

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Блинова Светлана Павловна

Должность: Заместитель директора по учебно-воспитательной работе

Дата подписания: 22.03.2023 05:21:45

Уникальный программный ключ:

1cafd4e102a27ce11a89a2a7ceb20237f3ab5c65

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«Тюрьковский государственный индустриальный институт»**  
**Политехнический колледж**

**Методические указания и контрольные задания для студентов-заочников по профессиональному модулю ПМ 06**

**Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих**

**по МДК 06.01 Технология сборки, ремонта, регулировки контрольно-измерительных приборов и систем автоматики**

**для специальности**

**15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)**

2021

Методические указания и контрольные задания для студентов заочной формы обучения по профессиональному модулю «Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих», по МДК 06.01 «Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих» для специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям).

Организация-разработчик: Политехнический колледж ФГБОУ ВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Разработчик: Колупаева Е.А. – преподаватель.

Рассмотрены на заседании цикловой комиссии: Автоматизация технологических процессов

Председатель комиссии: А.В. Петухова

Утверждены методическим советом политехнического колледжа ФГБОУ ВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Протокол заседания методического совета № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зам. директора по УР \_\_\_\_\_ С.П. Блинова

## Введение

Применение новой и современной вычислительной техники не снимает одной из важнейших проблем АСУ – получение достоверной и надежной информации о параметрах технологического процесса и работы оборудования. Поэтому в настоящее время все большее внимание уделяется работе информационно-измерительных систем, анализу работы первичных измерительных преобразователей, методике получения достоверной информации.

Подготовку к эксплуатации систем автоматизации начинают одновременно с монтажными работами. Общее наблюдение за монтажными работами и их приемку выполняют представители эксплуатации. В первую очередь принимают в процессе их выполнения скрытые работы, проверить которые после их завершения не всегда возможно. Совместная работа монтажников с представителями эксплуатации способствует повышению качества монтажных работ.

В результате изучения междисциплинарного курса «Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих» студент должен:

иметь практический опыт:

- -ремонта, сборки, регулировки, юстировки контрольно-измерительных и систем автоматики.

уметь:

- самостоятельно подключить контрольно-измерительные приборы и пользоваться ими;

- снимать показания приборов;

- производить плановый осмотр средств автоматизации;

- выполнять самостоятельно в полном объеме требования ЕТКС по осваиваемой профессии;

- пользоваться защитными средствами от поражения электрическим током;

- оказывать первую пострадавшему от поражения электрическим током.

знать:

- требования охраны труда и промышленной безопасности на объекте прохождения практики;

- устройство, назначение принцип работы рекомендуемых и юстируемых приборов и аппаратов средней сложности;

- технические условия и инструкцию на испытание и сдачу отдельных приборов, механизмов и аппаратов;

- задачи службы контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИП и А);

- характеристику работ и требования ЕТКС по осваиваемой профессии;

- функциональные обязанности по должностям.

Целью изучения междисциплинарного курса «Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих» является усвоение студентами основных требований по ведению монтажных, наладочных,

эксплуатационных и исследовательских работ по средствам автоматизации и АСУ ТП на предприятиях отрасли, приобретение практических умений в организации и проведении этих работ.

Для закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых практических навыков программой дисциплины предусматривается проведение четырех практических работ и выполнение одной контрольной работы.

Итоговой формой контроля знаний является зачет.

## **Указания к выполнению контрольной и практических работ**

Контрольная работа содержит пять заданий. Варианты для каждого учащегося - индивидуальные. Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в журнальном списке.

Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, не засчитывается и возвращается учащемуся.

Контрольная работа выполняется на отдельных листах формата А4. Условия заданий переписываются полностью, оставляются поля шириной 25-30 мм для замечаний рецензента, а в конце работы - страница для рецензии.

После получения работы с оценкой и замечаниями преподавателя надо исправить отмеченные ошибки, выполнить все его указания и повторить недостаточно усвоенный материал. Если студент за контрольную работу получил неудовлетворительную оценку, то он выполняет работу снова по старому или новому варианту в зависимости от указания рецензента и отправляет ее на повторную проверку.

