



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

Начальник УРОПС  
В.А. Мельникова

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе модуля)  
**«ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ»**

основной профессиональной образовательной программы магистратуры  
по направлению подготовки

**13.04.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

Профиль программы  
**«ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ»**

ИНСТИТУТ  
РАЗРАБОТЧИК

морских технологий, энергетики и строительства  
кафедра энергетики

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ПК-3: Способен самостоятельно планировать, организовывать и осуществлять управление режимами работы объектов профессиональной деятельности с учетом показателей эффективности	ПК-3.3: Демонстрирует понимание инновационно-технологических рисков при внедрении новой техники и технологий	Технологии производства и проектирования электрооборудования	<u>Знать:</u> основные особенности, преимущества и возможные риски современных технологий производства электрического оборудования <u>Уметь:</u> осуществлять и обосновывать выбор технологических решений по производству электрического оборудования с учетом особенностей производственных процессов и возможных рисков <u>Владеть:</u> методами расчета параметров технологических процессов изготовления электрического оборудования по заданным характеристикам

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задания по темам практических занятий.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме зачета, относятся:

- задания и контрольные вопросы по курсовому проекту (для аттестации по модулю «Технология проектирования электроустановок»)
- промежуточная аттестация в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

### 3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Тестовые задания используются для оценки освоения тем дисциплины студентами. Тестирование обучающихся проводится на занятиях после изучения на лекциях соответствующих разделов. В приложении № 1 приведены типовые тестовые задания.

По итогам выполнения тестовых заданий оценка выставляется по пятибалльной шкале в следующем порядке при правильных ответах на:

- 85–100 % заданий – оценка «5» (отлично);
- 70–84 % заданий – оценка «4» (хорошо);
- 51–69 % заданий – оценка «3» (удовлетворительно);
- менее 50 % – оценка «2» (неудовлетворительно).

3.2 В приложении № 2 приведены типовые задания для практических занятий.

3.3 В приложении № 3 приведены задания и контрольные вопросы по выполнению и защите курсового проекта.

### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета и проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. Контрольные вопросы по дисциплине, которые при необходимости могут быть использованы для промежуточной аттестации приведены в приложении № 4.

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект

<b>2 Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

## **5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ**

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Технологии производства и проектирования электрооборудования» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль программы «Электроснабжение».

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры энергетики (протокол № 4 от 29.03.2022 г.)

Заведующий кафедрой



В.Ф. Белей

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Вариант №1

*Вопрос 1. Определение «Кабельное изделие, содержащее одну или более изолированных жил (проводников), заключенных в металлическую или неметаллическую оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься соответствующий защитный покров, в который может входить броня, и пригодное, в частности, для прокладки в земле и под водой» соответствует изделию*

1. Кабель	3. Шнур
2. Провод	4. Жила

*Вопрос 2. По способу производства и конструкции токопроводящие жилы различают на*

1. Многожильные и одножильные	3. Многопроволочные и однопроволочные
2. Одножильные и однопроволочные	4. Одножильные и одновитковые

*Вопрос 3. Показанный на рисунке под номером 1 элемент кабельного изделия, служащий для передачи электрического тока, называется*



1. Однопроволочный провод	3. Многопроволочный провод
2. Токопроводящая жила	4. Медная оплётка

*Вопрос 4. По технологии скрутки токопроводящих жил в зависимости от формы проволок в повивах **НЕ** различают скрутку*

1. Нормальную	3. Тороидальную
2. Комбинированную	4. Стренговую

*Вопрос 5. Применяемые при производстве токопроводящих жил крутильные машины одинарной скрутки с узкой длинной обтекаемой формы рамкой, вращающейся вокруг отдающего устройства, относятся к типу*

1. Цилиндрические	3. Однопоточные
2. Клетьевые	4. Сигарные

*Вопрос 6. Электротехническая сталь, применяемая для производства магнитопроводов по своим магнитным свойствам относится к*

1. Диамагнетикам	3. Ферромагнетикам
2. Ферромагнетикам	4. Парамагнетикам

*Вопрос 7. В зависимости от области применения с точки зрения анизотропии магнитных свойств электротехнические стали подразделяются на*

1. Трансформаторные и дроссельные	3. Магнитные и немагнитные
2. Трансформаторные и динамные	4. Трансформаторные и магнитные

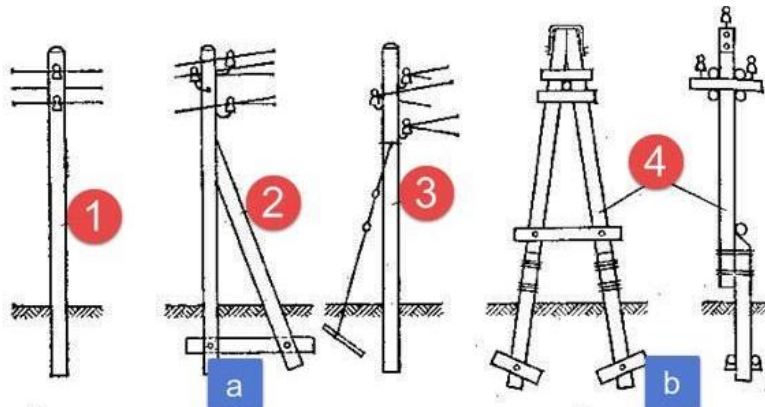
*Вопрос 8. По взаимному расположению обмоток на стержне магнитопровода при производстве силовых трансформаторов обмотки различаются на*

1. Верхние и нижние	3. Концентрические и чередующиеся
2. Центральные и периферийные	4. Концентрические и периферийные

*Вопрос 9. С точки зрения применяемой технологии изготовления композитных опор для линий электропередачи осуществляется*

