

Министерство образования РБ
ГАОУ СПО
НЕФТЕКАМСКИЙ НЕФТЯНОЙ КОЛЛЕДЖ.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по учебной работе:

_____ Бадикшина Ф.А.

«_____» _____ 2011г

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

**Рабочая программа, методические указания и контрольные задания
для студентов заочного отделения по специальности:**

140448 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электротехнического оборудования в горной промышленности. _____

(код и наименование специальности)

Нефтекамск
2011г.

Программу, методические указания и задания на контрольную работу подготовил преподаватель Нефтекамского нефтяного колледжа:

_____ В.М. Авхадиев

Ответственный за выпуск заведующий заочным отделением:

_____ С.В. Лихачёв

Рассмотрено и утверждено на заседании цикловой комиссии электрических дисциплин:

« ____ » _____ 2011г.

Председатель цикловой комиссии электрических дисциплин:

_____ Г.М. Хуснуллина

СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка.
2. Тематический план.
3. Перечень лабораторных работ.
4. Задание на контрольную работу и методические указания по её выполнению
 - 4.1. Общие методические указания.
 - 4.2. Требования к оформлению контрольной работы.
 - 4.3. Примерное содержание дисциплины.
 - 4.4. Примерный перечень экзаменационных вопросов.
 - 4.5. Задание.
5. Литература.

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.

Программой предмета «Электрические аппараты» предусматривается изучение студентами принципа действия, характеристик электрических аппаратов, типовых схем и узлов бесконтактных электрических аппаратов, применяемых в системах телемеханики и автоматизации производственных процессов.

В результате изучения предмета **студенты должны знать:**

- назначение, принцип действия и устройство электрических аппаратов, достоинства и недостатки бесконтактных электрических аппаратов, физические процессы, происходящие в электрических аппаратах, типовые схемы включения электрических аппаратов;
- перспективы развития аппаратостроения;
- принцип построения типовых узлов, применяемых в автоматике, телемеханике и вычислительной технике;
- пути повышения надёжности функционирования устройств с использованием современных электрических аппаратов;
- характеристики надёжности, устойчивости и долговечности электрических аппаратов.

Студенты должны уметь:

- собирать схемы для проведения лабораторных работ;
- обрабатывать результаты экспериментальных исследований, анализировать их;
- пользоваться приборами при проведении лабораторных работ с учетом требований техники безопасности;
- пользоваться каталогами, справочной литературой, первоисточниками.

В свою очередь, данный предмет является базой для изучения профилирующих предметов: «Электрооборудование промышленных предприятий», «Электроснабжение предприятий и гражданских зданий», предметов по специализациям.

2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/ п	Наименование разделов и тем	Количество часов			
		Всего	в том числе		
			Теория	Лаб. работ	Практ. работ
1	Введение. Основные понятия об электрических аппаратах.	1	1	-	-
2	Основы расчета электродинамических сил.	3	1	2	-
3	Основы тепловых расчетов	4	2	2	-
4	Электрические контакты	4	2	2	-
5	Основы теории горения и гашения электрической дуги.	2	2	-	-
6	Способы гашения электрической дуги.	2	2	-	-
7	Электромагнитные механизмы и системы.	2	2	-	-
8	Высоковольтные аппараты распределительных устройств.	2	2	-	-
9	Аппараты низкого напряжения.	10	2	8	-
10	Бесконтактные элементы схем автоматики.	2	2	-	-
ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ:		32	18	14	-

3. ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

№ п/п	Тема	Кол. часов
1	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. «Исследование нагрева- ния катушек электрических аппаратов».	2
2	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. «Изучение зависимости переходного сопротивления от контактного нажатия и ма- териала».	2
3	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. «Снятие механической характеристики контактора».	2
4	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. «Изучение магнитного пускателя».	2
5	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. «Изучение электромаг- нитного реле тока и напряжения».	2
6	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. «Изучение теплового реле».	2
7	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. «Изучение электромаг- нитного реле времени».	2
ИТОГО:		14

4. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЕЁ ВЫПОЛНЕНИЮ.

4.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.

Учебный материал следует изучать систематически в той последовательности, которая дана в программе. Переходить к изучению следующей темы можно только тогда, когда предшествующий материал полностью усвоен.

Рекомендации по изучению предмета и выполнению контрольных работ:

- ознакомление по программе с содержанием каждой темы и методическими указаниями по её изучению;
- усвоение программного материала по рекомендованным учебникам и учебным пособиям в соответствии с методическими указаниями по изучению данной темы;
- в процессе работы над учебным материалом вести конспект, в который следует записывать основные положения изучаемого материала, иллюстрировать его эскизами, схемами, диаграммами, а также делать ссылки на соответствующую литературу;
- проверка знания учебного материала путем ответов на вопросы для самоконтроля, помещенные в конце темы;
- материал темы можно изучать по любому из рекомендованных в теме учебников или самостоятельно найденного учебного материала;
- закрепление полученных знаний после изучения соответствующих тем, путём выполнения одной контрольной работы;
- при выполнении контрольной работы необходимо обращать внимание на практическое применение знаний, теоретические ответы желательно дополнять конкретными практическими примерами;
- контрольные работы выполнять по принятой форме, изложить теоретический материал, расчеты, основные положения изучаемого материала, иллюстрировать его эскизами, схемами, диаграммами, а также делать ссылки на соответствующую литературу;
- к выполнению контрольного задания учащийся должен приступить только после полного изучения всего материала, охватываемого заданием;
- ответы на вопросы контрольного задания должны быть краткими, но достаточно аргументированными и исчерпывающими;
- все расчеты должны выполняться подробно, с указанием исходных формул в буквенном виде;
- схемы и графики следует выполнять четко и аккуратно, проставляя требуемые буквенные обозначения.

Рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы над учебным материалом:

- ознакомление по программе с содержанием каждой темы;

- изучение соответствующих параграфов, рекомендованных учебных пособий;
- конспектирование материала;
- выполнение контрольной работы;
- подготовка по экзаменационным вопросам.

В период лабораторно-экзаменационной сессии проводятся обзорные занятия, лабораторные работы. На обзорных занятиях освещаются наиболее сложные вопросы, а также даются сведения, недостаточно изложенные или отсутствующие в рекомендованных учебниках и учебных пособиях.

4.2. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Контрольная работа должна быть выполнена в соответствии с вариантом.
2. Работа выполняется в тетради с полями для замечаний, в конце работы оставлять 1-2 страницы для рецензии.
3. Ответы на вопросы должны быть краткими, четкими, конкретными. Пояснения должны сопровождаться схемами или эскизами, формулами. Схемы должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ.
4. Решение задач выполнять в общем виде с последующей подстановкой числовых данных в расчетные формулы.
5. В ответах на вопросы указать используемую литературу.

4.3. ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 0. ВВЕДЕНИЕ.

Тема 0.1. Основные понятия.

Определение и краткое содержание предмета, его связь с другими предметами. Краткий обзор развития отечественного аппаратостроения. Важнейшие направления развития и применения электрических аппаратов. Надёжность, пути развития и значение отечественного аппаратостроения. Широкое развитие современных бесконтактных электрических аппаратов. Цели и задачи предмета. Основные понятия. Некоторые определения. Основные требования, предъявляемые к электрическим аппаратам. Основные материалы, применяемые в аппаратостроении.

Литература: – (1, с. 4-8).

Вопросы для самоконтроля

1. Электрические аппараты в промышленности.
2. Основные понятия и определения об электрических аппаратах.
3. Что такое – электрические аппараты.
4. Классификация электрических аппаратов.
5. Основные требования, предъявляемые к электрическим аппаратам.
6. Основные материалы, применяемые в аппаратостроении.

Раздел 1. ОСНОВЫ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ.

Тема 1.1. Методы расчета электродинамических сил.

Основные понятия. Расчет электродинамических сил на основании закона взаимодействия проводника с током и магнитным полем. Расчет электродинамических сил по изменению запаса электромагнитной энергии контура.

Литература: – (1,с. 8-11), (3,с. 46-49).

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется электродинамическими силами.
2. Методы определения направления действия электродинамических сил.
3. Метод распора и тяжения магнитных полей для определения направления действия электродинамических сил.
4. Расчет электродинамических сил на основании закона взаимодействия проводника с током и магнитным полем.

Тема 1.2. Силы взаимодействия между параллельными и взаимно-перпендикулярными проводниками.

Расчет сил взаимодействия между параллельными проводниками. Определить электродинамические силы между перпендикулярно расположенными проводниками.

Литература: – (1,с. 11-15), (3,с. 49-51).

Вопросы для самоконтроля

1. Вывод уравнения силы взаимодействия между двумя проводниками один из которых бесконечно длинен. А второй имеет конечную длину l .
2. Уравнение силы взаимодействия между проводниками конечной и равной длины.
3. Уравнение силы взаимодействия между проводниками неравной длины.
4. Уравнение силы взаимодействия между параллельными круглыми проводниками.
5. Уравнение силы взаимодействия между взаимно перпендикулярными проводниками.

Тема 1.3. Взаимодействие проводников при переменном токе. Механический резонанс.

Расчетным путем показать разницу значений электродинамических сил при переменном и постоянном токах. Определить характер сил действующих на проводники расположенные в одной плоскости. Механический резонанс, Формулы расчета собственной частоты колебаний шин при определении механического резонанса.

Литература: – (1,с. 19-23), (3,с. 66-68).

Вопросы для самоконтроля

1. Силы действующие при однофазном токе.
2. Силы действующие при трехфазном токе.

Раздел 2. ОСНОВЫ ТЕПЛОВЫХ РАСЧЕТОВ.

Тема 2.1. Потери и отдача теплоты в электрических аппаратах.

Формулы расчета потерь в проводниках; поверхностный эффект. Эффект близости. Потери в деталях из магнитных материалов. Отдача теплоты нагретым телом. Теплопроводность, конвекция (естественная и искусственная) и тепловое излучение. Теплоотдача в установившемся режиме.

Литература: – (1,с. 24-29), (3,с. 5-17).

Вопросы для самоконтроля

1. Потери в проводниках.
2. Поверхностный эффект.
3. Эффект близости.
4. Потери в деталях из магнитных материалов.
5. Отдача теплоты нагретым телом.
6. Теплопроводность.
7. Конвекция.
8. Тепловое излучение.
9. Теплоотдача в установившемся режиме.

Тема 2.2. Нагрев и охлаждение проводников и катушек при различных нагрузках.

Нагрев проводника переменного сечения. Нагрев катушек. Токоограничивающие разрядники. Выбирать допустимую нагрузку при кратковременной нагрузке. Рассчитать нагрев и охлаждение однородного проводника при повторно кратковременной нагрузке и при коротком замыкании.

Литература: – (1,с. 29-38), (3,с. 29-34).