Для закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых практических навыков программой междисциплинарного курса предусматривается проведение четырех практических работ.

По каждой практической работе составляется отчет в установленной форме, с ответами на контрольные вопросы. Зачет по междисциплинарному курсу выставляется студентам, получившим положительную оценку по контрольной работе и имеющим зачет по практическим работам.

## Тематический план междисциплинарного курса

Наименование разделов и тем
Введение
Раздел 1. Выполнение работ по ремонту, сборке, регулировке КИП и А, определению причин и устранению неисправностей
Тема 1.1 Охрана труда и техника безопасности при ремонтных и наладочных работах
Тема 1.2 Общие сведения об измерениях и средствах измерения
Тема 1.3 Техническая документация при производстве ремонта, регулировке, поверке КИПиА
Тема 1.4 Общая технология ремонта
Тема 1.5 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и регулировка электроизмерительных приборов
Тема 1.6 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и юстировка оптико-механических приборов
Тема 1.7 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и регулировка регистрирующих устройств измерительных приборов
Тема 1.8 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и регулировка приборов для измерения температуры
Тема 1.9 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и регулировка средств измерения давления и разрежения
Тема 1.10 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и регулировка средств измерения расхода
Тема 1.11 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и регулировка средств измерения и сигнализации уровня жидкости
Тема 1.12 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и поверка автоматических анализаторов газов и жидкостей
Тема 1.13 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и регулировка автоматических регуляторов и исполнительных механизмов автоматических систем и дистанционного управления

## Содержание междисциплинарного курса

### Введение

#### Студент должен:

*иметь представление:*

- о целях и задачах междисциплинарного курса;
- о ее связи с другими дисциплинами;
- о выполнении работ по ремонту, сборке, регулировке КИП и А.

Цели и задачи междисциплинарного курса и ее значение для подготовки специалиста.

Современное состояние эксплуатации средств автоматизации и КИПиА на предприятиях отрасли. Особенности организации ремонтных, наладочных и эксплуатационных работ на предприятиях отрасли.

Перспективы развития ремонтных, наладочных и эксплуатационных работ средств и систем автоматизации.

Литература: [1. с, 4-5; 2. с, 3-5].

### Вопросы для самопроверки

- 1 Что понимают под ремонтном?
- 2 Что понимают под наладкой?
- 3 Кто составляет план и график выполнения ремонтных работ?

## Раздел 1 Выполнение работ по ремонту, сборке, регулировке КИП и А, определению причин и устранению неисправностей

### Тема 1.1 Охрана труда и техника безопасности при ремонтных и наладочных работах

#### Студент должен:

*иметь представление:*

- об организации работ по технике безопасности на предприятиях отрасли;

*знать:*

- методы и способы безопасного ведения ремонтных и наладочных работ;
- техника безопасности при техобслуживании приборов;
- техника безопасности при ремонте приборов и оборудования.

Область и порядок применения правил по охране труда и технике безопасности. Организация работы по технике безопасности. Методы и способы безопасного ведения ремонтных и наладочных работ.

Техника безопасности при техобслуживании и ремонте приборов и оборудования.

Литература: [1. с, 6-12; 2. с, 5-25].

### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Перечислите и поясните виды инструктажей.
- 2 На какие классы подразделяют помещения по взрывоопасности?
- 3 Какие исполнения имеют приборы по уровню взрывозащиты?
- 4 Классификация электроустановок и помещений.
- 5 В чем заключаются организационные мероприятия согласно ПТБ при производстве работ в электроустановках.
- 6 Перечислите средства защиты и их назначение?

### **Тема 1.2 Общие сведения об измерениях и средствах измерения**

#### **Студент должен:**

*знать:*

- классификацию мер и измерительных приборов;
- классификацию средств измерений по видам, принципу действия;
- классификацию принцип действия, назначение, применение чувствительных элементов.
- классификацию принцип действия, назначение, применение измерительных преобразователей.

