


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Нестерова Людмила Викторовна  
Должность: Директор филиала Инди (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ»  
Дата подписания: 07.06.2024 10:24:32  
Уникальный программный ключ:  
381fbe5f0c4ccc6e500e8bb984c2bb021828e85

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Индустриальный институт (филиал)  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Югорский государственный университет»  
(Инди (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ»)

**Методические указания  
по выполнению практических работ**

ОП.14 Основы электроматериаловедения  
08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования  
промышленных и гражданских зданий

Нефтеюганск 2024

Рассмотрено  
Предметной (цикловой)  
Комиссией специальных  
нефтегазовых дисциплин  
Протокол № 5 от 18.01.24  
Председатель П(Ц)К  
  
Г.А. Ребенок

Утверждено  
заседанием методсовета  
Протокол № 4 от 08.02.24  
Старший методист  
\_\_\_\_\_ Г.Р. Давлетбаева

Методические указания по выполнению практических работ по учебной дисциплине ОП.14 Основы электроматериаловедения разработаны на основании рабочей программы ОП.14 Основы электроматериаловедения федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования для специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий

Организация-разработчик: Индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Югорский государственный университет

Разработчик: Шашко М.В. преподаватель ИнДИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ»

<b>Содержание</b>	<b>Стр.</b>
Пояснительная записка	4
Рекомендации к оформлению отчета по выполнению лабораторной и практической работы	5
Критерии оценки работ	5
Перечень практических работ	6
Практическое занятие 1. Расчет электрических характеристик электротехнических материалов	7
Практическое занятие 2. Изучение классов нагревостойкости диэлектриков	9
Практическое занятие 3. Изучение свойств поликонденсационных органических диэлектриков. Плёночные электроизоляционные материалы.	11
Практическое занятие 4. Изучение свойств электроизоляционных лаков, электроизоляционных эмалей. Компаунды.	13
Практическое занятие 5. Изучение электротехнических характеристик слоистых пластиков, композиционных материалов	14
Практическое занятие 6. Составление таблицы основных характеристики области применения электрокерамических материалов, электроизоляционного стекла	15
Информационное обеспечение обучения	17

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению практических работ по учебной дисциплине ОП 14. Основы электроматериаловедения для специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий (Методические указания) составлены в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины ОП14. Основы электроматериаловедения.

Целью методических указаний является:

- организация самостоятельной работы обучающихся на практических занятиях;
- закрепление и углубление теоретических знаний;
- приобретение навыков работы с литературными источниками.

В методических указаниях представлен перечень практических работ с указанием номера темы, по которой данная работа выполняется и количество часов, отведенных на выполнение каждой работы.

Даны рекомендации по оформлению работ, указан порядок выполнения и список литературы, необходимой при подготовке и выполнении практической работы обучающимся.

Практические работы проводятся в соответствии с календарно - тематическим планированием по данной дисциплине и выполняются во время практических занятий.

Практические работы проводятся обучающимися в парах. Невыполненные по причине пропусков практические работы выполняются обучающиеся самостоятельно и сдаются на проверку преподавателю в установленные сроки.

Результаты выполнения практических заданий выставляются преподавателем в журнал учебных занятий.

В дальнейшем, при изменении рабочей программы, в методические указания могут вноситься изменения.

Количество часов на выполнение практических работ -24ч.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

- Оформление отчетов по выполнению практических работ осуществляется в тетради по охране труда для практических работ.
- От предыдущей работы отступают 3-4 клетки и записывают дату проведения. В центре следующей строки записывают номер практической работы. Далее, каждый раз с новой строки записывают тему и цель работы.
- Рисунки должны иметь размер не меньше, чем 6×6 см. и обозначения составных частей.
- Рисунки должны располагаться на левой стороне тетрадного листа, подписи к рисункам — под рисунком.
- Таблицы заполняются четко и аккуратно. Таблица должна занимать всю ширину тетрадной страницы.
- Схемы должны быть крупными и четкими, выполненными простым карандашом (допускается использование цветных карандашей), содержать только главные, наиболее характерные особенности, детали.
- Ответы на вопросы должны быть аргументированы и изложены своими словами.
- В конце каждой работы записывается вывод по итогам выполненной работы (вывод формулируется исходя из цели работы).