Вопросы для самоконтроля

1. Нагрев однородного проводника во времени при продолжительном режиме работы.
2. Вывод формулы превышения температуры проводника по отношению к окружающей среде.
3. Что такое тепловая постоянная времени нагрева проводника.
4. Начертить кривую процесса нагрева и охлаждения однородного проводника при продолжительном режиме работы.
5. Нагрев катушек.

Тема 2.4. Допустимая температура нагрева и охлаждение частей электрических аппаратов.

Допустимая температура нагрева частей аппаратов. Термическая стойкость. Жидкостное охлаждение в электрических аппаратах. Условия надежности ра-

боты системы жидкостного охлаждения. Расчет охлаждаемых жидкостью токопроводов, не содержащих электрических контактов.

Литература: – (1,с. 38-42).

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое допустимая температура нагрева частей аппаратов?
2. Дать определение термической стойкости.
3. Жидкостное (водяное) охлаждение в электрических аппаратах.
4. Как распределяется температура по проводнику при жидкостном охлаждении?
5. Дать определение пузырьковому (локальному) кипению.
6. Условия надёжной работы системы жидкостного охлаждения?
7. Расчет охлаждаемых жидкостью токопроводов.
8. Особенности применения жидкостного охлаждения в электрических аппаратах.

Раздел 3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОНТАКТЫ.

Тема 3.1. Контакты. Переходное сопротивление и температура.

Основные понятия. Контакты разборные, коммутирующие и скользящие. Переходное сопротивление контакта. Зависимость сопротивления от нажатия, температуры, состояния контактной поверхности, от свойств материала. Влияние условной площадки контактирования на температуру.

Литература: – (1,с. 43-48), (3,с. 74-84).

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется электрическим контактом?
2. Группы контактов, их определение и назначение.
3. Классификация контактов по форме контактирования. Определение.
4. Переходное сопротивление.
5. Зависимость переходного сопротивления от контактного нажатия.
6. Зависимость переходного сопротивления от температуры. Начертить график.
7. Зависимость переходного сопротивления от состояния контактной поверхности.
8. Зависимость переходного сопротивления от свойств материала контакта.

Тема 3.2. Особенности работы контактов. Конструкции и параметры контактных устройств.

Особенности работы контактов при жидкостном охлаждении; основные конструкции контактов; разборные и коммутирующие контакты; рычажные, роликовые, торцовые, скользящие и герметичные контакты; параметры контактных конструкций, общие сведения о командоаппаратах.

Литература: – (1,с. 49-57), (3,с. 69-74).

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности работы контактов при жидкостном охлаждении.
2. Основные конструкции контактов.
3. Разборные контакты.
4. Коммутирующие контакты.
5. Рычажные контакты.
6. Мостиковые контакты.
7. Врубные контакты.
8. Скользящие контакты.
9. Герметичные контакты.
10. Параметры контактных конструкций.

Тема 3.3. Износ и дребезг.

Понятие об электрической эрозии. Износ контактов при малых и больших токах и при замыкании. Зависимость износа от соотношения механической и тяговой характеристик аппаратов. Дребезг контактов и способы борьбы с ним.

Литература: – (1, с. 57-63), (3, с. 88-102).

Вопросы для самоконтроля

1. Электрический износ.
2. Износ контактов при малых токах.
3. Износ контактов при больших токах.
4. Износ контактов при размыкании.
5. Износ контактов при замыкании.
6. Дребезг контактов.
7. Способы борьбы с дребезгом.

Тема 3.4. Короткое замыкание и способы компенсации в контактах. Материалы для контактов.

Режим работы контактных систем в условиях короткого замыкания. Способы компенсации электродинамических сил в контактах. Используемые материалы для контактных соединений и требования к ним.

Литература: – (1, с. 63-67), (3, с. 84-88).

Вопросы для самоконтроля

1. Работа контактных систем в условиях короткого замыкания.
2. Работа разборных контактов при коротком замыкании.
3. Работа коммутирующих контактов при коротком замыкании.
4. Способы компенсации электродинамических сил в контактах.
5. Материалы для контактных соединений.

Раздел 4. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ГОРЕНИЯ И ГАШЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ.

Тема 4.1. Процессы и вольтамперные характеристики дуги.

Процессы в дуговом промежутке. Определения термоэлектронной и автоэлектронной эмиссии. Ионизация толчком. Термическая ионизация. Процес-

сы: рекомбинации и диффузии, вольтамперные характеристики дуги, статические и динамические характеристики.

Литература: – (1,с. 68-73), (3,с. 151-154).

Вопросы для самоконтроля

1. Электрический разряд между расходящимися контактами.
2. Что такое безыскровой разрыв.
3. В.А.Х. электрического разряда в газах.
4. Термоэлектронная эмиссия.
5. Автоэлектронная эмиссия.
6. Ионизация толчком.
7. Термическая ионизация.
8. Рекомбинация.
9. Диффузия.
10. Вольт — амперная характеристика дуги.

Тема 4.2. Особенности горения и гашения дуги переменного тока.

Задачи гашения при переменном токе. Понятие о бестоковой паузе, деионизации дугового промежутка и о явлениях происходящих у катода при переходе тока через нуль. Создании режима близкого к стадии нормального тлеющего разряда. Некоторые особенности гашения дуги переменного тока повышенной частоты.

Литература: – (1,с. 76-79), (3,с. 178-183).

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности горения электрической дуги переменного тока.
2. Характеристики дуги переменного тока.
3. Условия гашения дуги переменного тока.
4. Процесс при восстановлении напряжения на дуговом промежутке.
5. Особенности гашения дуги переменного тока.

Раздел 5. СПОСОБЫ ГАШЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ.