Основные понятия об измерениях. Классификация мер и измерительных приборов. Погрешности мер и измерительных приборов. Государственная система промышленных приборов. Физические величины и их единицы.

Средства измерений: классификация по видам, принципу действия, по метрологическому назначению, метрологическим свойствам, способу отсчета, измеряемой величине, форме преобразования и представления сигналов; типовые механизмы, узлы, сборочные единицы и детали приборов; классы точности в соответствии с действующим ГОСТом Российской Федерации.

Чувствительные элементы: классификация, принцип действия, назначение, применение.

Измерительные преобразователи: понятие, классификация, принцип действия, область применения.

Литература: [5. с, 27-43; 7. с, 26-99].

### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Дайте определение измерения.
- 2 По каким признакам классифицируются измерения?
- 3 Назовите и охарактеризуйте основные виды средств измерений.
- 4 Оказывает ли влияние выбор места установки датчика на точность измерения?



- 5 Что такое погрешность измерения? Какие виды погрешностей Вы знаете?
- 6 Что такое методическая погрешность измерения?
- 7 Дайте определение абсолютной и относительной погрешности измерения.
- 8 Что такое статическая погрешность измерения? Динамическая?
- 9 В каких случаях возникает дополнительная погрешность измерения?
- 10 Дайте определение приведенной погрешности измерения.
- 11 Что такое поправка к показаниям прибора?
- 12 Дайте определения случайной и систематической погрешностей.
- 13 Как проявляется на результате измерений случайная погрешность?
- 14 Как оценивается случайная погрешность измерения?

### **Тема 1.3 Техническая документация при производстве ремонта, регулировке, поверке КИПиА**

**Студен должен:**

*иметь представление:*

- об особенностях проектирования отдельных видов технической документации;

*знать:*

- виды технической документации, используемой при монтаже;
- стадии проектирования;
- способ разработки принципиально-монтажных схем;

*уметь:*

- выполнять таблицы схем соединения;
- выполнять схемы внешних подключений.

Виды технической документации, используемой при ремонте и регулировке КИПиА. Особенности проектирования отдельных видов технической документации. Разработка принципиально-монтажных схем, выбор элементной базы, составление таблиц расположения элементов, разработка монтажных схем панелей, пульта управления, разработка схем внешних соединений, кабельных журналов, монтажных таблиц внешних соединений. Методика поверки приборов.

Литература: [8. с, 41-76; 8. с, 66-99].

#### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Кто составляет проектное задание?
- 2 Назовите стадии проектирования.
- 3 Чем руководствуются при разработке проектов автоматизации?
- 4 Состав и содержание проекта производства монтажных работ (ППР).
- 5 Требования к системам автоматизации.
- 6 Какие документы прилагаются к проектному заданию?
- 7 Содержание технического проекта.
- 8 Порядок выполнения технического проекта.

9 Каковы требования к схемам автоматизации.

10 Как оформляются результаты поверки?

#### **Тема 1.4 Общая технология ремонта**

**Студент должен:**

*иметь представление:*

- об этапах, последовательности, содержанию ремонта;

- о способах и средствах выполнения ремонтных работ;

*знать:*

- виды, причины, признаки, методы и средства предупреждения износа деталей средств КИПиА;

- средства смазки и окраски деталей КИПиА;

*уметь:*

- восстанавливать изношенные детали приборов.

Этапы ремонта, их последовательность, содержание. Способы и средства выполнения ремонтных работ.

Износ деталей средств КИП и А: виды, причины, признаки, методы и средства предупреждения. Средства смазки и окраски деталей КИП и А: их виды и свойства.

Подготовка изношенных деталей к восстановлению. Восстановление изношенных деталей. Восстановление треснувших и поломанных деталей. Виброконтактная наплавка. Восстановление резьбовых соединений. Кадмирование. Упрочение поверхности деталей.

