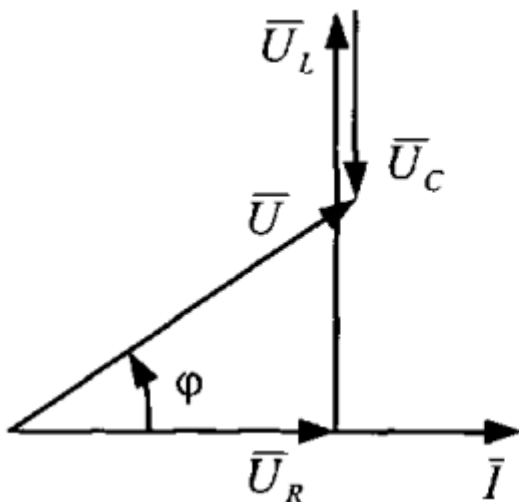


Рисунок 2. Векторная диаграмма.

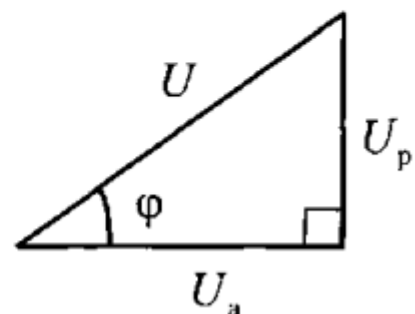


Рисунок 3. Треугольник сопротивлений.

Взаимосвязь между действующими значениями тока и напряжения и полным сопротивлением цепи определяется соотношениями:

$$U = ZI \text{ или } I = \frac{U}{Z}, \quad U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \text{ и } I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}.$$

где

Из треугольника напряжений на векторной диаграмме (см. рис.2) можно получить треугольник сопротивлений (рис. 3) для рассматриваемой цепи, разделив стороны этого треугольника на комплексный ток I из которого следует, что

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}; \quad \sin \varphi = \frac{X}{Z} = \frac{X_L - X_C}{Z},$$

а также треугольник мощностей (рис. 4) умножив стороны треугольника сопротивлений на квадрат тока цепи I^2 .

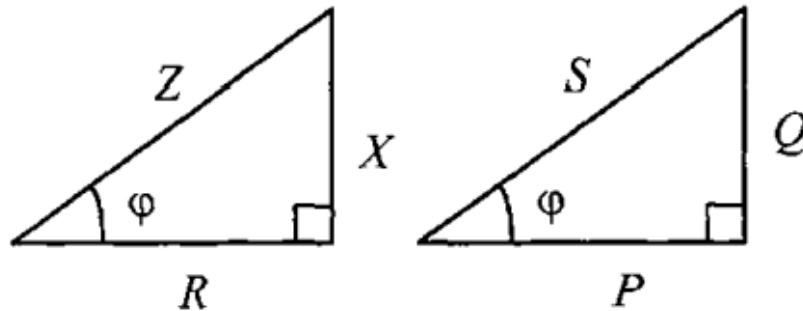


Рисунок 4. Треугольник мощностей.

Активная мощность цепи переменного тока

$$P = UI \cos \varphi = RI^2, \quad \text{откуда} \quad \cos \varphi = \frac{P}{S}.$$

Из треугольника мощностей можно взаимосвязь между активной P , полной S и реактивной Q мощностями электрической цепи:

$$P = UI \cos \varphi = S \cos \varphi;$$

$$Q = UI \sin \varphi = S \sin \varphi = XI^2 = X_L I^2 - X_C I^2;$$

$$S = UI = \sqrt{P^2 + Q^2} = ZI^2.$$

При этом реактивная составляющая полной мощности цепи находится как разность реактивной индуктивной Q_L и реактивной емкости Q_C составляющих:

$$Q = Q_L - Q_C.$$

Выражения для полной мощности цепи переменного тока в комплексной форме записываются в следующем виде:

$$\underline{S} = \dot{U} \dot{I} = P + jQ = P + j(Q_L - Q_C),$$

или

$\underline{S} = S(\cos \varphi + j \sin \varphi)$, где $\dot{I} = Ie^{-j\varphi}$ – сопряженное значение

$$\dot{I} = Ie^{+j\varphi}$$

комплексного тока

Полученные выражения показывают, что угол сдвига фаз между током I и напряжением U питающей сети зависит от характера сопротивлений, включенных в цепь переменного тока. При этом:

