

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»  
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)

Северодонецкий технологический институт  
Кафедра информационных технологий, приборостроения и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:  
Врио. директора СТИ (филиал)  
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»  
Ю.В. Бородач  
(подпись) \_\_\_\_\_ 2024 года  
«20» \_\_\_\_\_



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Электрические и электронные аппараты»**

По направлению подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электроснабжение

## Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрические и электронные аппараты» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Электроснабжение») – 59 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрические и электронные аппараты» разработана в соответствии федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 144 (с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами Министерства образования и науки Российской Федерации № 1456 от 26.11.2020 г., № 83 от 08.02.2021 г., № 662 от 19.07.2022 г. и № 208 от 27.02.2023 г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.т.н., доцент Калюжный В.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники « 05 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой ИТПЭ  В.Г. Чебан

Переутверждена: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» « 16 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Председатель учебно-методической комиссии  
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля»



Ю.В. Бородач

© Калюжный В.В., 2024 г.

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля» СТИ (филиал), 2024 г.

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – изучение студентами видов и классификации современных отечественных и импортных электрических и электронных аппаратов; назначения и функциональности электрических и электронных аппаратов в электроэнергетике; режимов работы различных аппаратов управления работой электротехнического оборудования; электрические и массогабаритные параметры современных аппаратов в электроэнергетике; типовой конфигурации управляющих электрических и электронных аппаратов в электроэнергетике; методов расчета магнитных цепей электрических и электронных аппаратов в электроэнергетике; методов тепловых расчетов электрических и электронных аппаратов в электроэнергетике; методов расчета переходного сопротивления контактов электрических и электронных аппаратов в электроэнергетике.

Задачи:

- изучение студентами конструкции, принципа работы, параметров и характеристик электрических и электронных аппаратов, основного их назначения и способов их использования;
- изучение классификации различных видов электрических и электронных аппаратов;
- изучение возможностей использования электрических и электронных аппаратов в электротехнических установках.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «*Электрические и электронные аппараты*» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания конструкций, принципов работы, параметров и характеристик электрических и электронных аппаратов; основное назначение и способы использования электрических и электронных аппаратов, умения рассчитать и выбрать электрические и электронные аппараты защиты и управления при заданных параметрах электрической цепи; рассчитать режимы работы электрических и электронных аппаратов; навыки анализа характеристик электрических и электронных аппаратов; анализа физических явлений в электрических и электронных аппаратах; снятия электрических характеристик электрических и электронных аппаратов. Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Физика», «Химия», «Введение в электроэнергетику», «Начертательная геометрия и инженерная графика» и служит основой для освоения дисциплин «Основы релейной защиты и автоматики», «Микропроцессорные системы релейной защиты и автоматики», «Электрическая часть электрических станций и подстанций».

Дисциплина «*Электрические и электронные аппараты*» является необходимой для освоения профессиональных компетенций по направлению подготовки 13.03.02 Энергетика и электротехника, а также, самостоятельного написания выпускной квалификационной работы бакалавра.

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-3 Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПК-3.1. Знает режимы работы объектов профессиональной деятельности ПК-3.2. Умеет рассчитывать показатели функционирования объектов профессиональной деятельности ПК-3.3 Владеть: навыками анализа режимов функционирования объектов профессиональной деятельности	<b>знать:</b> конструкцию и принцип работы электрических и электронных аппаратов; параметры и характеристики электрических и электронных аппаратов; основное назначение и способы использования электрических и электронных аппаратов;
		<b>уметь:</b> рассчитать и выбрать электрические и электронные аппараты защиты и управления при заданных параметрах электрической цепи; рассчитать режимы работы электрических и электронных аппаратов;
		<b>владеть:</b> навыками анализа характеристик электрических и электронных аппаратов; навыками анализа физических явлений в электрических и электронных аппаратах; навыками снятия электрических характеристик электрических и электронных аппаратов.

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>144</b> (4 зач. ед)	<b>144</b> (4 зач. ед)	<b>144</b> (4 зач. ед)
<b>Обязательная контактная работа (всего)</b>	<b>68</b>		<b>16</b>
<b>в том числе:</b>			
Лекции	34		8
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	-		-
Лабораторные работы	34		8
Курсовая работа (курсовой проект)	-		-
Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i> )	-		-
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>76</b>		<b>128</b>
Форма аттестации	зачёт, экзамен	зачёт, экзамен	зачёт, экзамен

## **4.2. Содержание разделов дисциплины**

### **Семестр 1(3)**

#### **Тема 1. Тепловые процессы в электрических аппаратах**

Источники теплоты в электрических аппаратах; анализ способов распространения теплоты в электрических аппаратах; задачи и стадии расчета в электрических аппаратах; теплоотдача конвекцией и излучением с поверхностей электрических аппаратов; теплопроводимость в частях электрических аппаратов.

#### **Тема 2. Контактные явления в электрических аппаратах**

Классификация электрических контактов; контактная поверхность и контактное сопротивление; математическая модель электрических контактов; влияние переходного сопротивления контактов на нагрев проводников.

#### **Тема 3. Электромагнитные явления в электрических аппаратах**

Источники и уравнения электромагнитного поля; стационарное электрическое поле; стационарное магнитное поле; переменное квазистационарное электромагнитное поле; намагничивание и магнитные материалы.

#### **Тема 4. Коммутация электрической цепи**

Идеальный электронный ключ; включение электрических цепей; отключение электрической цепи; возобновление напряжения на коммутирующем органе.

#### **Тема 5. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов**

Классический расчет электродинамических усилий; расчет электродинамических усилий по энергетическим зависимостям; электродинамические усилия при переменном токе.

#### **Тема 6. Электромеханические аппараты автоматики**

Электромеханические реле; основные термины и определения; электромагнитные реле; поляризуемые электромагнитные реле; герконовые реле; индукционные реле.

#### **Тема 7. Электрические аппараты распределительных устройств низкого напряжения**

Предохранители; аппараты тепловой защиты; аппараты температурной защиты; аппараты токовой защиты.

#### **Тема 8. Контактторы и магнитные пускатели**

Конструкция контактора и пускателя. Особенности конструкции их отдельных узлов. Порядок расчета контактора.

#### **Тема 9. Автоматические выключатели**

Токоограничение в автоматических выключателях. Конструкция универсального автоматического выключателя. Расцепители. Разновидности автоматических выключателей.

## **Семестр 2(4).**

### **Тема 10. Аппараты высокого напряжения**

Назначение и классификация аппаратов высокого напряжения. Условия работы аппаратов высокого напряжения и общие требования относительно них. Основные параметры выключателей высокого напряжения.

### **Тема 11. Воздушные выключатели высокого напряжения**

Принцип действия воздушных выключателей. Дугогасительные устройства воздушных выключателей. Конструкция воздушных выключателей.

### **Тема 12. Элегазовые выключатели высокого напряжения**

Физико-химические свойства элегаза. Дугогасительные устройства элегазовых выключателей. Конструкция элегазовых выключателей.

### **Тема 13. Масляные выключатели**

Принцип действия масляных выключателей. Дугогасительные устройства масляных выключателей. Конструкция масляных выключателей.

### **Тема 14. Вакуумные и электромагнитные выключатели**

Физические основы существования дуги в вакууме. Конструкция вакуумных выключателей. Конструкция электромагнитных выключателей.

### **Тема 15. Аварийные режимы в цепях и способы защиты**

Способы и эффективность защиты электрических цепей и потребителей; особенности сетей 0,4 кВ; основные технические параметры электрических аппаратов управления и защиты.

### **Тема 16. Силовые электронные ключи**

Общие сведения об электронных ключах и бездуговой коммутации; статические режимы работы ключей; динамические режимы работы ключей; область безопасной работы и защита ключей.

### **Тема 17. Статические и гибридные коммутационные аппараты постоянного тока**

Общие сведения о статических и гибридных коммутационных аппаратах постоянного тока; транзисторные реле и контакторы; тиристорные реле и контакторы; гибридные аппараты постоянного тока.

### **Тема 18. Статические и гибридные коммутационные аппараты переменного тока**

Общие сведения о статических и гибридных коммутационных аппаратах переменного тока; тиристорные контакторы и регуляторы переменного тока с естественной коммутацией; тиристорные контакторы переменного тока с искусственной коммутацией; реле и контакторы переменного тока на полностью управляемых ключах; гибридные аппараты переменного тока.

### 4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
<b>Семестр 1(3)</b>				
1.	Тепловые процессы в электрических аппаратах	2		2
2.	Контактные явления в электрических аппаратах	2		
3.	Электромагнитные явления в электрических аппаратах	2		
4.	Коммутация электрической цепи	2		
5.	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	2		
6.	Электромеханические аппараты автоматики	2		2
7.	Электрические аппараты распределительных устройств низкого напряжения	2		
8.	Контакты и магнитные пускатели	2		
9.	Автоматические выключатели	2		
<b>Семестр 2(4)</b>				
10.	Аппараты высокого напряжения	2		2
11.	Воздушные выключатели высокого напряжения	2		
12.	Элегазовые выключатели высокого напряжения	2		
13.	Масляные выключатели	2		
14.	Вакуумные и электромагнитные выключатели	2		
15.	Аварийные режимы в цепях и способы защиты	2		2
16.	Силовые электронные ключи	2		
17.	Статические и гибридные коммутационные аппараты постоянного тока	1		
18.	Статические и гибридные коммутационные аппараты переменного тока	1		
<b>Итого:</b>		<b>34</b>		<b>8</b>

### 4.4. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
<b>Семестр 1(3)</b>				
1.	Вводное занятие. Техника безопасности.	2		
2.	Исследование электродинамических усилий между двумя параллельными шинами конечной длины прямоугольного сечения	2		2
3.	Исследование нагрева катушек электрических аппаратов	2		
4.	Исследование переходного сопротивления контакта	2		
5.	Исследование тяговых характеристик бронированного и	2		

№	Название темы	Объем часов		
	клапанного электромагнитов постоянного тока			
6.	Исследование максимально-токовых реле	2		2
7.	Исследование поляризованных реле	2		
8.	Исследование реле напряжения	2		
9.	Исследование электромеханических реле времени	2		
<b>Семестр 2(4)</b>				
10.	Исследование магнитного пускателя	2		2
11.	Исследование плавких вставок предохранителей	2		
12.	Исследование герконовых реле	2		2
13.	Исследование процессов коммутации в низковольтных аппаратах	2		
14.	Исследование конструкционных особенностей масляных выключателей	2		
15.	Исследование конструкционных особенностей вакуумных выключателей	2		
16.	Исследование конструкционных особенностей элегазовых выключателей	2		
17.	Исследование электронных реле времени	1		
18.	Защита лабораторных работ. Подведение итогов.	1		
<b>Итого:</b>		<b>34</b>		<b>8</b>

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
<b>Семестр 1(3)</b>					
1.	Расчет аналитических зависимостей электродинамических усилий между двумя параллельными шинами	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		6
2.	Расчет аналитических зависимостей нагрева катушек аппаратов	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		6
3.	Исследование переходного сопротивления контакта	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
4.	Расчет тяговых характеристик броневых и клапанного электромагнитов	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
5.	Расчет аналитических зависимостей для максимально-токовых реле	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	5		8
6.	Расчет аналитических зависимостей для поляризованных реле	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	5		8
7.	Расчет аналитических	подготовка к	5		8

№	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
	зависимостей для реле напряжения	лабораторным работам и оформление отчетов			
8.	Расчет аналитических зависимостей электро-механических реле времени	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	5		8
<b>Семестр 2(4)</b>					
9.	Исследование магнитного пускателя	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	5		8
10.	Расчет аналитических зависимостей для плавких вставок предохранителей	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	5		8
11.	Расчет аналитических зависимостей герконовых реле	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	5		8
12.	Расчет аналитических зависимостей для процессов коммутации в низковольтных аппаратах	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	5		8
13.	Изготовление эскиза масляных выключателей	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	5		8
14.	Изготовление эскиза вакуумных выключателей	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	5		8
15.	Изготовление эскиза элегазовых выключателей	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	5		8
16.	Расчет аналитических зависимостей для электронных реле времени	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	5		8
<b>Итого:</b>			<b>76</b>		<b>128</b>

**4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Электрические и электронные аппараты» не предполагаются учебным планом.**

## **5. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- использование электронных образовательных ресурсов (презентационные материалы, электронные конспект лекций, методические указания к лабораторным работам, методические указания к самостоятельному изучению дисциплины, размещенные во внутренней сети и сайте кафедры) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям;

– технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

– технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие, а именно, каждая лабораторная работа выполняется несколькими студентами совместно в бригадах по 4-5 чел. Для каждой бригады имеется свое задание, общее для студентов этой бригады. Кроме этого, каждый студент получает свое индивидуальное задание к лабораторной работе, что позволяет мотивировать каждого студента на совместную работу в команде.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература**

1. Абрамов Е.Ю., Электрические и электронные аппараты : учебно-методическое пособие / Абрамов Е.Ю. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 48 с. - ISBN 978-5-7782-3211-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232112.html>. - Режим доступа : по подписке.

2. Акимов Е.Г., Выбор и применение низковольтных электрических аппаратов распределения, управления и автоматики / Е.Г. Акимов, Ю.С. Коробков, В.П. Соколов, Е.В. Таланов; под ред. Е.Г. Акимова и Ю.С. Коробкова - М. : Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-01035-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010358.html>. - Режим доступа : по подписке.

### **б) дополнительная литература**

1. Герасимова В.Г., Электротехнический справочник Т.2: Электротехнические изделия и устройства / Герасимова В.Г. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01174-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011744.html>. - Режим доступа : по подписке.

2. Загирняк М.В., Кузнецов Н.И. Электрические аппараты: Учебное пособие. – Луганск: Издательство ВНУ им. Даля, 2006. – 320 с.

3. Чунихина А.А. Электрические аппараты. Общий курс: учеб. пособие для вузов./Под редакцией А.А. Чунихина– 3-ое изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 720 с.

### **в) методические рекомендации**

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электрические и электронные аппараты", часть 1 (для студентов, обучающихся

по направлению "Электротехника и электротехнологии") /Сост.: Д.В. Половинка, О.С. Парсентьев, – Луганск: Изд-во ЛГУ им. В. Даля, 2016. – 64 с.

2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электрические и электронные аппараты", часть 2 (для студентов, обучающихся по направлению "Электротехника и электротехнологии")/Сост.: Д.В. Половинка, – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2018. – 44 с.

3. Методические указания к самостоятельному изучению курса по дисциплине: «Электрические и электронные аппараты» (для студентов, обучающихся по направлению "Электротехника и электротехнологии")/Сост.: Д.В. Половинка, – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2018. – 25 с.

#### **г) интернет-ресурсы:**

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – Режим доступа: URL: <http://biblio.dahluniver.ru/>

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электрические и электронные аппараты. Учебник для вузов. / Под редакцией д.т. н., проф. Разанова Ю.К. - М.: Информэлектро, 1998. - 752с. // [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://bookre.org/reader?file=1342195>

Чунихина А.А. Электрические аппараты. Общий курс: учеб.пособие для вузов./Под редакцией А.А. Чунихин - 3-ое изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 720 с. // [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://bookre.org/reader?file=661092>

## **7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Освоение дисциплины «Электрические и электронные аппараты» предполагает использование специализированной лаборатории (ауд. 105, 1-го корпуса) и академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

<b>Функциональное назначение</b>	<b>Бесплатное программное обеспечение</b>	<b>Ссылки</b>
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>
Программный симулятор электронных схем	Proteus 8 Professional	<a href="http://theproteus.ru/#Скачать_программу_Proteus_Professional">http://theproteus.ru/#Скачать_программу_Proteus_Professional</a>

## 8. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Электрические и электронные аппараты»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ПК-3 Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности	<b>Пороговый</b>	<b>знать:</b> конструкцию и принцип работы электрических и электронных аппаратов; параметры и характеристики электрических и электронных аппаратов; основное назначение и способы использования электрических и электронных аппаратов;
Основной		<b>Базовый</b>	<b>уметь:</b> рассчитать и выбрать электрические и электронные аппараты защиты и управления при заданных параметрах электрической цепи; рассчитать режимы работы электрических и электронных аппаратов;
Заключительный		<b>Высокий</b>	<b>владеть:</b> навыками анализа характеристик электрических и электронных аппаратов; навыками анализа физических явлений в электрических и электронных аппаратах; навыками снятия электрических характеристик электрических и электронных аппаратов.

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения), очно/заочно
1	ПК-3	Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности	<p>ПК-3.1. Знать: режимы работы объектов профессиональной деятельности</p> <p>ПК-3.2. Уметь: рассчитывать показатели функционирования объектов профессиональной деятельности</p> <p>ПК-3.3 Владеть: навыками анализа режимов функционирования объектов профессиональной деятельности</p>	Тема 1. Тепловые процессы в электрических аппаратах	3
				Тема 2. Контактные явления в электрических аппаратах	3
				Тема 3. Электромагнитные явления в электрических аппаратах	3
				Тема 4. Коммутация электрической цепи	3
				Тема 5. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	3
				Тема 6. Электромеханические аппараты автоматики	3
				Тема 7. Электрические аппараты распределительных устройств низкого напряжения	3
				Тема 8. Контактные и магнитные пускатели	3
				Тема 9. Автоматические выключатели	3
				Тема 10. Аппараты высокого напряжения	4
				Тема 11. Воздушные выключатели высокого напряжения	4
				Тема 12. Элегазовые	4

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения), очно/заочно
				выключатели высокого напряжения	
				Тема 13. Масляные выключатели	4
				Тема 14. Вакуумные и электромагнитные выключатели	4
				Тема 15. Аварийные режимы в цепях и способы защиты	4
				Тема 16. Силовые электронные ключи	4
				Тема 17. Статические и гибридные коммутационные аппараты постоянного тока	4
				Тема 18. Статические и гибридные коммутационные аппараты переменного тока	4

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-3 Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности	<p>ПК-3.1. Знать: режимы работы объектов профессиональной деятельности</p> <p>ПК-3.2. Уметь: рассчитывать показатели функционирования</p> <p>ПК-3.3 Владеть: навыками анализа режимов функционирования объектов профессиональной деятельности</p>	<p><b>знать:</b> конструкцию и принцип работы электрических и электронных аппаратов; параметры и характеристики электрических и электронных аппаратов; основное назначение и способы использования электрических и электронных аппаратов;</p> <p><b>уметь:</b> рассчитать и выбрать электрические и электронные аппараты защиты и управления при заданных параметрах электрической цепи; рассчитать режимы работы электрических и электронных аппаратов;</p> <p><b>владеть:</b> навыками анализа характеристик электрических и электронных аппаратов; навыками анализа физических явлений в электрических и электронных аппаратах; навыками снятия электрических характеристик электрических и электронных аппаратов.</p>	<p>Тема 1. Тепловые процессы в электрических аппаратах Тема 2. Контактные явления в электрических аппаратах Тема 3. Электромагнитные явления в электрических аппаратах Тема 4. Коммутация электрической цепи Тема 5. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов Тема 6. Электромеханические аппараты автоматики Тема 7. Электрические аппараты распределительных устройств низкого напряжения Тема 8. Контактные и магнитные пускатели Тема 9. Автоматические выключатели Тема 10. Аппараты высокого напряжения Тема 11. Воздушные выключатели высокого напряжения Тема 12. Элегазовые выключатели высокого напряжения Тема 13. Масляные выключатели Тема 14. Вакуумные и электромагнитные выключатели Тема 15. Аварийные режимы в цепях и способы защиты Тема 16. Силовые электронные ключи Тема 17. Статические и гибридные коммутационные аппараты постоянного тока Тема 18. Статические и гибридные коммутационные аппараты переменного тока</p>	<p>тестовые задания к лабораторным работам</p> <p>тестовые задания к лабораторным работам</p> <p>тестовые задания к лабораторным работам</p>

## Тестовые задания к лабораторным работам по дисциплине «Электрические и электронные аппараты»

Тестовые задания к лабораторным работам по дисциплине «Электрические и электронные аппараты» содержат вопросы порогового, базового и высокого уровня. Вопросы порогового уровня направлены на определение наличия теоретических знаний у студента по данной дисциплине. Вопросы базового уровня позволяют определить умения рассчитать и выбрать электрические и электронные аппараты защиты и управления при заданных параметрах электрической цепи, рассчитать режимы работы электрических и электронных аппаратов. Вопросы высокого уровня диагностируют владение студентом навыками анализа характеристик электрических и электронных аппаратов, анализа физических явлений в электрических и электронных аппаратах и снятия электрических характеристик электрических и электронных аппаратов.

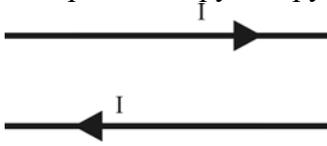
### Тест № 1

#### Вариант 1

- Вокруг шины с протекающим по ней постоянным током образуется:
  - электромагнитное поле
  - электростатическое поле
  - температурное поле
  - магнитное поле
  - правильного ответа нет.
- Чему равна магнитная проницаемость воздуха?
  - $\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
  - $\rho_0 = 0,0171 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$
  - $e_0 = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
  - $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте коэффициент геометрии если расстоянием между шинами  $a = 2 \text{ см}$ , сами шины длиной  $l = 1,5 \text{ м}$ , шириной  $b = 10 \text{ см}$  и высотой  $h = 5 \text{ мм}$ .
- Объясните почему с увеличением расстояния между шинами  $a$  с неизменным током  $I$  и неизменных остальных параметров электродинамическое усилие уменьшается?
- По рисунку определите направление электродинамического усилия (ЭДУ).
 

### Тест № 1

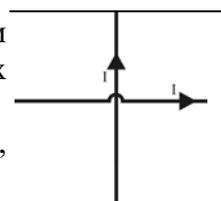
#### Вариант 2

- Электродинамическое усилие (ЭДУ) возникает:
  - в прямолинейном проводнике с током
  - в изогнутом проводнике с током
  - между двумя проводниками, но только один с током
  - между двумя проводниками с током
  - правильного ответа нет.
- Какой формулой выражается закон Био-Саварра-Лапласа?
  - $K_z = \frac{\sum D - \sum S}{a}$
  - $dB = d\mu_0 H = \frac{\mu_0 i_2 dy}{4\pi r^2} \sin \alpha$
  - $F = \frac{\partial A}{\partial x}$
  - $F = ilB \sin \beta$
  - правильного ответа нет.
- Определите по графику в отчете по лабораторной работе коэффициент формы если расстоянием между шинами  $a = 3,0 \text{ см}$ , сами шины длиной  $l = 1,9 \text{ м}$ , шириной  $b = 7 \text{ см}$  и высотой  $h = 9 \text{ мм}$ . Шины расположены параллельно и повернуты стороной  $h$  друг к другу.
- Объясните почему с уменьшением расстояния между шинами  $a$  с неизменным током  $I$  и неизменных остальных параметров электродинамическое усилие увеличивается?
- По рисунку определите направление электродинамического усилия (ЭДУ).
 