Литература: [10. с, 77-86; 11. с, 34-62].

#### **Вопросы для самопроверки**

1 Виды ремонта.

2 Каково содержание мелкого, среднего и капитального ремонта средств КИПиА?

3 Каковы основные причины износа деталей?

4 Каковы способы упрочнения поверхностей деталей?

5 Какие виды смазки используются для смазки деталей КИПиА?

6 Какие способы подходят для восстановления треснувших деталей?

7 Как классифицируются типы отказов приборов?

8 Какие виды испытаний приборов производят для контроля качества выпускаемых приборов?

9 Какое значение имеет смазка в повышении износостойкости приборов?

10 Какие типы смазок и масел используют при эксплуатации приборов и регуляторов?

11 Какие типы охлаждения используют в приборостроении?

12 Чем характеризуется сухое и жидкостное трение?

13 Для каких целей применяется герметизация приборов?

- 14 Чем характеризуется пропитка, заливка и опрессовка элементов в приборостроении?
- 15 Что такое физический износ прибора?
- 16 Дайте характеристику моральному износу прибора или системы.

### **Тема 1.5 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и регулировка электроизмерительных приборов**

#### **Студент должен:**

*знать:*

- устройство, назначение, принцип работы электроизмерительных приборов;

*уметь:*

- проводить ремонт, сборку и регулировку электроизмерительных приборов.

Электроизмерительные приборы (для измерения тока, напряжения, сопротивления, емкости, мощности, энергии, сдвига фаз, частоты переменного тока): разновидности, назначение, основные характеристики, принцип действия, устройство, правила пользования.

Ремонт, регулировка и настройка электроизмерительных приборов.

Литература: [1. с, 79-122; 5. с, 200-256].

#### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Каковы основные неисправности электро-измерительных приборов и способы их устранения?
- 2 Объясните, какие элементы содержат аналоговые измерительные приборы? Каковы их функции и характеристики? Почему величина противодействующего момента должна зависеть от угла поворота подвижной части механизма?
- 3 Приведите условное обозначение основных типов измерительных механизмов.
- 4 Какими параметрами определяется величина отклонения подвижной части прибора магнитоэлектрической системы?
- 5 Поясните, почему приборы магнитоэлектрической системы обладают высокой чувствительностью и точностью? Подвержены ли эти приборы сильному влиянию внешних полей?
- 6 Каковы свойства приборов электродинамической системы? Почему этот тип прибора пригоден для измерения как постоянных, так и переменных токов? Перечислите области применения.
- 7 Объясните принцип действия приборов электромагнитной системы. Где эти приборы следует применять?
- 8 Каковы свойства и области применения электростатических приборов?

9 Приведите схемы однополупериодного, двухполупериодного, мостового выпрямителя.

10 Что такое, логометр? Каковы особенности конструкции логометра?

11 Объясните принцип действия прибора термоэлектрической системы. Каковы его характеристики и область применения?

### **Тема 1.6 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и юстировка оптико-механических приборов**

**Студент должен:**

*знать:*

- классификация, назначение, область применения оптико-механических средств измерений;

- классификация, назначение, область применения оптико-механических средств измерений.

*уметь:*

- производить ремонт оптико-механических приборов.

Оптико-механические средства измерений: классификация, назначение, область применения, основные характеристики, устройство.

Электронно-оптические приборы: классификация, разновидности, назначение, принцип действия, устройство.

Ремонт и юстировка оптико-механических и электронно-оптические приборов.

Литература: [12. с, 143-177].

### **Вопросы для самопроверки**

1 Какую смазку используют в силовых передачах оптико-механических приборов?

2 Что вызывает появление пыли и влаги в оптико-механических приборах?

3 В каком интервале температур используется твердая замазка?

4 Какие жидкости используют для ультразвуковой промывки оптико-механических приборов?

5 Из чего состоит смазка ГОИ?

6 Какие замазки применяют для герметизации элементов

7 При каком объеме эффективна ультразвуковая очистка механических частей?