### **КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РАБОТ**

- Наличие описания цели, задач выполняемой работы, хода работы и запись краткой формулировки вывода по выполненной работе (удовлетворительно);
- Наличие описания цели, задач выполняемой работы, хода работы и развернутая и достаточно полная формулировка вывода по выполненной работе (хорошо);
- Наличие описания цели, задач выполняемой работы, хода работы, развернутая и достаточно полная формулировка вывода по данной работе и выполнение дополнительного задания (отлично).

## ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ п/п	Наименование практических работ
1	Расчет электрических характеристик электротехнических материалов
2	Изучение классов нагревостойкости диэлектриков
3	Изучение свойств поликонденсационных органических диэлектриков. Плёночные электроизоляционные материалы.
4	Изучение свойств электроизоляционных лаков, электроизоляционных эмалей. Компаунды.
5	.Изучение электротехнических характеристик слоистых пластиков, композиционных материалов
6	Составление таблицы основных характеристики области применения электрокерамических материалов, электроизоляционного стекла

## Тема 1.1. Электрические, механические, тепловые характеристики

### Практическое занятие 1. Расчет электрических характеристик электротехнических материалов

Цель работы: изучение электрических характеристик электротехнических материалов и методики их измерения

### Теоретический материал

Образование в диэлектрике проводящего канала под действием электрического поля называется пробоем. Это явление может возникать, как в однородном, так и неоднородном электрическом поле. Минимальное напряжение, приложенное к диэлектрику, при котором наступает пробой, называется пробивным напряжением. Электрической прочностью диэлектрика называется минимальное значение напряженности однородного электрического поля, при котором наступает пробой, т.е.

$$E_{пр} = U_{пр} / d, 5 \text{ (кВ/мм)}$$

где  $U_{пр}$  – минимальное значение пробивного напряжения,  $d$  – толщина диэлектрика в месте пробоя. В международной системе единиц электрическая прочность выражается в МВ/м. Для практических расчетов чаще всего  $E_{пр}$  выражается в кВ/мм

### Задание

1. Определить удельное объемное и удельное поверхностное сопротивление диэлектрика.

Пример решения задачи.

К диэлектрику прямоугольной формы размерами  $a$ ,  $b$  и высотой  $h$  приложено постоянное напряжение  $U = 1000$  В. Напряжение подводится к противоположным граням  $ab$ , покрытым слоями металла. Известны размеры диэлектрика:  $a = 200$  мм,  $b = 100$  мм,  $h = 2$  мм, удельное объемное сопротивление  $\rho_v = 2 \cdot 10^{10}$  Ом·м, а удельное поверхностное сопротивление  $\rho_s = 8 \cdot 10^{10}$  Ом.

- 1) Требуется определить ток утечки, мощность потерь и удельные диэлектрические потери.
- 2) Требуется определить мощность потерь и удельные диэлектрические потери температурах  $t_0 = 20$  °С и  $t_1 = 100$  °С при переменном напряжении  $U = 1000$  В и частоте  $f = 100$  Гц. Коэффициент, характеризующий температурную зависимость тангенса угла диэлектрических потерь,

### Решение

Ток утечки протекает как через объем диэлектрика, так и по поверхностям четырех боковых граней (через две грани  $a$  и через две грани  $b$ ). Поэтому сопротивление между электродами определяется параллельным соединением объемного и поверхностного сопротивлений. Объемное сопротивление равно:

$$R_v = \rho_v \cdot h \cdot a \cdot b = 6 \cdot 10^{10} \cdot 10^{-2} \cdot 0.19 \cdot 0.1 = 3.157 \cdot 10^{10} \text{ Ом}$$

Поверхностное сопротивление равно:

$$R_s = \rho_s \cdot h^2(a+b) = 7 \cdot 10^{10} \cdot 0.012(0.19+0.1) = 1.2 \cdot 10^9 \text{ Ом}$$

Полное сопротивление изоляции равно:

$$R_{\text{из}} = R_v \cdot R_s R_v + R_s = 31.57 \cdot 10^9 \cdot 1.2 \cdot 10^9 + 1.2 \cdot 10^9 = 1,156 \cdot 10^9 \text{ Ом}$$