## Тест № 1

## Вариант 3

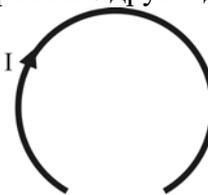
1. Направление силовых линий магнитной индукции вокруг проводника с током можно определить, используя правило:
  - а) левого буравчика
  - б) правого буравчика
  - в) левой руки
  - г) правой руки
  - д) правильного ответа нет.
2. Какой формулой выражается закон энергетического баланса системы проводников с током?
  - а)  $K_z = \frac{\Sigma D - \Sigma S}{a}$
  - б)  $dB = d\mu_0 H = \frac{\mu_0 i_2 dy}{4\pi r^2} \sin \alpha$
  - в)  $F = \frac{\partial A}{\partial x}$
  - г)  $F = ilB \sin \beta$
  - д) правильного ответа нет.
3. Рассчитайте коэффициент геометрии если расстоянием между шинами  $a = 2,5$  см, сами шины длиной  $l = 1,8$  м, шириной  $b = 8$  см и высотой  $h = 7$  мм.
4. Объясните почему с увеличением тока  $I$  в шинах при неизменном расстоянии между шинами  $a$  и неизменных остальных параметрах электродинамическое усилие увеличивается?
5. По рисунку определите направление электродинамического усилия (ЭДУ), здесь проводники являются в пространстве накрест лежащими.



## Тест № 1

## Вариант 4

1. Направление электродинамического усилия (ЭДУ) на проводник с током в электромагнитном поле можно определить, используя правило:
  - а) левого буравчика
  - б) правого буравчика
  - в) левой руки
  - г) правой руки
  - д) правильного ответа нет.
2. По какой формуле можно найти коэффициент геометрии для двух параллельных проводников разной длины?
  - а)  $K_z = \frac{\Sigma D - \Sigma S}{a}$
  - б)  $K_z = d\mu_0 H = \frac{\mu_0 i_2 dy}{4\pi r^2} \sin \alpha$
  - в)  $K_z = \frac{\partial A}{\partial x}$
  - г)  $K_z = ilB \sin \beta$
  - д) правильного ответа нет.
3. Определите по графику в отчете по лабораторной работе коэффициент формы если расстоянием между шинами  $a = 4,0$  см, сами шины длиной  $l = 2,9$  м, шириной  $b = 6$  см и высотой  $h = 4$  мм. Шины расположены параллельно и повернуты стороной  $h$  друг к другу.
4. Объясните почему с уменьшением тока  $I$  в шинах при неизменном расстоянии между шинами  $a$  и неизменных остальных параметрах  $I$  электродинамическое усилие уменьшается?
5. По рисунку определите направление электродинамического усилия (ЭДУ)



## Тест № 1

## Вариант 5

1. Электродинамические усилия (ЭДУ) наиболее сильно проявляются в режиме работы:
  - а) номинальном
  - б) короткого замыкания
  - в) перегрузки
  - г) холостого хода
  - д) правильного ответа нет.
2. По какой формуле можно найти коэффициент геометрии для двух параллельных проводников разной длины?
  - а)  $K_\phi = \frac{\Sigma D - \Sigma S}{a}$
  - б)  $K_\phi = d\mu_0 H = \frac{\mu_0 i_2 dy}{4\pi r^2} \sin \alpha$
  - в)  $K_\phi = \frac{\partial A}{\partial x}$
  - г)  $K_\phi = ilB \sin \beta$
  - д) правильного ответа нет.
3. Рассчитайте коэффициент геометрии если расстоянием между шинами  $a = 3,0$  см, сами шины длиной  $l = 1,9$  м, шириной  $b = 7$  см и высотой  $h = 9$  мм.

4. Объясните почему с увеличением угла между шинами в диапазоне от 0о до 90о и неизменных остальных параметрах электродинамическое усилие уменьшается?
5. По рисунку определите направление электродинамического усилия (ЭДУ) для одиночного проводника



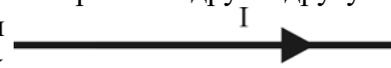
Тест № 1  
Вариант 6

1. Вокруг шины с протекающим по ней постоянным током образуется:  
а) температурное поле б) электростатическое поле в) электромагнитное поле  
г) магнитное поле д) правильного ответа нет.
2. Чему равна магнитная проницаемость воздуха?  
а)  $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{Ф/м}$  б)  $\rho_0 = 0,0171 \text{Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$   
в)  $e_0 = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{Кл}$  г)  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{Гн/м}$  д) правильного ответа нет.
3. Рассчитайте коэффициент геометрии если расстоянием между шинами  $a = 5 \text{ см}$ , сами шины длиной  $l = 2,5 \text{ м}$ , шириной  $b = 13 \text{ см}$  и высотой  $h = 9 \text{ мм}$ .
4. Объясните почему с увеличением расстояния между шинами  $a$  с неизменным током  $I$  и неизменных остальных параметрах электродинамическое усилие уменьшается?
5. По рисунку определите направление электродинамического усилия (ЭДУ).



Тест № 1  
Вариант 7

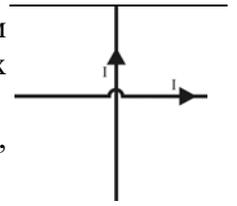
1. Электродинамическое усилие (ЭДУ) возникает:  
а) в изогнутом проводнике с током б) в прямолинейном проводнике с током  
в) между двумя проводниками, но только один с током  
г) между двумя проводниками с током д) правильного ответа нет.
2. Какой формулой выражается закон Био-Саварра-Лапласа?  
а)  $K_z = \frac{\sum D - \sum S}{a}$  б)  $F = ilB \sin \beta$   
в)  $F = \frac{\partial A}{\partial x}$  г)  $dB = d\mu_0 H = \frac{\mu_0 i_2 dy}{4\pi r^2} \sin \alpha$   
д) правильного ответа нет.
3. Определите по графику в отчете по лабораторной работе коэффициент формы если расстоянием между шинами  $a = 6,0 \text{ см}$ , сами шины длиной  $l = 1,1 \text{ м}$ , шириной  $b = 5 \text{ см}$  и высотой  $h = 4 \text{ мм}$ . Шины расположены параллельно и повернуты стороной  $h$  друг к другу.
4. Объясните почему с уменьшением расстояния между шинами  $a$  с неизменным током  $I$  и неизменных остальных параметров электродинамическое усилие увеличивается?
5. По рисунку определите направление электродинамического усилия (ЭДУ).



Тест № 1  
Вариант 8

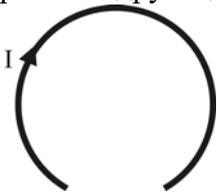
1. Направление силовых линий магнитной индукции вокруг проводника с движущимися электронами (известно направление их движения) можно определить, используя правило:  
а) левого буравчика б) правого буравчика в) левой руки г) правой руки  
д) правильного ответа нет.
2. Какой формулой выражается закон энергетического баланса системы проводников с током?  
а)  $F = \frac{\partial A}{\partial x}$  б)  $dB = d\mu_0 H = \frac{\mu_0 i_2 dy}{4\pi r^2} \sin \alpha$  в)  $K_r = \frac{\sum D - \sum S}{a}$  г)  $F = ilB \sin \beta$   
д) правильного ответа нет.

3. Рассчитайте коэффициент геометрии если расстоянием между шинами  $a = 3,5$  см, сами шины длиной  $l = 2,8$ м, шириной  $b = 5$ см и высотой  $h = 6$ мм.
4. Объясните почему с увеличением тока  $I$  в шинах при неизменном расстоянии между шинами  $a$  и неизменных остальных параметрах электродинамическое усилие увеличивается?
5. По рисунку определите направление электродинамического усилия (ЭДУ), здесь проводники являются в пространстве накрест лежащими.



Тест № 1  
Вариант 9

1. Направление электродинамического усилия (ЭДУ) на проводник с током в электромагнитном поле можно определить, используя правило:
  - а) левого буравчика
  - б) правого буравчика
  - в) левой руки
  - г) правой руки
  - д) правильного ответа нет.
2. По какой формуле можно найти коэффициент геометрии для двух параллельных проводников разной длины?
  - а)  $K_r = d\mu_0 H = \frac{\mu_0 i_2 dy}{4\pi r^2} \sin \alpha$
  - б)  $K_r = \frac{\Sigma D - \Sigma S}{a}$
  - в)  $K_r = \frac{\partial A}{\partial x}$
  - г)  $K_z = ilB \sin \beta$
  - д) правильного ответа нет.
3. Определите по графику в отчете по лабораторной работе коэффициент формы если расстоянием между шинами  $a = 4,5$  см, сами шины длиной  $l = 2,2$ м, шириной  $b = 8$ см и высотой  $h = 3$ мм. Шины расположены параллельно и повернуты стороной  $b$  друг к другу.
4. Объясните почему с уменьшением тока  $I$  в шинах при неизменном расстоянии между шинами  $a$  и неизменных остальных параметрах  $I$  электродинамическое усилие уменьшается?
5. По рисунку определите направление электродинамического усилия (ЭДУ)



Тест № 1  
Вариант 10

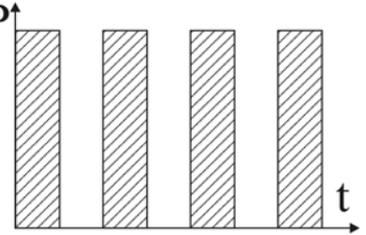
1. Электродинамические усилия (ЭДУ) наименее проявляются в режиме работы:
  - а) номинальном
  - б) перегрузки
  - в) короткого замыкания
  - г) холостого хода
  - д) правильного ответа нет.
2. По какой формуле можно найти коэффициент геометрии для двух параллельных проводников разной длины?
  - а)  $K_\phi = \frac{\Sigma D - \Sigma S}{a}$
  - б)  $K_\phi = d\mu_0 H = \frac{\mu_0 i_2 dy}{4\pi r^2} \sin \alpha$
  - в)  $K_\phi = \frac{\partial A}{\partial x}$
  - г)  $K_\phi = ilB \sin \beta$
  - д) правильного ответа нет.
3. Рассчитайте коэффициент геометрии если расстоянием между шинами  $a = 3,8$  см, сами шины длиной  $l = 1,75$ м, шириной  $b = 8$ см и высотой  $h = 12$ мм.
4. Объясните почему с увеличением угла между шинами в диапазоне от  $0^\circ$  до  $90^\circ$  и неизменных остальных параметрах электродинамическое усилие уменьшается?
5. По рисунку определите направление электродинамического усилия (ЭДУ) для одиночного проводника



Тест № 3  
Вариант 1

1. Укажите причины нагрева частей электрических аппаратов?
  - а) диэлектрические потери в возвратной пружине
  - б) электрический ток в обмотке
  - в) механические потери в скобе
  - г) постоянное магнитное поле
  - д) правильного ответа нет.
2. Как рассчитать электрические потери при переменном токе в немагнитном проводнике?

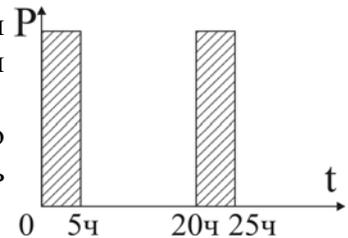
- а)  $P = k_{\text{пк}} \delta I^2 R$ ,      б)  $P = I^2 R$       в)  $P = (2,9 \div 3,25) \cdot 10^{-4} \left(\frac{I}{\Pi}\right)^{\frac{5}{3}} S_{\text{охл}} \sqrt{f}$   
 г)  $P = k_T S_{\text{охл}} (v - v_0)$       д) правильного ответа нет.
3. Рассчитайте электрические потери в обмотке реле переменного напряжения при следующих параметрах  $U = 220\text{В}$ ,  $R_{\text{об}} = 880\text{Ом}$ ,  $k_{\text{п}} = 1,2$ ,  $k_{\text{б}} = 0,7$
4. Объясните почему с увеличением разности температур между нагретым ЭА и окружающей средой тепловой поток возрастает. Нарисуйте кривую нагрева и укажите на ней точку, где тепловой поток будет максимальным.
5. По рисунку с помощью линейки определить ПВ для повторно-кратковременного режима. Срисовать его и нем показать, как будет выглядеть кривая нагрева.



### Тест № 3

#### Вариант 2

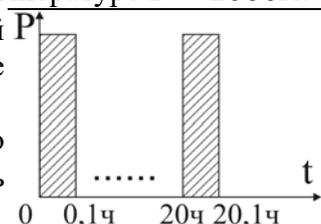
1. Укажите способы распространения тепла в твердых частях электрических аппаратов:  
 а) теплопроводность      б) тепловое излучение  
 в) естественная конвекция      г) искусственная конвекция      д) правильного ответа нет.
2. Как рассчитать электрические потери при переменном токе в проводнике из ферромагнитного материалов?  
 а)  $P = (2,9 \div 3,25) \cdot 10^{-4} \left(\frac{I}{\Pi}\right)^{\frac{5}{3}} S_{\text{охл}} \sqrt{f}$       б)  $P = k_T S_{\text{охл}} (v - v_0)$   
 в)  $P = k_{\text{пк}} \delta I^2 R$ ,      г)  $P = I^2 R$       д) правильного ответа нет.
3. Рассчитайте электрические потери в ферромагнитной обмотке реле переменного напряжения при следующих параметрах  $U = 360\text{В}$ ,  $R_{\text{об}} = 1800\text{Ом}$ ,  $k_{\text{п}} = 1,2$ ,  $k_{\text{б}} = 0,7$ ,  $S_{\text{охл}} = 0,002\text{м}^2$ ,  $\Pi = 0,08\text{м}$ ,  $f = 50\text{Гц}$
4. Что такое установившееся значение превышения температуры ЭА. Нарисуйте кривую нагрева и объясните почему кривая нагрева имеет такой вид?
5. По рисунку определить режим работы для электрического аппарата. Срисовать его и нем показать, как будет выглядеть кривая нагрева. Чему будет равен ПВ?



### Тест № 3

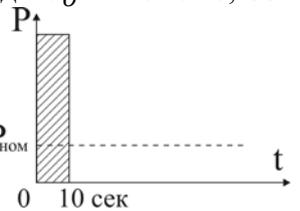
#### Вариант 3

1. Укажите, что необходимо сделать для уменьшения мощности источников теплоты:  
 а) увеличивают поверхность охлаждения      б) используют искусственную конвекцию  
 в) применяют проводниковые материалы с малым удельным сопротивлением  
 г) используют материалы с высокой теплопроводностью      д) правильного ответа нет.
2. По какой формуле в соответствии с гипотезой Фурье определяется количество теплоты, проходящее через элементарную площадку изотермической поверхности?  
 а)  $\frac{\partial v}{\partial t} = a \cdot \text{div}(\nabla v) + q/c\gamma$       б)  $d^2 Q = -n_0 \lambda \frac{\partial v}{\partial n} dS dt$       в)  $Q = \rho (IN)^2 / k_3 S_{\text{о.к.}}$   
 г)  $\frac{dv}{dt} = \frac{j^2 \rho_0 (1 + \alpha v)}{\gamma c_0 (1 + \beta v)}$       д) правильного ответа нет.
3. Рассчитайте плотность теплового потока собственного излучения при теплоотдаче путем теплового излучения при коэффициенте излучения  $\varepsilon = 0,78$ , температуре  $T = 1000\text{К}$ .
4. Нарисуйте кривую нагрева ЭА и объясните, как по кривой нагрева определить постоянную времени нагрева? Дайте определение постоянной времени нагрева.
5. По рисунку определить режим работы для электрического аппарата. Срисовать его и нем показать, как будет выглядеть кривая нагрева. Чему будет равен ПВ?



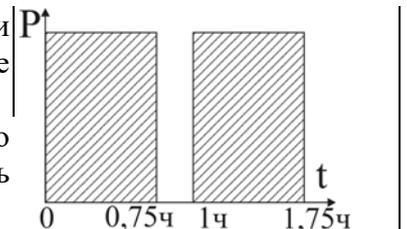
Тест № 3  
Вариант 4

- Укажите, что необходимо сделать для снижения температуры электрических аппаратов:
  - установить металлический защитный кожух
  - установить радиатор на обмотку
  - покрыть обмотку черной краской
  - использовать искусственную конвекцию
  - правильного ответа нет.
- По какой формуле плотность собственного излучения подчиняется закону Стефана-Больцмана при теплообмене излучением?
  - $P = (2,9 \div 3,25) \cdot 10^{-4} \left(\frac{l}{\Pi}\right)^{\frac{5}{3}} S_{\text{охл}} \sqrt{f}$
  - $p = 5,67\varepsilon \left(\frac{T}{100}\right)^4$
  - $P = k_T S_{\text{охл}} (v - v_0)$
  - $P = k_{\text{пкб}} I^2 R$ ,
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте упрощенно тепловой поток от поверхности тела к окружающей среде при охлаждении конвекцией при следующих параметрах: коэффициент теплоотдачи  $k_T = 1,56$ ,  $S_{\text{охл}} = 0,004 \text{ м}^2$ , температура аппарата  $v = 100^\circ \text{C}$  и окружающей среды  $v_0 = 20^\circ \text{C}$ . 0,4992
- Что такое установившееся значение температуры ЭА? Нарисуйте кривую охлаждения и укажите установившееся значение температуры?
- По рисунку определить режим работы для электрического аппарата. Срисовать его и нем показать, как будет выглядеть кривая нагрева. Чему будет равен ПВ?



Тест № 3  
Вариант 5

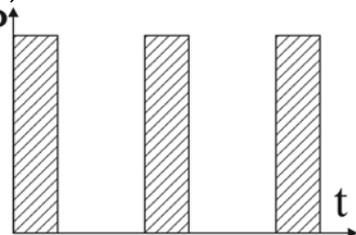
- Какие существуют режимы работы электрических аппаратов:
  - прерывисто продолжительный
  - перегрузки
  - холостого хода
  - короткого замыкания
  - правильного ответа нет.
- По какой упрощенной формуле Ньютона можно найти тепловой поток от поверхности твердого тела к окружающей среде при конвекции?
  - $P = (2,9 \div 3,25) \cdot 10^{-4} \left(\frac{l}{\Pi}\right)^{\frac{5}{3}} S_{\text{охл}} \sqrt{f}$
  - $p = 5,67\varepsilon \left(\frac{T}{100}\right)^4$
  - $P = k_T S_{\text{охл}} (v - v_0)$
  - $P = k_{\text{пкб}} I^2 R$ ,
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте удельную мощность источников теплоты в катушке электрического аппарата при токе  $I = 0,5 \text{ А}$ , числе витков  $N = 250$ , коэффициенте заполнения  $k_3 = 0,65$ , удельном электрическом сопротивлении  $\rho = 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}$  и площади обмоточного окна  $S_{\text{ок}} = 0,008 \text{ м}^2$ .
- Нарисуйте как будет выглядеть кривая нагрева, если отсутствует теплоотдача в окружающую среду и объясните почему нельзя этого допускать в электрических аппаратах?
- По рисунку определить режим работы для электрического аппарата. Срисовать его и нем показать, как будет выглядеть кривая нагрева. Чему будет равен ПВ?



Тест № 3  
Вариант 6

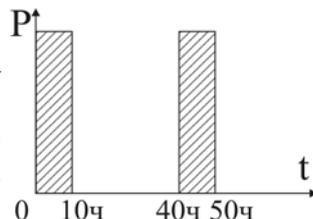
- Укажите причины нагрева частей электрических аппаратов?
  - механические потери в скобе
  - переменное магнитное поле
  - диэлектрические потери в возвратной пружине
  - электрический ток в обмотке
  - правильного ответа нет.
- Как рассчитать электрические потери при переменном токе в немагнитном проводнике?

- а)  $P = k_{\text{пкб}} I^2 R$ ,                      б)  $P = I^2 R$                       в)  $P = (2,9 \div 3,25) \cdot 10^{-4} \left(\frac{I}{\Pi}\right)^3 S_{\text{охл}} \sqrt{f}$   
 г)  $P = k_T S_{\text{охл}} (v - v_0)$                       д) правильного ответа нет.
3. Рассчитайте электрические потери в обмотке реле переменного напряжения при следующих параметрах  $U = 360\text{В}$ ,  $R_{\text{об}} = 7200\text{Ом}$ ,  $k_{\text{п}} = 1,5$ ,  $k_{\text{б}} = 0,9$
4. Что такое установившееся значение превышения температуры ЭА. Нарисуйте кривую нагрева и объясните почему кривая нагрева имеет такой вид?
5. По рисунку с помощью линейки определить ПВ для повторно-кратковременного режима. Срисовать его и нем показать, как будет выглядеть кривая нагрева.



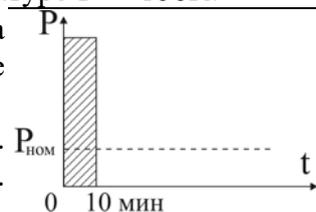
Тест № 3  
Вариант 7

1. Укажите наилучший способ отвода тепла от поверхности электрических аппаратов:  
 а) теплоперенос                      б) тепловое излучение                      в) естественная конвекция  
 г) искусственная конвекция                      д) правильного ответа нет.
2. Как рассчитать электрические потери при переменном токе в проводнике из ферромагнитного материалов?
- а)  $P = k_T S_{\text{охл}} (v - v_0)$                       б)  $P = (2,9 \div 3,25) \cdot 10^{-4} \left(\frac{I}{\Pi}\right)^3 S_{\text{охл}} \sqrt{f}$   
 в)  $P = k_{\text{пкб}} I^2 R$ ,                      г)  $P = I^2 R$                       д) правильного ответа нет.
3. Рассчитайте электрические потери в ферромагнитной обмотке реле переменного напряжения при следующих параметрах  $U = 220\text{В}$ ,  $R_{\text{об}} = 4400\text{Ом}$ ,  $k_{\text{п}} = 1,8$ ,  $k_{\text{б}} = 0,9$ ,  $S_{\text{охл}} = 0,0015\text{м}^2$ ,  $\Pi = 0,09\text{м}$ ,  $f = 50\text{Гц}$
4. Что такое установившееся значение превышения температуры ЭА. Нарисуйте кривую нагрева и объясните почему кривая нагрева имеет такой вид?
5. По рисунку определить режим работы для электрического аппарата. Срисовать его и нем показать, как будет выглядеть кривая нагрева. Чему будет равен ПВ?