### **Тема 1.7 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и регулировка регистрирующих устройств измерительных приборов**

**Студент должен:**

*знать:*

- устройство, назначение, принцип работы регистрирующих устройств измерительных приборов;

*уметь:*

- производить ремонт, сборку и регулировку регистрирующих устройств измерительных приборов.

Назначение, устройство виды пишущих и печатающих механизмов. Взаимодействие деталей печатающего механизма. Лентопротяжный механизм: устройство, порядок работы.

Ремонт, разборка и сборка пишущих и регистрирующих устройств.

Литература: [1. с, 124-142].

### **Вопросы для самопроверки**

1 В чем состоит преимущество потенциметрического метода измерения сопротивления ТС (четырёхпроводное подключение)?

2 Дайте сравнительную характеристику уравновешенных и неуравновешенных мостов для измерения сопротивления.

3 Чем определяется преимущество трехпроводного подключения ТС к мосту по сравнению с двухпроводным?

4 Охарактеризуйте принцип действия автоматического уравновешенного моста.

5 Как обеспечивается стабильность коэффициента преобразования в нормирующих преобразователях для ТС и ТЭП?

6 Перечислите условия, которые должны выполняться при измерении температуры пирометрическим милливольтметром и автоматическим потенциометром?

7 Как производится компенсация изменения температуры свободных концов в автоматических потенциометрах типа КСП?

8 Какие функции выполняют микропроцессоры в интеллектуальных преобразователях для ТС и ТЭП?

9 Каковы особенности пневматической системы дистанционной передачи информации и каков принцип действия вторичных пневматических приборов?

### **Тема 1.8 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и регулировка приборов для измерения температуры**

**Студент должен:**

*знать:*

- устройство, назначение, принцип работы приборов для измерения температуры;

*уметь:*

- производить ремонт, сборку и регулировку приборов для измерения температуры.

Общие понятия. Температурные шкалы. Классификация средств измерения температуры.

Методы измерения температуры. Средства измерения температуры: разновидности, назначение, принцип действия, устройство, градуировка, диапазон измерения температуры, классы точности (манометрические термометры, термопары, термометры сопротивления, термисторы).

Вторичные измерительные приборы: виды, назначение, принцип действия, устройство и работа.

Преобразователи температуры системы ГСП. Нормированные преобразователи для подключения термоэлектрических преобразователей температуры и термометров сопротивления к управляющей вычислительной машине.

Ремонт датчиков температуры (термоэлектрических термометров, термометров сопротивлений и термопар): типовые неисправности, методы и средства их выявления и устранения.

Ремонт вторичных приборов: типовые неисправности, методы и средства их выявления и устранения, замена неисправных элементов и блоков.

Литература: [1. с, 166-170; 7. с, 124-142].

### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Как воспроизводится Международная температурная шкала?
- 2 Какие единицы измерения температуры вы знаете?
- 3 С помощью каких средств измерения воспроизводится температурная шкала между реперными точками?
- 4 Какие методы измерения температуры вы знаете?
- 5 Какие контактные средства измерения температуры вы знаете и в какой области температур они используются?
- 6 Какие бесконтактные средства измерения температуры вы знаете и в какой области температур они используются?
- 7 Какие требования предъявляются к материалу термопреобразователей сопротивления?
- 8 Из каких материалов выполняются металлические ТС?
- 9 Что обозначают градуировки 100П, 50М?
- 10 В какой области температур используются платиновые и медные ТС?
- 11 Чем отличается конструктивное выполнение платиновых и медных ТС и чем оно вызвано?
- 12 Какие выходные сигналы имеют термопреобразователи ТСПУ?
- 13 Как влияет температура на сопротивление полупроводниковых термопреобразователей сопротивления?
- 14 Какие схемы включения термопреобразователей сопротивления используются?
- 15 В каком случае в цепи из двух проводников возникает термоЭДС и какие эффекты вызывают ее появление?

16 Какие существуют способы включения измерительных приборов в цепь термопары?