Ток утечки

$$I_y = U R_{\text{из}} = 1000 / 1.156 \cdot 10^9 = 0.865 \text{ мкА}$$

Мощность потерь

$$P = U \cdot I_y = 0.865 \cdot 10^{-6} \cdot 1000 = 0.865 \text{ мВт}$$

Удельные диэлектрические потери:

$$\Delta P = P_a \cdot b \cdot h = 0.865 \cdot 10^{-3} \cdot 0.19 \cdot 0.1 \cdot 0.01 = 4.552 \text{ Вт}$$

Определим емкость плоского конденсатора, образованного металлическими гранями, между которыми находится диэлектрик, полагая, что  $\epsilon_g$  не зависит от температуры:

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot S/h = 8.376 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}$$

Мощность диэлектрических потерь при температуре 20°C будет равна:

$$P_{a20} = U^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot \text{tg} \delta_0 = 2.631 \cdot 10^{-5} \text{ Вт}$$

Удельные диэлектрические потери при температуре 20°C:

$$\Delta P_{a20} = P_{a20} V = 2.631 \cdot 10^{-5} \cdot 50.26 \cdot 0.13 \cdot 0.1 = 0.078 \text{ Вт/м}^3$$

Учтем, что тангенс дельта изменяется с температурой по экспоненциальному закону:  $\text{tg} \delta = \text{tg} \delta_0 \cdot e^{\alpha(t_1 - t_0)}$  Тогда мощность диэлектрических потерь при температуре 100°C будет равна:

$$P_{a100} = U^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot \text{tg} \delta_0 \cdot e^{\alpha(t_1 - t_0)}$$

$$P_{a100} = 106 \cdot 2 \cdot 3.14 \cdot 100 \cdot 8,376 \cdot 10^{-11} \cdot 33.4 \cdot 10^{-7} = 1.756 \cdot 10^{-7} \text{ Вт}$$

Удельные диэлектрические потери при температуре 100°C:

$$\Delta P_{a100} = P_{a100} V = 1.756 \cdot 10^{-7} \cdot 70.19 \cdot 0.1 \cdot 0.01 = 0,00092 \text{ В}$$

**Задача К** диэлектрику прямоугольной формы размерами  $a$ ,  $b$  и высотой  $h$  приложено постоянное напряжение  $U$  В. Напряжение подводится к противоположным граням  $ab$ , покрытым слоями металла. Известны размеры диэлектрика:  $a = \text{мм}$ ,  $b = \text{мм}$ ,  $h = \text{мм}$ , удельное объемное сопротивление  $\rho_v = 2 \cdot 10^{10} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ , а удельное поверхностное сопротивление  $\rho_s = 8 \cdot 10^{10} \text{ Ом}$ .

Требуется определить ток утечки, мощность потерь и удельные диэлектрические потери.  
Варианты для решения задачи



Таблица 1 – Исходные данные к задаче

Варианты	$U_{пр} В$	a	b	h
1	1000	210	10	2
2	1200	215	11	3
3	1300	216	12	1
4	1000	210	10	1.5
5	1200	215	11	2
6	1000	210	10	1
7	1200	215	11	1.5
8	1000	210	10	2.5
9	1200	215	11	3
10	1000	210	10	1

### Контрольные вопросы

1. Какие материалы называют электротехническими?
2. На какие группы делятся электротехнические материалы?
3. Для чего необходимо знать свойства электротехнических материалов.
4. Вещества по отношению к электрическому току на какие группы подразделяются.
5. К каким электротехническим характеристикам относится – твердость и в каком отношении определяется?
6. Дайте определение, что называется электротехническими характеристиками.
7. Перечислите электротехнические характеристики электротехнических материалов.
8. Электрические характеристики.
9. Механические характеристики.
10. Тепловые характеристики.
11. Физико - химические характеристики.
12. Напишите определение электрической прочности, напишите формулу определения электрической прочности, единицы измерения.

### Содержание отчета:

1. Цель работы и задание по ее выполнению.
2. Решение задачи
3. Ответы на контрольные вопросы

**Рекомендуемая литература:** ДИ2. С50-55

Практическое занятие 2. Изучение классов нагревостойкости диэлектриков

**Цель работы:** изучить классы нагревостойкости диэлектриков

### Теоретический материал

К основным тепловым свойствам диэлектриков относятся нагревостойкость, теплопроводность, тепловое расширение, и холодостойкость (морозостойкость).

