

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ «БЕЛЭНЕРГО»  
УО «МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
КОЛЛЕДЖ»

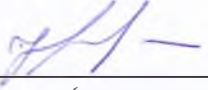
УТВЕРЖДАЮ  
И.о. директора УО «МГЭК»  
Е.Г. Сайковская  
« 08 » 08 20 22 г.



## ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

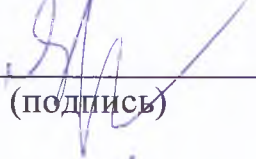
Методические указания по изучению дисциплины для учащихся  
заочной формы получения образования

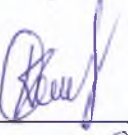
2-43 01 01 «Электрические станции»  
(шифр и название специальности)

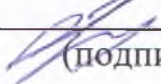
Разработал преподаватель  Н.А.Селезнева  
(подпись) (ФИО)

Рассмотрено и одобрено на заседании цикловой комиссии  
специальных электротехнических дисциплин  
(наименование цикловой комиссии)

Протокол № 8 от 22.04.2022 г.

Председатель цикловой комиссии  Н.Н.Ядловский  
(подпись) (ФИО)

Согласовано  
Методист колледжа  О.В.Какорина  
(подпись) (ФИО)

Заведующий заочным отделением  А.А.Куцов  
(подпись) (ФИО)

## Содержание

1. Пояснительная записка	3
2. Краткое содержание программы	4
3. Общие требования по оформлению домашней контрольной работы	11
4. Методические указания по выполнению домашней контрольной работы	13
5. Задания для домашних контрольных работ	14
6. Оценка результатов учебной деятельности при выполнении домашней контрольной работы	19
7. Литература	20

## 1 Пояснительная записка

Программой дисциплины «Электротехнические материалы» предусматривается изучение свойств, областей применения, способов получения электротехнических и конструкционных материалов, применяемых в электроэнергетике.

Программа дисциплины базируется на знании учащимися дисциплин: "Физика", "Химия". Изучение отдельных тем дисциплины необходимо вести с учетом знаний, полученных учащимися по дисциплине «Теоретические основы электротехники», которая в свою очередь она является базой для изучения всех специальных электротехнических дисциплин.

Материал дисциплины следует изучать с учетом достижений науки и техники в области электротехнических и конструкционных материалов.

В процессе обучения необходимо развить самостоятельность в пополнении знаний, учиться использовать на практике полученные знания, навыки и умения.

Программой дисциплины предусматривается проведение лабораторных работ. Специфика большинства из них требует особого внимания к вопросам безопасности.

Для проверки знаний предусмотрена обязательная контрольная работа, объём и содержание которой определяется цикловой комиссией.

Навыки, приобретенные в ходе изучения дисциплины, развивают профессиональные качества будущего техника - электрика.

В результате изучения дисциплины учащиеся должны знать:

***на уровне представления:***

- значение дисциплины и ее связь с другими изучаемыми дисциплинами;
- способы получения электротехнических и конструкционных материалов;
- пути экономии сырья и материалов.

***на уровне понимания:***

- механические, электрические, тепловые и физико-химические характеристики электротехнических и конструкционных материалов;
- строение электротехнических и конструкционных материалов;
- области применения электротехнических и конструкционных материалов, перспективы их развития.

Учащиеся должны уметь:

- выбирать электротехнические и конструкционные материалы в соответствии с условиями применения;
- пользоваться каталогами, справочной литературой.

## 2 Краткое содержание программы

### Введение

Понятие об электротехнических материалах и их видах: диэлектрических, проводниковых, полупроводниковых, магнитных. Конструкционные материалы, используемые в электроэнергетике. Роль и значимость электротехнических материалов. Общие сведения об их применении. Задачи и краткое содержание предмета, его роль в подготовке квалифицированных специалистов.

[1] с. 3, 4

### Часть 1. Электротехнические и конструкционные материалы на основе металлов

#### Глава 1.1 Строение и свойства металлов

Кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток. Аллотропические превращения в металлах. Анизотропные и изотропные вещества. Химические, физические, технологические и механические свойства металлов. Методы механических испытаний металлов. Основные механические характеристики металлов.