1. 3D-печатью	3. Формовкой
2. Намоткой	4. Точением

*Вопрос 10. Конструкция опоры линии электропередачи, представленная на рисунке под номером 1, называется*



1. Промежуточная	3. Угловая с оттяжкой
2. Угловая с подкосом	4. Анкерная

*Вопрос 11. Из указанных материалов контактов электрических аппаратов наибольшей дуговой стойкостью обладает*

1. Алюминий	3. Медь
2. Сталь	4. Вольфрам

*Вопрос 12. Оболочка электрооборудования, обеспечивающая защиту от проникновения внутрь оболочки проволоки и твердых тел размером более 1 мм, а также от дождя, падающего на оболочку под углом 60° согласно ГОСТ 14254-2015 соответствует степени защиты*

1. IP43	3. IP34
2. IP33	4. IP42

*Вопрос 13. Расстояние, которое может пройти до полной остановки подвижный контакт коммутационного аппарата после первого соприкосновения с неподвижным, если неподвижный контакт будет удалён, называется*

1. Износ	3. Провал
2. Запас	4. Раствор

*Вопрос 14. Под термической стойкостью электрооборудования понимается способность оборудования выдержать*

1. Нагрев при нормальном длительном режиме	3. Протекание токов короткого замыкания
2. Нагрев, возникающий при гашении электрической дуги в условиях коммутации токов нормального режима	4. Превышение напряжения сверх номинального значения

*Вопрос 15. Наибольшей электрической прочностью из перечисленных диэлектрических сред, используемых в коммутационных аппаратах, обладает*

1. Вакуум	3. Трансформаторное масло
2. Элегаз	4. Воздух

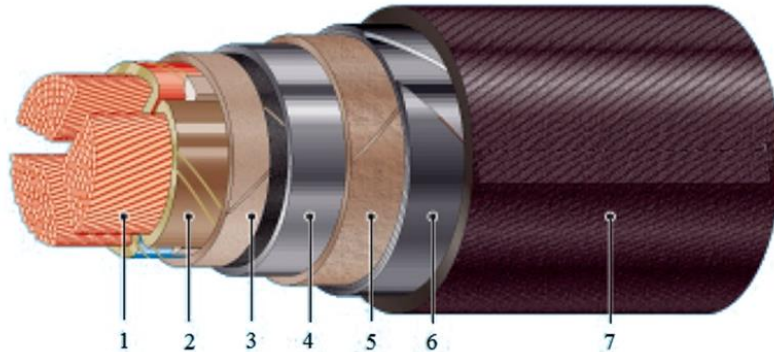
## Вариант № 2

*Вопрос 1. Определение «Кабельное изделие с изолированными жилами повышенной гибкости, служащее для соединения с подвижными устройствами» соответствует изделию*

1. Кабель	3. Шнур
2. Провод	4. Жила



Вопрос 2. Показанный на рисунке под номером 3 элемент кабельного изделия, служащий для защиты токопроводящей жилы от замыкания, называется



1. Изоляция жилы

3. Поясная изоляция

2. Подушка

4. Наружный покров

Вопрос 3. При производстве изолированных токопроводящих жил в качестве формы поперечного сечения жилы **НЕ** используется

1. Сегментная

3. Тороидальная

2. Секторная

4. Круглая

Вопрос 4. Параметр кабельного изделия, зависящий от способа производства токопроводящей жилы и определяющий возможность использования изделия при стационарной или нестационарной прокладке, называется

1. Класс прокладки жилы

3. Категория гибкости жилы

2. Класс гибкости

4. Категория применения

Вопрос 5. К характерным свойствам токопроводящих жил с чередующимся направлением скрутки повивов относится

1. При растяжении жилы сильно удлиняются и теряют круглую форму

3. При растяжении жилы не теряют круглой формы и растягиваются незначительно

2. Каждая проволока в жиле расположена произвольно

4. Жилы более гибкие чем при пучковой скрутке

Вопрос 6. Технология производства электротехнической стали предполагает формирование сплава главным образом на основе

1. Железа и углерода

3. Железа и кремния

2. Меди и углерода

4. Алюминия и кремния

*Вопрос 7. При производстве магнитопроводов для различных электрических машин по предпочтительному характеру магнитных свойств трансформаторные / динамные стали являются соответственно*

1. Анизотропными / изотропными	3. Анизотропными / анизотропными
2. Изотропными / изотропными	4. Изотропными / анизотропными

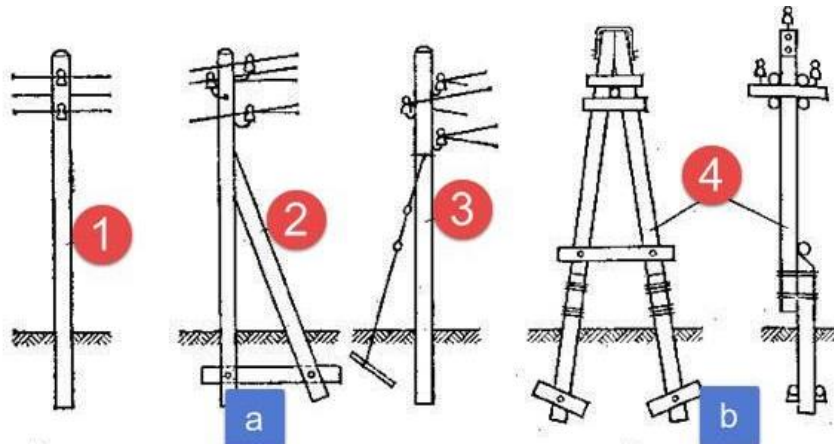
*Вопрос 8. По технологии сборки полос электротехнической стали при производстве магнитопроводов трансформаторов различают методы*