**Нагревостойкость** – это способность диэлектрика функционировать при повышенных температурах или при резкой смене температур без недопустимого ухудшения его свойств.

В зависимости от вида материала и условий его эксплуатации длительное или кратковременное воздействие повышенной температуры вызывает в диэлектрике различные изменения. Материалы могут находиться в стеклообразном, высокоэластичном или вязкотекучем состояниях.

У некоторых материалов при повышении температуры могут наблюдаться химическое разложение, интенсивное окисление, обугливание и даже горение.

Нагревостойкость определяется той температурой, при которой происходит недопустимое изменение эксплуатационных свойств диэлектрика.

Метод оценки нагревостойкости диэлектриков: «Определение теплостойкости по Мартенсу»:

- к испытываемому образцу прикладывают изгибающее усилие 5Мпа;
- образец помещают в термостат;
- нагревают;
- если образец прогнулся на 6мм от первоначального положения или сломался, то температура при которой всё это произошло называется *теплостойкость по Мартенсу*.

### Задание

1. Заполнить таблицу №1 Классы нагревостойкости изоляционных материалов
2. Заполнить таблицу №2
3. Выполнить задание по вариантам
4. Ответить на контрольные вопросы
5. Классы нагревостойкости изоляционных материалов

Таблица 1

Класс нагревостойкости	Предельная температура, °С	Материал

Таблица 2

№п/п	Класс нагревостойкости	Предельно допустимая рабочая температура
1	А	
2	В	
3	Н	

#### ВАРИАНТ 1

Перечислите материалы, которые относятся к классу нагревостойкости «А».

Назовите какое изгибающее усилие прикладывается к образцу диэлектрика при определении теплостойкости по Мартенсу.

Опишите, что происходит с электроизоляционными свойствами диэлектриков при понижении температуры

#### ВАРИАНТ 2

Перечислите материалы, которые относятся к классу нагревостойкости «В».

Назовите какая предельно допустимая рабочая температура соответствует классу нагрвостойкости «Н»

Опишите какие изменения происходят в диэлектриках при повышенных температурах в зависимости от их вида.

### Контрольные вопросы

1. Что такое диэлектрик и их классификация?
2. Назвать основные свойства диэлектриков.
3. Поляризация, ее основные виды и влияющие на нее факторы. Чем отличаются упругие и неупругие виды поляризации?
4. Электропроводность диэлектриков ее виды, влияющие факторы. На что влияет электропроводность диэлектрика?
5. Потери в диэлектрике, в чем они проявляются? Виды потерь, их зависимость от температуры, частоты, влажности.
6. Электрическая прочность диэлектриков, ее виды. Чем отличаются различные виды пробоя и как это учитывают при выборе материала?
7. Как учитывается нагрвостойкость изоляционных материалов при их выборе?
8. Чем отличаются диэлектрики органической и неорганической природы, и в чем это различие проявляется?
9. Какие материалы и с какой целью применяют в виде компаундов, лаков, эмалей, клеев в приборостроении?
10. Какие свойства керамик позволяют отнести их к активным диэлектрикам?

**Рекомендуемая литература: ОИ1, ОИЗ**

### Тема 1.2. Диэлектрики

Практическое занятие 3. Изучение свойств поликонденсационных органических диэлектриков. Плёночные электроизоляционные материалы

**Цель работы:** изучить свойства поликонденсационных органических диэлектриков

### Задание

1. Решить задачу по вариантам
2. Заполнить таблицу № 4.
3. Ответить на контрольные вопрос

### Задание №1

**Пример** Пробивное напряжение шаров диаметром 12,5 см при расстоянии между шарами 1 см и нормальных условиях равно 31,7 кВ. Как изменится пробивное напряжение при температуре 27°C и атмосферном давлении 739 мм рт. ст.?

**Решение.** Относительная плотность воздуха при указанных атмосферных условиях будет равна:

$$\delta = \frac{\frac{(273 + t) p}{(273 + t) p_0}}{\frac{(273 + 20)}{760}} = \frac{739}{300760} = 0,95.$$

Если относительная плотность лежит в пределах 0,95–1,05, то пробивное напряжение найдем по формуле:  $U_{ПП} = U_{ПП0} \delta = 31,7 \cdot 0,95 = 30,105$  кВ.