[1] § 1.1

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Чем характеризуется кристаллическое строение металлов?
2. Какие тела называют изотропными?
3. Что такое аллотропия или полиморфизм?
4. Что является основной характеристикой прочности металлов при растяжении?
5. Какие механические свойства вы знаете?

#### Глава 1.2 Сплавы железа с углеродом

Основные понятия о сплавах. Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов. Упрощенная диаграмма состояния железо-углерод. Понятие о чугунах и сталях. Чугуны. Их структура, классификация, свойства, маркировка, применение. Углеродистые стали. Их структура, классификация, свойства, маркировка, применение.

[1] § 1.2, 1.3

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Что называется черными сплавами?
2. Что такое диаграмма состояния?
3. Что такое цементит, аустенит, феррит, ледебурит, перлит?
4. Что такое эвтектика?
5. Что такое чугун, графитизированный чугун, белый чугун? Какими свойствами они обладают, как маркируются, где используются?

6. Что называется углеродистой сталью? Как они классифицируются, маркируются?

7. Какие примеси в стали относятся к полезным, а какие к вредным?

8. Что называется качеством стали, как оно определяется?

9. Какие стали относятся к низко, средне и высокоуглеродистым?

### **Глава 1.3 Легированные стали**

Влияние легирующих элементов на свойства стали. Классификация легированных сталей. Маркировка.

[1] § 1.5

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что такое легированные стали?

2. Как влияют различные легирующие элементы на свойства сталей?

3. Как классифицируются легированные стали?

4. Как маркируются легированные стали?

### **Глава 1.4 Основы термической и химико-термической обработки стали**

Понятие о термической обработке стали. Основные виды термической обработки стали: отжиг, нормализация, закалка, отпуск. Химико-термическая обработка стали и ее назначение. Цементация, азотирование, цианирование стали.

[1] § 1.4

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что такое термическая обработка стали? На чем она основана?

2. Как и для чего проводят отжиг, нормализацию, закалку, отпуск стали?

3. Что такое химико-термическая обработка стали?

4. Как и для чего проводят цементацию, азотирование, цианирование стали?

### **Глава 1.5 Сплавы цветных металлов**

Сплавы на основе меди (латуни, бронзы). Состав, свойства, маркировка, области применения. Сплавы на основе алюминия (деформируемые, литейные, порошковые). Состав, свойства, маркировка, области применения.

[1] § 1.6

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что такое цветные сплавы?

2. Какие вы знаете сплавы на основе меди? Их состав, свойства, маркировка, области применения.

3. Какие вы знаете сплавы на основе алюминия? Их состав, свойства, маркировка, области применения.

### **Глава 1.6 Коррозия металлов и защита от нее**

Сущность коррозии металлов. Виды коррозии. Основные способы защиты от коррозии.

[2] § 35; 36

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что такое коррозия металлов? Виды коррозии.
2. Какие Вы знаете методы борьбы с коррозией?

### **Глава 1.7 Магнитные материалы**

Основные характеристики магнитных материалов. Основная кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Магнитомягкие материалы: технически чистое железо, кремнистая электротехническая сталь, пермаллой, альсиферы, магнитомягкие ферриты. Их состав, свойства, применение. Магнитотвердые материалы: легированные мартенситные стали, литые магнитотвердые сплавы, магнитотвердые ферриты. Их состав, свойства, применение.

[1] § 7.1- 7.4

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Назовите основные характеристики магнитных материалов.
2. Что такое основная кривая намагничивания?
3. Что такое магнитный гистерезис?
4. Какие вы знаете магнитомягкие материалы? Их состав, свойства, применение.
5. Какие вы знаете магнитотвердые материалы? Их состав, свойства, применение.

### **Глава 1.8 Проводниковые материалы**

Классификация и основные свойства проводников. Зависимость свойств от внешних условий. Материалы с высокой проводимостью: серебро, медь, алюминий. Их свойства, характеристики, применение. Сверхпроводники и криопроводники. Их отличительные свойства, характеристики, применение. Материалы с большим удельным сопротивлением: манганин, константан, нихром, фехраль, хромаль. Их свойства, характеристики, применение.