Тест № 3  
Вариант 8

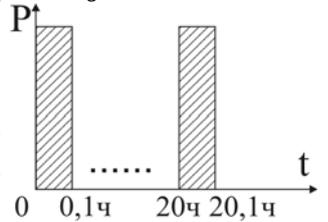
1. Укажите способы отвода тепла, если температура электрического аппарата и окружающей среды равны:  
 а) теплопроводность                      б) тепловое излучение  
 в) естественная конвекция                      г) искусственная конвекция                      д) правильного ответа нет.
2. По какой формуле в соответствии с гипотезой Фурье определяется количество теплоты, проходящее через элементарную площадку изотермической поверхности?  
 а)  $\frac{\partial v}{\partial t} = a \cdot \text{div}(\nabla v) + q/c\gamma$                       б)  $Q = \rho (IN)^2 / k_3 S_{\text{о.к.}}^2$                       в)  $d^2 Q = -n_0 \lambda \frac{\partial v}{\partial n} dS dt$   
 г)  $\frac{dv}{dt} = \frac{j^2 \rho_0 (1 + \alpha v)}{\gamma c_0 (1 + \beta v)}$  д) правильного ответа нет.
3. Рассчитайте плотность теплового потока собственного излучения при теплоотдаче путем теплового излучения при коэффициенте излучения  $\epsilon = 0,78$ , температуре  $T = 400\text{К}$ .
4. Нарисуйте кривую нагрева ЭА и объясните, как по кривой нагрева определить постоянную времени нагрева? Дайте определение постоянной времени нагрева.
5. По рисунку определить режим работы для электрического аппарата. Срисовать его и нем показать, как будет выглядеть кривая нагрева. Чему будет равен ПВ?



Тест № 3

Вариант 9

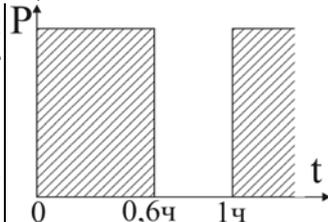
- В каком режиме работы электрический аппарат будет наименее нагрет:
  - прерывисто-продолжительный
  - продолжительный
  - кратковременный
  - короткого замыкания
  - правильного ответа нет.
- По какой формуле плотность собственного излучения подчиняется закону Стефана-Больцмана при теплообмене излучением?
  - $P = (2,9 \div 3,25) \cdot 10^{-4} \left(\frac{l}{\Pi}\right)^{\frac{5}{3}} S_{\text{охл}} \sqrt{f}$
  - $P = k_T S_{\text{охл}} (v - v_0)$
  - $p = 5,67\varepsilon \left(\frac{T}{100}\right)^4$
  - $P = kpkбI2R$ ,
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте упрощенно тепловой поток от поверхности тела к окружающей среде при охлаждении конвекцией при следующих параметрах: коэффициент теплоотдачи  $k_T = 1,78$ ,  $S_{\text{охл}} = 0,005\text{м}^2$ , температура аппарата  $v = 120^\circ\text{C}$  и окружающей среды  $v_0 = 25^\circ\text{C}$ .
- Что такое установившееся значение температуры ЭА? Нарисуйте кривую охлаждения и укажите установившееся значение температуры?
- По рисунку определить режим работы для электрического аппарата. Срисовать его и нем показать, как будет выглядеть кривая нагрева. Чему будет равен ПВ?



Тест № 3

Вариант 10

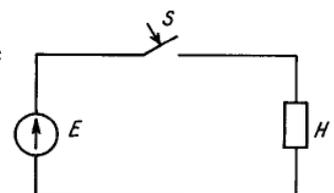
- Укажите причины нагрева частей электрических аппаратов?
  - диэлектрические потери в контактах
  - вихревые токи в ЭА постоянного тока
  - электрическая дуга
  - электрический ток в обмотке
  - правильного ответа нет.
- По какой упрощенной формуле Ньютона можно найти тепловой поток от поверхности твердого тела к окружающей среде при конвекции?
  - $P = (2,9 \div 3,25) \cdot 10^{-4} \left(\frac{l}{\Pi}\right)^{\frac{5}{3}} S_{\text{охл}} \sqrt{f}$
  - $p = 5,67\varepsilon \left(\frac{T}{100}\right)^4$
  - $P = k_T S_{\text{охл}} (v - v_0)$
  - $P = kpkбI2R$ ,
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте удельную мощность источников теплоты в катушке ЭА при токе  $I = 0,25\text{A}$ , числе витков  $N = 200$ , коэффициенте заполнения  $k_3 = 0,6$ , удельном электрическом сопротивлении  $\rho = 10^{-7}\text{Ом} \cdot \text{м}$  и площади обмоточного окна  $S_{\text{ок}} = 0,009\text{м}^2$ .
- Нарисуйте как будет выглядеть кривая нагрева, если источники теплоты в электрических аппаратах многократно превышают номинальные и объясните, как предотвратить такой режим?
- По рисунку определить режим работы для электрического аппарата. Срисовать его и нем показать, как будет выглядеть кривая нагрева. Чему будет равен ПВ?



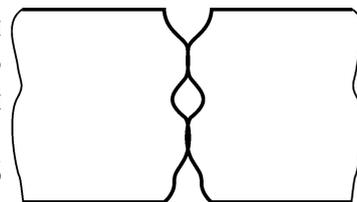
Тест № 4

Вариант 1

- Укажите, какие достаточные условия должны быть выполнены для обеспечения электрического контакт?
  - наличие источника напряжения
  - присутствие силы контактного нажатия
  - чистота контактной поверхности
  - подвижность контактов
  - правильный вариант отсутствует.
- Укажите виды соединений контактов, которые бывают.
  - взаимонеподвижные
  - фиксированные
  - твердотельные
  - взаимоподвижные
  - правильный вариант отсутствует.
- Рассчитайте переходное сопротивление контакта, если напряжение источника питания  $E=220\text{В}$ , ток в цепи  $I=2\text{А}$ , сопротивление нагрузки  $R_H=108\text{ Ом}$



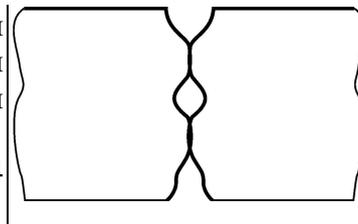
4. По построенным в лабораторной работе аналитическим кривым зависимостей переходного сопротивления от силы контактного нажатия объясните, почему кривые (точечный и плоский контакт) пересекаются?
5. Срисуйте эскиз и нарисуйте на нем, как будут проходить 6 силовых линий электрического тока через 2  $\alpha$ -пятна.



#### Тест № 4

#### Вариант 2

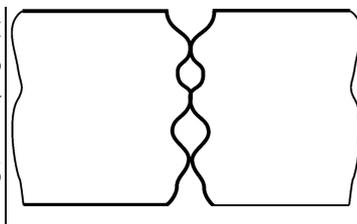
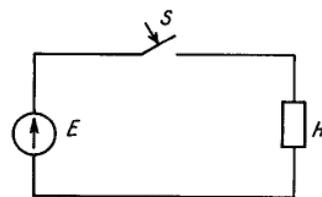
- Укажите, к каким результатам может привести неодинаковое давление в разных точках контактных площадок электрического контакта?
  - частичное разрушение оксидных пленок
  - упругая деформация
  - пластическая деформация
  - искривление силовых линий тока в области контакта
  - правильный вариант отсутствует.
- Укажите, к какому виду относится мостиковый контакт.
  - расходящийся
  - с плоскими пружинами
  - щеточные скользящие
  - напылённые
  - правильный вариант отсутствует.
- Рассчитайте переходное сопротивление точечного сильноточечного медного контакта, используя материалы лабораторной работы при усилии  $F=20$  Н.
- По построенным в лабораторной работе аналитическим кривым зависимостей переходного сопротивления от силы контактного нажатия объясните, почему с увеличением силы контактного нажатия снижается переходное сопротивление?
- Срисуйте эскиз и нарисуйте на нем, как будут проходить 4 силовые линии электрического тока через 2  $\alpha$ -пятна.



#### Тест № 4

#### Вариант 3

- Укажите причины сваривания электрических контактов?
  - электрическая дуга
  - присутствие силы контактного нажатия
  - токи короткого замыкания
  - повышенная температура окружающей среды
  - правильный вариант отсутствует.
- Укажите подвиды соединений взаимонеподвижных контактов, которые бывают.
  - разъемные
  - неразъемные
  - фиксированные
  - неразмыкающиеся
  - правильный вариант отсутствует.
- Рассчитайте напряжение источника питания  $E$ , если переходное сопротивление контакта  $R_p=0,5$  Ом, ток в цепи  $I=2,5$  А, сопротивление нагрузки  $R_n=110$  Ом
- По построенным в лабораторной работе аналитическим и экспериментальным кривым зависимостей переходного сопротивления от силы контактного нажатия объясните, почему между ними значительное расхождение?
- Срисуйте эскиз и нарисуйте на нем, как будут проходить 6 силовых линий электрического тока через 3  $\alpha$ -пятна.

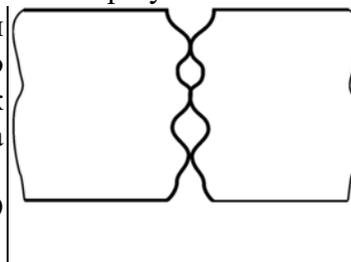


#### Тест № 4

#### Вариант 4

- Укажите причины разрушения электрических контактов?
  - электрическая дуга
  - присутствие силы контактного нажатия
  - токи короткого замыкания
  - повышенная температура окружающей среды
  - правильный вариант отсутствует.

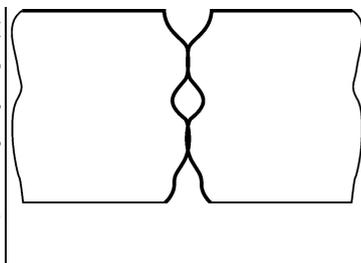
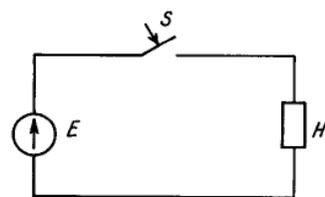
- Укажите, к какому виду относятся контакты герконовых реле.
  - ножевые
  - с плоскими пружинами
  - щеточные скользящие
  - мостиковые
  - правильный вариант отсутствует.
- Рассчитайте переходное сопротивление линейного сильноточного медного контакта с серебряным напылением, используя материалы лабораторной работы при усилии  $F=40$  Н.
- По построенным в лабораторной работе аналитическим и экспериментальным кривым зависимостей переходного сопротивления от силы контактного нажатия объясните, как влияет величина протекающего через контакты тока на переходное сопротивление?
- Срисуйте эскиз и нарисуйте на нем, как будут проходить 9 силовые линии электрического тока через 3  $\alpha$ -пятна.



#### Тест № 4

#### Вариант 5

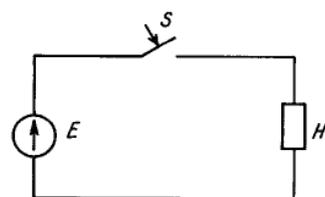
- Укажите последствия электрической дуги при воздействии на контакты?
  - сваривание контактов
  - интенсивное окисление контактов
  - повышенный износ контактов
  - расплавление контактов
  - правильный вариант отсутствует.
- Укажите, к какому подвиду соединений контактов относится щетка и кольца фазного ротора.
  - розеточные
  - скользящие щеточные
  - щеточные
  - пальцевые
  - правильный вариант отсутствует.
- Рассчитайте значение сопротивление нагрузки  $R_H$ , если напряжение источника питания  $E=360$  В, переходное сопротивление контакта  $R_P=0,25$  Ом, ток в цепи  $I=7,5$  А
- По построенным в лабораторной работе аналитическим кривым зависимостей переходного сопротивления от силы контактного нажатия объясните, как временное сопротивление контактов смятию влияет на положение этих кривых для разных видов контактов (точечный, линейный и плоский)?
- Срисуйте эскиз и нарисуйте на нем, как будут проходить 8 силовых линий электрического тока через 2  $\alpha$ -пятна.



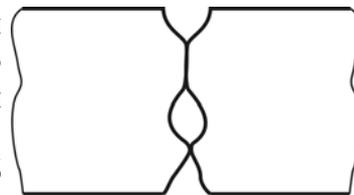
#### Тест № 4

#### Вариант 6

- Укажите достаточные условия для обеспечения электрического контакта?
  - наличие источника напряжения
  - подвижность контактов
  - чистота контактной поверхности
  - присутствие силы контактного нажатия
  - правильный вариант отсутствует.
- Укажите, по какой формуле вычисляется общее электрическое сопротивление стягивания контактов?
  - $R_C = \rho/2a$
  - $R_K = \frac{K_0}{(0,102P)^n}$
  - $a = \left[ \frac{P}{\pi\sigma_{сж}} \right]^{1/2}$
  - $RC = \rho\epsilon_r\epsilon_0$
  - правильный вариант отсутствует.
- Рассчитайте переходное сопротивление контакта, если напряжение источника питания  $E=220$ В, ток в цепи  $I=4$ А, сопротивление нагрузки  $R_H=54,5$  Ом



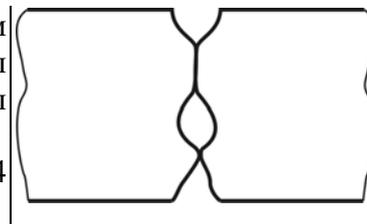
4. По построенным в лабораторной работе аналитическим кривым зависимостей переходного сопротивления от силы контактного нажатия объясните, почему кривые (точечный и плоский контакт) пересекаются?
5. Срисуйте эскиз и нарисуйте на нем, как будут проходить 6 силовых линий электрического тока через 2  $\alpha$ -пятна.



#### Тест № 4

#### Вариант 7

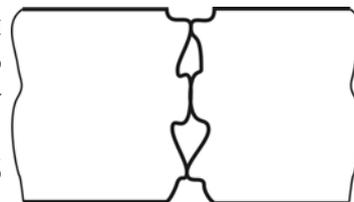
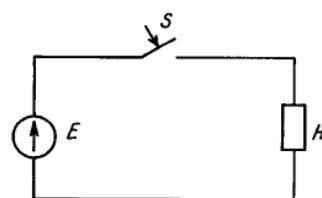
- Укажите, к каким результатам может привести неодинаковое давление в разных точках контактных площадок электрического контакта?
  - пластическая деформация
  - искривление силовых линий тока в области контакта
  - частичное разрушение оксидных пленок
  - упругая деформация
  - правильный вариант отсутствует.
- По какой формуле вычисляется радиус круглой площадки при упругих деформациях?
  - $R_C = \rho/2a$
  - $R_K = \frac{K_0}{(0,102P)^n}$
  - $a = \left[ \frac{P}{\pi\sigma_{см}} \right]^{1/2}$
  - $RC = \rho\epsilon_r\epsilon_0$
  - правильный вариант отсутствует.
- Рассчитайте переходное сопротивление линейного сильноточного медного контакта, используя материалы лабораторной работы при усилии  $F=37$  Н.
- По построенным в лабораторной работе аналитическим кривым зависимостей переходного сопротивления от силы контактного нажатия объясните, почему с увеличением силы контактного нажатия снижается переходное сопротивление?
- Срисуйте эскиз и нарисуйте на нем, как будут проходить 4 силовые линии электрического тока через 2  $\alpha$ -пятна.



#### Тест № 4

#### Вариант 8

- Укажите причины сваривания электрических контактов?
  - электрическая дуга
  - присутствие силы контактного нажатия
  - повышенная температура окружающей среды
  - токи короткого замыкания
  - правильный вариант отсутствует.
- По какой формуле вычисляется радиус круглой площадки при пластических деформациях?
  - $R_C = \rho/2a$
  - $R_K = \frac{K_0}{(0,102P)^n}$
  - $a = \left[ \frac{P}{\pi\sigma_{см}} \right]^{1/2}$
  - $RC = \rho\epsilon_r\epsilon_0$
  - правильный вариант отсутствует.
- Рассчитайте напряжение источника питания  $E$ , если переходное сопротивление контакта  $R_{п}=0,5$  Ом, ток в цепи  $I=7,2$  А, сопротивление нагрузки  $R_{н}=49,5$  Ом
- По построенным в лабораторной работе аналитическим и экспериментальным кривым зависимостей переходного сопротивления от силы контактного нажатия объясните, почему между ними значительное расхождение?
- Срисуйте эскиз и нарисуйте на нем, как будут проходить 6 силовых линий электрического тока через 3  $\alpha$ -пятна.



#### Тест № 4

#### Вариант 9

- Укажите причины разрушения электрических контактов?
  - присутствие силы контактного нажатия
  - электрическая дуга
  - повышенная температура окружающей среды
  - токи короткого замыкания
  - правильный вариант отсутствует.

2. По какой эмпирической формуле вычисляется переходное сопротивление контактов?

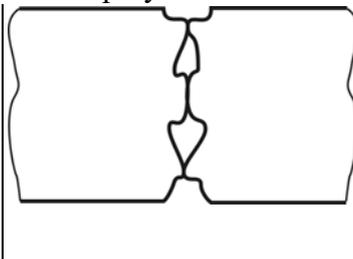
а)  $R_c = \rho / 2a$  б)  $R_K = \frac{K_0}{(0,102P)^n}$  в)  $a = \left[ \frac{P}{\pi \sigma_{cm}} \right]^{1/2}$  г)  $RC = \rho \epsilon_r \epsilon_0$

д) правильный вариант отсутствует.

3. Рассчитайте переходное сопротивление плоского сильноточечного медного контакта с серебряным напылением, используя материалы лабораторной работы при усилии  $F=26$  Н.

4. По построенным в лабораторной работе аналитическим и экспериментальным кривым зависимостей переходного сопротивления от силы контактного нажатия объясните, как влияет величина протекающего через контакты тока на переходное сопротивление?

5. Срисуйте эскиз и нарисуйте на нем, как будут проходить 9 силовые линий электрического тока через 3  $\alpha$ -пятна.



### Тест № 4

#### Вариант 10

1. Укажите последствия электрической дуги при воздействии на контакты?

- а) сваривание контактов б) повышенный износ контактов  
в) интенсивное окисление контактов г) расплавление контактов  
д) правильный вариант отсутствует.

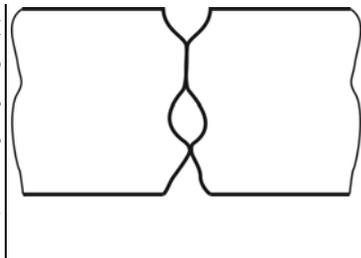
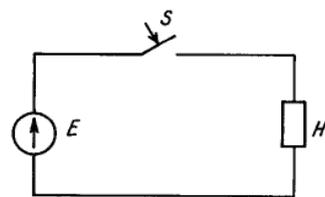
2. Укажите, к какому подвиду соединений контактов относится щетка и коллектор ДПТ.

- а) розеточные б) скользящие щеточные в) щеточные  
г) пальцевые д) правильный вариант отсутствует.

3. Рассчитайте значение сопротивление нагрузки  $R_H$ , если напряжение источника питания  $E=360$  В, переходное сопротивление контакта  $R_{п}=0,75$  Ом, ток в цепи  $I=14,4$  А

4. По построенным в лабораторной работе аналитическим кривым зависимостей переходного сопротивления от силы контактного нажатия объясните, как временное сопротивление контактов смятию влияет на положение этих кривых для разных видов контактов (точечный, линейный и плоский)?

5. Срисуйте эскиз и нарисуйте на нем, как будут проходить 8 силовых линий электрического тока через 2  $\alpha$ -пятна.



### Тест № 6

#### Вариант 1

1. Подвижная часть броневое электромагнита называется:

- а) якорь б) обмотка в) корпус г) фланец д) правильного ответа нет.

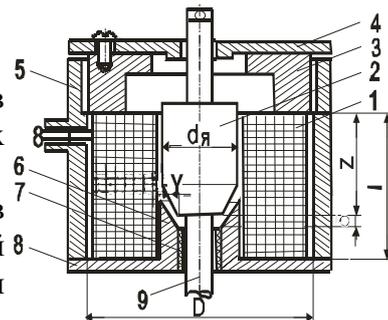
2. Втулка между фланцем и штоком броневое электромагнита может быть изготовлена из материала:

- а) магнитного, изоляционного б) магнитного, токопроводящего  
в) немагнитного, изоляционного г) немагнитного, токопроводящего  
д) правильного ответа нет.

3. Рассчитайте магнитодвижущую силу (МДС) при  $I = 0,1$  А,  $\sigma = 5$  мм,  $W = 3200$  витков,  $L = 80$  мм,  $D = 60$  мм. 320

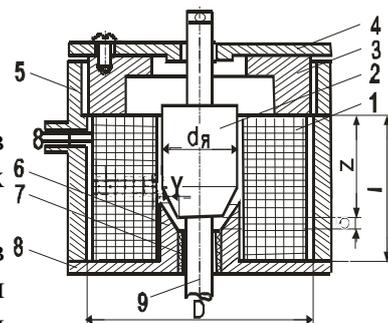
4. Объясните почему с увеличением рабочего зазора  $\sigma$  в электромагните клапанного типа и неизменных остальных параметрах тяговая сила  $F_{\text{з}}$  уменьшается?

5. Нарисуйте на эскизе конструкции броневое электромагнита в отчете лабораторной работы, как проходит основной магнитный поток  $\Phi$  и укажите место, где создается тяговая сила  $F_{\text{з}}$ ?



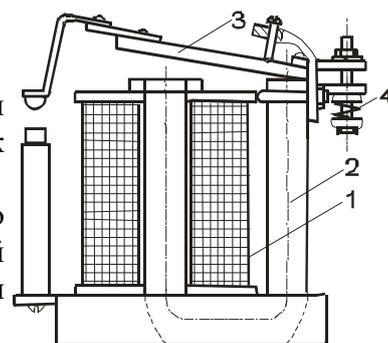
Тест № 6  
Вариант 2

1. Неподвижная часть броневое электромагнита называется:  
а) якорь      б) обмотка      в) шток      г) немагнитная втулка  
д) правильного ответа нет.
2. Обмотка электромагнита клапанного типа может быть изготовлена из материала:  
а) магнитного, изоляционного      б) магнитного, токопроводящего  
в) немагнитного, изоляционного      г) немагнитного, токопроводящего  
д) правильного ответа нет.
3. Для броневое электромагнита рассчитайте тяговую силу  $F_{\text{з}}$  при  $I = 2 \text{ А}$ ,  $\sigma = 8 \text{ мм}$ ,  $W = 200$  витков,  $L = 80 \text{ мм}$ ,  $D = 50 \text{ мм}$ ,  $Z = 31 \text{ мм}$ ,  $d_{\text{я}} = 31 \text{ мм}$ ,  $\Lambda_{\delta} = 20 \cdot e^{\delta}$ .
4. Объясните почему с уменьшением рабочего зазора  $\sigma$  в электромагните клапанного типа и неизменных остальных параметрах тяговая сила  $F_{\text{з}}$  увеличивается?
5. Нарисуйте на эскизе конструкции броневое электромагнита в отчете лабораторной работы, как проходят магнитные потоки рассеивания  $\Phi$  и поясните, почему они участвуют в создании тяговой силы  $F_{\text{з}}$ ?