Тема 5.1. Гашение открытой дуги.

Три условия гашения дуги. Дугогасительные устройства. Основные способы гашения открытой дуги в магнитном поле, в продольных щелях; способы возбуждения магнитного поля дугогашения.

Литература: – (1,с. 80-91).

Вопросы для самоконтроля

1. Условия гашения электрической дуги.
2. Продольный градиент напряжения в створе открытой дуги.
3. Гашение открытой дуги в магнитном поле.
4. Гашение дуги в продольных щелях.
5. Характерные формы продольных щелей дугогасительных камер.
6. Способы возбуждения магнитного поля дугогашения.

Тема 5.2. Пламя дуги и борьба с ним. Газодинамические явления в камерах.

Причины возникновения и химические процессы, происходящие в пламени дуги. Эффективные способы борьбы с пламенем – комбинированная система дугогашения. Явления в закрытых дугогасительных камерах: газодинамические волны, газодинамические потоки.

Литература: – (1,с. 91-96).

Вопросы для самоконтроля

1. Пламя дуги. Причина возникновения пламени.
2. Процессы происходящие в пламени дуги.
3. Способы гашения пламени дуги.
4. Допустимая частота отключений аппаратов с закрытыми камерами.
5. Газодинамические явления в закрытых дугогасительных камерах.

Тема 5.3. Основные способы гашения дуги в закрытых камерах.

Гашение дуги высоким давлением. Гашение дуги в масле, воздушным дутьем. Основные группы дугогасительных устройств современных масляных выключателей. Дугогасительные решетки. Особенности движения в решетке дуги переменного тока повышенной частоты.

Литература: – (1,с. 96-105).

Вопросы для самоконтроля

1. Гашение дуги высоким давлением.
2. Гашение электрической дуги в масле.
3. Гашение электрической дуги воздушным дутьем.
4. Гашение электрической дуги воздушным дутьем.
5. Гашение дуги в дугогасительной решетке.
6. Гашение дуги постоянного тока.
7. Гашение дуги переменного тока.

Раздел 6. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И СИСТЕМЫ.

Тема 6.1. Электромагнитные механизмы. Энергия и индуктивность системы.

Применение, классификация и устройство электромагнитных механизмов. Основные положения и классификация контактных реле. Выбор по заданным техническим условиям. Определить энергию магнитного поля и индуктивность системы.

Литература: – (1,с. 128-135), (3,с. 202-212).

Вопросы для самоконтроля

1. Электромагнитные механизмы. Назначение. Принцип работы и устройство.
2. Схемы электромагнитов.
3. Энергия магнитного поля и индуктивность системы.
4. Вычисление сил и моментов электромагнита.

5. Электромагниты переменного тока. Короткозамкнутый виток.

Тема 6.2. Характеристики электромагнитов. Замедление и ускорение действия электромагнита.

Статические тяговые характеристики электромагнитов и механические характеристики аппаратов. Замедление и ускорение действия электромагнита и чем оно достигается. Тормозные устройства.

Литература: – (1,с. 135-142), (3,с. 257-259).

Вопросы для самоконтроля

1. Статические тяговые характеристики электромагнитов.
2. Механические характеристики аппаратов.
3. Динамические характеристики электромагнитов.
4. Замедление и ускорение действия электромагнита.
5. Схемы замедления срабатывания электромагнита.
6. Схемы ускорения срабатывания электромагнитов постоянного тока.
7. Тормозные устройства в электрических аппаратах.

Тема 6.3. Электромагнитные системы.

Устройство поляризационных электромагнитных систем. Принцип действия и формы магнитных систем. Область применения магнитоэлектрических, электродинамических и индукционных систем. Выбор по заданным условиям.

Литература: – (1,с. 143-148).

Вопросы для самоконтроля

1. Поляризованные электромагнитные системы. Принцип действия. Область применения.
2. Магнитоэлектрические системы. Принцип действия.
3. Электродинамические системы. Принцип действия.
4. Индукционные системы. Принцип действия.

Раздел 7. ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ АППАРАТЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ.

Тема 7.1. Разъединители.

Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность. Виды приводов. Блокировка. Основные различия конструкций разъединителей. Классификация. Правила эксплуатации разъединителей.

Литература: – (1,с. 149-152).

Вопросы для самоконтроля

1. Назначение и область применения.
2. Принцип действия разъединителей.
3. Устройство и конструктивное исполнение разъединителей.
4. Классификация.

Тема 7.2. Отделители и короткозамыкатели.

Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность. Виды приводов. Блокировка. Основные различия конструкций отделителей и короткозамыкателей. Классификация. Правила эксплуатации отделителей и короткозамыкателей.

Литература: – (1,с. 152-153).

Вопросы для самоконтроля

1. Назначение и область применения.
2. Принцип действия отделителей и короткозамыкателей.
3. Устройство и конструктивное исполнение отделителей и короткозамыкателей.
4. Классификация.

Тема 7.3. Токоограничивающие реакторы.

Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность. Основные различия конструкций токоограничивающих реакторов. Классификация. Правила эксплуатации реакторов.

Литература: – (1,с. 170-174).

Вопросы для самоконтроля

1. Назначение и область применения.
2. Принцип действия токоограничивающих реакторов.
3. Устройство и конструктивное исполнение токоограничивающих реакторов.
4. Классификация.

Тема 7.4. Разрядники.

Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность. Основные различия конструкций разрядников. Классификация. Правила эксплуатации разрядников.

Литература: – (1,с. 174-177).