$X = X_L - X_C > 0$, т.е. $X_L > X_C$ (характер нагрузки индуктивный);

$X = X_L - X_C < 0$, т.е. $X_L < X_C$ (характер нагрузки емкостный).

Форма контроля: письменные ответы на вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Потребляет ли конденсатор активную мощность?
2. Как влияет изменение емкости конденсатора на ток всей цепи?
3. Какая цепь является разветвленной?
4. Какова векторная диаграмма данной цепи?
5. Как повлияет на показания приборов увеличение емкости батареи конденсаторов?
6. Какие виды мощности выделяются в реальном конденсаторе и в чем они измеряются?

Практическая работа №4 (2 часа)

Тема: «Исследование устройств электроизмерительных приборов»

Цель: ознакомление с устройством электроизмерительных приборов.

Задачи:

1. Изучить теоретические сведения.
2. В тетради для практических работ письменно ответить на контрольные вопросы.

Формируемые компетенции: ОК 2,3,6; ПК 1.1.

Материально - техническое оснащение:

1. Мультимедийный проектор;
2. Тетрадь для практических работ.

Литература и информационные источники:

1. С.А. Покотило, В.И. Панкратов Электротехника и электроника: учеб. пособие/С.А. Покотило, В.И. Панкратов.- 2-е изд., испр.- Ростов н/Д : Феникс, 2018. – 283 с.
2. А.В. Блохин Электротехника: Учебное пособие / Блохин А.В., - 2-е изд., стер. – Москва : Флинта, 2018. - 184 с.: ISBN 978-5-9765-3621-0 - Режим доступа : <http://znanium.com/catalog/product/966438>
3. А.К. Славинский, Электротехника с основами электроники: Учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. – Москва : ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 448 с.: <https://znanium.com/catalog/product/494180>



Схема 1. Электроизмерительных приборов.

Электроизмерительным прибором называют средство измерений, которое предназначено для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.

В настоящее время измерения электрических величин производят приборами различных систем, основными из которых являются: магнитоэлектрическая, электромагнитная, электродинамическая и ферродинамическая.

К электроизмерительным приборам относятся приборы для измерения величины тока (амперметры), напряжения (вольтметры), мощности (ваттметры) и сопротивления (омметры) в цепях постоянного и переменного тока.

На панелях электроизмерительных приборов указываются их технические характеристики:

- 1) единицы измеряемых величин;
- 2) класс точности прибора;
- 3) система прибора;
- 4) наличие защиты измерительной цепи от магнитных или электрических полей и вид преобразователя;
- 5) рабочее положение прибора и испытательное напряжение изоляции измерительной цепи по отношению к корпусу;
- 6) род тока и число фаз;
- 7) устойчивость к климатическим воздействиям.

Здесь могут быть также указаны внутреннее сопротивление измерительного механизма, ток, отклоняющий стрелку на всю шкалу прибора, падение напряжения на внутреннем сопротивлении, год изготовления и заводской номер.

Кроме того, в соответствии с ГОСТом 1969 г., электроизмерительные приборы классифицируются также:

- а) по положению нулевой отметки на шкале: с односторонней шкалой, с двусторонней симметричной шкалой и двусторонней несимметричной и безнулевой шкалой;
- б) по количеству диапазонов измерений: однопредельные и многопредельные (несколькими диапазонами измерений);
- в) по конструкции отсчетного устройства: со стрелочным, световым или вибрационным указателем, с подвижной шкалой, с пишущим устройством, с цифровой индикацией;
- г) по характеру шкалы: с равномерной шкалой, с неравномерной шкалой, (степенной, логарифмической).