Тест № 6  
Вариант 3

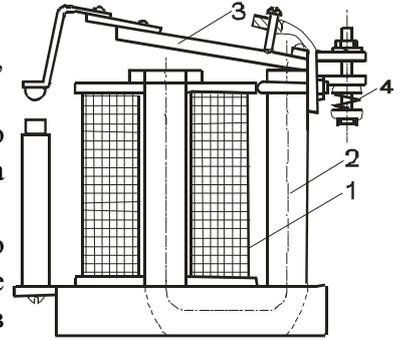
1. Неподвижная часть магнитной системы броневое электромагнита называется:  
а) якорь      б) обмотка      в) шток      г) фланец  
д) правильного ответа нет.
2. Фланец броневое электромагнита постоянного тока может быть изготовлен из материала:  
а) магнитного, изоляционного      б) магнитного, токопроводящего  
в) немагнитного, изоляционного      г) немагнитного, токопроводящего  
д) правильного ответа нет.
3. Рассчитайте магнитодвижущую силу (МДС) при  $I = 0,5 \text{ А}$ ,  $\sigma = 3 \text{ мм}$ ,  $W = 1500$  витков,  $L = 60 \text{ мм}$ ,  $D = 40 \text{ мм}$ . 750
4. Объясните назначение немагнитной втулки в броневом электромагните и обоснуйте ее необходимость, если шток изготовлен из бронзы?
5. Нарисуйте на эскизе конструкции электромагнита клапанного типа в отчете лабораторной работы, как проходит основной магнитный поток  $\Phi$  и укажите место, где создается тяговая сила  $F_{\text{з}}$ ?



Тест № 6  
Вариант 4

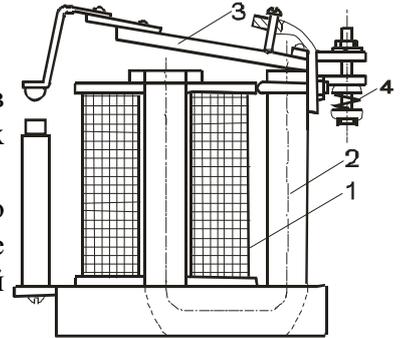
1. Подвижная часть магнитной системы броневое электромагнита называется:  
а) якорь      б) обмотка      в) стальной шток      г) фланец  
д) правильного ответа нет.
2. Усилие, противодействующее тяговой силе, в электромагните клапанного типа создается:  
а) противодействующим магнитным потоком      б) возвратной пружиной  
в) стопорным винтом      г) полюсным наконечником  
д) правильного ответа нет.

- Для клапанного электромагнита рассчитайте тяговую силу  $F_3$  при  $I = 5 \text{ A}$ ,  $\sigma = 6 \text{ мм}$ ,  $W = 500$  витков,  $r = 15 \text{ мм}$ ,  $C = 6 \text{ мм}$ ,  $R_0 = 48 \text{ мм}$ .
- Объясните почему торцевая часть якоря броневое электромагнита имеет форму конуса в области рабочего зазора  $\sigma$  и как форма конуса повлияет на тяговую силу  $F_3$ ?
- Нарисуйте на эскизе конструкции электромагнита клапанного типа в отчете лабораторной работы, как проходят магнитные потоки рассеивания  $\Phi$  и поясните, почему они не участвуют в создании тяговой силы  $F_3$ ?



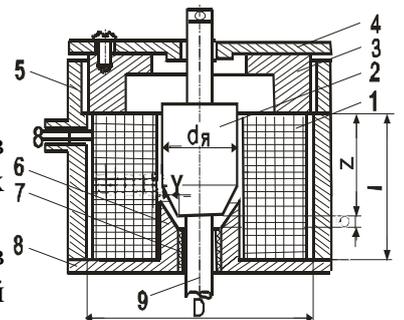
Тест № 6  
Вариант 5

- Источник МДС в магнитной системе броневое электромагнита создается:
  - в якоре
  - обмоткой с током
  - магнитным потоком
  - во фланце
  - правильного ответа нет.
- Магнитная проводимость электромагнита клапанного типа постоянного тока может быть увеличена путем:
  - шихтовки магнитопровода
  - увеличения числа витков обмотки
  - уменьшения рабочего зазора
  - увеличения площади сечения полюсного наконечника
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте магнитодвижущую силу (МДС) при  $I = 2,5 \text{ A}$ ,  $\sigma = 9 \text{ мм}$ ,  $W = 800$  витков,  $L = 50 \text{ мм}$ ,  $D = 30 \text{ мм}$ . 2000
- Объясните почему с увеличением тока в обмотке  $I$  в электромагните клапанного типа и неизменных остальных параметрах тяговая сила  $F_3$  увеличивается?
- Нарисуйте на эскизе конструкции электромагнита клапанного типа в отчете лабораторной работы, как образуются магнитные потоки выпучивания и поясните их роль в создании тяговой силы  $F_3$ ?



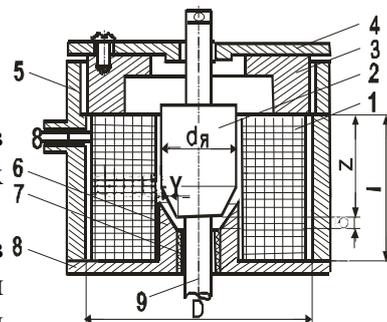
Тест № 6  
Вариант 6

- Подвижная часть электромагнита клапанного типа называется:
  - якорь
  - обмотка
  - скоба
  - контактная группа
  - правильного ответа нет.
- Возвратная пружина электромагнита клапанного типа может быть изготовлена из материала:
  - пластичного
  - упругого
  - токопроводящего
  - органического
  - правильного ответа нет.
- Для клапанного электромагнита рассчитайте тяговую силу  $F_3$  при  $I = 3 \text{ A}$ ,  $\sigma = 4,5 \text{ мм}$ ,  $W = 700$  витков,  $r = 12 \text{ мм}$ ,  $C = 7 \text{ мм}$ ,  $R_0 = 52 \text{ мм}$ .
- Объясните почему с увеличением рабочего зазора  $\sigma$  в электромагните броневое типа и неизменных остальных параметрах тяговая сила  $F_3$  уменьшается?
- Нарисуйте на эскизе конструкции броневое электромагнита в отчете лабораторной работы, как проходит основной магнитный поток  $\Phi$  и укажите место, где создается тяговая сила  $F_3$ ?



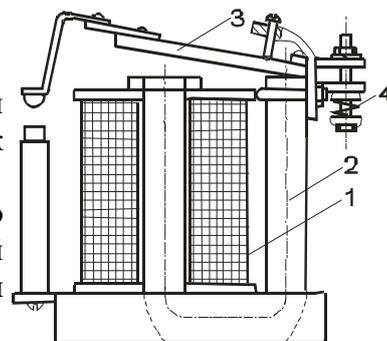
Тест № 6  
Вариант 7

1. Неподвижная часть электромагнита клапанного типа называется:  
а) якорь б) обмотка в) возвратная пружина г) скоба д) правильного ответа нет.
2. Обмотка броневых электромагнитов может быть изготовлена из материала:  
а) магнитного, изоляционного б) магнитного, токопроводящего  
в) немагнитного, изоляционного г) немагнитного, токопроводящего  
д) правильного ответа нет.
3. Для броневых электромагнитов рассчитайте тяговую силу  $F_{\text{Э}}$  при  $I = 1 \text{ А}$ ,  $\sigma = 4 \text{ мм}$ ,  $W = 450$  витков,  $L = 75 \text{ мм}$ ,  $D = 45 \text{ мм}$ ,  $Z = 35 \text{ мм}$ ,  $d_{\text{я}} = 28 \text{ мм}$ ,  $\Lambda_{\delta} = 0,4 \cdot \delta^3$ .
4. Объясните почему с уменьшением рабочего зазора  $\sigma$  в электромагните клапанного типа и неизменных остальных параметрах тяговая сила  $F_{\text{Э}}$  увеличивается?
5. Нарисуйте на эскизе конструкции броневых электромагнитов в отчете лабораторной работы, как проходят магнитные потоки рассеивания  $\Phi$  и поясните, почему они участвуют в создании тяговой силы  $F_{\text{Э}}$ ?



Тест № 6  
Вариант 8

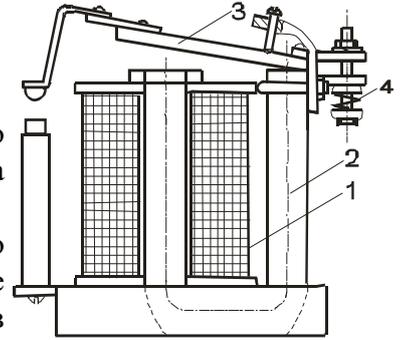
1. Неподвижная часть магнитной системы электромагнита клапанного типа называется:  
а) якорь б) обмотка в) контактная группа г) скоба  
д) правильного ответа нет.
2. Скоба электромагнита клапанного типа может быть изготовлена из материала:  
а) магнитного, изоляционного б) магнитного, токопроводящего  
в) немагнитного, изоляционного г) немагнитного, токопроводящего  
д) правильного ответа нет.
3. Рассчитайте магнитодвижущую силу (МДС) при  $I = 0,15 \text{ А}$ ,  $\sigma = 1,5 \text{ мм}$ ,  $W = 1050$  витков,  $L = 48 \text{ мм}$ ,  $D = 27 \text{ мм}$ . 1575
4. Объясните назначение немагнитной втулки в броневом электромагните и обоснуйте ее необходимость, если шток изготовлен из бронзы?
5. Нарисуйте на эскизе конструкции электромагнита клапанного типа в отчете лабораторной работы, как проходит основной магнитный поток  $\Phi$  и укажите место, где создается тяговая сила  $F_{\text{Э}}$ ?



Тест № 6  
Вариант 9

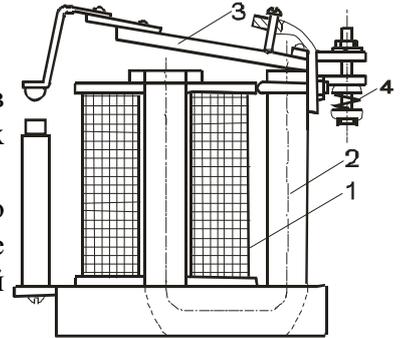
1. Подвижная часть магнитной системы броневых электромагнитов называется:  
а) якорь б) обмотка в) латунный шток г) фланец  
д) правильного ответа нет.
2. Усилие, противодействующее тяговой силе, в электромагните клапанного типа создается:  
а) противодействующим магнитным потоком б) возвратной пружиной  
в) стопорным винтом г) полюсным наконечником  
д) правильного ответа нет.

- Для клапанного электромагнита рассчитайте тяговую силу  $F_3$  при  $I = 8 \text{ A}$ ,  $\sigma = 2,5 \text{ мм}$ ,  $W = 480$  витков,  $r = 18 \text{ мм}$ ,  $C = 8 \text{ мм}$ ,  $R_0 = 38 \text{ мм}$ .
- Объясните почему торцевая часть якоря бронированного электромагнита имеет форму конуса в области рабочего зазора  $\sigma$  и как форма конуса повлияет на тяговую силу  $F_3$ ?
- Нарисуйте на эскизе конструкции электромагнита клапанного типа в отчете лабораторной работы, как проходят магнитные потоки рассеивания  $\Phi$  и поясните, почему они не участвуют в создании тяговой силы  $F_3$ ?



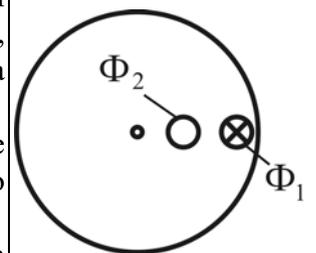
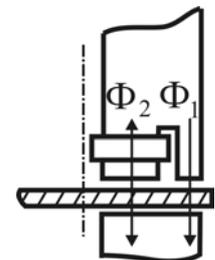
Тест № 6  
Вариант 10

- Источник МДС в магнитной системе электромагнита клапанного типа создается:
  - в якоре
  - обмоткой с током
  - магнитным потоком
  - в сердечнике
  - правильного ответа нет.
- Магнитная проводимость электромагнита клапанного типа переменного тока может быть увеличена путем:
  - шихтовки магнитопровода
  - увеличения числа витков обмотки
  - уменьшения рабочего зазора
  - увеличения площади сечения полюсного наконечника
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте магнитодвижущую силу (МДС) при  $I = 4,5 \text{ A}$ ,  $\sigma = 7,5 \text{ мм}$ ,  $W = 2100$  витков,  $L = 44 \text{ мм}$ ,  $D = 37 \text{ мм}$ . 9450
- Объясните почему с увеличением тока в обмотке  $I$  в электромагните клапанного типа и неизменных остальных параметрах тяговая сила  $F_3$  увеличивается?
- Нарисуйте на эскизе конструкции электромагнита клапанного типа в отчете лабораторной работы, как образуются магнитные потоки выпучивания и поясните их роль в создании тяговой силы  $F_3$ ?



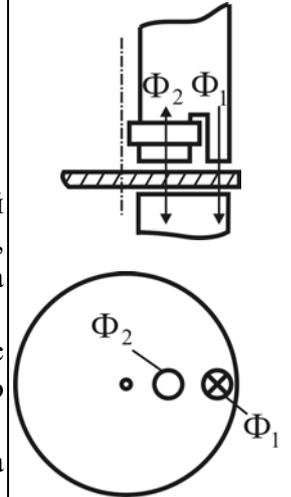
Тест № 7  
Вариант 1

- Из каких основных частей состоят максимально-токовые индукционные реле?
  - якоря
  - ротора
  - статора
  - индуктора
  - правильного ответа нет.
- Чему равно среднее значение результирующего тягового момента в максимально-токовом индукционном реле?
  - $M_{ТСР} = (F_{1M} \cdot l_1 + F_{2M} \cdot l_2) \cdot \sin \phi$
  - $M_{ТСР} = (F_{1M} \cdot l_1 + F_{2M} \cdot l_2) \cdot \cos \gamma$
  - $M_{ТСР} = C \cdot \Phi_{1M} \cdot \Phi_{2M} \cos \gamma \sin \phi$
  - $M_{ТСР} = C \cdot \Phi_{1M} \cdot \Phi_{2M} \cos \phi \sin \gamma$
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте величину уставки для срабатывания по двукратной перегрузке тока для индукционного максимально-токового реле, последовательно включенного в цепь с напряжением источника  $U = 220 \text{ В}$  и номинальной нагрузкой  $R_H = 1000 \text{ Ом}$ ,  $L_H = 200 \text{ мГн}$ .
- Объясните, почему в электромагнитном максимально-токовом реле с увеличением тока  $I$ , протекающего по обмотке, до определенного значения якорь поворачивается и срабатывает реле?
- По рисунку определите направление движения алюминиевого диска при  $f=50 \text{ Гц}$ , в момент времени  $t=0,012 \text{ сек}$ .



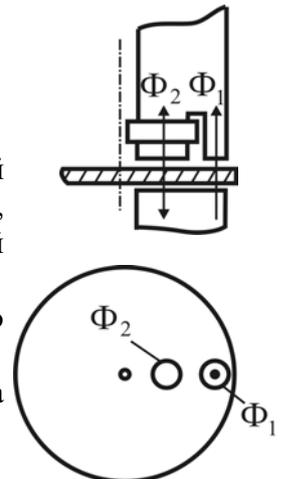
Тест № 7  
Вариант 2

- Из каких основных элементов состоят максимально-токовые электромагнитных реле?
  - катушка
  - ферромагнитный магнитопровод
  - стальной якорь с подвижными контактами
  - полюса
  - правильного ответа нет.
- Как называется ток индукционного максимально-токового реле, при котором якорь притягивается мгновенно?
  - током "срабатывания" реле
  - током "отсечки" реле
  - током "притягивания" реле
  - током "блокировки" реле
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте величину уставки для срабатывания по двукратной перегрузке тока для электромагнитного максимально-токового реле, последовательно включенного в цепь с напряжением источника  $U = 220\text{В}$  и номинальной нагрузкой  $R_H = 1500\text{Ом}$ ,  $L_H = 100\text{мН}$ .
- Объясните, почему в индукционном максимально-токовом реле с увеличением тока  $I$ , протекающего по обмотке, до определенного значения ротор не вращался?
- По рисунку определите направление движения алюминиевого диска при  $f=50\text{ Гц}$ , в момент времени  $t=0,015\text{ сек}$ .



Тест № 7  
Вариант 3

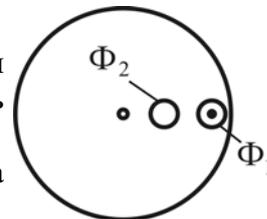
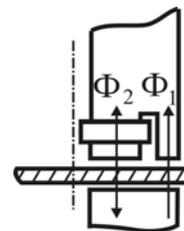
- Что препятствует притягиванию якоря в реле электромагнитного типа при протекании тока в катушках?
  - момент инерции якоря
  - сила трения в оси якоря
  - противодействующая пружина
  - короткозамкнутые витки магнитной системы
  - правильного ответа нет.
- Куда всегда направлен тяговый момент реле индукционного типа?
  - в сторону опережающего потока
  - против часовой стрелки
  - в сторону запаздывающего потока;
  - по часовой стрелке
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте величину уставки для срабатывания по 3-кратной перегрузке тока для индукционного максимально-токового реле, последовательно включенного в цепь с  $U = 220\text{В}$  и номинальной нагрузкой  $R_H = 2000\text{Ом}$ ,  $L_H = 400\text{мН}$ .
- Объясните, какого типа максимально-токовое реле необходимо поставить для защиты обмоток АД с КЗ ротором и почему?
- По рисунку определите направление движения алюминиевого диска при  $f=50\text{ Гц}$ , в момент времени  $t=0,013\text{ сек}$ .



Тест № 7  
Вариант 4

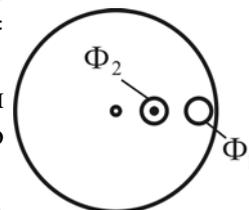
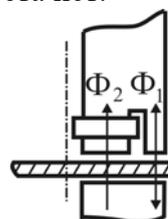
- Переменный ток в роторе максимально-токовые индукционные реле формируется:
  - магнитными потоками статора
  - подачей напряжения на обмотку ротора
  - вращающимися магнитами
  - подачей напряжения на к.з. витки
  - правильного ответа нет.

- Чему пропорциональна величина противодействующего момента стиральной пружины **реле** электромагнитного типа?
  - углу закручивания
  - степени сжатия
  - степени растяжения
  - углу изгиба
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте величину уставки для срабатывания по 3-кратной перегрузке тока для электромагнитного максимально-токового реле, последовательно включенного в цепь с напряжением источника  $U = 220\text{В}$  и номинальной нагрузкой  $R_H = 2000\text{м}$ ,  $L_H = 150\text{мН}$ .
- Объясните, почему кривая зависимости тока от уставки срабатывания электромагнитного максимально-токового реле расположена лишь чуть выше кривой возврата?
- По рисунку определите направление движения алюминиевого диска при  $f=50$  Гц, в момент времени  $t=0,016$  сек.



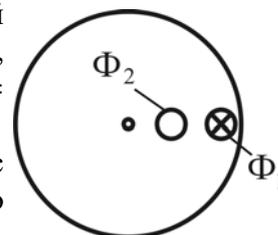
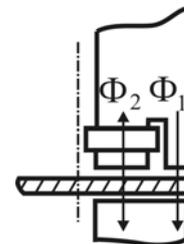
Тест № 7  
Вариант 5

- Конструктивно максимально-токовые индукционные реле выпускаются с ротором в виде:
  - короткозамкнутой рамки
  - диска
  - стакана
  - торроида
  - правильного ответа нет.
- По какой формуле можно найти согласно закона Фарадея-Ленца в движущемся диске индуцируемую ЭДС?
  - $e_H = e_T + e_r$
  - $e_T = -\frac{\partial \Phi}{\partial t}$
  - $e_r = \int [VB] dl$
  - $e_T = -\omega \Phi_m \cos \omega t$
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте величину уставки для срабатывания по двукратной перегрузке тока для индукционного максимально-токового реле, последовательно включенного в цепь с напряжением источника  $U = 360\text{В}$  и номинальной нагрузкой  $R_H = 2000\text{м}$ ,  $L_H = 200\text{мН}$ .
- Объясните, почему кривая зависимости тока от уставки срабатывания индукционного максимально-токового реле расположена значительно выше кривой возврата?
- По рисунку определите направление движения алюминиевого диска при  $f=50$  Гц, в момент времени  $t=0,01$  сек.



Тест № 7  
Вариант 6

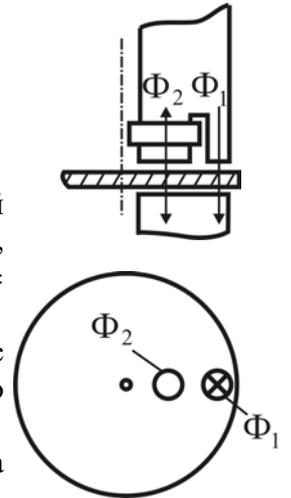
- Максимально-токовые реле предназначены для защиты потребителей от:
  - токов перегрузки
  - токов холостого хода
  - максимальных токов
  - короткого замыкания
  - правильного ответа нет.
- Чему равно среднее значение результирующего тягового момента в максимально-токовом индукционном реле?
  - $M_{TCP} = (F_{1M} \cdot l_1 + F_{2M} \cdot l_2) \cdot \sin \phi$
  - $M_{TCP} = C \cdot \Phi_{1M} \cdot \Phi_{2M} \cos \gamma \sin \phi$
  - $M_{TCP} = (F_{1M} \cdot l_1 + F_{2M} \cdot l_2) \cdot \cos \gamma$
  - $M_{TCP} = C \cdot \Phi_{1M} \cdot \Phi_{2M} \cos \phi \sin \gamma$
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте величину уставки для срабатывания по двукратной перегрузке тока для электромагнитного максимально-токового реле, последовательно включенного в цепь с напряжением источника  $U = 360\text{В}$  и номинальной нагрузкой  $R_H = 1500\text{м}$ ,  $L_H = 150\text{мН}$ .
- Объясните, почему в электромагнитном максимально-токовом реле с увеличением тока  $I$ , протекающего по обмотке, до определенного значения якорь поворачивается и срабатывает реле?



5. По рисунку определите направление движения алюминиевого диска при  $f=50$  Гц, в момент времени  $t=0,005$  сек.