[1] § 6.1-6.3

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Классификация проводниковых материалов по способности проводить электрический ток.

2. Материалы с высокой проводимостью. Их свойства, характеристики, применение.

3. Что такое сверхпроводники и криопроводники. Их отличительные свойства, характеристики, применение.

4. Материалы с большим удельным сопротивлением. Их свойства, характеристики, применение.

## **Часть 2. Электротехнические неметаллические материалы**

### **Глава 2.1 Физика диэлектриков и их основные характеристики**

Электрические характеристики диэлектриков (удельное объемное и поверхностное сопротивление, удельная проводимость, относительная диэлектрическая проницаемость, электрическая прочность, тангенс угла диэлектрических потерь). Виды поляризации. Зависимость диэлектрической проницаемости от частоты и температуры. Сущность электропроводности диэлектриков. Природа диэлектрических потерь в постоянном и переменном электрических полях. Зависимость диэлектрических потерь от температуры и частоты. Пробой газообразных диэлектриков. Пробой жидких диэлектриков. Виды пробоя твердых диэлектриков. Перекрытие твердых диэлектриков. Механические характеристики диэлектриков: предел прочности при растяжении, предел прочности при сжатии, предел прочности при статическом изгибе, ударная вязкость. Тепловые характеристики диэлектриков: температура вспышки паров жидких диэлектриков, теплостойкость, нагревостойкость, холодостойкость. Основные физико-химические характеристики диэлектриков: кислотное число, вязкость жидких диэлектриков, водопоглощаемость, влагопоглощаемость, химическая стойкость, радиационная стойкость.

[1] § 4.1-4.6

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Чем объясняется явление электропроводности диэлектриков? Чем оно характеризуется?
2. Перечислите виды поляризации и их особенности.
3. Какие виды поляризации характерны для твердых тел, жидкостей и газов?
4. Изобразите векторную диаграмму токов в диэлектрике и объясните по ней, что характеризует потери энергии в диэлектрике.
5. Что представляет собой явление пробоя диэлектриков?
6. Какие механические, тепловые и физико-химические характеристики следует учитывать при эксплуатации диэлектриков?

## **Глава 2.2 Газообразные диэлектрики**

Воздух, азот, водород, углекислый газ, элегаз. Назначение, основные свойства, характеристики, применение.

[1] § 4.7

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Какие газообразные диэлектрики используют в качестве электроизоляционных материалов? Их назначение, основные свойства, характеристики, применение.

## **Глава 2.3 Жидкие диэлектрики**

Классификация. Нефтяные электроизоляционные масла. Назначение, требования к ним, состав, основные свойства и характеристики, применение. Синтетические жидкие диэлектрики на основе хлорированных углеводородов. Кремнийорганические и фторорганические жидкие диэлектрики. Их применение, достоинства и недостатки.

[1] § 4.8

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Каков состав минеральных электроизоляционных масел?
2. Перечислите достоинства и недостатки минеральных электроизоляционных масел.
3. Перечислите синтетические электроизоляционные жидкости и их характерные свойства, достоинства и недостатки.

## **Глава 2.4 Электроизоляционные полимеры**

Основные понятия о высокополимерных материалах. Процессы полимеризации и поликонденсации. Термореактивные и термопластичные диэлектрики. Полимеризационные синтетические диэлектрики: полиэтилен, полистирол, поливинилхлорид, органическое стекло, фторопласты. Поликонденсационные синтетические диэлектрики. Природные смолы. Их состав, основные характеристики, применение.

[1] § 4.9-4.11

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что представляют собой процессы полимеризации и поликонденсации?
2. Опишите полимеризационные синтетические диэлектрики: их состав, основные характеристики, применение.
3. Опишите поликонденсационные синтетические диэлектрики: их состав, основные характеристики, применение.
4. Опишите природные смолы: их состав, основные характеристики, применение.