1. Step-lap и Unicore	3. Step-lap и Universal
2. Monocore и Unicore	4. Monocore и Step-core

*Вопрос 9. С точки зрения технологии производства опор для линий электропередачи композитная опора представляет многослойное изделие, состоящее минимум из*

1. Одного диэлектрического материала	3. Одного проводящего материала
2. Двух различных материалов	4. Одного любого материала

*Вопрос 10. Конструкция опоры линии электропередачи, представленная на рисунке под номером 2, называется*

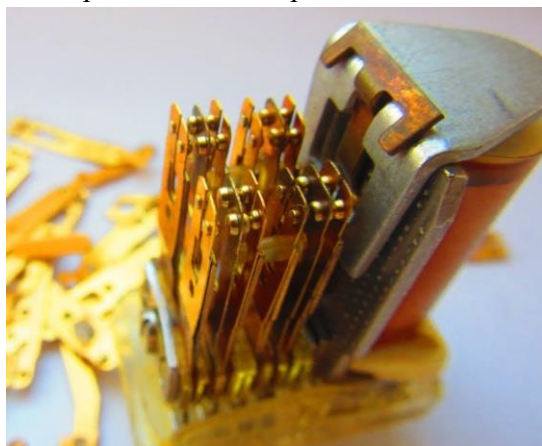


1. Промежуточная	3. Угловая с оттяжкой
2. Угловая с подкосом	4. Анкерная

*Вопрос 11. Режим работы, при котором длительность нахождения электрооборудования под током достаточна для достижения токоведущими частями установившейся температуры, называется*

1. Кратковременный режим	3. Повторно-кратковременный режим
2. Продолжительный режим	4. Перемежающийся режим

*Вопрос 12. Коммутирующие контакты в конструкции изображённого на иллюстрации электрического аппарата относятся к группе*



1. Розеточные контакты	3. Мостиковые контакты
2. Врубные контакты	4. Контакты на консольных пружинах

*Вопрос 13. Термическая стойкость для электрооборудования нормируется в технической документации*

1. Допустимой величиной тока КЗ и Интеграла Джоуля	3. Допустимой величиной тока КЗ и временем его воздействия
2. Допустимой величиной Интеграла Джоуля и временем его воздействия	4. Допустимой величиной Интеграла Джоуля

*Вопрос 14. К характерным свойствам элегаза, применяемого при производстве электрооборудования, НЕ относится*

1. Высокая электрическая прочность	3. Способность вытеснять кислород из помещений
2. Сильная окислительная способность по отношению к металлам	4. Принадлежность к парниковым газам

*Вопрос 15. Износ контактов электрических аппаратов, связанный с окислением, образованием на электродах химических соединений материала контактов со средой, называется*

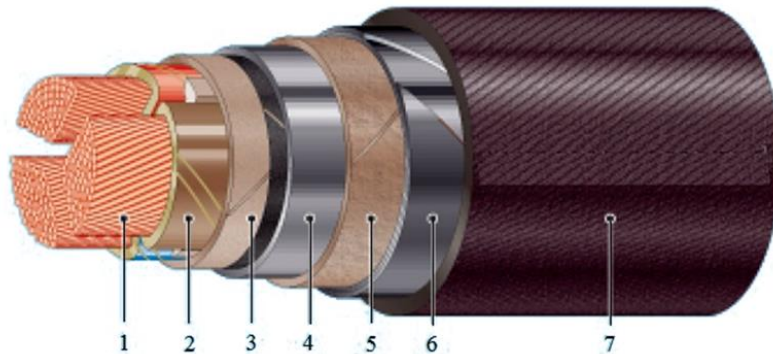
1. Электрическим износом	3. Механическим износом
2. Эрозией	4. Коррозией

### Вариант № 3

*Вопрос 1. Определение «кабельное изделие, содержащее одну или несколько скрученных проволок или одну или более изолированных жил, поверх которых в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься легкая неметаллическая оболочка, обмотка и (или) оплетка из волокнистых материалов или проволоки, и не предназначенное, как правило, для прокладки в земле» соответствует изделию*

1. Кабель	3. Шнур
2. Провод	4. Жила

*Вопрос 2. Показанный на рисунке под номером 6 элемент кабельного изделия, служащий для защиты от механических воздействий при прокладке и частично при эксплуатации, называется*



1. Экран	3. Поясная изоляция
2. Подушка	4. Броня

*Вопрос 3. Способы скрутки проволок при производстве токопроводящих жил НЕ классифицируются на*

1. Повивную и пучковую	3. Тугую и свободную
2. Нормальную и комбинированную	4. Однонаправленную и разнонаправленную

*Вопрос 4. Для проводника заданного сечения с ростом количества проволок в составе токопроводящей жилы наиболее вероятно*

1. Повышение класса гибкости и увеличение наружного диаметра	3. Повышение класса гибкости и уменьшение наружного диаметра
2. Понижение класса гибкости и увеличение наружного диаметра	4. Понижение класса гибкости и уменьшение наружного диаметра

*Вопрос 5. Технологическая операция, применяемая при производстве токопроводящих жил на крутильных машинах клетьевого типа, заключающаяся в том, что за каждый оборот крутильной клетки отдающие катушки также поворачиваются на один оборот вокруг оси, параллельной оси клетки, но в направлении, противоположном направлению вращения клетки, называется*

1. Реверсирование	3. Клетьевание
2. Открутка	4. Повивная скрутка

*Вопрос 6. При производстве магнитопроводов для трансформаторов используются материалы, которые по своим магнитным свойствам относятся к*

1. Парамагнетикам	3. Ферромагнетикам
2. Ферримагнетикам	4. Диагмагнетикам

*Вопрос 7. Специально заданная при производстве особенность трансформаторной электротехнической стали, заключающаяся в наличии высоких магнитных свойств в определенном направлении полосы материала, называется*