Как уже указывалось, электроизмерительные приборы встречаются со стрелочным и световым указателем и цифровой индикацией, в которых применяются электронные методы измерения и представления информации без преобразования ее в механическое движение. Стрелочный указатель представляет собой перемещающийся по шкале стрелку, жестко скрепленную с подвижной частью прибора. Световой способ отсчета заключается в следующем: на оси подвижной части закрепляется зеркальце, освещаемое специальным осветителем; луч света, отраженный от зеркальца, попадает на шкалу и отображается на ней в виде светового пятна с темной нитью посередине. Световой отсчет позволяет существенно увеличить чувствительность прибора, во-первых, вследствие того, что угол поворота отраженного луча вдвое больше угла поворота зеркальца, а во-вторых, потому, что длину луча можно сделать весьма большой.

На корпусе приборов, как правило, устанавливается *корректор* – приспособление, предназначенное для установки прибора в нулевое положение, и *арретир* - устройство, предназначенное для предохранения подвижной части прибора от повреждений при переноске, транспортировке и хранении.

Форма контроля: письменные ответы на вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое абсолютная погрешность электроизмерительного прибора?
2. Что такое класс точности электроизмерительного прибора?
3. Какие условные обозначения имеются на шкале электроизмерительного прибора?
4. Какие виды погрешностей вы знаете?
5. Как классифицируются электроизмерительные приборы?

Практическая работа №5 (2 часа)

Тема: «Исследование правила пользования защитными средствами»

Цель: ознакомление с назначением, конструкцией и правилами применения электрозащитных средств.

Задачи:

1. Изучить теоретические сведения.
2. В тетради для практических работ письменно ответить на контрольные вопросы.

Формируемые компетенции: ОК 2,3,6; ПК 1.1.

Материально - техническое оснащение:

1. Мультимедийный проектор;
2. Тетрадь для практических работ.

Литература и информационные источники:

1. С.А. Покотило, В.И. Панкратов Электротехника и электроника: учеб. пособие/С.А. Покотило, В.И. Панкратов.- 2-е изд., испр.- Ростов н/Д : Феникс, 2018. – 283 с.
2. А.В. Блохин Электротехника: Учебное пособие / Блохин А.В., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, 2018. - 184 с.: ISBN 978-5-9765-3621-0 - Режим доступа : <http://znanium.com/catalog/product/966438>
3. А.К. Славинский, Электротехника с основами электроники: Учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. – Москва : ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 448 с.: <https://znanium.com/catalog/product/494180>

Теоретическая часть

Изолирующие штанги

Назначение. Изолирующая штанга - стержень, изготовленный из изоляционного материала, которым, человек может касаться частей электроустановки, находящихся под напряжением, без опасности поражения током. Штанги применяются в установках всех напряжений.

Различают три вида штанг:

а) **оперативные**, предназначенные для операций с однополюсными разъединителями и наложения временных переносных защитных заземлений; они используются также для снятия и постановки трубчатых патронов

предохранителей, проверки отсутствия напряжения и подобных им эксплуатационных операций;

б) *измерительные*, предназначенные для измерений в электроустановках, находящихся в работе (проверка распределения напряжения по изоляторам гирлянды, измерение сопротивления контактных зажимов на проводах воздушных линий электропередачи и пр.);

в) *универсальные* штанги со сменными головками (рабочими частями), которыми можно выполнять различные операции, в том числе те, которые выполняются оперативными штангами.

Конструкция. Каждая штанга имеет три основные части: рабочую часть, изолирующую часть и рукоятку.

Рабочая часть обуславливает назначение штанги. Она может иметь самое разнообразное устройство от простого крючка (пальца) у штанг, предназначенных для управления разъединителями, до сложного прибора у измерительных штанг.