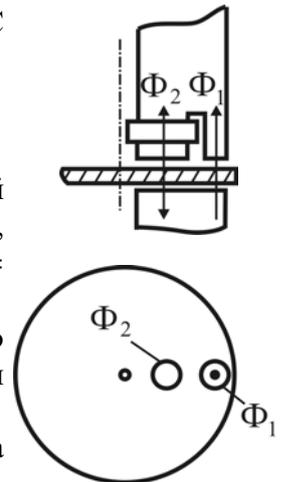
Тест № 7  
Вариант 7

- Из каких основных элементов состоят максимально-токовые электромагнитных реле?
  - скоба
  - стальной якорь с подвижными контактами
  - ферромагнитный магнитопровод
  - полюса
  - правильного ответа нет.
- Как называется ток индукционного максимально-токового реле, при котором якорь притягивается мгновенно?
  - током "срабатывания" реле
  - током "блокировки" реле
  - током "притягивания" реле
  - током "отсечки" реле
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте величину уставки для срабатывания по двукратной перегрузке тока для индукционного максимально-токового реле, последовательно включенного в цепь с напряжением источника  $U = 220$ В и номинальной нагрузкой  $R_H = 1500$ Ом,  $C_H = 10$ мкФ.
- Объясните, почему в индукционном максимально-токовом реле с увеличением тока  $I$ , протекающего по обмотке, до определенного значения ротор не вращался?
- По рисунку определите направление движения алюминиевого диска при  $f=50$  Гц, в момент времени  $t=0,018$  сек.



Тест № 7  
Вариант 8

- Из каких основных частей состоят максимально-токовые индукционные реле?
  - ротора
  - якоря
  - индуктора
  - статора
  - правильного ответа нет.
- По какой формуле можно найти в движущемся диске ЭДС трансформации для синусоидального потока?
  - $e_H = e_T + e_r$
  - $e_T = -\frac{\partial \Phi}{\partial t}$
  - $e_r = \int [VB] dl$
  - $e_T = -\omega \Phi_m \cos \omega t$
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте величину уставки для срабатывания по 3-кратной перегрузке тока для электромагнитного максимально-токового реле, последовательно включенного в цепь с напряжением источника  $U = 360$ В и номинальной нагрузкой  $R_H = 3500$ Ом,  $C_H = 5$ мкФ.
- Объясните, какого типа максимально-токовое реле необходимо поставить для защиты обмоток асинхронного двигателя с КЗ ротором и почему?
- По рисунку определите направление движения алюминиевого диска при  $f=50$  Гц, в момент времени  $t=0,011$  сек.



Тест № 7  
Вариант 9

- Что препятствует притягиванию якоря в электромаг. реле при протекании тока в катушках?
  - момент инерции якоря
  - противодействующая пружина
  - сила трения в оси якоря
  - короткозамкнутые витки магнитной системы
  - правильного ответа нет.

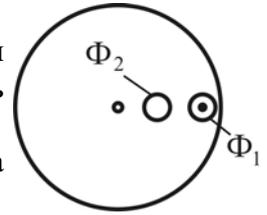
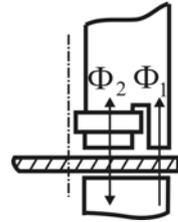
2. По какой формуле можно найти в движущемся диске ЭДС генерации?

- а)  $e_H = e_T + e_G$       б)  $e_T = -\frac{\partial \Phi}{\partial t}$       в)  $e_G = \int [VB] dl$   
 г)  $e_T = -\omega \Phi_m \cos \omega t$       д) правильного ответа нет.

3. Рассчитайте величину уставки для срабатывания по 3-кратной перегрузке тока для индукционного максимально-токового реле, последовательно включенного в цепь с напряжением источника  $U = 220\text{В}$  и номинальной нагрузкой  $R_H = 2000\text{Ом}$ ,  $C_H = 5\text{мкФ}$ .

4. Объясните, почему кривая зависимости тока от уставки срабатывания электромагнитного максимально-токового реле расположена лишь чуть выше кривой возврата?

5. По рисунку определите направление движения алюминиевого диска при  $f=50\text{ Гц}$ , в момент времени  $t=0,007\text{ сек}$ .



Тест № 7

Вариант 10

1. Постоянный ток в роторе максимально-токовых индукционных реле формируется:

- а) магнитными потоками статора      б) подачей напряжения на обмотку ротора  
 в) вращающимися магнитами      г) подачей напряжения на к.з. витки  
 д) правильного ответа нет.

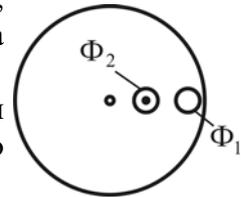
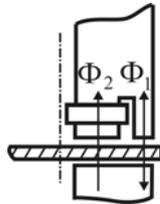
2. По какой формуле можно найти в движущемся диске ЭДС трансформации?

- а)  $e_H = e_T + e_G$       б)  $e_T = -\frac{\partial \Phi}{\partial t}$       в)  $e_G = \int [VB] dl$   
 г)  $e_T = -\omega \Phi_m \cos \omega t$       д) правильного ответа нет.

3. Рассчитайте величину уставки для срабатывания по 3-кратной перегрузке тока для электромагнитного максимально-токового реле, последовательно включенного в цепь с напряжением источника  $U = 660\text{В}$  и номинальной нагрузкой  $R_H = 6000\text{Ом}$ ,  $C_H = 1\text{мкФ}$ .

4. Объясните, почему кривая зависимости тока от уставки срабатывания индукционного максимально-токового реле расположена значительно выше кривой возврата?

5. По рисунку определите направление движения алюминиевого диска при  $f=50\text{ Гц}$ , в момент времени  $t=0,022\text{ сек}$ .



Тест № 9

Вариант 1

1. Укажите, на какие виды подразделяются параметры реле?

- а) статические      б) динамические      в) максимально-допустимые  
 г) эксплуатационные      д) правильного ответа нет.

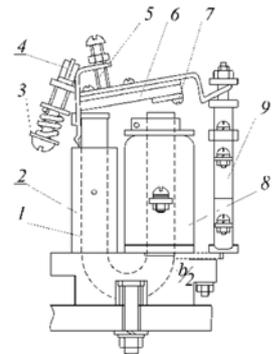
2. Укажите, как определить коэффициент запаса по срабатыванию?

- а)  $K_{з.ср} = \frac{X_{раб}}{X_{ср}}$       б)  $K_B = \frac{X_B}{X_{ср}}$       в)  $K_{з.ср} = \frac{X_{раб}}{X_B}$       г)  $K_{з.ср} = \frac{X_{ср}}{X_B}$       д) правильного ответа нет.

3. Рассчитайте коэффициент запаса для реле напряжения, если сопротивление обмотки  $R_{об} = 2500\text{Ом}$ , ток в номинальном режиме (рабочий)  $I = 0,95\text{ А}$ , а напряжения срабатывания,  $U_{ср} = 220\text{ В}$ .

4. Объясните по построенным в лабораторной работе кривым зависимостей напряжения срабатывания и отпускания от натяжения противодействующей пружины, почему напряжения срабатывания значительно больше отпускания?

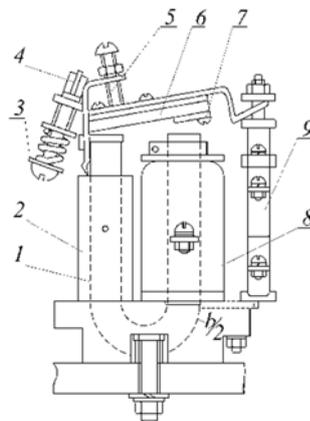
5. Срисуйте эскиз конструкции реле напряжения и укажите на нем, как проходит основной магнитный поток по реле, а также укажите место, где создается тяговая сила  $F_3$ ?



## Тест № 9

## Вариант 2

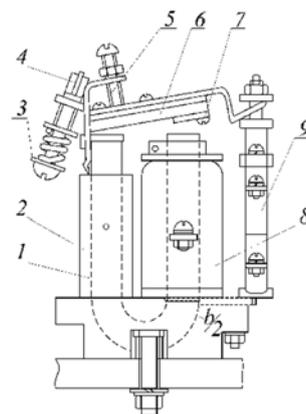
- Какие параметры относят к статическим?
  - параметр срабатывания
  - параметр отпускания
  - время срабатывания
  - номинальный параметр
  - правильного ответа нет.
- Укажите, как определить коэффициент возврата?
  - $K_{з.ср} = \frac{X_{раб}}{X_{ср}}$
  - $K_B = \frac{X_B}{X_{ср}}$
  - $K_B = \frac{X_{раб}}{X_B}$
  - $K_B = \frac{X_{ср}}{X_B}$
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте коэффициент возврата для реле напряжения, если сопротивление обмотки  $R_{об.} = 800\text{Ом}$ , ток отпускания  $I = 1,5\text{А}$ , а напряжения срабатывания  $U_{ср} = 220\text{В}$ .
- Объясните по построенным в лабораторной работе кривым зависимостей напряжения срабатывания от натяжения противодействующей пружины, почему напряжения срабатывания возрастает с увеличением натяжения противодействующей пружины?
- Срисуйте эскиз конструкции реле напряжения и укажите на нем элемент, позволяющий регулировать напряжение срабатывания. Опишите, как происходит регулировка?



## Тест № 9

## Вариант 3

- Какие параметры относят к статическим?
  - время срабатывания
  - номинальный параметр
  - коэффициент возврата
  - коэффициент запаса
  - правильного ответа нет.
- Укажите формулы, которые не используются для расчетов в реле напряжения?
  - $K_{з.ср} = \frac{X_{раб}}{X_{ср}}$
  - $K_B = \frac{X_B}{X_{ср}}$
  - $K_B = \frac{X_{раб}}{X_B}$
  - $K_B = \frac{X_{ср}}{X_B}$
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте напряжение срабатывания, если коэффициент запаса для реле напряжения  $K_з = 1,2$ , сопротивление обмотки  $R_{об.} = 2500\text{Ом}$ , ток в номинальном режиме (рабочий)  $I = 1,95\text{ А}$ , а напряжения срабатывания.
- Объясните по построенным в лабораторной работе кривым зависимостей напряжения отпускания от натяжения противодействующей пружины, почему напряжения отпускания практически не зависит от натяжения противодействующей пружины?
- Срисуйте эскиз конструкции реле напряжения и укажите на нем элемент, позволяющий регулировать напряжение отпускания. Опишите, как происходит регулировка?

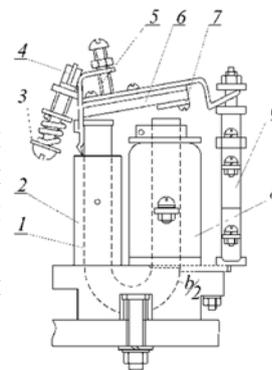


## Тест № 9

## Вариант 4

- Какие параметры относят к динамическим?
  - время срабатывания
  - время отпускания
  - коэффициент возврата
  - коэффициент запаса
  - правильного ответа нет.
- К механическим подвижным частям реле напряжения относят:
  - противодействующую пружину
  - якорь
  - стопорный винт
  - полюсный наконечник
  - правильного ответа нет.

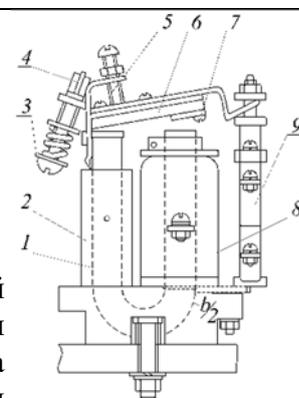
3. Рассчитайте напряжение срабатывания, если коэффициент возврата для реле напряжения  $K_B = 0,8$ , если сопротивление обмотки  $R_{об.} = 800\text{м}$ , ток отпускания  $I = 1,5\text{ А}$ .
4. Объясните по построенной в лабораторной работе кривой зависимости времени срабатывания от напряжения при неизменном натяжении противодействующей пружины, почему время срабатывания уменьшается с увеличением напряжения на реле?
5. Срисуйте эскиз конструкции реле напряжения и укажите на нем элемент, позволяющий регулировать время отпускания. Опишите, как происходит регулировка?



### Тест № 9

#### Вариант 5

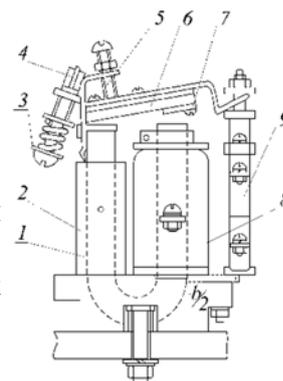
1. Как называется время с момента подачи входного параметра до момента скачкообразного изменения выходного параметра?
  - а) время отпускания
  - б) время переходного процесса
  - в) время гистерезиса
  - г) время срабатывания
  - д) правильного ответа нет.
2. К механическим неподвижным частям реле напряжения относят:
  - а) противодействующую пружину
  - б) обмотку реле
  - в) стопорный винт
  - г) полюсный наконечник
  - д) правильного ответа нет.
3. Рассчитайте ток срабатывания, если коэффициент возврата для реле напряжения  $K_B = 0,85$ , сопротивление обмотки  $R_{об.} = 650\text{м}$ , напряжение отпускания  $U_{отп.} = 250\text{В}$ .
4. Объясните по построенной в лабораторной работе кривой зависимости времени отпускания от натяжения противодействующей пружины (при неизменном напряжении на реле), почему время отпускания уменьшается с увеличением натяжения противодействующей пружины?
5. Срисуйте эскиз конструкции реле напряжения и укажите на нем элемент, позволяющий регулировать время срабатывания. Опишите, как происходит регулировка?



### Тест № 9

#### Вариант 6

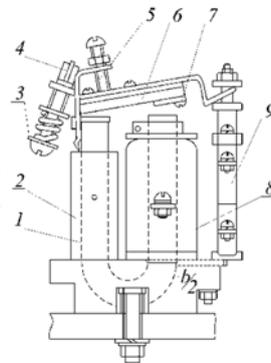
1. Укажите те виды, на какие подразделяются параметры реле?
  - а) электрические
  - б) динамические
  - в) максимально-допустимые
  - г) механические
  - д) правильного ответа нет.
2. Укажите формулы, которые не используются для расчетов в реле напряжения?
  - а)  $K_{з.ср} = \frac{X_{раб}}{X_{ср}}$
  - б)  $K_B = \frac{X_{ср}}{X_B}$
  - в)  $K_B = \frac{X_{раб}}{X_B}$
  - г)  $K_B = \frac{X_B}{X_{ср}}$
  - д) правильного ответа нет.
3. Рассчитайте напряжение срабатывания, если коэффициент запаса для реле напряжения  $K_з = 1,3$ , сопротивление обмотки  $R_{об.} = 3700\text{м}$ , ток в номинальном режиме (рабочий)  $I = 2,3\text{ А}$ , а напряжения срабатывания.
4. Объясните назначение немагнитной прокладки в реле напряжения. На какой параметр реле напряжения влияет толщина немагнитной прокладки, и каким образом?
5. Срисуйте эскиз конструкции реле напряжения и укажите на нем, как проходит основной магнитный поток по реле, а также укажите место, где создается тяговая сила  $F_э$ ?



Тест № 9

Вариант 7

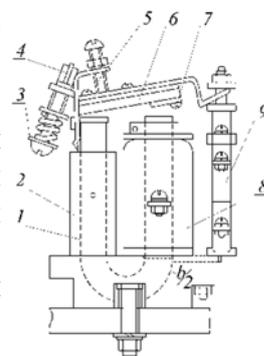
- Какие параметры относят к статическим?
  - номинальный параметр
  - параметр надежности
  - время срабатывания
  - параметр срабатывания
  - правильного ответа нет.
- К механическим подвижным частям реле напряжения относят:
  - немагнитную прокладку
  - гайка регулирования
  - стопорный винт
  - полюсный наконечник
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте напряжение срабатывания, если коэффициент возврата для реле напряжения  $K_B = 0,9$ , если сопротивление обмотки  $R_{об.} = 1800 \text{ Ом}$ , ток отпускания  $I = 2,7 \text{ А}$ .
- Объясните назначение упорного винта 5 прокладки в реле напряжения, и опишите работу реле при изменении его положения? На какой параметр реле напряжения влияет положение упорного винта 5, и каким образом?
- Срисуйте эскиз конструкции реле напряжения и укажите на нем элемент, позволяющий регулировать напряжение срабатывания. Опишите, как происходит регулировка?



Тест № 9

Вариант 8

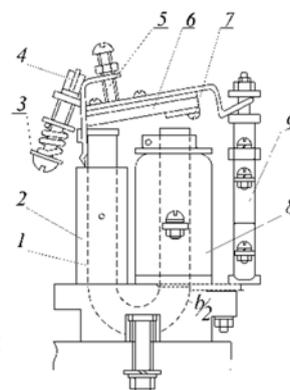
- Какие параметры относят к статическим?
  - время отпускания
  - коэффициент износостойкости
  - коэффициент возврата
  - коэффициент запаса
  - правильного ответа нет.
- К механическим неподвижным частям реле напряжения относят:
  - немагнитную прокладку
  - контактная группа
  - демпфер
  - сердечник
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте ток возврата, если коэффициент возврата для реле напряжения  $K_B = 0,78$ , сопротивление обмотки  $R_{об.} = 2380 \text{ Ом}$ , напряжение срабатывания  $U_{CP} = 280 \text{ В}$ .
- Объясните по построенным в лабораторной работе кривым зависимостей напряжения отпущения от натяжения противодействующей пружины, почему напряжения отпущения практически не зависят от натяжения противодействующей пружины?
- Срисуйте эскиз конструкции реле напряжения и укажите на нем элемент, позволяющий регулировать напряжение отпущения. Опишите, как происходит регулировка?



Тест № 9

Вариант 9

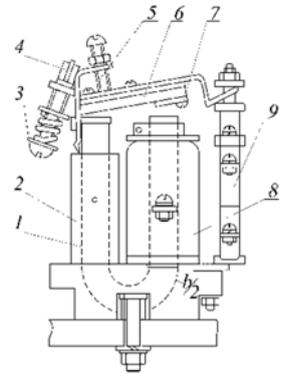
- Какие параметры относят к динамическим?
  - время срабатывания
  - время работы и паузы
  - коэффициент возврата
  - время отпускания
  - правильного ответа нет.
- Укажите, как определить коэффициент запаса по срабатыванию?
  - $K_{з.ср} = \frac{X_{ср}}{X_B}$
  - $K_B = \frac{X_B}{X_{ср}}$
  - $K_{з.ср} = \frac{X_{раб}}{X_B}$
  - $K_{з.ср} = \frac{X_{раб}}{X_{ср}}$
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте коэффициент запаса для реле напряжения, если сопротивление обмотки  $R_{об.} = 4000 \text{ Ом}$ , ток в номинальном режиме (рабочий)  $I = 0,95 \text{ А}$ , а напряжения срабатывания,  $U_{CP} = 220 \text{ В}$ .
- Объясните, как повлияет на время срабатывания введение активного добавочного сопротивления в цепь намагничивающей катушки реле 8?



5. Срисуйте эскиз конструкции реле напряжения и укажите на нем элемент, позволяющий регулировать время отпускания. Опишите, как происходит регулировка?

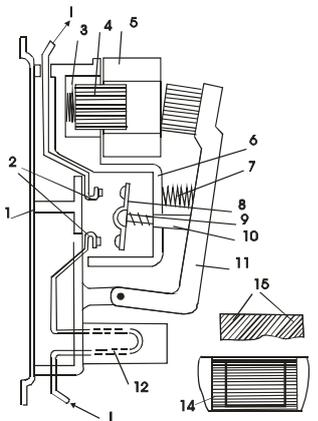
Тест № 9  
Вариант 10

- Как называется время с момента исчезновения входного параметра до момента достижения минимального значения выходного параметра?
  - время отпускания
  - время переходного процесса
  - время гистерезиса
  - время срабатывания
  - правильного ответа нет.
- Укажите, как определить коэффициент возврата?
  - $K_{з.ср} = \frac{X_{раб}}{X_{ср}}$
  - $K_B = \frac{X_{раб}}{X_B}$
  - $K_B = \frac{X_B}{X_{ср}}$
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте коэффициент возврата для реле напряжения, если сопротивление обмотки  $R_{об.} = 1200 \text{ Ом}$ , ток отпускания  $I = 2,5 \text{ А}$ , а напряжения срабатывания  $U_{ср} = 360 \text{ В}$ .
- Объясните, какую функцию выполняет демпфер 2 в реле напряжения, и опишите электромагнитные процессы в нем?
- Срисуйте эскиз конструкции реле напряжения и укажите на нем элемент, позволяющий регулировать время срабатывания. Опишите, как происходит регулировка?



Тест № 11  
Вариант 1

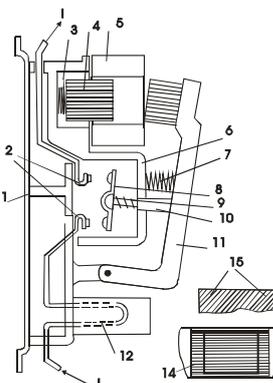
- Как магнитные пускатели подразделяются в зависимости от назначения?
  - неревверсивные
  - динамические
  - реверсивные
  - статические
  - правильного ответа нет.
- Укажите условие, по которому необходимо выбрать тепловое реле для магнитного пускателя?
  - $I_{несраб.тах} \leq I_{ном.нагрев} \geq I_{несраб.мин}$
  - $I_{несраб.тах} \geq I_{ном.нагрев} \geq I_{несраб.мин}$
  - $I_{несраб.тах} \leq I_{ном.нагрев} \leq I_{несраб.мин}$
  - $I_{несраб.тах} \leq I_{ном.нагрев} \leq I_{несраб.мин}$
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте номинальный ток магнитного пускателя, если мощность однофазного АД  $P_2 = 11 \text{ кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,89$  и  $\cos \phi = 0,87$  при действующем напряжении  $U = 220 \text{ В}$ .
- Объясните по построенной в лабораторной работе кривой зависимости времени срабатывания от значения электрического тока, почему с увеличением тока время срабатывания уменьшается?
- Срисуйте эскиз конструкции магнитного пускателя и укажите на нем, как проходит основной магнитный поток, а также укажите место, где создается тяговая сила  $F_{\text{Э}}$ ?



Тест № 11

Вариант 2

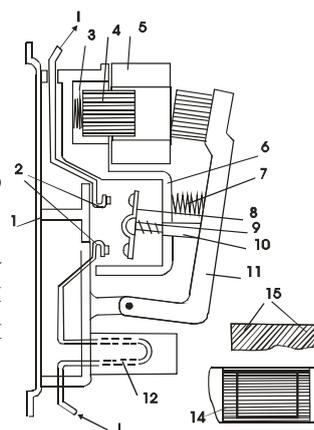
- Каких исполнений промышленностью выпускаются магнитные пускатели?
  - открытого
  - закрытого
  - незащищенного
  - защищенного
  - правильного ответа нет.
- Укажите элементы магнитного пускателя, применяемые для гашения электрической дуги?
  - С-образные контакты
  - мостиковый контакт
  - короткозамкнутый виток
  - биметаллическая пластина
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте номинальный ток магнитного пускателя, если мощность трехфазного АД  $P_2 = 15\text{кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,89$  и  $\cos \phi = 0,88$  при действующем напряжении  $U = 380\text{В}$ .
- Нарисуйте на построенной в лабораторной работе кривой зависимости времени срабатывания от значения электрического тока, как должна проходить характеристика защищаемого объекта и почему?
- Срисуйте эскиз конструкции магнитного пускателя и укажите на нем элемент, позволяющий защитить магнитный пускатель от дребезга контактов на переменном токе. Опишите процесс гашения дребезга?