1. Магнитной неоднородностью	3. Магнитным сопротивлением
2. Магнитной анизотропией	4. Магнитной корреляцией

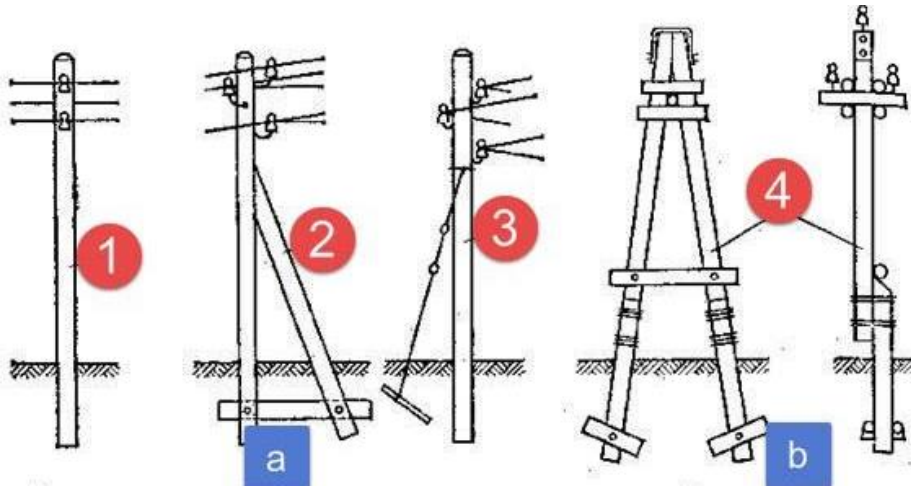
*Вопрос 8. Технология намотки обмоток трансформаторов, предполагающая укладку дистанционных пластин и создание промежутков между слоями обмотки, реализуется с целью улучшения*

1. Межвитковой изоляции	3. Охлаждения обмотки
2. Механической прочности	4. Показателей расхода обмоточного провода

*Вопрос 9. Процесс центрифугирования при изготовлении стойки для опор воздушных линий из тяжелого бетона подразумевает вращение заполненных опалубок с целью порождения центробежных сил, которые*

1. Вытесняют пузыри воздуха из бетонной смеси	3. Обеспечивают растяжение и выпрямление арматурного каркаса
2. Обеспечивают перемешивание бетонной смеси внутри опалубки	4. Удаляют влагу из бетонной смеси для ускорения застывания бетона

Вопрос 10. Конструкция опоры линии электропередачи, представленная на рисунке под номером 3, называется



1. Промежуточная

2. Угловая с подкосом

3. Угловая с оттяжкой

4. Анкерная

Вопрос 11. Режим работы, при котором длительность нахождения электрооборудования под током недостаточна для достижения токоведущими частями установившейся температуры, а в последующий период отключенного состояния оборудование **НЕ** успевает охладиться до температуры окружающей среды до следующего включения, называется

1. Кратковременный режим

2. Продолжительный режим

3. Повторно-кратковременный режим

4. Перемежающийся режим

Вопрос 12. Оболочка электрооборудования, обеспечивающая защиту от проникновения внутрь оболочки инструмента и твердых тел размером более 2,5 мм, а также от вертикально падающих капель воды согласно ГОСТ 14254-2015 соответствует степени защиты

1. IP42

2. IP31

3. IP21

4. IP22

Вопрос 13. Наименьшее расстояние между полностью разомкнутыми контактами коммутационного аппарата называется

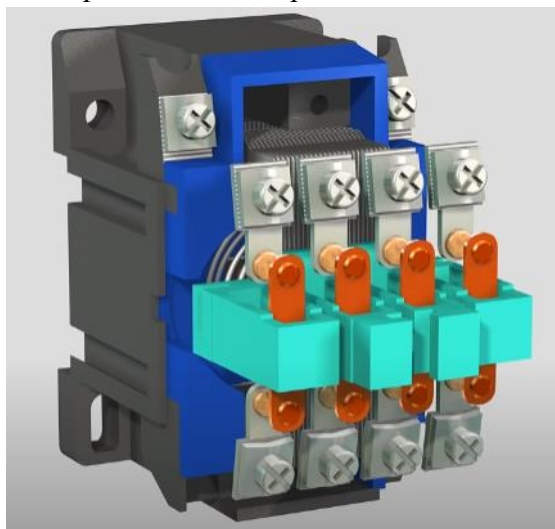
1. Размах

2. Провал

3. Запас

4. Раствор

*Вопрос 14. Коммутирующие контакты в конструкции изображённого на иллюстрации электрического аппарата относятся к группе*



1. Мостиковые контакты	3. Розеточные контакты
2. Врубные контакты	4. Контакты на консольных пружинах

*Вопрос 15. Износ контактов электрических аппаратов в результате переноса материала с одного контакта на другой, испарение в окружающее пространство без изменения состава материала, называется*

1. Эрозией	3. Коррозией
2. Химическим износом	4. Механическим износом

## Приложение № 2

### ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМАМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Задания для практических занятий предусмотрены для закрепления теоретического материала, изученного на лекционных занятиях. Задания предполагают проведение расчетов для основных технологических вопросов в области производства кабельно-проводниковых изделий. Содержание заданий приведено ниже, данные для расчетов выдаются преподавателем индивидуально.

#### **Тема 1.** Скрутка токопроводящих жил кабельных изделий

*Цель занятия:* Изучение конструкций крутильных машин, методики расчета и реализации режима скрутки токопроводящих жил на крутильных машинах.