Изолирующая часть обеспечивает изоляцию человека от токоведущих частей, следовательно, и его безопасность; она изготавливается из изоляционных механически прочных материалов - бакелитовых или пластмассовых трубок, деревянных стержней, пропитанных маслами и т. п.

Правила пользования. Штанги должны применяться в закрытых электроустановках. На открытом воздухе применение их допускается только в сухую погоду (при отсутствии дождя, снега, тумана и измороси).

Операции штангой может производить только квалифицированный персонал, обученный этой работе. Как правило, при этом должен присутствовать второй человек, который контролирует действия оператора и при необходимости может оказать ему помощь.

При работе штангой должны применяться диэлектрические перчатки. Без перчаток можно работать лишь в установках до 1000 В, а также измерительными штангами на линиях электропередачи и ОРУ любого напряжения. При работе нельзя касаться штанги выше ограничительного кольца.

Изолирующие клещи

Назначение изолирующих клещей — операции под напряжением с предохранителями, установка и снятие изолирующих накладок, перегородок и тому подобные работы. Применяются в установках до 35 кВ включительно.

Конструкции клещей различны, но во всех случаях они имеют три основные части: рабочую часть или губки, изолирующую часть и рукоятки.

Длина изолирующей части клещей должна быть не меньше 45 см при напряжении 6-10 кВ и не менее 75 см при напряжении выше 10 до 35 кВ, а

длина рукояток - не менее 15 и 25 см соответственно. Размеры клещей для электроустановок до 1000 В не нормируются и определяются удобством работы с ними.

Правила пользования. Изолирующие клещи должны применяться в закрытых электроустановках, а в сухую погоду – и в открытых.

При пользовании клещами в электроустановках выше 1000 В работающий должен иметь на руках диэлектрические перчатки, а при снятии и постановке предохранителей под напряжением он должен пользоваться, кроме того, защитными очками.

Электроизмерительные клещи

Назначение. Электроизмерительные клещи - прибор, предназначенный для измерения электрических величин - тока, напряжения, мощности, фазового угла и др. - без разрыва токовой цепи и без нарушения ее работы. Соответственно измеряемым величинам существуют клещевые амперметры, ампервольтметры, ваттметры и фазометры.

Наибольшее распространение получили клещевые амперметры переменного тока, которые обычно называют токоизмерительными клещами. Они служат для быстрого измерения тока в проводнике без разрыва и без вывода его из работы.

Электроизмерительные клещи применяются в установках до 10 кВ включительно.

Конструкция. Простейшие токоизмерительные клещи переменного тока работают на принципе одновиткового трансформатора тока, первичной обмоткой которого является шина или провод с измеряемым током, а вторичная многовитковая обмотка, к которой подключен амперметр, намотана на разъемный магнитопровод. Для охвата шины магнитопровод раскрывается подобно обычным клещам при воздействии оператора на изолирующие рукоятки или рычаги клещей.

Переменный ток, проходя по токоведущей части, охваченной магнитопроводом, создает в магнитопроводе переменный магнитный поток, индуктирующий э. д. с. во вторичной обмотке клещей. В замкнутой вторичной обмотке э. д. с. создает ток, который измеряется амперметром, укрепленным на клещах.

В современных конструкциях токоизмерительных клещей применяется схема, сочетающая трансформатор тока с выпрямительным прибором. В этом случае выводы вторичной обмотки присоединяются к электроизмерительному прибору не непосредственно, а через набор шунтов.

Электроизмерительные клещи бывают двух типов: одноручные для установок до 1000 В и двухручные для установок от 2 до 10 кВ включительно.

Клещи имеют три основные части: рабочую, включающую магнитопровод, обмотки и измерительный прибор; изолирующую - от рабочей части до упора; рукоятки - от упора до конца клещей.

У одноручных клещей изолирующая часть служит одновременно рукояткой. Раскрытие магнитопровода осуществляется с помощью нажимного рычага.