## **Глава 2.5 Лаки, эмали, компаунды, клеи, воскообразные диэлектрики**

Электроизоляционные лаки. Их виды по назначению (пропиточные, покровные, клеящие), в зависимости от лаковой основы (смоляные, масляно-битумные). Их состав, основные характеристики, применение. Понятие об эмалях, клеях, компаундах, воскообразных диэлектриках. Их состав, основные характеристики, применение.

[1] § 4.13

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что представляют собой электроизоляционные лаки, эмали, компаунды?
2. Опишите их виды, состав, основные характеристики, применение.

## **Глава 2.6 Волокнистые материалы**

Классификация и общие свойства волокнистых материалов. Электроизоляционные бумаги, картоны, фибра, локоткани, лакобумаги. Их состав, основные характеристики, применение.

[1] § 4.14

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Опишите общие свойства волокнистых материалов, их достоинства и недостатки, как их можно классифицировать.
2. Что такое пропитанные волокнистые материалы. Их состав, основные характеристики, применение.

## **Глава 2.7 Пластмассы, слоистые пластики, резины**

Электроизоляционные пластмассы: термопластические и терморезистивные. Их состав, основные характеристики, марки, применение. Слоистые электроизоляционные пластмассы: гетинакс, текстолит, стеклотекстолит. Их состав, основные характеристики, марки, применение. Электроизоляционные резины. Их состав, основные свойства и характеристики, марки, применение.

[1] § 4.11-4.12

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что представляют собой слоистые электроизоляционные пластмассы и где они применяются в электроэнергетике?
2. Что представляют собой резины и где они применяются в электроэнергетике?

## **Глава 2.8 Стекло и керамика**

Электрокерамические материалы: электротехнический фарфор, стеатит, конденсаторная керамика. Их состав, основные характеристики,

применение. Электроизоляционное стекло. Его состав, основные характеристики, применение.

[1] § 4.16

**Вопросы для самопроверки**

1. Из каких исходных материалов изготавливают электрофарфор и стекло и где они применяются в электроэнергетике?

## **Глава 2. 9 Слюда и слюдяные материалы**

Природные электроизоляционные слюды: мусковит, флогопит. Электроизоляционные материалы из слюды (миканиты, микаленты, микафолы). Их состав, основные характеристики, марки, применение. Слюдинитовые и слюдопластовые электроизоляционные материалы. Их состав, основные характеристики, применение.

[1] § 4.15

**Вопросы для самопроверки**

1. Какие электроизоляционные материалы изготавливают на основе щепаной слюды?

2. Каков состав и основные свойства миканитов?

3. Что представляют собой слюдинитовые электроизоляционные материалы?

## **Глава 2. 10 Полупроводниковые материалы**

Общие сведения о полупроводниках. Влияние внешних факторов на электропроводность полупроводников. Основные полупроводниковые материалы. Их состав, основные характеристики, применение.

[1] § 5.1-5.8

**Вопросы для самопроверки**

1. Какие характерные свойства полупроводниковых материалов?

2. Расскажите об образовании р-п перехода в полупроводниках.

### **3 Общие требования по оформлению домашней контрольной работы**

В соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «ЕСКД. Требования к оформлению текстовых документов» оформление домашней контрольной работы должно осуществляться по следующим правилам: все части пояснительной записки следует излагать только на одном из государственных языков – белорусском или русском.

На лицевой части работы помещается наклейка установленного образца. В наклейке обязательно заполняются все графы, фамилия имя отчество пишется полностью.

Вопросы и задачи контрольной работы переписываются по порядку, без сокращений. На каждый переписанный вопрос сразу же дается ответ. После каждого ответа на вопрос выделяется свободное пространство, а в конце работы 1,2 страницы для рецензии.