#### Варианты для решения задачи

Таблица 3

варианты	$U_{np} B$	$t C^0$	P мм. рт .ст	Ответы $U_{np} B$
1	30,1	-15	720	
2	30,2	-10	730	
3	30,3	-5	736	
4	30,4	12	732	
5	30,5	-18	720	
6	30,7	13	732	
7	30,8	-14	720	
8	30,9	-15	730	
9	31,1	-7	736	
10	31,2	13	732	

Таблица 4 - Основные характеристики поликонденсационных диэлектриков

Характеристика	Бакелитовая смола (бакелит)	Новолачные смолы (новолаки)	Глифталевые смолы (глифтали)	Лавсан	Эпоксидная смола
Плотность, кг/м <sup>3</sup>					
Теплостойкость (по Мартенсу), °С					
Удельное электрическое сопротивление, Ом*м					
Диэлектрическая проницаемость					
Тангенс угла диэлектрических потерь					
Электрическая прочность, МВ/м					

#### Контрольные вопросы

1. Определите вид твердого поликонденсационного диэлектрика по следующему описанию: «Этот материал получают в результате реакции поликонденсации глицерина и фталевого ангидрида при избытке последнего. Отличительной способностью этого материала является высокая клеящая способность при

хороших электрических характеристиках». Назовите область применения данного диэлектрика.

2. Определите вид твердого поликонденсационного диэлектрика по следующему описанию: «Прозрачный высокополимерный материал кристаллического или аморфного строения, относящийся к полиэфирам и получаемый в результате реакции поликонденсации терефталевой кислоты и этиленгликоля». Назовите область применения данного диэлектрика.
3. Какой из полимеризационных диэлектриков устойчив к разбавленным кислотам, щелочам, бензину и минеральным маслам?
4. Почему пластмассовые изделия, изготовленные на основе резольных смол, не рекомендуется применять там, где возможно образование электрических искр?

**Рекомендуемая литература: ОИ1,ОИ3**

Практическое занятие 4. Изучение свойств электроизоляционных лаков, электроизоляционных эмалей. Компаунды

**Цель работы:** изучить свойства, состав и область применения электроизоляционных материалов

#### **Задание**

1. Изучить теоретический материал.
2. Составить классификацию электроизоляционных материалов
3. Ответить на вопросы

#### **Вопросы для контроля**

1. Что такое электроизоляционный лак?
2. Как классифицируются электроизоляционные лаки по назначению и применению?
3. Как классифицируются электроизоляционные лаки по режиму сушки?
4. Что такое сиккатив?
5. Как классифицируются электроизоляционные лаки в зависимости от природы пленкообразующего вещества?
6. Для чего применяются масло-глифталевые лаки?
7. Что такое электроизоляционная эмаль?
8. Что такое компаунд?
9. Как классифицируются компаунды по механизму<sup>7</sup> отверждения?
10. Для чего применяется литая изоляция?
11. К каким материалам относятся клеи и герметики?
12. Укажите состав клеев.
13. По каким признакам классифицируют клеи?
14. Как классифицируют герметики по составу?
15. Перечислите основные требования к герметикам.

**Рекомендуемая литература: ОИ1,ОИ3**

### **Тема 1.3. Электроизоляционные материалы**

Практическое занятие 5. Изучение электротехнических характеристик слоистых пластиков, композиционных материалов

**Цель работы:** изучить электротехнические характеристики слоистых пластиков, композиционных материалов

### Задание

1. Заполните таблицу 5 и среди перечисленных диэлектриков выберите обладающий наибольшей электрической прочностью и наименьшим тангенсом угла диэлектрических потерь. Укажите область применения этого диэлектрика.
2. Заполните таблицу 6 и среди перечисленных диэлектриков выберите обладающий наилучшими электрическими характеристиками. Укажите область применения этого диэлектрика.
3. Заполнить таблица 7 - Достоинства, недостатки и области применения твердых поликонденсационных диэлектриков.