Электроизмерительные клещи для установок 2-10 кВ имеют длину изолирующей части не менее 38 см, а рукояток - не менее 13 см. Размеры клещей до 1000 В не нормируются.

Правила пользования. Электроизмерительные клещи могут применяться в закрытых электроустановках, а также в открытых в сухую погоду. Измерения клещами допускается производить как на частях, покрытых изоляцией (провод, кабель, трубчатый патрон предохранителя и т. п.), так и на голых частях (шины и пр.).

Человек, производящий измерение, должен пользоваться диэлектрическими перчатками и стоять на изолирующем основании. Второй человек должен стоять сзади и несколько сбоку оператора и читать показания приборов клещей.

Указатели напряжения

Назначение. Указатель напряжения - переносный прибор, предназначенный для проверки наличия или отсутствия напряжения на токоведущих частях. Такая проверка необходима, например, при работе непосредственно на отключенных токоведущих частях, при контроле исправности электроустановок, отыскании повреждений в электроустановке, проверке электрической схемы и т. п.

Во всех этих случаях требуется установить лишь наличие или отсутствие напряжения, но не его значение, которое, как правило, известно. Все указатели имеют световой сигнал, загорание которого свидетельствует о наличии напряжения на проверяемой части или между проверяемыми частями.

Указатели бывают для электроустановок до 1000 В и выше.

Конструкция.

Указатели, предназначенные для электроустановок до 1000 В делятся на двухполюсные (работающие при активном токе) и однополюсные (работающие при емкостном токе).

Однополюсный указатель напряжения размещен в одном корпусе. Электрическая схема однополюсного указателя напряжения включает в себя газоразрядную индикаторную лампу с добавочным резистором, контакт-

наконечник и контакт на торцевой части корпуса, с которым соприкасается рука оператора.

Напряжение зажигания указателей напряжения до 1000 В должно быть не выше 90 В.

Длина неизолированной части контактов-наконечников указателей напряжения до 1000 В не должна превышать 20 мм.

Правила пользования. Однополюсные указатели требуют прикосновения лишь к одной - испытываемой токоведущей части. Связь с землей обеспечивается через тело человека, который пальцем руки создает контакт с цепью указателя. При этом ток не превышает 0,3 мА. Однополюсный указатель может применяться только в установках переменного тока, поскольку при постоянном токе его лампочка не горит и при наличии напряжения. Его рекомендуется применять при проверке схем вторичной коммутации, определении фазного провода в электросчетчиках, ламповых патронах, выключателях, предохранителях и т. п. При пользовании указателями напряжения до 1000 В можно обходиться без защитных средств. Правила техники безопасности запрещают применять вместо указателя напряжения так называемую контрольную лампу - лампу накаливания, ввернутую в патрон, заряженный двумя короткими проводами. Это запрещение вызвано тем, что при случайном включении лампы на напряжение большее, чем она рассчитана, или при ударе о твердый предмет возможен взрыв ее колбы и, как следствие, ранение оператора.

Указатели для электроустановок напряжением выше 1000 В, называемые также указателями высокого напряжения (УВН), действуют по принципу свечения неоновой лампочки при протекании через нее емкостного тока, т.е. зарядного тока конденсатора, включенного последовательно с лампочкой.

Эти указатели пригодны лишь для установок переменного тока и приближать их надо только к одной фазе.

Конструкции указателей различны, однако всегда УВН имеют три основные части: рабочую, состоящую из корпуса, сигнальной лампы, конденсатора и пр.; изолирующую, обеспечивающую изоляцию оператора от токоведущих частей и изготовляемую из изоляционных материалов; рукоятку, предназначенную для удержания указателя.

В процессе эксплуатации электроустановок возникают условия, при которых, несмотря на самое совершенное конструктивное исполнение установок, не обеспечивают безопасности работающего, и поэтому требуется применение специальных средств защиты. К ним относятся приборы, аппаратуры, переносимые и перевозимые приспособления, служащие для

защиты персонала, работающего в электроустановках, от поражения электрического поля, продуктов горения, падения с высоты и т.п. Эти средства не являются конструктивными частями электроустановок; они дополняют ограждения; блокировки, сигнализацию, заземление, зануление и другие стационарные устройства.