Вопросы для самоконтроля

1. Назначение и область применения.
2. Принцип действия разрядников.
3. Устройство и конструктивное исполнение разрядников.
4. Классификация.

Раздел 8. АППАРАТЫ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ.

Тема 8.1. Низковольтные выключатели.

Основные понятия. Выключатели нормальные и с выдержкой времени: автоматические выключатели серии АК-50; серии «Электрон»; серии «А-3700»; типа ВВШ. Токоограничивающие автоматические выключатели. Выключатели гашения магнитного поля. Назначение, принцип действия и устройство.

Литература: – (1,с. 195-212).

Вопросы для самоконтроля

1. Основные понятия. Назначение, принцип действия и устройство низковольтных выключателей.
2. Выключатели нормальные и с выдержкой времени: автоматические выключатели серии АК-50; серии «Электрон»; серии «А-3700»; типа ВВШ.
3. Токоограничивающие автоматические выключатели.
4. Выключатели гашения магнитного поля
5. Выключатели гашения магнитного поля.

Тема 8.2. Командоаппараты.

Определение, назначение, принцип действия и устройство командоаппаратов. Классификация. Конструктивное исполнение командоаппаратов. Кнопки управления. Универсальные переключатели. Командоконтроллеры. Путевые и конечные выключатели. Правила эксплуатации.

Литература: – (1,с. 223-226).

Вопросы для самоконтроля

1. Основные понятия. Назначение, принцип действия и устройство командоаппаратов.
2. Классификация. Конструктивное исполнение командоаппаратов.
3. Кнопки управления.
4. Универсальные переключатели.
5. Командоконтроллеры.
6. Путевые и конечные выключатели.

Тема 8.3. Контактторы электромагнитные.

Основные понятия. Определение. Назначение, принцип действия и устройство электромагнитных контакторов. Классификация. Контактторы постоянного тока. Конструкция контакторов постоянного тока. Контактторы ускорения постоянного тока. Контактторы переменного тока промышленной частоты. Конструкция контакторов переменного тока. Контактторы переменного тока повышенной частоты.

Литература: – (1,с. 227-247).

Вопросы для самоконтроля

1. Назначение, принцип действия и устройство электромагнитных контакторов. Классификация.
2. Контактторы постоянного тока. Конструкция контакторов постоянного тока.
3. Контактторы ускорения постоянного тока.
4. Контактторы переменного тока промышленной частоты.
5. Конструкция контакторов переменного тока.
6. Контактторы переменного тока повышенной частоты.

Тема 8.4. Магнитные пускатели.

Основные понятия. Определение. Назначение, принцип действия и устройство магнитных пускателей. Классификация. Особенности условий работы пускателя. Магнитные пускатели серии ПМА. Типы применяемых тепловых реле. Исполнения магнитных пускателей. Магнитные пускатели серии ПМЕ.

Литература: – (2,с. 41-46).

Вопросы для самоконтроля

1. Назначение, принцип действия и устройство магнитных пускателей. Классификация.
2. Особенности условий работы пускателя.
3. Магнитные пускатели серии ПМА.
4. Типы применяемых тепловых реле.
5. Исполнения магнитных пускателей.
6. Магнитные пускатели серии ПМЕ.

Раздел 9. БЕСКОНТАКТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СХЕМ АВТОМАТИКИ.

Тема 9.1. Магнитные усилители. Реле на магнитных усилителях.

Общие сведения о бесконтактных элементах. Основные группы и принцип действия. Понятие о магнитных усилителях. Принципиальная схема магнитного усилителя. Устройство и принцип работы. Основные характеристики. Принципы построения реле. Преимущества бесконтактных реле. Работа магнитных усилителей в релейном режиме и их характеристики. Преимущества и недостатки реле на магнитных усилителях.

Литература: – (1,с. 267-273).

Вопросы для самоконтроля

1. Общие сведения о бесконтактных элементах.
2. Магнитные усилители. Назначение. Принцип работы и устройство.
3. Схема и характеристика двухтактного магнитного усилителя.
4. Схема и устройство магнитного усилителя Рэйми.
5. Принцип построения бесконтактных реле.
6. Преимущества бесконтактных реле.
7. Работа магнитных усилителей в релейном режиме и их характеристики.
8. Схема и характеристики магнитного усилителя.
9. Преимущества и недостатки реле на магнитных усилителях.

Тема 9.2. Коммутаторы на полупроводниковых усилителях и тиристорах.

Режимы работы транзисторных усилителей. Семейство характеристик транзисторов. Принцип действия. Применение транзисторов в качестве силовых усилителей в различных системах автоматики. Ключевые тиристоры. Вольтамперные характеристики. Достоинства и использование тиристоров.

Литература: – (1,с. 273-280).

Вопросы для самоконтроля

1. Электронные и транзисторные усилители. Назначение, принцип работы и устройство.
2. Режимы работы транзисторных усилителей.
3. Семейство характеристик транзисторов.
4. Применение транзисторов в качестве силовых усилителей в системах автоматики.
5. Ключевые тиристоры. Вольт — амперные характеристики.
6. Достоинства и использование тиристоров.

Тема 9.3. Полупроводниковые реле.

Работу бесконтактных полупроводниковых реле. Классические схемы и диаграммы работы реле на транзисторах. Схема и принцип работы тиристорного реле.

Литература: — (1, с. 284-285).

Вопросы для самоконтроля

1. Полупроводниковое реле. Назначение. Принцип работы и устройство.
2. Классическая схема и диаграмма работы реле на транзисторах.
3. Схема и принцип работы тиристорного реле.