*Задание:*

1. Из ГОСТ 22483-77 на ТПЖ находится количество и диаметры проволок жилы для заданного сечения определяется конструкция жилы: для жил I-III классов - количество повивов, форма скрутки, диаметры повивов; для жил IV-VI классов - количество проволок, стренг, форма скрутки, диаметры стренг и повивов.
2. Выбрать способ скрутки (с откруткой или без открутки).
3. В соответствии с конструктивными данными жилы и способом скрутки выбрать необходимые для скрутки крутильные машины и ознакомиться с их техническими характеристиками.
4. Ознакомиться с конструкциями основных узлов и кинематической схемой машины, системами регулирования скорости тягового и частотой вращения крутильного устройств.
5. Рассчитать режим скрутки, т. е. найти  $h_p$  и размеры калибров для каждого повива.
6. Изобразить кинематическую схему машины.
7. По кинематической схеме произвести расчет практических шагов скрутки.
8. Выбрать практический режим скрутки.
9. Составить карту технологической операции скрутки.

*Контрольные вопросы:*

1. От чего зависит гибкость токопроводящих жил?
2. Какие виды и способы скрутки применяются при формировании жил?
3. Какое влияние оказывает направление скрутки повивов на жиле?
4. Как обеспечивается изменение шага скрутки повивов жилы на крутильной машине?



5. Какие виды и способы скрутки реализуются на клетьевых, сигарных и рамочных машинах?

**Тема 2.** Изолирование токопроводящих жил кабельных изделий методом обмотки

*Цель занятия:* Изучение метода обмотки токопроводящих жил кабельных изделий лентами, расчет кинематических схем обмоточных машин и выбор режима изолирования.

*Задание:*

1. Составить таблицу с геометрическими размерами изделия и радиальной толщиной изоляции.
2. Выбрать марку и толщину пленки для изолирования жилы.
3. Подобрать обмоточную машину, записать ее технические характеристики, количество обмотчиков, начертить кинематическую схему и определить практические шаги обмотки, реализуемые на машине.
4. Выбрать теоретический угол обмотки и рассчитать теоретический шаг обмотки.
5. По рассчитанному теоретическому шагу обмотки выбрать ближайший типовой.
6. Определить практический угол обмотки
7. Определить количество лент, необходимое для наложение изоляции заданной толщины.
8. Рассчитать ширину ленты и выбрать направление обмотки. По результатам расчета составить карту эскиза технологического процесса обмотки.

*Контрольные вопросы:*

1. Методы обмотки токопроводящих жил лентами и их применение.
2. Какие параметры обмотки влияют на гибкость изоляции?
3. Как определить практический шаг обмотки?
4. Какое влияние оказывает величина зазора или перекрытия на механические и электрические свойства изоляции?

**Тема 3.** Экструзия полимерной изоляции и оболочки

*Цель занятия:* Изучение влияния режима экструзии на качество изоляции и расчет параметров процесса экструзии.

*Задание:*

1. Ознакомиться с конструкцией кабельного изделия, для которого необходимо рассчитать параметры процесса изолирования.

2. Выбрать формующий инструмент (дорн, матрицу), зарисовать и записать их основные размеры.
3. Определить основные параметры червяка экструдера.
4. Выбрать технологический параметр экструзии и выявить диапазон его изменения.
5. Рассчитать производительность экструдера и скорость экструзии. Установить влияние параметров режима экструзии, параметров червяка и инструмента на производительность и скорость экструзии.
6. Выбрать параметр качества изоляции и оценить влияние экструзии на величину его параметра (представить в виде графика).

*Контрольные вопросы:*

1. Эффективная вязкость. Какие факторы оказывают влияние на ее величину?
2. Как влияют параметры червяка на производительность прессы?
3. Влияние температуры термопластичного материала на производительность прессы.
4. Влияние надмолекулярной структуры на электрические свойства изоляции.
5. Влияние внутренних механических напряжений на электрические свойства изоляции.
6. Назначение и основные узлы экструзионного агрегата.

#### **Тема 4.** Производство кабельных изделий с резиновой изоляцией и оболочкой

*Цель занятия:* Изучение конструкции линий кабельных непрерывной вулканизации, технологии изготовления кабельного изделия с резиновой изоляцией и оболочкой, расчет технологического режима вулканизации.

*Задание:*

1. По ГОСТ или ТУ ознакомиться с конструкцией кабеля, для которого необходимо рассчитать параметры процесса производства на ЛКНВ. Определить основные размеры кабеля: диаметр жил, толщину и диаметры по изоляции и оболочке, марки материалов, резиновых смесей, применяемых в кабеле.
2. Ознакомиться с конструкцией формующего инструмента: дорна и матрицы. В соответствии с размерами изделия выбрать, основные размеры инструмента.
3. Определить параметры нарезки червяка экструдера ЛКНВ.
4. Теоретически рассчитать время и скорость вулканизации изоляции (оболочки) для трех значений температуры и определить частоту вращения червяка.

*Контрольные вопросы:*

1. Технология изготовления кабельных изделий с резиновой изоляцией.

2. Особенности конструкции линий кабельной непрерывной вулканизации.
3. Каковы особенности процесса вулканизации?
4. Как производится расчет технологического режима вулканизации?

#### **Тема 5. Оплетка кабельных изделий**

*Цель занятия:* Ознакомление с конструкцией оплеточной машины, изучение влияния режима процессов оплетки на эксплуатационные свойства оплетки.

*Задание:*

1. Определить основные технологические характеристики и начертить кинематическую схему оплеточной машины.
2. Ознакомиться с конструкцией кабельного изделия, для которого необходимо рассчитать параметры процесса наложения оплетки.
3. По ГОСТ или ТУ установить требования к оплетке данного изделия, материалу оплетки, линейной плотности волокнистых материалов или диаметру проволоки.
4. Задать четыре значения параметра оплетки и для каждого рассчитать режим оплетки.
5. Согласно результатам расчета режимов процесса оплетки, составить карту эскизов (технологическую карту).