Средства защиты, применимые в электроустановках, могут быть условно разделены на четыре группы: изолирующие, ограждающие, экранирующие и предохранительные. Первые три группы предназначены для защиты персонала от поражения электрическим током и вредного воздействия электрического поля и называются электрозащитными средствами (ГОСТ 12.1.009-76).

Изолирующие электрозащитные средства. Изолируют человека от токоведущих частей, а также от земли.

Ограждающие средств предназначены для временного ограждения токоведущих частей, к которым возможно случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние, а также для предупреждения ошибочных операций с коммутационными аппаратами. К ним относятся временные переносные ограждения-щиты ограждения –клетки, изолирующие накладки, временные переносные заземления и предупредительные плакаты.

Экранирующие электрозащитные средства служат для исключения вредного воздействия на работающих полей промышленной частоты. К ним относятся индивидуальные экранирующие комплекты (костюмы с головными уборами, обувью и рукавицами), переносные экранирующие устройства (экраны) и экранирующие тканевые изделия (зонты, палатки и т.п.).

Предохранительные средства защиты предназначены для индивидуальной защиты работающего от вредных воздействия неэлектрических факторов – световых, тепловых и механических, а также от продуктов горения и падения с высоты. К ним относятся защитные очки и щитки, специальные рукавицы из трудновоспламеняемой ткани, защитные каски, противогазы, предохранительные монтерские пояса, страховые канаты, монтерские когти.

Все электрозащитные средства делятся на основанные и дополнительные.

Основные изолирующие электрозащитные средства обладают изоляцией, способной длительно выдерживать рабочее напряжение электроустановки, и поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Дополнительные электрозщитные средства не обладают изоляцией, способной выдержать рабочее напряжение электроустановок, и поэтому они не могут служить защитой от поражения током при этом напряжении. Их назначение – усилить защитное (изолирующее) действие основных изолирующих средств, вместе с которыми они должны применяться. Причем при использовании основных электрозщитных средств достаточно одного дополнительного электрозщитного средства.

К основным электрозщитным средствам относятся:

В электроустановках до 1000В:

- а) диэлектрические перчатки;
- б) изолирующие штанги;
- в) изолирующие и электроизмерительные клещи;
- г) слесарно-монтажные инструмент с изолирующими рукоятками;
- д) указатели напряжений;

В электроустановках выше 1000В:

- а) изолирующие штанги;
- б) изолирующие и электроизмерительные клещи;
- в) указатели напряжения;
- г) средства для ремонта под напряжением выше 1000 В.

К дополнительным электрозщитным средствам относятся:

В электроустановках до 1000В:

- а) диэлектрические галоши;
- б) диэлектрические ковры;
- в) изолирующие подставки и накладки;
- г) переносные заземления;
- д) оградительные устройства;
- е) плакаты и знаки безопасности.

В электроустановках выше 1000В:

- а) диэлектрические перчатки;
- б) диэлектрические боты;
- в) диэлектрические ковры;
- г) изолирующие подставки и накладки;
- д) диэлектрические колпаки;
- ж) переносные заземления;
- з) оградительные устройства;
- и) платы и знаки безопасности.

Форма контроля: письменные ответы на вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Назначение изолирующей штанги.
2. Какие основные части имеет штанга?
3. Для чего предназначены изолирующие клещи?
4. В каких электроустановках применяются электроизмерительные клещи?
5. Какие бывают указатели напряжения, предназначенные для электроустановок до 1000 В?
6. Для чего предназначены упоры на рукоятках слесарно-монтажного инструмента?
7. Для чего предназначены ограждающие средства?
8. Для чего предназначены экранирующие электрозщитные средства?
9. Для чего предназначены предохранительные средства защиты?