Тест № 11

Вариант 3

- По каким признакам магнитные пускатели различаются?
  - по динамичности
  - по надежности
  - по числу и роду блок-контактов
  - по защищенности
  - правильного ответа нет.
- Укажите формулы, которые используются для расчета магнитного пускателя?
  - $I_{\text{ПУСК}} = \frac{P_2 \cdot k_{\text{ПУСК}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}} \cdot \eta \cdot \cos \phi}$
  - $I_{\text{НОМ}} = \frac{P_2}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}} \cdot \eta \cdot \cos \phi}$
  - $I_{\text{НОМ}} = \frac{P_1}{U_{\text{НОМ}} \cdot \eta \cdot \cos \phi}$
  - $I_{\text{ПУСК}} = \frac{P_1 \cdot k_{\text{ПУСК}}}{U_{\text{НОМ}} \cdot \eta \cdot \cos \phi}$
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте пусковой ток через магнитный пускатель, если мощность однофазного АД  $P_2 = 7,5\text{кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,83$  и  $\cos \phi = 0,81$  при действующем напряжении  $U = 220\text{В}$  и кратности пускового тока  $k_I = 6,5$ .
- Нарисуйте электрическую схему нереверсивного магнитного пускателя и поясните принцип ее действия?
- Срисуйте эскиз конструкции магнитного пускателя и укажите на нем элементы, позволяющие произвести гашение электрической дуги при размыкании нагрузки активно-индуктивного или индуктивного типов. Опишите, как происходит гашение дуги?

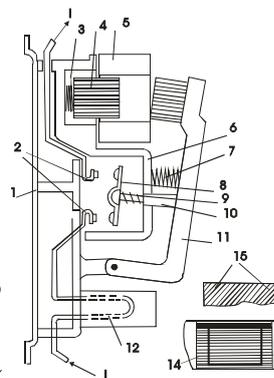


Тест № 11

Вариант 4

- Что служит для механического предотвращения одновременного включения обоих контакторов реверсивного пускателя?
  - электронная блокировка
  - механическая блокировка
  - промежуточное реле времени
  - мостиковый контакт
  - правильного ответа нет.

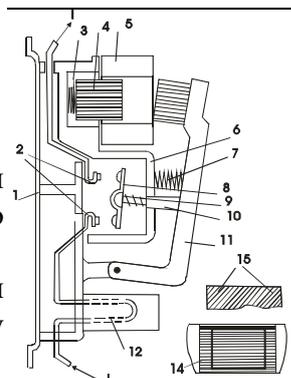
- К механическим подвижным частям магнитного пускателя относят:
  - противодействующую пружину 7
  - якорь 11
  - обмотку 5
  - полюс 4
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте пусковой ток через магнитный пускатель, если мощность трехфазного АД  $P_2 = 22\text{кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,905$  и  $\cos \phi = 0,9$  при действующем напряжении  $U = 380\text{В}$  и кратности пускового тока  $k_I = 7,0$ .
- Нарисуйте электрическую схему реверсивного магнитного пускателя и поясните принцип ее действия?
- Срисуйте эскиз конструкции магнитного пускателя и укажите на нем элемент, защищающий АД от токов перегрузки. Опишите принцип действия теплового реле при токах перегрузки?



### Тест № 11

#### Вариант 5

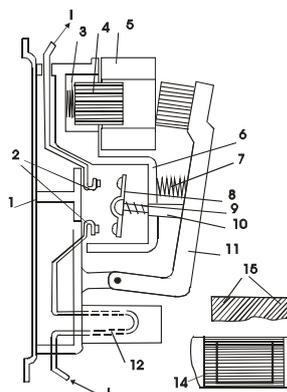
- Как называется основной элемент в тепловом реле, встраиваемом в магнитный пускатель?
  - прыгающий контакт
  - терморезистор
  - пьезо-элемент
  - биметаллическая пластина
  - правильного ответа нет.
- К силовым токоведущим неподвижным частям магнитного пускателя относят:
  - контакт мостикового типа
  - обмотка реле
  - короткозамкнутый виток
  - с-образные контакты
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте пусковой ток через магнитный пускатель, если мощность однофазного АД  $P_2 = 9,5\text{кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,84$  и  $\cos \phi = 0,82$  при действующем напряжении  $U = 220\text{В}$  и кратности пускового тока  $k_I = 6,0$ .
- Объясните, почему в электрических схемах нереверсивного и реверсивного магнитных пускателей тепловое реле подключено только к двум фазам?
- Срисуйте эскиз конструкции магнитного пускателя и укажите на нем элемент, создающий магнитный поток. Объясните, почему магнитопровод делают шихтованным?



### Тест № 11

#### Вариант 6

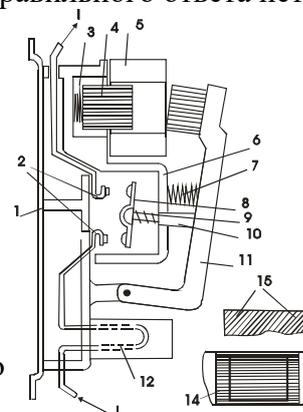
- По каким признакам магнитные пускатели различаются?
  - по защищенности
  - по надежности
  - по числу и роду блок-контактов
  - по динамичности
  - правильного ответа нет.
- Укажите формулы, которые используются для расчета магнитного пускателя?
  - $I_{\text{ПУСК}} = I_{\text{НОМ}} \cdot k_{\text{ПУСК}}$
  - $I_{\text{НОМ}} = \frac{P_1}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}} \cdot \eta \cdot \cos \phi}$
  - $I_{\text{НОМ}} = \frac{P_1}{U_{\text{НОМ}} \cdot \eta \cdot \cos \phi}$
  - $I_{\text{ПУСК}} = \frac{P_1 \cdot k_{\text{ПУСК}}}{U_{\text{НОМ}} \cdot \eta \cdot \cos \phi}$
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте выделяемую номинальную мощность в тепловом реле магнитного пускателя, если мощность трехфазного АД  $P_2 = 30\text{кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,91$  и  $\cos \phi = 0,907$  при действующем напряжении  $U = 380\text{В}$ , а также сопротивлении теплового реле  $R_T = 0,080\text{hm}$ .
- Объясните, как необходимо изменить электрическую схему нереверсивного магнитного пускателя, если концы обмотки АД с КЗ ротором соединены в треугольник?
- Срисуйте эскиз конструкции магнитного пускателя и укажите на нем, как проходит основной магнитный поток, а также укажите место, где создается тяговая сила  $F_3$ ?



Тест № 11

Вариант 7

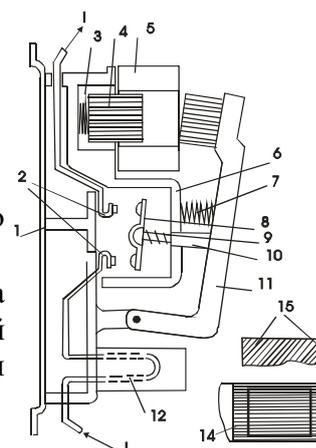
1. Что служит для механического предотвращения одновременного включения обоих контакторов реверсивного пускателя?
  - а) электронная блокировка
  - б) мостиковый контакт
  - в) промежуточное реле времени
  - г) механическая блокировка
  - д) правильного ответа нет.
2. К механическим неподвижным частям магнитного пускателя относят:
  - а) противодействующую пружину 7
  - б) якорь 11
  - в) полюс 4
  - г) амортизирующую пружину 3
  - д) правильного ответа нет.
3. Рассчитайте выделяемую мощность в тепловом реле магнитного пускателя в момент пуска, если мощность однофазного АД  $P_2 = 5\text{кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,93$  и  $\cos \phi = 0,91$  при действующем напряжении  $U = 380\text{В}$ , а также сопротивлению теплового реле  $R_T = 0,20\text{ohm}$ .
4. Нарисуйте электрическую схему реверсивного магнитного пускателя и поясните принцип ее действия?
5. Срисуйте эскиз конструкции магнитного пускателя и укажите на нем элемент, позволяющий защитить магнитный пускатель от дребезга контактов на переменном токе. Опишите процесс гашения дребезга?



Тест № 11

Вариант 8

1. Как магнитные пускатели подразделяются в зависимости от назначения?
  - а) нереверсивные
  - б) реверсивные
  - в) динамические
  - г) статические
  - д) правильного ответа нет.
2. К не силовым токоведущим неподвижным частям магнитного пускателя относят:
  - а) контакт мостикового типа
  - б) обмотка реле
  - в) короткозамкнутый виток
  - г) с-образные контакты
  - д) правильного ответа нет.
3. Рассчитайте выделяемую мощность в тепловом реле магнитного пускателя в момент пуска, если мощность трехфазного АД  $P_2 = 55\text{кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,93$  и  $\cos \phi = 0,91$  при действующем напряжении  $U = 380\text{В}$ , а также сопротивлению теплового реле  $R_T = 0,050\text{ohm}$ .
4. Нарисуйте электрическую схему нереверсивного магнитного пускателя и поясните принцип ее действия?
5. Срисуйте эскиз конструкции магнитного пускателя и укажите на нем элементы, позволяющие произвести гашение электрической дуги при размыкании нагрузки активно-индуктивного или индуктивного типов. Опишите, как происходит гашение дуги?

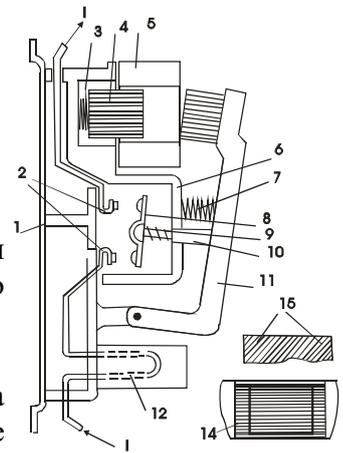


Тест № 11

Вариант 9

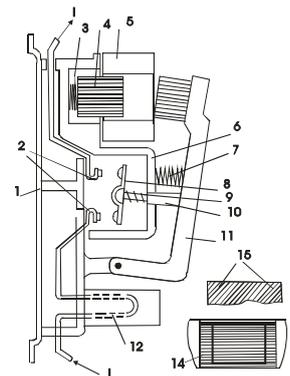
1. Как называется основной элемент в тепловом реле, встраиваемом в магнитный пускатель?
  - а) прыгающий контакт
  - б) биметаллическая пластина
  - в) пьезо-элемент
  - г) терморезистор
  - д) правильного ответа нет.
2. Укажите элементы магнитного пускателя, применяемые для гашения электрической дуги?
  - а) биметаллическая пластина
  - б) мостиковый контакт
  - в) короткозамкнутый виток
  - г) возвратная пружина
  - д) правильного ответа нет.

3. Рассчитайте выделяемую номинальную мощность в тепловом реле магнитного пускателя, если мощность трехфазного АД  $P_2 = 75\text{кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,93$  и  $\cos \phi = 0,925$  при действующем напряжении  $U = 220\text{В}$ , а также сопротивлении теплового реле  $R_T = 0,0020\text{Ом}$ .
4. Объясните, почему в электрических схемах нереверсивного и реверсивного магнитных пускателей тепловое реле подключено только к двум фазам?
5. Срисуйте эскиз конструкции магнитного пускателя и укажите на нем элемент, защищающий АД от токов перегрузки. Опишите принцип действия теплового реле при токах перегрузки?



Тест № 11  
Вариант 10

1. Каких исполнений промышленностью выпускаются магнитные пускатели?  
а) открытого      б) закрытого      в) защищенного  
г) незащищенного      д) правильного ответа нет.
2. Укажите условие, по которому необходимо выбрать тепловое реле для магнитного пускателя?  
а)  $I_{\text{несраб. max}} \leq I_{\text{ном. нагрев}} \geq I_{\text{несраб. min}}$       б)  $I_{\text{несраб. max}} \geq I_{\text{ном. нагрев}} \geq I_{\text{несраб. min}}$   
в)  $I_{\text{несраб. max}} \leq I_{\text{ном. нагрев}} \leq I_{\text{несраб. min}}$       г)  $I_{\text{несраб. max}} \leq I_{\text{ном. нагрев}} \leq I_{\text{несраб. min}}$   
д) правильного ответа нет.

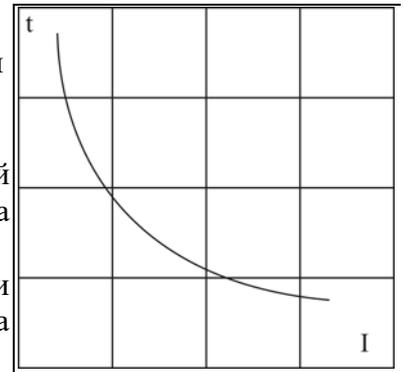


3. Рассчитайте номинальный ток магнитного пускателя, если мощность трехфазного АД  $P_2 = 4,5\text{кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,81$  и  $\cos \phi = 0,8$  при действующем напряжении  $U = 220\text{В}$ .
4. Объясните по построенной в лабораторной работе кривой зависимости времени срабатывания от значения электрического тока, почему с увеличением тока время срабатывания уменьшается?
5. Срисуйте эскиз конструкции магнитного пускателя и укажите на нем элемент, создающий магнитный поток. Объясните, почему магнитопровод делают шихтованным?

Тест № 13  
Вариант 1

1. Какие аппараты относят к устройствам защиты от токов короткого замыкания?  
а) тепловые реле      б) максимально-токовые реле      в) автоматические выключатели  
г) предохранители      д) правильного ответа нет.
2. Какой формулой ориентировочно можно охарактеризовать быстродействие предохранителя?  
а)  $\int_0^{t_{\text{пл}}+t_{\text{д}}} i^2 dt \leq n^2 (\int i^2 dt)_{\text{приб}}$       б)  $\frac{t_{\text{пл}}}{\tau_0} = -\ln \left( 1 - \frac{I_{\text{носп}}^2}{I^2} \right)$   
в)  $T_{\text{уст}} = (K^2 + T_0)(1 - K^2 \beta)$       г)  $t_{\text{к}} = \kappa \sqrt{I_{\text{ном}}}$       д) правильного ответа нет.

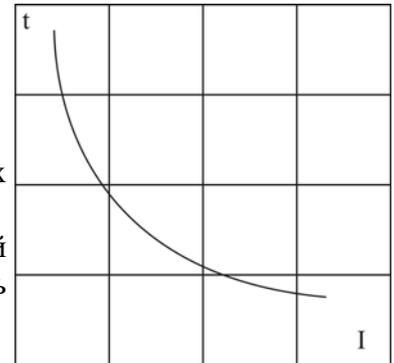
- Рассчитайте минимально возможный ток плавкой вставки для АД, если мощность однофазного АД  $P_2 = 11 \text{ кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,89$  и  $\cos \phi = 0,87$  при действующем напряжении  $U = 220 \text{ В}$  и кратности пускового тока  $k_I = 6,5$ .
- Объясните по построенной в лабораторной работе времятоковой характеристике плавкой вставки, почему с увеличением тока время разрушения плавкой вставки уменьшается?
- Срисуйте эскиз времятоковой характеристики плавкой вставки и нарисуйте на ней, как должна проходить характеристика реального защищаемого объекта?



### Тест № 13

#### Вариант 2

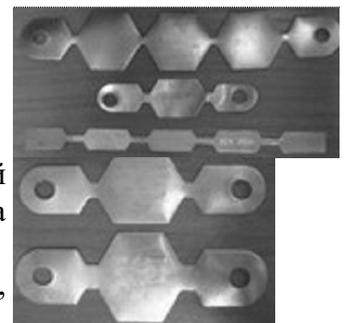
- Какие элементы относят к основным элементам предохранителя?
  - плавкая вставка
  - нагреватель
  - прыгающий контакт
  - дугогасительное устройство
  - правильного ответа нет.
- Какой формулой можно определить установившуюся температуру?
  - $\int_0^{t_{пл}+t_d} i^2 dt \leq n^2 (\int i^2 dt)_{\text{приб}}$
  - $\frac{t_{пл}}{\tau_0} = -\ln \left( 1 - \frac{I_{ногр}^2}{I^2} \right)$
  - $T_{уст} = (K^2 + T_0)(1 - K^2 \beta)$
  - $t_k = \kappa \sqrt{I_{ном}}$  д) правильного ответа нет.
- минимально возможный ток плавкой вставки для АД, если мощность трехфазного АД  $P_2 = 15 \text{ кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,89$  и  $\cos \phi = 0,88$  при действующем напряжении  $U = 380 \text{ В}$  и кратности пускового тока  $k_I = 7,5$ .
- Объясните металлургический эффект в плавких вставках предохранителей?
- Срисуйте эскиз времятоковой характеристики плавкой вставки и нарисуйте на ней, как должна проходить характеристика идеального защищаемого объекта?



### Тест № 13

#### Вариант 3

- Какие элементы относят к дополнительным элементам предохранителя?
  - плавкая вставка
  - указатель срабатывания
  - прыгающий контакт
  - дугогасительное устройство
  - правильного ответа нет.
- По какой формуле можно определить номинальный ток предохранителя при  $T_{уст} = T_{ном}$ ?
  - $I_{ном} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot S_{охл} (T_{ном} - T_0)}{R_0 (1 + \beta T_{ном})}}$
  - $\frac{I_{ногр}}{I_{ном}} = \sqrt{\frac{(T_{пл} - T_0)(1 + \beta T_{ном})}{(T_{ном} - T_0)(1 + \beta T_{пл})}}$
  - $\frac{t_{пл}}{\tau_0} = -\ln \left( 1 - \frac{I_{ногр}^2}{I^2} \right)$
  - $I_{ногр} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot S_{охл} (T_{пл} - T_0)}{R_0 (1 + \beta T_{пл})}}$  д) правильного ответа нет.
- Рассчитайте минимально возможный ток плавкой вставки для АД, если мощность однофазного АД  $P_2 = 7,5 \text{ кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,83$  и  $\cos \phi = 0,81$  при действующем напряжении  $U = 220 \text{ В}$  и кратности пускового тока  $k_I = 6,5$ .
- Объясните по построенной в лабораторной работе времятоковой характеристике плавкой вставки, почему с уменьшением тока время разрушения плавкой вставки увеличивается?
- Срисуйте эскиз одной из конструкций плавкой вставки и поясните, почему они имеют такой вид?



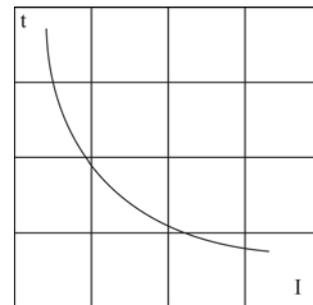
## Тест № 13

## Вариант 4

- Какие бывают предохранители по конструкции плавких вставок?
  - дугогасящие
  - разборные
  - неразборные
  - типовые
  - правильного ответа нет.
- По какой формуле можно определить пограничный ток предохранителя?

$$\text{а) } I_{\text{ном}} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot S_{\text{охл}}(T_{\text{ном}} - T_0)}{R_0(1 + \beta T_{\text{ном}})}} \quad \text{б) } \frac{I_{\text{погр}}}{I_{\text{ном}}} = \sqrt{\frac{(T_{\text{пл}} - T_0)(1 + \beta T_{\text{ном}})}{(T_{\text{ном}} - T_0)(1 + \beta T_{\text{пл}})}}$$

$$\text{в) } \frac{t_{\text{пл}}}{\tau_0} = -\ln\left(1 - \frac{I_{\text{погр}}^2}{I^2}\right) \quad \text{г) } I_{\text{погр}} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot S_{\text{охл}}(T_{\text{пл}} - T_0)}{R_0(1 + \beta T_{\text{пл}})}}$$



- правильного ответа нет.
- Рассчитайте пограничный ток плавкой вставки, если  $\alpha = 1200$ ,  $S_{\text{охл}} = 0,8$ ,  $T_{\text{пл}} = 1300$ ,  $T_0 = 300$ ,  $R_0 = 10 \text{ Ом}$  и  $\beta = 0,05$ .
  - Нарисуйте упрощенную электрическую схему подключения трехфазного асинхронного двигателя к электрической сети через предохранители и поясните причину использования такого количества предохранителей?
  - Срисуйте эскиз времятоковой характеристики плавкой вставки и нарисуйте на ней, как должна проходить времятоковая характеристика плавкой вставки, стоящей между данной и защищаемым объектом, с учетом селективности.

## Тест № 13

## Вариант 5

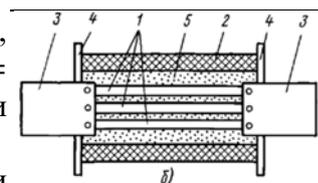
- Какие бывают предохранители по наличию наполнителя?
  - с наполнителем
  - вакуумные
  - без наполнителя
  - масляные
  - правильного ответа нет.
- Какой формулой можно воспользоваться для построения времятоковой характеристики предохранителя из любого материала в неустановившемся режиме?

$$\text{а) } I_{\text{ном}} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot S_{\text{охл}}(T_{\text{ном}} - T_0)}{R_0(1 + \beta T_{\text{ном}})}} \quad \text{б) } \frac{I_{\text{погр}}}{I_{\text{ном}}} = \sqrt{\frac{(T_{\text{пл}} - T_0)(1 + \beta T_{\text{ном}})}{(T_{\text{ном}} - T_0)(1 + \beta T_{\text{пл}})}}$$

$$\text{в) } \frac{t_{\text{пл}}}{\tau_0} = -\ln\left(1 - \frac{I_{\text{погр}}^2}{I^2}\right)$$

$$\text{г) } I_{\text{погр}} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot S_{\text{охл}}(T_{\text{пл}} - T_0)}{R_0(1 + \beta T_{\text{пл}})}} \quad \text{д) } \text{правильного ответа нет.}$$

- Рассчитайте минимально возможный ток плавкой вставки для АД, если мощность однофазного АД  $P_2 = 9,5 \text{ кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,84$  и  $\cos \phi = 0,82$  при действующем напряжении  $U = 220 \text{ В}$  и кратности пускового тока  $k_I = 6,0$ .
- Нарисуйте времятоковые характеристики предохранителя и реального защищаемого объекта. Объясните, почему предохранитель не защищает объект от токов перегрузки, и укажите на характеристике эту область.
- Срисуйте эскиз конструкции засыпного предохранителя и поясните назначение всех деталей.?