*Контрольные вопросы:*

6. Поверхностная и линейная плотности. Определение и взаимная связь.
7. Основные технологические параметры оплеток и их взаимная связь.
8. Размеры пряди и линейная плотность.
9. Как влияет угол оплетки на производительность оплеточных машин?

Приложение №3

**ЗАДАНИЯ, МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ  
ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ**

Задачами курсового проектирования являются:

- получение навыков проектирования электромагнитов постоянного тока;
  - выработка навыков творческого мышления и умения применять обоснованные в технико-экономическом отношении решения инженерных задач, воспитание ответственности за качество принятых решений;
  - развитие способности применять знания физических законов, законов электромагнитного поля, при решении задач профессиональной деятельности;
  - формирование понимания инновационно-технологических рисков при внедрении новой техники и технологий
- профессиональных навыков, связанных с самостоятельной деятельностью будущего специалиста;
- самостоятельное выполнение расчетов по обоснованию и оптимизации режимов работы объектов профессиональной деятельности.

Задание по курсовому проекту включает данные по типу электромагнита, величине критического зазора, значениям критической силы и напряжения сети. Исходные данные для проектирования выбираются по указанию преподавателя. В таблице 3 представлены примерные варианты исходных данных. Эскизы предлагаемых к разработке электромагнитов приведены на рис. 1.

Таблица 3 – Исходные данные для выполнения курсового проекта

Варианты исходных данных	Тип электромагнита	Критический зазор, см	Критическая сила, кг	Напряжение сети постоянного тока, В
		$\delta_0$	$F_0$	$U$
1	Прямоходовой	1,0	4,5	220
2	Поворотный	1,2	6,5	220
3	Прямоходовой	1,5	5,0	110
4	Поворотный	1,5	5,0	110
5	Прямоходовой	1,3	6,0	75
6	Поворотный	1,3	6,0	75
7	Прямоходовой	0,8	7,0	45
8	Поворотный	0,8	7,0	45
9	Прямоходовой	1,0	6,0	85
10	Поворотный	1,0	6,0	85
11	Прямоходовой	1,3	5,0	110
12	Поворотный	1,3	5,0	110

13	Прямоходовой	1,5	4,0	220
14	Поворотный	1,5	4,0	220
15	Прямоходовой	0,8	4,5	110
16	Поворотный	0,8	4,5	110
17	Прямоходовой	1,0	5,0	95
18	Поворотный	1,0	5,0	95
19	Прямоходовой	1,3	5,5	48
20	Поворотный	1,3	5,5	48
21	Прямоходовой	1,5	6,5	60
22	Поворотный	1,5	6,5	60
23	Прямоходовой	1,3	7,0	50
24	Поворотный	1,0	4,5	110
25	Прямоходовой	1,2	6,5	210
26	Поворотный	1,5	4,0	110
27	Прямоходовой	1,5	4,0	110
28	Поворотный	0,8	4,5	220
29	Прямоходовой	0,8	4,5	220
30	Поворотный	1,3	5,5	110
31	Прямоходовой	1,3	5,5	48
32	Поворотный	1,3	5,5	48
33	Прямоходовой	1,0	5,0	85
34	Поворотный	1,0	5,0	85
35	Прямоходовой	1,5	6,5	48
36	Поворотный	1,5	6,5	48
37	Прямоходовой	1,3	7,0	60
38	Поворотный	1,3	7,0	60
39	Прямоходовой	1,3	6,5	50
40	Пов	1,3	6,5	50

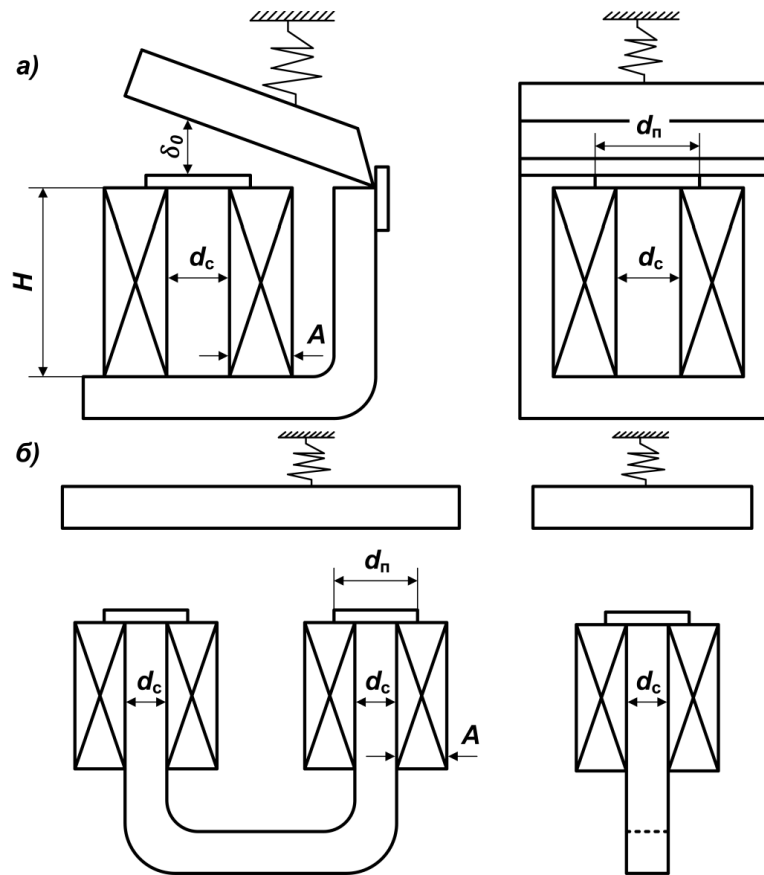


Рисунок 1 – Эскизы электромагнитов: поворотного (а); прямоходового (б)