Тема 9.4. Логические операции и логические элементы. Построение бесконтактных коммутирующих устройств.

Применение устройств дискретного действия — логических элементов и их назначение. Элементарные логические функции. Элементы задержки и памяти. Основные логические элементы и их контактные эквиваленты. Магнитные и транзисторные логические элементы. Принцип создания бесконтактных коммутирующих устройств. Транзисторные коммутаторы и защита сетей постоянного тока. Тиристорные коммутаторы цепей переменного тока.

Литература: — (1, с. 285-295).

Вопросы для самоконтроля

1. Применение устройств дискретного действия (логических элементов) и их назначение.
2. Элементарные логические функции.
3. Элементы задержки. Элементы памяти.
4. Основные логические элементы и их контактные эквиваленты.
5. Магнитные логические элементы.
6. Транзисторные логические элементы.
7. Принцип создания бесконтактных коммутаторов.
8. Транзисторные устройства коммутации и защита сетей постоянного тока.
9. Тиристорные коммутаторы цепей переменного тока.

4.4. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

1. Электрические аппараты в промышленности.
2. Классификация электрических аппаратов.
3. Основные материалы и требования, предъявляемые к электрическим аппаратам.
4. Что называется электродинамическими силами.
5. Методы определения направления действия электродинамических сил.
6. Расчет электродинамических сил взаимодействия проводника с током и магнитным полем.
7. Уравнение силы взаимодействия между проводниками конечной и равной длины.
8. Уравнение силы взаимодействия между проводниками неравной длины.
9. Уравнение силы взаимодействия между параллельными круглыми проводниками.
10. Потери в деталях электрических аппаратов.
11. Эффект неравномерного распределения тока по сечению проводника.
12. Отдача теплоты нагретым телом.
13. Нагрев однородного проводника во времени при продолжительном режиме работы.
14. Начертить кривую процесса нагрева и охлаждения однородного проводника при продолжительном режиме работы.
15. Нагрев катушек.
16. Почему нагреваются катушки электрических аппаратов?
17. Что такое допустимая температура нагрева частей аппаратов?
18. Дать определение термической стойкости.
19. Особенности применения жидкостного охлаждения в электрических аппаратах.
20. Электрические контакты. Классификация контактов, их определение и назначение.
21. Переходное сопротивление контакта.
22. Зависимость переходного сопротивления от различных факторов.
23. Особенности работы контактов при жидкостном охлаждении.
24. Основные конструкции контактов.
25. Параметры контактных конструкций.
26. Электрический износ контактов.
27. Износ контактов при малых токах.
28. Износ контактов при больших токах.
29. Дребезг контактов и способы борьбы с ним.
30. Работа контактных систем в условиях короткого замыкания.
31. Способы компенсации электродинамических сил в контактах.

32. Материалы для контактных соединений.
33. Процессы в дуговом промежутке.
34. Особенности горения и гашения дуги переменного тока.
35. Особенности гашения дуги переменного тока повышенной частоты.
36. Гашение открытой дуги в магнитном поле.
37. Гашение дуги в продольных щелях.
38. Характерные формы продольных щелей дугогасительных камер.
39. Способы возбуждения магнитного поля дугогашения.
40. Пламя дуги и борьба с ними. Причина возникновения пламени.
41. Процессы происходящие в пламени дуги.
42. Способы гашения пламени дуги.
43. Газодинамические явления в закрытых дугогасительных камерах.
44. Гашение дуги высоким давлением.
45. Гашение электрической дуги в масле.
46. Гашение электрической дуги воздушным дутьем.
47. Гашение дуги в дугогасительной решетке.
48. Энергия магнитного поля и индуктивность системы.
49. Вычисление сил и моментов электромагнита.
50. Электромагниты переменного тока. Короткозамкнутый виток.
51. Замедление и ускорение действия электромагнита.
52. Тормозные устройства в электрических аппаратах.
53. Поляризованные электромагнитные системы. Принцип действия. Область применения.
54. Магнитоэлектрические системы. Принцип действия.
55. Электродинамические системы. Принцип действия.
56. Индукционные системы. Принцип действия.
57. Общие сведения о бесконтактных элементах.
58. Магнитные усилители. Назначение. Принцип работы и устройство.
59. Применение транзисторов в качестве силовых усилителей в системах автоматики.
60. Достоинства и недостатки использования тиристоров.
61. Принцип построения и преимущества бесконтактных реле.
62. Реле на магнитных усилителях.
63. Электронные и полупроводниковое реле. Назначение. Принцип работы и устройство.
64. Логические операции логические элементы.
65. Основные логические элементы и их контактные эквиваленты.
66. Магнитные логические элементы.
67. Транзисторные логические элементы.
68. Принцип создания бесконтактных коммутаторов.
69. Транзисторные устройства коммутации и защита сетей постоянного тока.
70. Тиристорные коммутаторы цепей переменного тока.

71. Какую конструкцию имеют главные контакты контакторов серии КПВ-600?
72. Почему нагреваются контакты в процессе работы контактора?
73. Что называется зазором контактов?
74. Токоограничивающие реакторы. Назначение, принцип действия и устройство.
75. Разрядники. Принцип действия и устройство.
76. Разъединители. Назначение, принцип действия и устройство.
77. Отделители. Назначение, принцип действия и устройство.
78. Контактторы. Назначение, принцип действия и устройство.
79. Командоаппараты. Назначение. Классификация.
80. Кнопки управления. Назначение. Принцип работы и устройство.
81. Путьевые и конечные выключатели. Назначение. Принцип работы и устройство.
82. Автоматические выключатели. Назначение. Принцип работы и устройство.
83. Где применяются магнитные пускатели?
84. Почему магнитопровод электромагнитов переменного тока набирают из отдельных пластин?
85. Для какой цели совместно с магнитными пускателями применяются тепловые реле?
86. Магнитные пускатели. Назначение. Принцип работы и устройство.
87. Принцип работы и устройство контактных реле.
88. Индукционные реле. Назначение. Принцип работы и устройство.
89. Тепловое реле. Назначение. Принцип действия и устройство.
90. Реле времени. Назначение. Принцип действия и устройство.