Таблица 5 - Основные характеристики полимеризационных диэлектриков

Характеристика	Полистирол	Полиэтилен	Винипласт	Органическое стекло	Капрон
Плотность, кг/м <sup>3</sup>					
Теплостойкость (по Мартенсу), °С					
Холодостойкость, °С					
Удельное электрическое сопротивление, Ом *м					
Диэлектрическая проницаемость					
Тангенс угла диэлектрических потерь					
Электрическая прочность, МВ/м					

Ответ:

1. Определите вид полимеризационного диэлектрика по следующему описанию: «Твердый непрозрачный материал белого или светло-серого цвета, несколько жирный на ощупь, получается из газа этилена ( $H_2C = CH_2$ ) посредством его полимеризации под давлением». Назовите область применения данного диэлектрика.
2. Определите вид полимеризационного диэлектрика по следующему описанию: «Высокополимерный термопластичный прозрачный материал, легко окрашивается во многие цвета, обладает оптической прозрачностью (пропускает 0,2 % лучей видимой области спектра)». Назовите область применения данного диэлектрика.

Таблица 6 Достоинства, недостатки и области применения твердых полимеризационных диэлектриков

Диэлектрик	Достоинства	Недостатки	Область применения
Полистирол			

Полиэтилен			
Винипласт			
Полиформальдегид			
Органическое стекло			
Капрон			

Таблица 7 - Достоинства, недостатки и области применения твердых поликонденсационных диэлектриков

Наименование смол	Достоинства	Недостатки	Область применения
Резольные смолы			
Новолачные смолы (новолаки)			
Глифталевые смолы (глифтали)			
Эпоксидные смолы			

### Контрольные вопросы

1. Почему диэлектрики, полученные в результате реакции поликонденсации, обладают пониженными электроизоляционными свойствами по сравнению с диэлектриками, полученными в результате полимеризации?
2. Какие вещества вводят в капрон для повышения его стойкости к атмосферным воздействиям?
3. Какой из полимеризационных диэлектриков устойчив к разбавленным кислотам, щелочам, бензину и минеральным маслам?
4. Почему пластмассовые изделия, изготовленные на основе резольных смол, не рекомендуется применять там, где возможно образование электрических искр?

### Рекомендуемая литература: ОИ1, ОИЗ

Практическое занятие 6. Составление таблицы основных характеристики области применения электрокерамических материалов, электроизоляционного стекла

**Цель работы:** изучить основные характеристики и область применения электрокерамических материалов и электроизоляционных стекол

### Задание

1. Изучить теоретический материал
2. Заполните таблицу 8 и из двух приведенных материалов выберите обладающий лучшими диэлектрическими характеристиками. Укажите область его применения.
3. Заполните таблицу 9 и среди перечисленных материалов выберите обладающий лучшими диэлектрическими характеристиками. Укажите область его применения.

Таблица 8 - Основные характеристики электрокерамических материалов

Характеристика	Электрофарфор	Стеатит
----------------	---------------	---------

Плотность, кг/м <sup>3</sup>		
Разрушающее напряжение при растяжении, Н/м <sup>2</sup>		
Разрушающее напряжение при изгибе, Н/м <sup>2</sup>		
Ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>		
Удельное электрическое сопротивление, Ом·м		
Диэлектрическая проницаемость		
Электрическая прочность, МВ/м		

Таблица 9 - Основные характеристики конденсаторных керамических материалов

Характеристика	Титанат магния	Титанат кальция	Станнат кальция	Цирконат бария
Химическая формула кристаллической основы				
Разрушающее напряжение при статическом изгибе, Н/м <sup>2</sup>				
Диэлектрическая проницаемость				
Температурный коэффициент диэлектрической проницаемости, 1/°С				

**Рекомендуемая литература: ОИ1,ОИ3**



## Информационное обеспечение обучения

### 1. Основные печатные издания

1. Бычков, А.В. Эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных и гражданских зданий: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования / Бычков А.В., Савватеев А.С., Бычкова О.М. – Москва: Академия, 2021. – 192 с. - SBN 978-5-4468-9664-6. - Текст : непосредственный.

### 2. Основные электронные издания

1. Варварин, В. К. Выбор и наладка электрооборудования: справочное пособие / В.К. Варварин. - 3-е изд. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. - 238 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-451-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1003767>

2. Грунтович, Н. В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие / Н.В. Грунтович. - Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2020. - 271 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015611-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1124348>

3. Полищук, В. И. Эксплуатация, диагностика и ремонт электрооборудования: учебное пособие / В.И. Полищук. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 203 с.: ил. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-016457-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1150957>