### Методические указания по выполнению курсового проекта

Электромагнитные устройства входят в состав значительной части коммутационных аппаратов (особенно низкого напряжения), реле, устройств дистанционного управления, тормозных и подъемных устройств. Поэтому вопросы расчета и проектирования, обеспечивающие надежность и экономичность их работы, являются актуальной задачей. Однако при кажущейся простоте конструкции полный учет всех факторов, влияющих на работу ЭМ в аналитической форме, приемлемой для инженерных расчетов, встречает затруднения в связи со сложностью электромагнитных и тепловых процессов в элементах аппарата. Предлагаемая для использования в учебном пособии методика расчета ЭМ основывается на использовании упрощенных расчетных формул, обеспечивающих приемлемую точность за счет применения установленных экспериментально ряда корректирующих и конструктивных коэффициентов. Очевидно, что рекомендуемые значения этих коэффициентов нельзя считать безусловными, а наоборот, требующими дальнейшей оптимизации с учетом накопленного опыта проектирования.

Конструкция ЭМ в основном определяется требованием создания необходимой электромагнитной силы при определенных условиях нагрева и охлаждения катушки, т.е. зависит от размеров магнитопровода, наличия рабочих и нерабочих зазоров, размеров и обмоточных данных катушки. Остальные элементы конструкций в меньшей степени влияют на работу ЭМ. Поэтому целесообразно ввести некоторые характерные для принятой методики расчета понятия:

- ядро ЭМ – часть ЭМ, состоящая из втягивающей катушки, участка магнитопровода, охватываемого ею, и полюсного наконечника;
- определяющий размер ядра электромагнита – диаметр сердечника ЭМ –  $d_c$ ;
- расчет ядра электромагнита – определение размера ядра и обмоточных данных катушки.

#### **Предлагаемая методика предполагает три этапа расчета ЭМ:**

1. Предварительный расчет с использованием упрощенных соотношений, предусматривающий в первом приближении определение размера магнитопровода, катушки, сечения и числа витков обмотки.

2. Разработка по данным предварительного расчета конструкции ЭМ с применением основанных на опыте проектирования и физическом моделировании ряда конструктивных коэффициентов и параметров.

3. Проектный расчет ЭМ, предусматривающий окончательное уточнение полученных в предварительном расчете параметров, геометрических размеров, обмоточных данных. Оценка соответствия температурных и энергетических параметров существующим нормам.

Расчету электромагнита должен предшествовать анализ кинематической схемы механизма, с которым электромагнит сочленен, с целью определения результирующих характеристик противодействующих сил или моментов, которые необходимо преодолеть при движении якоря.

В результате должен быть установлен зазор по ходу якоря, при котором электромагниту приходится развивать наибольшую работоспособность для преодоления противодействующей силы ( $F_{\Pi}$ ).

Такой зазор в дальнейшем принято называть критическим ( $\delta_0$ ), а соответствующую электромагнитную силу – критической силой ( $F_0$ ). Для обеспечения надежной работы

критическая сила должна несколько превышать соответствующую этому зазору противодействующую силу:

$$F_0 = K \cdot F_{\text{п}},$$

где  $K = (1,2 \div 1,5)$  – коэффициент запаса, принимаемый для самых неблагоприятных условий эксплуатации (пониженное напряжения при нагретой катушке).

Значения критической силы  $F_0$  (кг) и критического зазора  $\delta_0$ (см) являются основными исходными данными расчета ЭМ.

Кроме того, необходимо знать условия работы ЭМ (продолжительный, кратковременный), род тока, напряжение  $U$ , частоту  $f$ , тип якоря ЭМ (прямоходовой, поворотный, внедряющийся), исполнение катушки (токовые, напряжения, намотанные на каркас, трубу, сердечник, бескар).

При этом предполагается, что электромагниты открытого исполнения для продолжительного режима работы. Катушка наматывается на латунную трубу толщиной 1 мм, на торцах обмотки имеется по одной изоляционной шайбе из текстолита толщиной 2 мм. Для устранения залипания якоря под полюсными наконечниками магнитопровода уложены немагнитные металлические прокладки толщиной 0,3 мм.

В процессе разработки электромагнита необходимо выполнить следующий объем расчетов:

- 1) определить основные размеры электромагнита;
- 2) рассчитать обмоточные данные катушки;
- 3) разработать рабочий эскиз электромагнита;
- 4) определить максимальную температуру по сечению катушки ЭМ;
- 5) оценить потребляемую ЭМ мощность в рабочем режиме, расхода активных обмоточных материалов, вес электромагнита.

Защита курсового проекта проводится после предоставления завершенной работы и устранения всех замечаний по расчетной части. Защита проводится устно в формате собеседования по материалам работы и в форме ответа на контрольные вопросы. Общее количество вопросов зависит от качества ответов студента и уровня владения материалом представленной работы.

#### **Типовые контрольные вопросы:**

1. Приведите схему расчета магнитной цепи постоянного сечения с зазором. Почему



при приближенных расчетах магнитных цепей можно пренебречь магнитным сопротивлением стали?

2. Как зависит величина магнитного потока в рабочем зазоре и величина тока в катушке электромагнита постоянного тока от величины рабочего зазора?

3. Чем отличается работа электромагнита переменного тока от работы электромагнита постоянного тока? Для чего в электромагнитах переменного тока применяют короткозамкнутый виток?

4. Как связана величина магнитного потока в электромагните переменного тока с величиной приложенного напряжения?