## Тест № 13

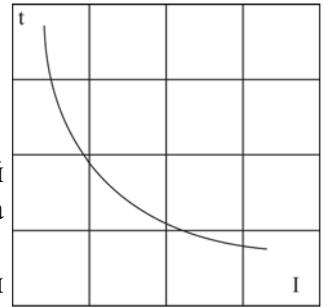
## Вариант 6

- Какие бывают предохранители по способу охлаждения плавкой вставки?
  - с принудительным охлаждением
  - с естественным охлаждением
  - без охлаждения
  - с масляным охлаждением
  - правильного ответа нет.
- Какой формулой ориентировочно можно охарактеризовать быстрдействие предохранителя?

$$\text{а) } \int_0^{t_{\text{пл}} + t_{\text{д}}} i^2 dt \leq n^2 \int i^2 dt_{\text{приб}} \quad \text{б) } \frac{t_{\text{пл}}}{\tau_0} = -\ln\left(1 - \frac{I_{\text{погр}}^2}{I^2}\right)$$

в)  $T_{уст} = (K^2 + T_0)(1 - K^2\beta)$       г)  $t_k = \kappa\sqrt{I_{ном}}$       д) правильного ответа нет.

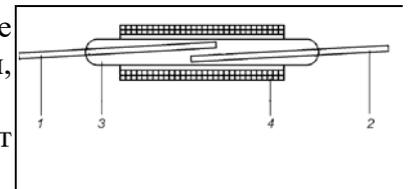
- Рассчитайте минимально возможный ток плавкой вставки для АД, если мощность однофазного АД  $P_2 = 12,5\text{кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,83$  и  $\cos \phi = 0,81$  при действующем напряжении  $U = 220\text{В}$  и кратности пускового тока  $k_I = 6,5$ .
- Объясните по построенной в лабораторной работе времятоковой характеристике плавкой вставки, почему с уменьшением тока время разрушения плавкой вставки увеличивается?
- Срисуйте эскиз времятоковой характеристики плавкой вставки и нарисуйте на ней, как должна проходить времятоковая характеристика плавкой вставки, стоящей между данной и защищаемым объектом, с учетом селективности.



Тест № 15  
Вариант 1

- Какие виды бывают герконов?
  - замыкающими
  - возвратные
  - быстродействующие
  - размыкающими
  - правильного ответа нет.
- По какой формуле можно рассчитать время возврата  $t_B$  в зависимости от требований, предъявляемых к реле?
  - $t_{B1} = t_p$
  - $t_{B2} = t_p + t_{раз}$
  - $t_{B3} = t_p + t_{др.в}$
  - $t_k = \kappa\sqrt{I_{ном}}$
  - правильного ответа нет.

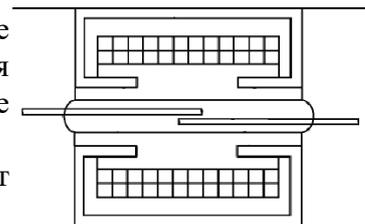
- Рассчитайте минимально возможный ток плавкой вставки для АД, если мощность однофазного АД  $P_2 = 11\text{кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,89$  и  $\cos \phi = 0,87$  при действующем напряжении  $U = 220\text{В}$  и кратности пускового тока  $k_I = 6,5$ .
- Объясните по построенной в лабораторной работе характеристике тока срабатывания от смещения катушки, почему с увеличением смещения ток катушки увеличивается?
- Срисуйте эскиз герконового реле и нарисуйте, как проходит основной магнитный поток?



Тест № 15  
Вариант 2

- Какие виды бывают герконов?
  - возвратные
  - переключающими
  - запоминающими
  - быстродействующие
  - правильного ответа нет.
- По какой формуле можно рассчитать время возврата  $t_B$  с учетом разрядных процессов при отсутствии повторных замыканий КС?
  - $t_{B1} = t_p$
  - $t_{B2} = t_p + t_{раз}$
  - $t_{B3} = t_p + t_{др.в}$
  - $t_k = \kappa\sqrt{I_{ном}}$
  - правильного ответа нет.

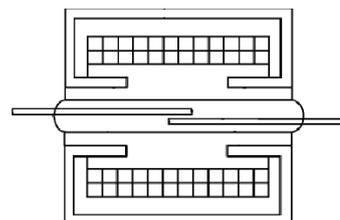
- минимально возможный ток плавкой вставки для АД, если мощность трехфазного АД  $P_2 = 15\text{кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,89$  и  $\cos \phi = 0,88$  при действующем напряжении  $U = 380\text{В}$  и кратности пускового тока  $k_I = 7,5$ .
- Объясните по построенной в лабораторной работе характеристике напряжения срабатывания от смещения катушки, почему с увеличением смещения напряжение катушки увеличивается?
- Срисуйте эскиз герконового реле и нарисуйте, как проходит основной магнитный поток?



Тест № 15

Вариант 3

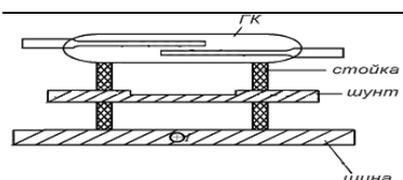
- Какие функции выполняют контактные пластины герконовых реле?
  - а) магнитопровода
  - б) указателя срабатывания
  - в) прыгающего контакта
  - г) дугогасительного устройства
  - д) правильного ответа нет.
- По какой формуле можно рассчитать время возврата  $t_B$  с учетом дребезга при возврате?
  - а)  $t_{в1} = t_p$
  - б)  $t_{в2} = t_p + t_{раз}$
  - в)  $t_{в3} = t_p + t_{др.в}$
  - г)  $t_k = \kappa \sqrt{I_{ном}}$
  - д) правильного ответа нет.
- Рассчитайте минимально возможный ток плавкой вставки для АД, если мощность однофазного АД  $P_2 = 7,5$  кВт, коэффициенты  $\eta = 0,83$  и  $\cos \phi = 0,81$  при действующем напряжении  $U = 220$  В и кратности пускового тока  $k_I = 6,5$ .
- Объясните по построенной в лабораторной работе характеристике напряжения возврата от смещения катушки, почему с увеличением смещения напряжение катушки увеличивается?
- Срисуйте эскиз герконового реле и нарисуйте, как проходят магнитные потоки рассеивания?



Тест № 15

Вариант 4

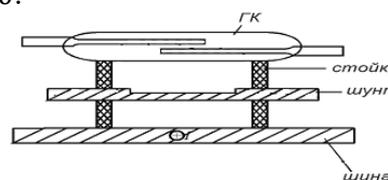
- Какие функции выполняют контактные пластины герконовых реле?
  - а) указателя срабатывания
  - б) возвратной пружины
  - в) прыгающего контакта
  - г) дугогасительного устройства
  - д) правильного ответа нет.
- По какой формуле можно рассчитать время возврата  $t_B$  с момента отключения обмотки от источника напряжения до первого размыкания КС?
  - а)  $t_{в1} = t_p$
  - б)  $t_{в2} = t_p + t_{раз}$
  - в)  $t_{в3} = t_p + t_{др.в}$
  - г)  $t_k = \kappa \sqrt{I_{ном}}$
  - д) правильного ответа нет.
- Рассчитайте пограничный ток плавкой вставки, если  $\alpha = 1200$ ,  $S_{охл} = 0,8$ ,  $T_{пл} = 1300$ ,  $T_0 = 300$ ,  $R_0 = 100$  м и  $\beta = 0,05$ .
- Объясните по построенной в лабораторной работе характеристике тока возврата от смещения катушки, почему с увеличением смещения ток катушки увеличивается?
- Срисуйте эскиз максимально-токового герконового реле и нарисуйте, как проходит основной магнитный поток?



Тест № 15

Вариант 5

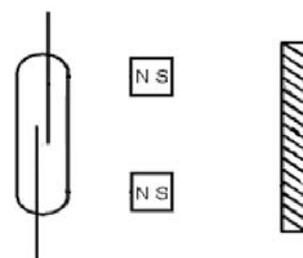
- Какие функции выполняют контактные пластины герконовых реле?
  - а) указатель срабатывания
  - б) возвратной пружины
  - в) контактной группы
  - г) дугогасительного устройства
  - д) правильного ответа нет.
- По какой универсальной формуле можно рассчитать время возврата  $t_B$ , где учитываются все процессы, происходящие в контактах герконовых реле?
  - а)  $t_{в1} = t_p$
  - б)  $t_{в2} = t_p + t_{раз}$
  - в)  $t_{в3} = t_p + t_{др.в}$
  - г)  $t_k = \kappa \sqrt{I_{ном}}$
  - д) правильного ответа нет.
- Рассчитайте минимально возможный ток плавкой вставки для АД, если мощность однофазного АД  $P_2 = 9,5$  кВт, коэффициенты  $\eta = 0,84$  и  $\cos \phi = 0,82$  при действующем напряжении  $U = 220$  В и кратности пускового тока  $k_I = 6,0$ .
- Объясните, каким образом ликвидирован в герконовых реле эффект залипания.
- Срисуйте эскиз максимально-токового герконового реле таким образом, чтобы ток срабатывания реле уменьшился по сравнению с исходным эскизом?



## Тест № 15

## Вариант 6

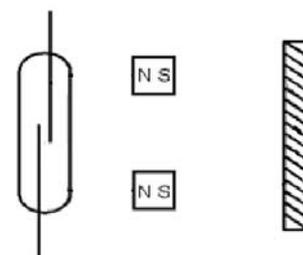
- Какие функции выполняет баллон с инертным газом герконовых реле?
  - указатель срабатывания
  - возвратной пружины
  - контактной группы
  - дугогасительного устройства
  - правильного ответа нет.
- Какой формулой можно определить силу контактного нажатия КС воздействуют друг на друга в герконовых реле в замкнутом состоянии?
  - $P_{к.н} = P_{эм.к} - P_{мех.к}$
  - $F = (1,5 - 2) \cdot F_{ср}$
  - $F = 4\mu_0 \cdot I \cdot W / 2\pi$
  - $P = mg + F_{ср}$
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте минимально возможный ток плавкой вставки для АД, если мощность однофазного АД  $P_2 = 12,5$  кВт, коэффициенты  $\eta = 0,83$  и  $\cos \phi = 0,81$  при действующем напряжении  $U = 220$  В и кратности пускового тока  $k_I = 6,5$ .
- Объясните, за счет чего образуется возвратная сила в герконовых реле?
- Срисуйте эскиз герконового реле с разомкнутыми контактами и укажите, что необходимо сделать, чтобы через контакты герконового реле смог протекать ток?



## Тест № 15

## Вариант 7

- Какие свойствами обладают реллантные материалы, применяемые в герконовых реле?
  - быстродействием
  - прямоугольностью петли гистерезиса
  - инерционностью
  - высокой коэрцитивной силой
  - правильного ответа нет.
- Какой формулой можно определить силу надежного срабатывания КС герконовых реле?
  - $P_{к.н} = P_{эм.к} - P_{мех.к}$
  - $F = (1,5 - 2) \cdot F_{ср}$
  - $F = 4\mu_0 \cdot I \cdot W / 2\pi$
  - $P = mg + F_{ср}$
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте пограничный ток плавкой вставки, если  $\alpha = 1200$ ,  $S_{охл} = 1,8$ ,  $T_{пл} = 2300$ ,  $T_0 = 300$ ,  $R_0 = 50$  м и  $\beta = 0,04$ .
- Объясните, почему замыкаются контакты герконового реле. Как повлияет на работу герконового реле замена материала контактов на медные?
- Срисуйте эскиз герконового реле с замкнутыми контактами и укажите, что необходимо сделать, чтобы через контакты герконового реле перестал протекать ток?

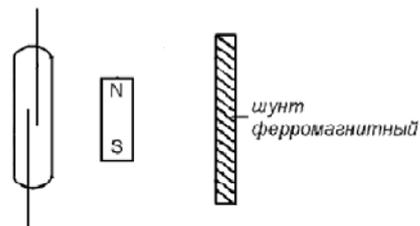


## Тест № 15

## Вариант 8

- Как называются силовые герконовые реле?
  - силовые герконы
  - герзаконы
  - герсиконы
  - герсилконы
  - правильного ответа нет.
- Укажите, по какой формуле можно определить коэффициент возврата для герконовых реле?
  - $K_{з.ср} = \frac{X_{раб}}{X_{ср}}$
  - $K_B = \frac{X_B}{X_{ср}}$
  - $K_B = \frac{X_{раб}}{X_B}$
  - $K_B = F_{омн} / F_{ср}$
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте минимально возможный ток плавкой вставки для АД, если мощность трехфазного АД  $P_2 = 55$  кВт, коэффициенты  $\eta = 0,93$  и  $\cos \phi = 0,91$  при действующем напряжении  $U = 380$  В кратности пускового тока  $k_I = 6,5$ .

- Объясните, каким образом осуществляется гашение электрической дуги в герконовых реле?
- Срисуйте эскиз герконового реле с разомкнутыми контактами и укажите, что необходимо сделать, чтобы через контакты герконового реле смог протекать ток?

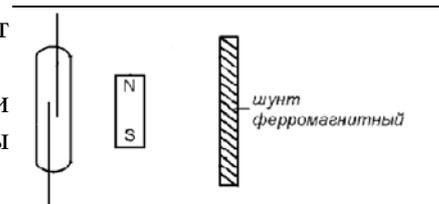


#### Тест № 15

#### Вариант 9

- Как называются герконовые реле памяти?
  - герконы памяти
  - герзаконы
  - герпакконы
  - герзапконы
  - правильного ответа нет.
- Укажите, по какой формуле можно определить коэффициент запаса для герконовых реле напряжения?
  - $K_{з.ср} = \frac{X_{раб}}{X_{ср}}$
  - $K_B = \frac{X_B}{X_{ср}}$
  - $K_{з.ср} = \frac{U_{раб}}{U_{ср}}$
  - $K_{з.ср} = \frac{X_{ср}}{X_B}$
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте выделяемую номинальную мощность в тепловом реле магнитного пускателя, если мощность трехфазного АД  $P_2 = 75$  кВт, коэффициенты  $\eta = 0,93$  и  $\cos \phi = 0,925$  при действующем напряжении  $U = 220$  В, а также сопротивлении теплового реле  $R_T = 0,0020$  Ом.

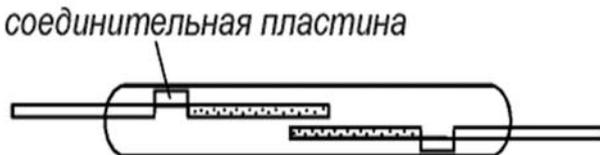
- Объясните, какими параметрами отличаются герсиконы от обычных герконов?
- Срисуйте эскиз герконового реле с замкнутыми контактами и укажите, что необходимо сделать, чтобы через контакты герконового реле перестал протекать ток?



#### Тест № 15

#### Вариант 10

- Какие функции выполняет серебряное напыление пластин герконовых реле?
  - уменьшение переходного сопротивления
  - дугогашение
  - немагнитной прокладки
  - антифрикционные функции
  - правильного ответа нет.
- Укажите, по какой формуле можно определить коэффициент запаса для максимально-токовых герконовых реле?
  - $K_{з.ср} = \frac{X_{раб}}{X_{ср}}$
  - $K_B = \frac{X_B}{X_{ср}}$
  - $K_{з.ср} = \frac{U_{раб}}{U_{ср}}$
  - $K_{з.ср} = \frac{X_{ср}}{X_B}$
  - правильного ответа нет.
- Рассчитайте пограничный ток плавкой вставки, если  $\alpha = 2200$ ,  $S_{охл} = 0,3$ ,  $T_{пл} = 2700$ ,  $T_0 = 300$ ,  $R_0 = 150$  м и  $\beta = 0,03$ .
- Объясните принцип действия герзаконов с помощью пели гистерезиса?
- Срисуйте эскиз герконового реле с контактами из реманентного материала и опишите его принцип действия, указывая пути протекания магнитных потоков?



## Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Тестовые задания к лабораторным работам»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
хорошо (4)	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
удовлетворительно (3)	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
неудовлетворительно (2)	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

### Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

#### Теоретические вопросы

- Вокруг шины с протекающим по ней постоянным током образуется:
  - электромагнитное поле
  - электростатическое поле
  - температурное поле
  - магнитное поле
  - правильного ответа нет.
- Как рассчитать электрические потери при переменном токе в немагнитном проводнике?
  - $P = k_{\text{пк}} \cdot I^2 R$
  - $P = I^2 R$
  - $P = (2,9 \div 3,25) \cdot 10^{-4} \left(\frac{l}{\pi}\right)^{\frac{5}{3}} S_{\text{охл}} \sqrt{f}$
  - $P = k_T S_{\text{охл}} (v - v_0)$
  - правильного ответа нет.
- Укажите способы распространения тепла в твердых частях электрических аппаратов:
  - теплопроводность
  - тепловое излучение
  - естественная конвекция
  - искусственная конвекция
  - правильного ответа нет.
- Укажите виды соединений контактов, которые бывают.
  - взаимонеподвижные
  - фиксированные
  - твердотельные
  - взаимоподвижные
  - правильный вариант отсутствует.
- Укажите, к каким результатам может привести неодинаковое давление в разных точках контактных площадок электрического контакта?
  - частичное разрушение оксидных пленок
  - упругая деформация
  - пластическая деформация
  - искривление силовых линий тока в области контакта
  - правильный вариант отсутствует.
- Фланец броневого электромагнита постоянного тока может быть изготовлен из материала:
  - магнитного, изоляционного
  - магнитного, токопроводящего
  - немагнитного, изоляционного
  - немагнитного, токопроводящего
  - правильного ответа нет.
- Неподвижная часть броневого электромагнита называется:
  - якорь
  - обмотка
  - шток
  - немагнитная втулка
  - правильного ответа нет.
- Чему пропорциональна величина противодействующего момента стиральной пружины реле электромагнитного типа?
  - углу закручивания
  - степени сжатия
  - степени растяжения
  - углу изгиба
  - правильного ответа нет.
- Конструктивно максимально-токовые индукционные реле выпускаются с ротором в виде:
  - короткозамкнутой рамки
  - диска
  - стакана
  - торроида
  - правильного ответа нет.

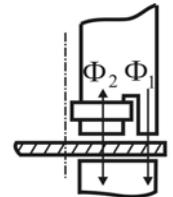
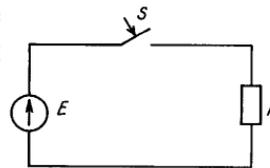
10. Укажите, как определить коэффициент возврата?  
 а)  $K_{з.ср} = \frac{X_{раб}}{X_{ср}}$  б)  $K_B = \frac{X_B}{X_{ср}}$  в)  $K_B = \frac{X_{раб}}{X_B}$  г)  $K_B = \frac{X_{ср}}{X_B}$  д) правильного ответа нет.
11. Какие параметры относят к статическим?  
 а) время срабатывания б) номинальный параметр в) коэффициент возврата  
 г) коэффициент запаса д) правильного ответа нет.
12. Укажите формулы, которые используются для расчета магнитного пускателя?  
 а)  $I_{ПУСК} = \frac{P_2 \cdot k_{ПУСК}}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ} \cdot \eta \cdot \cos \phi}$  б)  $I_{НОМ} = \frac{P_2}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ} \cdot \eta \cdot \cos \phi}$   
 в)  $I_{НОМ} = \frac{P_1}{U_{НОМ} \cdot \eta \cdot \cos \phi}$  г)  $I_{ПУСК} = \frac{P_1 \cdot k_{ПУСК}}{U_{НОМ} \cdot \eta \cdot \cos \phi}$  д) правильного ответа нет.
13. Как называется основной элемент в тепловом реле, встраиваемом в магнитный пускатель?  
 а) прыгающий контакт б) терморезистор в) пьезо-элемент  
 г) биметаллическая пластина д) правильного ответа нет.
14. По какой формуле можно определить пограничный ток предохранителя?  
 а)  $I_{НОМ} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot S_{охл} (T_{НОМ} - T_0)}{R_0 (1 + \beta T_{НОМ})}}$  б)  $\frac{I_{ногр}}{I_{НОМ}} = \sqrt{\frac{(T_{пл} - T_0)(1 + \beta T_{НОМ})}{(T_{НОМ} - T_0)(1 + \beta T_{пл})}}$   
 в)  $\frac{t_{пл}}{\tau_0} = -\ln \left( 1 - \frac{I_{ногр}^2}{I^2} \right)$  г)  $I_{ногр} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot S_{охл} (T_{пл} - T_0)}{R_0 (1 + \beta T_{пл})}}$  д) правильного ответа нет.
15. Какие предохранители применяют совместно с автоматическими выключателями или тепловыми реле?  
 а) быстродействующие б) общего применения  
 в) сопутствующие г) столбовые д) правильного ответа нет.
16. Какой формулой можно определить силу контактного нажатия КС воздействуют друг на друга в герконовых реле в замкнутом состоянии?  
 а)  $P_{к.н} = P_{эм.к} - P_{мех.к}$  б)  $F = (1,5 - 2) \cdot F_{СР}$  в)  $F = 4\mu_0 \cdot I \cdot W / 2\pi$   
 г)  $P = mg + F_{СР}$  д) правильного ответа нет.
17. Какие свойствами обладают реманентные материалы, применяемые в герконовых реле?  
 а) быстродействием б) прямоугольностью петли гистерезиса  
 в) инерционностью г) высокой коэрцитивной силой д) правильного ответа нет.
18. По какой формуле можно найти коэффициент геометрии для двух параллельных проводников разной длины?  
 а)  $K_z = d\mu_0 H = \frac{\mu_0 i_2 dy}{4\pi r^2} \sin \alpha$  б)  $K_z = \frac{\sum D - \sum S}{a}$  в)  $K_z = \frac{\partial A}{\partial x}$  г)  $K_z = ilB \sin \beta$   
 д) правильного ответа нет.
19. Из каких основных элементов состоят максимально-токовые электромагнитных реле?  
 а) скоба б) стальной якорь с подвижными контактами  
 в) ферромагнитный магнитопровод г) полюса д) правильного ответа нет.
20. Усилие, противодействующее тяговой силе, в электромагните клапанного типа создается:  
 а) противодействующим магнитным потоком б) возвратной пружиной  
 в) стопорным винтом г) полюсным наконечником д) правильного ответа нет.
21. Вокруг шины с протекающим по ней постоянным током образуется:  
 а) электромагнитное поле б) электростатическое поле в) температурное поле  
 г) магнитное поле д) правильного ответа нет.
22. Укажите, к какому подвиду соединений контактов относится щетки и кольца фазного ротора.  
 а) розеточные б) скользящие щеточные в) щеточные  
 г) пальцевые д) правильный вариант отсутствует.
23. В каком режиме работы электрический аппарат будет наименее нагрет:  
 а) прерывисто-продолжительный б) продолжительный в) кратковременный  
 г) короткого замыкания д) правильного ответа нет.
24. Магнитная проводимость электромагнита клапанного типа постоянного тока может быть увеличена путем:  
 а) шихтовки магнитопровода б) увеличения числа витков обмотки