4.5. ЗАДАНИЕ

Вариант 1

1. Введение. Основные понятия об электрических аппаратах и аппарато-строении.
2. Основные понятия об электрических контактах.
3. Процессы в дуговом промежутке.
4. Общие положения и особенности гашения электрической дуги.
5. Электромагнитные механизмы. Основные понятия.

Практическая работа: Разъединители. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 2

1. Методы расчета электродинамических сил.
2. Переходное сопротивление.

3. Вольт - амперные характеристики дуги.
4. Гашение открытой дуги в магнитном поле.
5. Энергия магнитного поля и индуктивность системы.

Практическая работа: Отделители и короткозамыкатели. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 3

1. Силы взаимодействия между параллельными проводниками бесконечной длины.
2. Температура площадки контактирования.
3. Условия гашения дуги постоянного тока.
4. Гашение дуги в продольных щелях.
5. Электромагниты переменного тока. Короткозамкнутый виток.

Практическая работа: Токоограничивающие реакторы. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 4

1. Силы взаимодействия между параллельными проводниками конечной длины.
2. Особенности работы контактов при жидкостном охлаждении.
3. Сопротивление и мощность дуги. Энергия, выделяемая в дуге.
4. Способы возбуждения магнитного поля дугогашения.
5. Статические тяговые характеристики электромагнитов и механические характеристики аппаратов.

Практическая работа: Разрядники. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 5

1. Взаимодействие проводников при переменном токе.
2. Основные конструкции контактов. Разборные, скользящие и герметичные контакты.
3. Особенности горения и гашения дуги переменного тока.
4. Пламя дуги и борьба с ним.
5. Динамические характеристики электромагнитов. Уравнение движения подвижной системы.

Практическая работа: Низковольтные выключатели. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 6

1. Механический резонанс.
2. Основные конструкции контактов. Коммутирующие контакты.

3. Некоторые особенности гашения дуги переменного тока повышенной частоты.

4. Допустимая частота отключений аппаратов с закрытыми камерами.

5. Замедление и ускорение действия электромагнита.

Практическая работа: Командоаппараты. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 7

1. Потери в проводниках.

2. Параметры контактных конструкций.

3. Процессы в дуговом промежутке.

4. Газодинамические явления в закрытых дугогасительных камерах.

5. Тормозные устройства электрических аппаратов.

Практическая работа: Контактные электромагнитные. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 8

1. Отдача теплоты нагретым телом.

2. Износ контактов.

3. Вольт - амперные характеристики дуги.

4. Гашение дуги высоким давлением.

5. Поляризованные электромагнитные системы.

Практическая работа: Магнитные пускатели. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 9

1. Нагрев и охлаждение однородного проводника во времени при продолжительном режиме работы.

2. Дребезг контактов и способы борьбы с ним.

3. Условия гашения дуги постоянного тока.

4. Гашение электрической дуги в масле.

5. Магнитоэлектрические системы.

Практическая работа: Разъединители. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 10

1. Нагрев и охлаждение однородного проводника при кратковременной нагрузке.

2. Работа контактных систем в условиях короткого замыкания.

3. Сопротивление и мощность дуги. Энергия, выделяемая в дуге.

4. Гашение электрической дуги воздушным дутьём.

5. Электродинамические системы.

Практическая работа: Отделители и короткозамыкатели. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 11

1. Нагрев и охлаждение однородного проводника при повторно - кратковременной нагрузке.

2. Способы компенсации электродинамических сил в контактах.

3. Особенности горения и гашения дуги переменного тока.

4. Гашение дуги в дугогасительной решетке.

5. Индукционные системы.

Практическая работа: Токоограничивающие реакторы. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 12

1. Нагрев катушек.

2. Материалы для контактных соединений.

3. Некоторые особенности гашения дуги переменного тока повышенной частоты.

4. Бездуговая коммутация цепей переменного тока.

5. Бесконтактные элементы схем автоматики. Общие сведения.

Практическая работа: Разрядники. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 13

1. Допустимая температура нагрева частей аппаратов. Термическая стойкость.

2. Основные понятия об электрических контактах.

3. Процессы в дуговом промежутке.

4. Потоки плазмы и гашение электрической дуги.

5. Магнитные усилители.

Практическая работа: Низковольтные выключатели. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 14

1. Жидкостное (водяное) охлаждение в электрических аппаратах.

2. Переходное сопротивление.

3. Вольт - амперные характеристики дуги.

4. Общие положения и особенности гашения электрической дуги.

5. Электронные и транзисторные усилители.

Практическая работа: Командоаппараты. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 15

1. Введение. Основные понятия об электрических аппаратах и аппарато-строении.

2. Температура площадки контактирования.

3. Условия гашения дуги постоянного тока.

4. Гашение открытой дуги в магнитном поле.

5. Тиристоры.

Практическая работа: Контактторы электромагнитные. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 16

1. Методы расчета электродинамических сил.