Домашняя контрольная работа может быть выполнена рукописно в отдельной тетради «в клеточку» с пронумерованными страницами и отведенными полями шириной 30 мм. Возможно выполнение работы на компьютере и отпечатанный текст на белой бумаге формата А4 с одной стороны листа. Оформление работы должно быть единообразным, с соблюдением следующих типографических требований:

- поля: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм;
- шрифт текста размером 14 пт., гарнитурой Times New Roman;
- шрифт заголовков (все прописные), подзаголовков 16 пт., гарнитурой Times New Roman;
- межстрочный интервал – полуторный;
- отступ красной строки – 1,25;
- номера разделов, подразделов, пунктов и подпунктов следует выделять полужирным шрифтом;
- разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определённых терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры;
- выравнивание текста – по ширине, перенос слов не допускается.

При делении вопроса на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию.

Вопросы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки. Наименование вопросов следует

располагать по центру строки без точки в конце, прописными буквами жирным начертанием, отделяя от текста одной пустой строкой. В конце работы следует указать использованную литературу.

После получения прорецензированной работы учащийся должен исправить в ней все ошибки и недочеты и повторно сдать домашнюю контрольную работу на заочное отделение.

#### 4 Методические указания по выполнению домашней контрольной работы

Номер варианта контрольной работы выбирается для каждого учащегося в зависимости от двух последних цифр присвоенного ему шифра. Если две последние цифры номера шифра более 25, необходимо из номера шифра вычесть 25

Контрольная работа состоит из четырех заданий. Сначала переписывается задание, а затем выполняется. Первое и второе задания носят теоретический характер. Ответы на них даются в конспективной форме.

Данные для задания № 3 в зависимости от варианта даются на различные темы. Если тема «Термическая обработка стали», то нужно хорошо разобраться с этой темой, а затем вычертить в масштабе часть диаграммы состояния железо-цементит и показать на ней область режимов обработки для своего варианта и критическую точку для своего сплава, а затем указать конкретные температуры нагрева.

Например У8 при нормализации нагревают до  $727^{\circ} + (30...50)^{\circ}\text{C}$ .

Чтобы выполнить это задание для остальных вариантов, нужно хорошо разобраться с темами: «основные электрические характеристики проводников», «основные электрические характеристики изоляционных материалов», «магнитный гистерезис», «коррозия металлов».

При ответе на четвертый вопрос необходимо расшифровать пять марок сплавов в зависимости от варианта. Чтобы выполнить это задание, необходимо изучить материал шестой и восьмой глав [1].

Примеры расшифровок:

КЧ 35-10 – это ковкий чугун, у которого предел прочности при растяжении  $35 \text{ кгс/мм}^2$  и относительное удлинение 10 процентов;

Ст<sub>2кп</sub> – это углеродистая конструкционная сталь обыкновенного качества, кипящая, относящаяся к группе А, то есть поставляемая с гарантированными механическими свойствами;

БСт<sub>2сп</sub> – это углеродистая конструкционная сталь обыкновенного качества, спокойная, относящаяся к группе Б, то есть поставляемая с гарантированным химическим составом;

Сталь20 – это качественная углеродистая конструкционная сталь, в которой углерода содержится 0,2%;

У8 – это инструментальная углеродистая качественная сталь, в которой содержится 0,8% углерода;

30ХГС – это конструкционная качественная легированная сталь, в которой углерода содержится около 0,3%, а хрома, марганца и кремния до 1%.

## 5. Задания для домашних контрольных работ

### Задание № 1

1. Кристаллическое строение металлов.
2. Основные свойства металлов.
3. Определение твердости по методу Бринелля и Роквелла.
4. Составляющие железоуглеродистых сплавов.
5. Диаграмма состояния железоуглеродистых сплавов.
6. Чугуны. Их свойства, классификация, маркировка, применение.
7. Углеродистые стали. Их свойства, классификация, маркировка, применение.
8. Легированные стали. Основные легирующие элементы, классификация, маркировка легированных сталей.
9. Понятие о термической обработке. Отжиг, нормализация.
10. Понятие о термической обработке. Закалка, отпуск.
11. Понятие о химико-термической обработке. Цементация.
12. Понятие о химико-термической обработке. Азотирование.
13. Понятие о химико-термической обработке. Цианирование.
14. Конструкционные сплавы на основе меди.
15. Конструкционные сплавы на основе алюминия.
16. Коррозия металлов.
17. Способы защиты от коррозии.
18. Классификация проводниковых материалов. Сверхпроводники и криопроводники.
19. Основная электрическая характеристика проводниковых материалов.
20. Материалы высокой проводимости. Их свойства, применение.
21. Проводниковые материалы высокого сопротивления. Их свойства, применение.
22. Контактные материалы.
23. Магнитные материалы. Основные магнитные характеристики.
24. Явление магнитного гистерезиса.
25. Магнитомягкие материалы. Магнитотвердые материалы. Их свойства, применение.