5. Как зависит величина магнитного потока в рабочем зазоре и величина тока в катушке электромагнита переменного тока от величины рабочего зазора?

6. Что представляют собой статическая и динамическая тяговые характеристики электромагнита? Чем они отличаются?

7. Какое должно быть соотношение между тяговой характеристикой электромагнита и механической характеристикой аппарата?

8. Какие способы применяются для ускорения действия электромагнитов? Каким образом можно замедлить их действие?

9. Какие параметры определяются при расчете обмотки электромагнита?

10. Как распределяются магнитные потоки во втяжном электромагните?

11. Напишите формулу для электромагнитной силы с учетом потоков рассеяния. Каково относительное влияние на величину силы каждого из слагаемых при больших и малых зазорах?

12. Какие конструктивные меры используются для регулирования формы тяговых характеристик электромагнитов постоянного тока?

13. Что такое статическая электромагнитная сила?

Приложение № 4

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КОТОРЫЕ ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ МОГУТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

- 1) Основные технологические термины.
- 2) Классификация электрические машин.
- 3) Области применения электрические машин постоянного тока.
- 4) Преимущества асинхронных двигателей.
- 5) Основные направления научно-технического прогресса в электромашиностроении.
- 6) Особенности технологии производства электрических машин.
- 7) Структура электромашиностроительных предприятий.
- 8) Отличие технической подготовки производства от технологической.
- 9) Отличие маршрутной карты от операционной.
- 10) Стандарты по формированию технологической документации.
- 11) Различия стандартной и специальной оснастки.
- 12) Виды припусков на механическую обработку.
- 13) Понятие установочной базы.
- 14) Вспомогательные установочные базы.
- 15) Правило «шести точек».
- 16) основополагающие принципы построения технологического процесса.
- 17) Стандартизация и её влияние на качество продукции.
- 18) Виды заготовок для механической обработки в электромашиностроении.
- 19) Виды допусков при соединении деталей.
- 20) Виды посадок при соединении деталей.
- 21) Виды механической обработки заготовок валов электрических машин.
- 22) Фрезеровка шпоночных пазов на валах электрических машин.
- 23) Схемы механической обработки станин.
- 24) Технология обработки подшипниковых щитов.
- 25) Обработка деталей коллектора электрических машин постоянного тока.
- 26) Основные направления повышения эффективности штамповочного производства в электромашиностроении.
- 27) Технология раскроя листов.
- 28) Виды штампов в электромашиностроении.

- 29) Принцип работы гибочного штампа.
- 30) Определение размера штампа и усилия прессы.
- 31) Процесс штамповки листов полюсов электрических машин.
- 32) Процесс штамповки листов роторов, статоров и якорей электрических машин.
- 33) Роль технолога при разработке технологического процесса изготовления сердечников.
- 34) Технология отжига и изоляции листов сердечников.
- 35) Технология шихтовки сердечников роторов, якорей и статоров.
- 36) Технология прессования сердечников.
- 37) Технология обработки пазов сердечников.
- 38) Отличительные технологические операции при сборке сердечников полюсов.
- 39) Процесс шихтовки листов полюсов.
- 40) Технология механической обработки деталей коллекторов.
- 41) Последовательность операций при сборке коллектора.
- 42) Сущность и назначения процесса продоруживания коллектора.
- 43) Процесс изготовления коллектора на пластмассе.
- 44) Испытания коллектора в процессе изготовления.
- 45) Технология изготовления контактных колец.
- 46) Особенности технологии производства обмоток электрических машин.
- 47) Типы обмоток якорей и их отличие друг от друга.
- 48) Назначение добавочных полюсов машин постоянного тока.
- 49) Назначение компенсационной обмотки.
- 50) Преимущество однослойных обмоток перед двухслойными в машинах переменного тока.
- 51) Обозначение выводных концов обмоток машин постоянного и переменного тока.
- 52) Распространенные марки проводов в практике обмоточного производства.
- 53) Классификация изоляции по нагревостойкости.
- 54) Какие современные виды изоляционных материалов используют при обмотке электрических машин.
- 55) Какие технологические операции выполняют при изготовлении одновитковых катушек якорей?
- 56) Оборудование для опрессовки и растяжки «лодочек».
- 57) Технология наложения корпусной изоляции на «лодочки».
- 58) Процесс изготовления стержневых обмоток ротора.

- 59) Оборудование для формовки стержневой обмотки ротора.
- 60) Способы соединения стержней ротора с замыкающими кольцами.
- 61) Особенности соединения латунных стержней пусковой обмотки ротора с медными замыкающими кольцами.
- 62) Процесс разметки якоря.
- 63) Способы изолирования пазов якоря.
- 64) Процесс изоляции обмоткодержателей.
- 65) Технология укладки катушки в пазы якоря.
- 66) Технологические операции при изготовлении бандажных колец.
- 67) Процесс изолирования бандажных колец.
- 68) Операции технологического процесса изготовления статоров и роторов.
- 69) Операции процесса укладки обмотки сердечников роторов и статоров.
- 70) Схемы организации производства укладки обмоток в сердечники статоров и роторов в электромашиностроении.
- 71) Процесс укладки насыпных обмоток в статор.
- 72) Процесс укладки насыпных обмоток в ротор.
- 73) Укладка стержневых обмоток в сердечник ротора.
- 74) Назначение пропитки обмоток электрических машин.
- 75) Изоляционные материалы для пропитки обмоток.
- 76) Оборудование и приспособления для пропитки обмоток.
- 77) Способы сушки пропитанных обмоток при изготовлении катушек и при укладке их в сердечники электрических машин.
- 78) Методы пропитки в электромашиностроении.
- 79) Влияние вязкости лаков и эмалей на качество изоляции пропитанных изделий.
- 80) Температурные параметры при сушке изоляции.