- в) уменьшения рабочего зазора    г) увеличения площади сечения полюсного наконечника  
 д) правильного ответа нет.
25. Укажите, к каким результатам может привести неодинаковое давление в разных точках контактных площадок электрического контакта?  
 а) пластическая деформация    б) искривление силовых линий тока в области контакта  
 в) частичное разрушение оксидных пленок    г) упругая деформация  
 д) правильный вариант отсутствует.
26. По какой формуле можно найти в движущемся диске ЭДС трансформации?  
 а)  $e_H = e_T + e_G$     б)  $e_T = -\frac{\partial \Phi}{\partial t}$     в)  $e_G = \int [VB] dl$     г)  $e_T = -\omega \Phi_m \cos \omega t$   
 д) правильного ответа нет.
27. К механическим подвижным частям реле напряжения относят:  
 а) противодействующую пружину    б) якорь    в) стопорный винт  
 г) полюсный наконечник    д) правильного ответа нет.
28. Подвижная часть электромагнита клапанного типа называется:  
 а) якорь    б) обмотка    в) скоба    г) контактная группа  
 д) правильного ответа нет.
29. Максимально-токовые реле предназначены для защиты потребителей от:  
 а) токов перегрузки    б) токов холостого хода    в) максимальных токов  
 г) короткого замыкания    д) правильного ответа нет.
30. К не силовым токоведущим неподвижным частям магнитного пускателя относят:  
 а) контакт мостикового типа    б) обмотка    в) короткозамкнутый виток  
 г) с-образные контакты    д) правильного ответа нет.
31. Как называется время с момента подачи входного параметра до момента скачкообразного изменения выходного параметра?  
 а) время отпускания    б) время переходного процесса    в) время гистерезиса  
 г) время срабатывания    д) правильного ответа нет.
32. Какой формулой можно воспользоваться для построения времятоковой характеристики предохранителя из любого материала в неустановившемся режиме?  
 а)  $I_{ном} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot S_{охл}(T_{ном} - T_0)}{R_0(1 + \beta T_{ном})}}$     б)  $\frac{I_{ногр}}{I_{ном}} = \sqrt{\frac{(T_{нл} - T_0)(1 + \beta T_{ном})}{(T_{ном} - T_0)(1 + \beta T_{нл})}}$     в)  $\frac{t_{нл}}{\tau_0} = -\ln \left( 1 - \frac{I_{ногр}^2}{I^2} \right)$     г)  $I_{ногр} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot S_{охл}(T_{нл} - T_0)}{R_0(1 + \beta T_{нл})}}$   
 д) правильного ответа нет.
33. Каких исполнений промышленностью выпускаются магнитные пускатели?  
 а) открытого    б) закрытого    в) защищенного  
 г) незащищенного    д) правильного ответа нет.
34. Укажите, по какой формуле можно определить коэффициент запаса для максимально-токовых герконовых реле?  
 а)  $K_{з.ср} = \frac{X_{раб}}{X_{ср}}$     б)  $K_B = \frac{X_B}{X_{ср}}$     в)  $K_{з.ср} = \frac{U_{раб}}{U_{ср}}$     г)  $K_{з.ср} = \frac{X_{ср}}{X_B}$   
 д) правильного ответа нет.
35. Какие виды бывают герконов?  
 а) возвратные    б) переключающими    в) запоминающими  
 г) быстродействующие    д) правильного ответа нет.
36. Какой формулой выражается закон энергетического баланса системы проводников с током?  
 а)  $F = \frac{\partial A}{\partial x}$     б)  $dB = d\mu_0 H = \frac{\mu_0 i_2 dy}{4\pi r^2} \sin \alpha$     в)  $K_e = \frac{\sum D - \sum S}{a}$     г)  $F = ilB \sin \beta$   
 д) правильного ответа нет.
37. Какие функции выполняют контактные пластины герконовых реле?  
 а) магнитопровода    б) указателя срабатывания    в) прыгающего контакта  
 г) дугогасительного устройства    д) правильного ответа нет.
38. По какой формуле плотность собственного излучения подчиняется закону Стефана-Больцмана при теплообмене излучением?

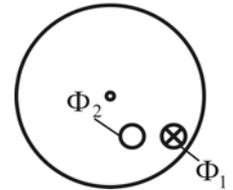
- а)  $P = (2,9 \div 3,25) \cdot 10^{-4} \left(\frac{I}{II}\right)^5 S_{\text{охл}} \sqrt{f}$     в)  $P = k_T S_{\text{охл}} (v - v_0)$     б)  $p = 5,67 \varepsilon \left(\frac{T}{100}\right)^4$   
 г)  $P = k_{\text{пкб}} I^2 R$ ,    д) правильного ответа нет.
39. Какие функции выполняют контактные пластины герконовых реле?  
 а) указателя срабатывания    б) возвратной пружины    в) прыгающего контакта  
 г) дугогасительного устройства    д) правильного ответа нет.
40. Какой формулой можно воспользоваться для построения времятоковой характеристики предохранителя из любого материала в неустановившемся режиме?  
 а)  $I_{\text{ном}} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot S_{\text{охл}} (T_{\text{ном}} - T_0)}{R_0 (1 + \beta T_{\text{ном}})}}$     б)  $\frac{I_{\text{нозр}}}{I_{\text{ном}}} = \sqrt{\frac{(T_{\text{пл}} - T_0)(1 + \beta T_{\text{ном}})}{(T_{\text{ном}} - T_0)(1 + \beta T_{\text{пл}})}}$     в)  $\frac{t_{\text{пл}}}{\tau_0} = -\ln \left(1 - \frac{I_{\text{нозр}}^2}{I^2}\right)$     г)  $I_{\text{нозр}} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot S_{\text{охл}} (T_{\text{пл}} - T_0)}{R_0 (1 + \beta T_{\text{пл}})}}$   
 д) правильного ответа нет.

## Практические задания

1. Рассчитайте переходное сопротивление контакта, если напряжение источника питания  $E=220\text{В}$ , ток в цепи  $I=2\text{А}$ , сопротивление нагрузки  $R_n=108\ \text{Ом}$

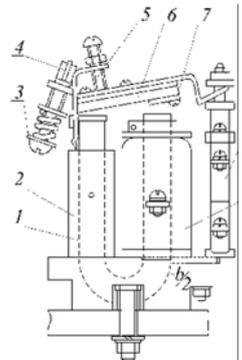


2. Объясните, почему с увеличением рабочего зазора  $\sigma$  в электромагните клапанного типа и неизменных остальных параметров тяговая сила  $F_{\text{Э}}$  уменьшается?



3. По рисунку определите направление движения алюминиевого диска при  $f=50\ \text{Гц}$ , в момент времени  $t=0,012\ \text{сек}$ .

4. Для броневого электромагнита рассчитайте тяговую силу  $F_{\text{Э}}$  при  $I = 2\ \text{А}$ ,  $\sigma = 8\ \text{мм}$ ,  $W = 200$  витков,  $L = 80\ \text{мм}$ ,  $D = 50\ \text{мм}$ ,  $Z = 31\ \text{мм}$ ,  $d_{\text{я}} = 31\ \text{мм}$ ,  $\Lambda_{\delta} = 20 \cdot e^{\delta}$ .



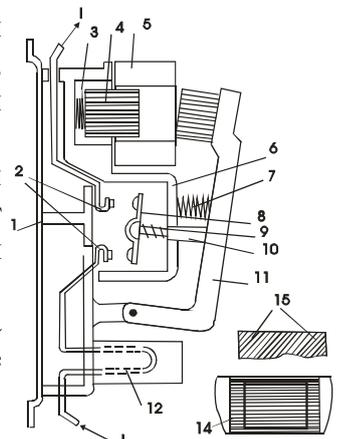
5. Объясните, почему в индукционном максимально-токовом реле с увеличением тока  $I$ , протекающего по обмотке, до определенного значения ротор не вращался?

6. Срисуйте эскиз конструкции реле напряжения и укажите на нем, как проходит основной магнитный поток по реле, а также укажите место, где создается тяговая сила  $F_{\text{Э}}$ ?

7. Рассчитайте величину уставки для срабатывания по 3-кратной перегрузке тока для индукционного максимально-токового реле, последовательно включенного в цепь с  $U = 220\ \text{В}$  и номинальной нагрузкой  $R_H = 200\ \text{Ом}$ ,  $L_H = 400\ \text{мГн}$ .

8. Объясните по построенным в лабораторной работе кривым зависимостей напряжения срабатывания и отпущения от натяжения противодействующей пружины, почему напряжения срабатывания значительно больше отпущения?

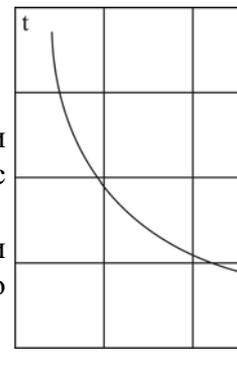
9. Срисуйте эскиз конструкции магнитного пускателя и укажите на нем, как проходит основной магнитный поток, а также укажите место, где создается тяговая сила  $F_{\text{Э}}$ ?



10. Рассчитайте коэффициент возврата для реле напряжения, если сопротивление обмотки  $R_{об} = 80 \text{ Ом}$ , ток отпускания  $I = 1,5 \text{ А}$ , а напряжения срабатывания  $U_{ср} = 220 \text{ В}$ .

11. Объясните по построенной в лабораторной работе кривой зависимости времени срабатывания от значения электрического тока, почему с увеличением тока время срабатывания уменьшается?

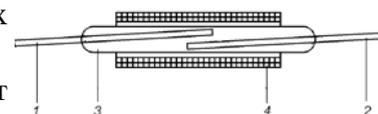
12. Срисуйте эскиз времятоковой характеристики плавкой вставки и нарисуйте на ней, как должна проходить характеристика реального защищаемого объекта?



13. Рассчитайте номинальный ток магнитного пускателя, если мощность трехфазного АД  $P_2 = 15 \text{ кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,89$  и  $\cos \phi = 0,88$  при действующем напряжении  $U = 380 \text{ В}$ .

14. Объясните металлургический эффект в плавких вставках предохранителей?

15. Срисуйте эскиз герконового реле и нарисуйте, как проходит основной магнитный поток?



16. Рассчитайте минимально возможный ток плавкой вставки для АД, если мощность однофазного АД  $P_2 = 7,5 \text{ кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,83$  и  $\cos \phi = 0,81$  при действующем напряжении  $U = 220 \text{ В}$  и кратности пускового тока  $k_I = 6,5$ .

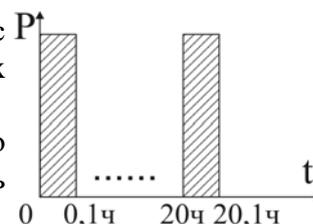
17. Объясните, каким образом ликвидирован в герконовых реле эффект залипания.

18. По рисунку определите направление электродинамического усилия (ЭДУ).

19. Рассчитайте напряжение срабатывания, если коэффициент запаса для герконового реле напряжения  $K_{зан} = 1,3$ , сопротивление обмотки  $R_{об} = 370 \text{ Ом}$ , ток в номинальном режиме (рабочий)  $I = 0,023 \text{ А}$ .

20. Объясните, почему с уменьшением расстояния между шинами а с неизменным током  $I$  и неизменными остальными параметрами электродинамическое усилие увеличивается?

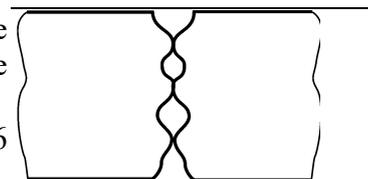
21. По рисунку определить режим работы для электрического аппарата. Срисовать его и на нем показать, как будет выглядеть кривая нагрева. Чему будет равен ПВ?



22. Рассчитайте коэффициент геометрии, если расстоянием между шинами  $a = 3,5 \text{ см}$ , сами шины длиной  $l = 2,8 \text{ м}$ , шириной  $b = 5 \text{ см}$  и высотой  $h = 6 \text{ мм}$ .

23. Что такое установившееся значение температуры ЭА? Нарисуйте кривую охлаждения и укажите установившееся значение температуры?

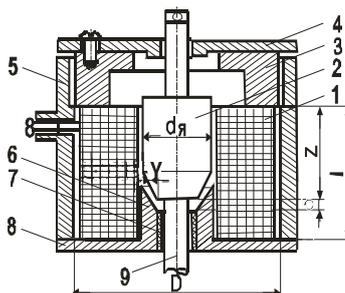
24. Срисуйте эскиз и нарисуйте на нем, как будут проходить 6 силовых линий электрического тока через 3  $\alpha$ -пятна.

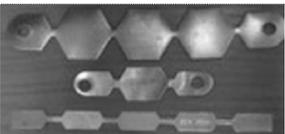


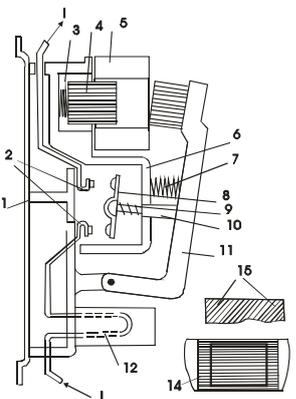
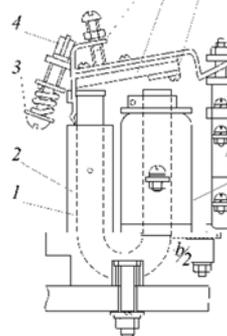
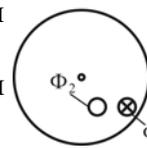
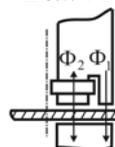
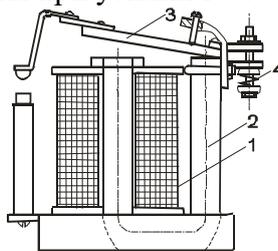
25. Рассчитайте удельную мощность источников теплоты в катушке электрического аппарата при токе  $I = 0,5 \text{ А}$ , числе витков  $N = 250$ , коэффициенте заполнения  $k_3 = 0,65$ , удельном электрическом сопротивлении  $\rho = 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$  и площади обмоточного окна  $S_{ок} = 0,008 \text{ м}^2$ .

26. По построенным в лабораторной работе аналитическим кривым зависимостей переходного сопротивления от силы контактного нажатия объясните, почему с увеличением силы контактного нажатия снижается переходное сопротивление?

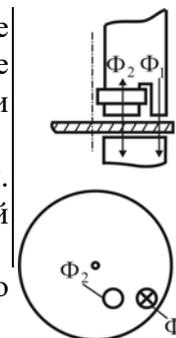
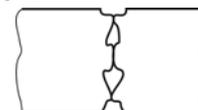
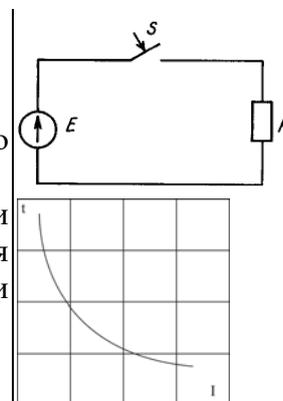
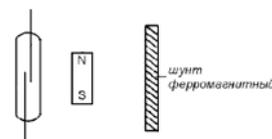
27. Нарисуйте на эскизе конструкции броневых электромагнита в отчете лабораторной работы, как проходят магнитные потоки рассеивания  $\Phi$  и поясните, почему они участвуют в создании тяговой силы  $F_3$ ?



28. Рассчитайте переходное сопротивление линейного сильнотокового медного контакта с серебряным напылением, используя материалы лабораторной работы при усилии  $F=40 \text{ Н}$ .
29. Нарисуйте кривую нагрева ЭА и объясните, как по кривой нагрева определить постоянную времени нагрева? Дайте определение постоянной времени нагрева.
30. Нарисуйте на эскизе конструкции электромагнита клапанного типа в отчете лабораторной работы, как проходят магнитные потоки рассеивания  $\Phi$  и поясните, почему они не участвуют в создании тяговой силы  $F_{\text{Э}}$ ?
31. Рассчитайте величину уставки для срабатывания по двукратной перегрузке тока для индукционного максимально-токового реле, последовательно включенного в цепь с напряжением источника  $U = 220 \text{ В}$  и номинальной нагрузкой  $R_H = 150 \text{ Ом}$ ,  $C_H = 10 \text{ мкФ}$ .
32. Рассчитайте напряжение срабатывания, если коэффициент запаса для реле напряжения  $K_{\text{зан}} = 1,2$ , сопротивление обмотки  $R_{\text{об}} = 250 \text{ Ом}$ , ток в номинальном режиме (рабочий)  $I = 1,95 \text{ А}$ , а напряжения срабатывания.
33. По построенным в лабораторной работе аналитическим кривым зависимостей переходного сопротивления от силы контактного нажатия объясните, почему кривые (точечный и плоский контакт) пересекаются?
34. По рисунку определите направление движения алюминиевого диска при  $f=50 \text{ Гц}$ , в момент времени  $t=0,007 \text{ сек}$
35. Рассчитайте выделяемую мощность в тепловом реле магнитного пускателя в момент пуска, если мощность однофазного АД  $P_2 = 5 \text{ кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,93$  и  $\cos \phi = 0,91$  при действующем напряжении  $U = 380 \text{ В}$ , а также сопротивлению теплового реле  $R_T = 0,20 \text{ Ом}$ .
36. Объясните, почему с увеличением тока в обмотке  $I$  в электромагните клапанного типа и неизменных остальных параметрах тяговая сила  $F_{\text{Э}}$  увеличивается?
37. Срисуйте эскиз конструкции реле напряжения и укажите на нем элемент, позволяющий регулировать напряжение отпускания. Опишите, как происходит регулировка?
38. Рассчитайте минимально возможный ток плавкой вставки для АД, если мощность трехфазного АД  $P_2 = 55 \text{ кВт}$ , коэффициенты  $\eta = 0,93$  и  $\cos \phi = 0,91$  при действующем напряжении  $U = 380 \text{ В}$  кратности пускового тока  $k_I = 6,5$ .
39. Объясните, почему кривая зависимости тока от уставки срабатывания индукционного максимально-токового реле расположена значительно выше кривой возврата?
40. Срисуйте эскиз конструкции магнитного пускателя и укажите на нем элементы, позволяющие произвести гашение электрической дуги при размыкании нагрузки активно-индуктивного или индуктивного типов. Опишите, как происходит гашение дуги?
41. Объясните, почему в электрических схемах нереверсивного и реверсивного магнитных пускателей тепловое реле подключено только к двум фазам?
42. По рисунку определите направление электродинамического усилия (ЭДУ) для одиночного проводника 
43. Рассчитайте коэффициент запаса для герконового реле напряжения, если сопротивление обмотки  $R_{\text{об}} = 400 \text{ Ом}$ , ток в номинальном режиме (рабочий)  $I = 0,095 \text{ А}$ , а напряжения срабатывания  $U_{\text{ср}} = 22 \text{ В}$ .
44. Объясните по построенной в лабораторной работе кривой зависимости времени срабатывания от напряжения при неизменном натяжении противодействующей пружины, почему время срабатывания уменьшается с увеличением напряжения на реле? 



45. Срисуйте эскиз одной из конструкций плавкой вставки и поясните, почему они имеют такой вид?
46. Рассчитайте коэффициент геометрии, если расстоянием между шинами  $a = 5 \text{ см}$ , сами шины длиной  $l = 2,5 \text{ м}$ , шириной  $b = 13 \text{ см}$  и высотой  $h = 9 \text{ мм}$ .
47. Объясните, почему в электрических схемах нереверсивного и реверсивного магнитных пускателей тепловое реле подключено только к двум фазам?
48. Срисуйте эскиз герконового реле с замкнутыми контактами и укажите, что необходимо сделать, чтобы через контакты герконового реле перестал протекать ток?
49. Рассчитайте упрощенно тепловой поток от поверхности тела к окружающей среде при охлаждении конвекцией при следующих параметрах: коэффициент теплоотдачи  $k_T = 1,78$ ,  $S_{охл} = 0,005 \text{ м}^2$ , температура аппарата  $\nu = 120^\circ \text{ C}$  и окружающей среды  $\nu_0 = 25^\circ \text{ C}$ .
50. Нарисуйте времятоковые характеристики предохранителя и реального защищаемого объекта. Объясните, почему предохранитель не защищает объект от токов перегрузки, и укажите на характеристике эту область.
51. По рисунку определите направление электродинамического усилия (ЭДУ).
52. Рассчитайте напряжение источника питания  $E$ , если переходное сопротивление контакта  $R_{п} = 0,5 \text{ Ом}$ , ток в цепи  $I = 7,2 \text{ А}$ , сопротивление нагрузки  $R_{н} = 49,5 \text{ Ом}$ .
53. Нарисуйте электрическую схему нереверсивного магнитного пускателя и поясните принцип ее действия?
54. Срисуйте эскиз времятоковой характеристики плавкой вставки и нарисуйте на ней, как должна проходить времятоковая характеристика плавкой вставки, стоящей между данной и защищаемым объектом, с учетом селективности.
55. Для броневых электромагнита рассчитайте тяговую силу  $F_{\Sigma}$  при  $I = 1 \text{ А}$ ,  $\sigma = 4 \text{ мм}$ ,  $W = 450$  витков,  $L = 75 \text{ мм}$ ,  $D = 45 \text{ мм}$ ,  $Z = 35 \text{ мм}$ ,  $d_{\delta} = 28 \text{ мм}$ ,  $\Lambda_{\delta} = 0,4 \cdot \delta^3$ .
56. Объясните, почему с уменьшением тока  $I$  в шинах при неизменном расстоянии между шинами  $a$  и неизменных остальных параметрах электродинамическое усилие уменьшается?
57. Срисуйте эскиз и нарисуйте на нем, как будут проходить 9 силовых линий электрического тока через 3  $\alpha$ -пятна.
58. Рассчитайте удельную мощность источников теплоты в катушке ЭА при токе  $I = 0,25 \text{ А}$ , числе витков  $N = 200$ , коэффициенте заполнения  $k_3 = 0,6$ , удельном электрическом сопротивлении  $\rho = 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$  и площади обмоточного окна  $S_{ок} = 0,009 \text{ м}^2$ .
59. Объясните назначение немагнитной прокладки в реле напряжения. На какой параметр реле напряжения влияет толщина немагнитной прокладки, и каким образом?
60. По рисунку определите направление движения алюминиевого диска при  $f = 50 \text{ Гц}$ , в момент времени  $t = 0,038 \text{ сек}$ .



Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль («экзамен»)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

### Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)