### Задание № 2

1. Электропроводность диэлектриков.
2. Электронная поляризация. Дипольная поляризация. Объемно-зарядная поляризация.
3. Диэлектрическая проницаемость.
4. Потери энергии в диэлектрике.

5. Пробой диэлектриков. Физическая природа пробоя.
6. Пробой газообразных диэлектриков однородном поле.
7. Пробой газов в неоднородном поле.
8. Тепловые характеристики диэлектриков.
9. Физико-химические характеристики диэлектриков.
10. Газообразные диэлектрики (воздух, азот, водород, элегаз). Их свойства, применение.
11. Минеральные масла. Их свойства, применение.
12. Синтетические жидкие диэлектрики.
13. Электроизоляционные полимеры. Свойства, применение.
14. Природные смолы. Свойства, применение.
15. Полимеризационные синтетические полимеры. Свойства, применение.
16. Поликонденсационные синтетические полимеры. Свойства, применение.
17. Электроизоляционные лаки и эмали. Свойства, применение.
18. Компаунды. Свойства, применение.
19. Воскообразные диэлектрики. Свойства, применение.
20. Классификация волокнистых материалов Их свойства, достоинства и недостатки.
21. Электроизоляционные бумаги и картоны, фибра.
22. Пропитанные волокнистые электроизоляционные материалы.
23. Слоистые пластики (гетинакс, текстолит, стеклотекстолит). Свойства, применение.
24. Электроизоляционные слюды. Свойства, получение, применение.
25. Слюдаиниты.

### Задание № 3

1. Назовите температуры нагрева стали 60 при закалке. Ответ проиллюстрируйте.

2. Образец диэлектрика поместили между двумя электродами квадратной формы со сторонами соответственно 50 и 100 мм и измерили объемное сопротивление. Оно оказалось  $0,8 \cdot 10^{10}$  Ом. Чему равно удельное объемное сопротивление диэлектрика, если толщина образца 2 мм?

3. Чему равна проводимость алюминиевого провода длиной 3 км, площадь поперечного сечения которого 70 мм<sup>2</sup>, если удельное сопротивление алюминия 0,03 Ом мм<sup>2</sup>/м?

4. Чему равно сопротивление алюминиевого провода длиной 5 км, площадь поперечного сечения которого 120 мм<sup>2</sup>, если удельное сопротивление алюминия  $0,03 \cdot 10^{-6}$  Ом м?

5. Чему равна удельная проводимость меди, если медный провод длиной 1 м, площадью поперечного сечения 16 мм<sup>2</sup> имеет сопротивление  $1,096 \cdot 10^{-3}$  Ом?

6. Чему равно удельное сопротивление алюминия, если алюминиевый провод длиной 1 м, площадью поперечного сечения 16 мм<sup>2</sup> имеет сопротивление  $1,75 \cdot 10^{-3}$  Ом?

7. Чему равно сопротивление медного провода длиной 10 км, площадь поперечного сечения которого 120 мм<sup>2</sup>, если удельное сопротивление меди  $0,0175 \cdot 10^{-6}$  Ом м?

8. Какова эл. прочность диэлектрика, изолирующего электроды «плоскость- плоскость» площадью 2 м<sup>2</sup>, если при расстоянии между ними 9 мм пробой происходит при напряжении 60 кВ?

9. Образец диэлектрика поместили между двумя электродами: в форме диска диаметром 50 и кольца внутренним диаметром 54 мм. Измерили поверхностное сопротивление. Оно оказалось  $0,8 \cdot 10^{10}$  Ом. Чему равно удельное поверхностное сопротивление диэлектрика? Толщина образца 4 мм.