2. Особенности работы контактов при жидкостном охлаждении.

3. Сопротивление и мощность дуги. Энергия, выделяемая в дуге.

4. Гашение дуги в продольных щелях.

5. Бесконтактные коммутационные устройства. Принцип построения реле.

Практическая работа: Магнитные пускатели. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 17

1. Силы взаимодействия между параллельными проводниками бесконечной длины.

2. Основные конструкции контактов. Разборные, скользящие и герметичные контакты.

3. Особенности горения и гашения дуги переменного тока.

4. Способы возбуждения магнитного поля дугогашения.

5. Реле на магнитных усилителях.

Практическая работа: Разъединители. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 18

1. Силы взаимодействия между параллельными проводниками конечной длины.

2. Основные конструкции контактов. Коммутирующие контакты.

3. Некоторые особенности гашения дуги переменного тока повышенной частоты.

4. Пламя дуги и борьба с ним.

5. Электронные и полупроводниковые реле.

Практическая работа: Отделители и короткозамыкатели. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 19

1. Взаимодействие проводников при переменном токе.
2. Параметры контактных конструкций.
3. Процессы в дуговом промежутке.
4. Допустимая частота отключений аппаратов с закрытыми камерами.
5. Логические операции и логические элементы.

Практическая работа: Токоограничивающие реакторы. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 20

1. Механический резонанс.
2. Износ контактов.
3. Вольт - амперные характеристики дуги.
4. Газодинамические явления в закрытых дугогасительных камерах.
5. Магнитные логические элементы.

Практическая работа: Разрядники. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 21

1. Потери в проводниках.
2. Дребезг контактов и способы борьбы с ним.
3. Условия гашения дуги постоянного тока.
4. Гашение дуги высоким давлением.
5. Транзисторные логические элементы.

Практическая работа: Низковольтные выключатели. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 22

1. Отдача теплоты нагретым телом.
2. Работа контактных систем в условиях короткого замыкания.
3. Сопротивление и мощность дуги. Энергия, выделяемая в дуге.
4. Гашение электрической дуги в масле.
5. Принцип создания бесконтактных коммутаторов.

Практическая работа: Командоаппараты. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 23

1. Нагрев и охлаждение однородного проводника во времени при продолжительном режиме работы.
2. Способы компенсации электродинамических сил в контактах.
3. Особенности горения и гашения дуги переменного тока.
4. Гашение электрической дуги воздушным дутьём.
5. Транзисторные устройства коммутации и защиты сетей постоянного тока.

Практическая работа: Контакторы электромагнитные. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 24

1. Нагрев и охлаждение однородного проводника при кратковременной нагрузке.
2. Материалы для контактных соединений.
3. Некоторые особенности гашения дуги переменного тока повышенной частоты.
4. Гашение дуги в дугогасительной решетке.
5. Тиристорные коммутаторы цепей переменного тока.

Практическая работа: Магнитные пускатели. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 25

1. Нагрев и охлаждение однородного проводника при повторно - кратковременной нагрузке.
2. Основные понятия об электрических контактах.
3. Процессы в дуговом промежутке.
4. Бездуговая коммутация цепей переменного тока.
5. Электромагнитные механизмы. Основные понятия.

Практическая работа: Разъединители. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 26

1. Нагрев катушек.
2. Переходное сопротивление.
3. Вольт - амперные характеристики дуги.
4. Поток плазмы и гашение электрической дуги.
5. Энергия магнитного поля и индуктивность системы.

Практическая работа: Отделители и короткозамыкатели. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 27

1. Допустимая температура нагрева частей аппаратов. Термическая стойкость.

2. Температура площадки контактирования.

3. Условия гашения дуги постоянного тока.

4. Общие положения и особенности гашения электрической дуги.

5. Электромагниты переменного тока. Короткозамкнутый виток.(

Практическая работа: Токоограничивающие реакторы. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 28

1. Жидкостное (водяное) охлаждение в электрических аппаратах.

2. Особенности работы контактов при жидкостном охлаждении.

3. Сопротивление и мощность дуги. Энергия, выделяемая в дуге.

4. Гашение открытой дуги в магнитном поле.

5. Статические тяговые характеристики электромагнитов и механические характеристики аппаратов.

Практическая работа: Разрядники. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 29

1. Введение. Основные понятия об электрических аппаратах и аппарато-строении.

2. Основные конструкции контактов. Разборные, скользящие и герметичные контакты.

3. Особенности горения и гашения дуги переменного тока.

4. Гашение дуги в продольных щелях.

5. Динамические характеристики электромагнитов. Уравнение движения подвижной системы.

Практическая работа: Разъединители. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

Вариант 30

1. Методы расчета электродинамических сил.

2. Основные конструкции контактов. Коммутирующие контакты.

3. Некоторые особенности гашения дуги переменного тока повышенной частоты.

4. Способы возбуждения магнитного поля дугогашения.

5. Замедление и ускорение действия электромагнита.

Практическая работа: Отделители и короткозамыкатели. Назначение, принцип действия и устройство. Область применения. Исполнение. Надежность работы. Долговечность.

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л.А. Родштейн. «Электрические аппараты». Л. Энергоиздат. 1981г.
2. Г.А. Жукова. «Лабораторные работы по электрическим аппаратам». М. Высшая школа. 1986г.
3. Г.Н. Александров. «Теория электрических аппаратов». М. Высшая школа. 1985г. 312с. (621.3/Т-33).
4. Л.Д. Рожкова. «Электрооборудование станций и подстанций». М. Энергия. 1975г.