10. Назовите температуры нагрева стали 50 при отжиге. Ответ проиллюстрируйте.

11. Образец диэлектрика квадратной формы со сторонами 100 мм поместили между двумя электродами квадратной формы со сторонами 100 мм и измерили поверхностное сопротивление. Оно оказалось  $0,8 \cdot 10^{10}$  Ом. Чему равно удельное поверхностное сопротивление диэлектрика? Толщина образца 4 мм.



12. Назовите температуры нагрева У9А при нормализации. Ответ проиллюстрируйте.

13. Назовите температуры нагрева У9 при закалке. Ответ проиллюстрируйте.

14. Назовите температуры нагрева У9 при отжиге. Ответ проиллюстрируйте.

15. Образец диэлектрика поместили между двумя электродами в форме дисков диаметрами 50 и 100 мм и измерили объемное сопротивление. Оно оказалось  $0,8 \cdot 10^{10}$  Ом. Чему равно удельное объемное сопротивление диэлектрика? Толщина образца 1 мм.

16. Образец диэлектрика прямоугольной формы со сторонами 100 и 50 мм поместили между двумя электродами прямоугольной формы со сторонами 100 и 50 мм и измерили поверхностное сопротивление. Оно оказалось  $0,8 \cdot 10^{10}$  Ом. Чему равно удельное поверхностное сопротивление диэлектрика? Толщина образца 3 мм.

17. Назовите температуры нагрева стали 35 при закалке. Ответ проиллюстрируйте.

18. Образец диэлектрика поместили между двумя электродами квадратной формы со сторонами соответственно 25 и 50 мм и измерили объемное сопротивление. Оно оказалось  $0,3 \cdot 10^{10}$  Ом. Чему равно удельное объемное сопротивление диэлектрика, если толщина образца 2 мм?

19. Чему равна проводимость алюминиевого провода длиной 5 км, площадь поперечного сечения которого 70 мм<sup>2</sup>, если удельное сопротивление алюминия 0,03 Ом мм<sup>2</sup>/м?

20. Чему равно сопротивление алюминиевого провода длиной 5 км, площадь поперечного сечения которого 95 мм<sup>2</sup>, если удельное сопротивление алюминия  $0,03 \cdot 10^{-6}$  Ом м?

21. Чему равна удельная проводимость меди, если медный провод длиной 4 м, площадью поперечного сечения 16 мм<sup>2</sup> имеет сопротивление  $4,096 \cdot 10^{-3}$  Ом?

22. Чему равно удельное сопротивление алюминия, если алюминиевый провод длиной 1,5 м, площадью поперечного сечения 16 мм<sup>2</sup> имеет сопротивление  $1,95 \cdot 10^{-3}$  Ом?

23. Чему равно сопротивление медного провода длиной 5 км, площадь поперечного сечения которого 120 мм<sup>2</sup>, если удельное сопротивление меди  $0,0175 \cdot 10^{-6}$  Ом м?

24. Какова электрическая прочность диэлектрика, изолирующего электроды «плоскость- плоскость» площадью  $3\text{ м}^2$ , если при расстоянии между ними 10мм пробой происходит при напряжении 60кВ?

25. Образец диэлектрика квадратной формы со сторонами 120 мм поместили между двумя электродами квадратной формы со сторонами 120 мм и измерили поверхностное сопротивление. Оно оказалось  $0,8 \cdot 10^{10}$  Ом. Чему равно удельное поверхностное сопротивление диэлектрика? Толщина образца 3мм.

#### Задание № 4

Расшифровать марки сплавов

Таблица 4.1

№ вар.	Марки сплавов по варианту задания				
	1	2	3	4	5
1	Ст1кп	СЧ10	Сталь10	18Г2	Х6ВФ
2	Ст1пс	СЧ15	Сталь20	14ХГС	9Х5ВФ
3	Ст2 кп	СЧ20	Сталь30	20ХФ	Х12Ф4М
4	Ст3 пс	КЧ30-6	Сталь40	12ХН3А	3Х7В7С
5	Ст3сп	КЧ37-12	Сталь50	14ХГ2С	4Х2В5МФ
6	Ст5 пс	КЧ50-5	Сталь60	15ХНГ2ВА	9Х5Ф1
7	Ст5 сп	КЧ65-3	Сталь70	15Х2Г2СВА	6ХВ2С
8	Ст6 пс	ВЧ35	Сталь05	18Х2Н4ВА	3Х2В8Ф
9	Ст6 сп	ВЧ45	Сталь08	30ХГС	Х12М
10	БСт1 кп	ВЧ60	Сталь11	40ХНМА	ХГ2М
11	БСт5 пс	ВЧ80	Сталь15	У12А	4Х5В2ФС
12	БСт3 пс	СЧ30	Сталь18	15ХГНТА	У10А
13	БСт6 пс	СЧ35	Сталь25	34ХН3М	4Х8В2
14	БСт2 кп	КЧ45-7	Сталь35	30ХН2ВФА	У11
15	БСт4 сп	ВЧ50	Сталь45	60С2ХА	У8А
16	ВСт3 пс	ВЧ100	У10А	70С3А	4Х14Н14В2М
17	ВСт4 сп	ВЧ70	У8	65С2ВА	12Х1МФ
18	ВСт5 сп	ВЧ40	У9	10Х14Г14Н4Т	Х5ВФ
19	ВСт4 сп	КЧ55-4	У10	15Г2СФ	Х6С
20	БСт0 кп	КЧ70-2	У11А	11Х11Н2А	12МХ
21	БСт4 сп	КЧ35-10	У12	36ХНТМФА	10Г2С1
22	Ст0 кп	ВЧ120	У13А	10Х13	25Г2С
23	БСт6 сп	ВЧ60	У13	30ХГСА-III	35ГС
24	Ст4 пс	СЧ25	У9А	12Х17	18ХГТ
25	Ст0 сп	КЧ35-8	У12А	34ХН3М1	9Х5Ф

## 6 Оценка результатов учебной деятельности при выполнении домашней контрольной работы

По результатам выполненной домашней контрольной работы выставляется отметка «зачтено». Отметка «не зачтено» выставляется, если в контрольной работе не раскрыты теоретические вопросы, задания, или ответы на них полностью переписаны из учебной литературы, без адаптации к конкретному заданию, если имеются грубые ошибки в решении задач, выполнении графического задания.

Результат выполнения домашней контрольной работы	Оценка результатов учебной деятельности
Работа выполнена не в полном объеме или не соответствует заданию и т.д. Допущены существенные ошибки, такие как не раскрыты теоретические вопросы: основные понятия, формулировки, не выполнена графическая часть или выполнена не карандашом (при выполнении графической части ксерокопия <u>не принимается</u> ); если имеются грубые ошибки в решении задач (неверно или неполно произведен расчет, имеются ошибки в расчетных зависимостях).	Не зачтено
Работа выполнена в полном объеме и соответствует заданию и т.д. Допущены несущественные ошибки, не искажающие сути вопроса, такие как нарушена логическая последовательность изложения ответа и (или) если ответы даны на все вопросы задания и в каждом ответе изложено не менее 75% материала от необходимого по данному вопросу.	Зачтено

## 7 Литература

### Основная

1. Никифоров В.М. Технология металлов и конструкционные материалы. – М.: Высшая школа, 1980.
2. Филиков В.А. Электротехнические и конструкционные материалы. – М.: Мастерство, 2000.

### Дополнительная

3. Дробов А.В. Электротехнические материалы: учебное пособие Мн.: РИПО, 2019.
4. Журавлева Л. В. Электроматериаловедение. – М., 2000.
5. Корицкий Ю.В. Электротехнические материалы. – М., Энергия, 1976.
6. Дроздов Н.Г., Никулин Н.В. Электроматериаловедение. – М., Высшая школа, 1973.
7. Корицкий Ю.В. Справочник по электротехническим материалам в 3-х томах, Энергоатомиздат, 1986-1988.