17 Какие стандартные термопары обладают максимальной и минимальной чувствительностью, максимальным и минимальным диапазоном измерения?

18 Каково устройство кабельных термопар и в какой области они в основном применяются?

19 Для чего нужны удлиняющие термоэлектродные провода и какие требования к ним предъявляются?

20 Какие устройства используются для введения поправки на изменение температуры свободных концов?

21 Какой выходной сигнал имеют термопреобразователи ТХАУ?

### **Тема 1.9 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и регулировка средств измерения давления и разрежения**

**Студент должен:**

*знать:*

- понятия: избыточное давление, вакуумметрическое давление, абсолютное давление;

- устройство и принцип действия деформационных манометров;

*уметь:*

- выполнять работы по ремонту средств измерения давления и разрежения.

Понятие о давлении. Единицы измерения. Виды измеряемых давлений. Системные и внесистемные единицы измерения давления. Классификация средств измерения давления по принципу действия, по виду измеряемого давления, по применению и назначению, по типу отображения данных по типу выходного сигнала.

Деформационные датчики давления: мембранные приборы, сильфонные приборы, манометры с трубчатой пружиной

Измерительные преобразователи давления с токовым выходным сигналом. Классификация измерительных преобразователей давления: Тензорезисторные преобразователи давления (назначение, принцип действия, устройство и работа).

Ремонт, настройка и регулировка приборов для измерения давления и разрежения (мембранных, сильфонных, пружинных) и преобразователей давления и разрежения.

Литература: [1. с, 171-185; 7. с, 124-142].

### **Вопросы для самопроверки**

1 Каков принцип действия жидкостных манометров?

2 Какие существуют способы повышения точности жидкостных манометров?

3Какие разновидности упругих чувствительных элементов вы знаете?

4Манометры с какими упругими чувствительными элементами вы выберете, если необходимо измерить давление в пределах: 0...1 кПа; 0...0,1 МПа; 0...100 МПа?

5Какое влияние на показания оказывает сопротивление линий связи между первичным и вторичным приборами дифференциально-трансформаторной системы?

6Каковы причины широкого использования в качестве выходного сигнала преобразователей токового унифицированного сигнала?

7Какими методами обеспечивается высокая точность преобразователей с силовой компенсацией типа ИПД?

8Каково назначение вентильного блока дифманометров?

9 Что определяет высокую точность грузопоршневых манометров?

10Какие устройства используются для защиты манометров от действия высоких температур и агрессивных сред?

## **Тема 1.10 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и регулировка средств измерения расхода**

**Студент должен:**

*знать:*

- назначение, устройство, принцип действия ультразвуковых и тепловых расходомеров;
- назначение, устройство, принцип действия электромагнитных расходомеров;
- назначение, устройство, принцип действия вихревых и кориолисовых расходомеров
- методы измерения и дозирования сыпучих продуктов;
- назначение, устройство, принцип действия виброточковых и центробежных расходомеров;
- назначение, устройство, принцип действия автоматических дозаторов;

*уметь:*

- выбирать средства измерения расхода сыпучих продуктов, жидкостей и газов;
- выполнять работы по ремонту средств измерения расхода.

Основные понятия. Единицы измерения расхода и количества. Классификация приборов для измерения расхода и количества по принципу действия.

Счётчики количества: типы, принцип действия, устройство и работа. Ремонт. Регулировка.

Расходомеры переменного перепада давления: назначение, структура. Стандартные сужающие устройства. (Камерные диафрагмы, дисковые диафрагмы). Ультразвуковым расходомером. Электромагнитные расходомеры.

Ремонт и проверка электронных вторичных приборов расходомеров, настройка комплекта «датчик-вторичный прибор» расходомера.



Литература: [1. с, 198-214; 12. с, 125-147].

### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Назовите основные типы весов и дозаторов.
- 2 Какую классификацию имеют гири?
- 3 Объясните устройство платформенных весов.
- 4 Чем отличаются автоматические дозаторы от автоматических весов?
- 5 Чем обеспечивается необходимая производительность автоматического дозатора?
- 6 Охарактеризуйте область применения расходомеров переменного перепада давления, достоинства и недостатки этого метода измерения расхода.
- 7 Какие типы сужающих устройств вы знаете?
- 8 Какие вы знаете способы отбора давления у диафрагм?
- 9 Какие составляющие определяют погрешность измерения расходомеров переменного перепада давления?
- 10 Рассмотрите требования, предъявляемые к установке дифманометров при измерении расхода жидкостей и газов.
- 11 Для чего вводятся уравнивательные конденсационные сосуды при измерении расхода пара?
- 12 Какие специальные сужающие устройства вы знаете и каково их назначение?
- 13 Проанализируйте область применения, достоинства и недостатки расходомеров постоянного перепада давления.
- 14 Какие силы обеспечивают нахождение в потоке поплавка во взвешенном состоянии.
- 15 Как вводится поправка на изменение плотности среды в показания поплавкового расходомера?
- 16 Охарактеризуйте область применения тахометрических расходомеров, их положительные и отрицательные стороны.
- 17 Каков принцип действия камерных расходомеров?
- 18 Расход каких сред могут измерять электромагнитные расходомеры?
- 19 Почему требуется тщательное заземление корпусов электромагнитных преобразователей и экранирование линий связи?
- 20 На какую глубину в трубы больших диаметров погружаются зонды электромагнитных преобразователей и чем она определяется?
- 21 Проанализируйте достоинства и недостатки ультразвуковых расходомеров.
- 22 Охарактеризуйте способы измерения разности времен распространения импульсов в ультразвуковых расходомерах.
- 23 Каков принцип действия доплеровских корреляционных расходомеров?
- 24 Чем обусловлено возникновение вихрей Кармана?
- 25 Какие методы измерения частоты вихрей Кармана вы знаете?
- 26 Каков принцип действия массовых расходомеров?
- 27 Какие функции выполняют теплосчетчики?

## **Тема 1.11 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и регулировка средств измерения и сигнализации уровня жидкости**

### **Студент должен:**

*знать:*

- методы измерения уровня сыпучих продуктов;
- методы измерения уровня жидкостей;
- устройство, принцип действия сигнализаторов уровня;

*уметь:*

- выбирать средства измерения уровня;
- выполнять работы по ремонту средств измерения уровня жидкостей.

Основные понятия. Классификация приборов для измерения уровня.

Уровнемеры непрерывного действия: Визуальные уровнемеры. Поплавковые уровнемеры. Буйковые уровнемеры. Гидростатические уровнемеры. Ремонт, разборка и сборка и регулировка уровнемеров.

Литература: [5. с, 116-127].

### **Вопросы для самопроверки**

1 Как изменятся показания дифманометрического уровнемера (завышение или занижение) при повышении давления и температуры воды?

2 Зависит ли от текущего значения уровня абсолютная погрешность измерения уровня, вызванная отсутствием уравнительного сосуда?

3 Зависит ли коэффициент преобразования емкостного преобразователя уровня от соотношения диэлектрических проницаемостей жидкости и ее паров?

4 Изменяется ли при измерении уровня осадка буйка уровнемера, снабженного преобразователем с силовой компенсацией?

5 Изменяются ли показания индуктивного дискретного уровнемера при изменении электропроводности контролируемой среды?

6 Перечислите параметры термокондуктометрического преобразователя уровня, влияющие на коэффициент преобразования.

## **Тема 1.12 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и проверка автоматических анализаторов газов и жидкостей**

### **Студент должен:**

*знать:*

- способы измерения влажности газов;
- способы измерения влажности сыпучих продуктов;
- методы измерения плотности жидких продуктов;
- устройство, принцип действия радиоизотопных плотномеров;
- устройство, принцип действия вибрационных плотномеров;
- методы анализа состава газов;

- особенности контроля запыленности воздуха;
- устройство, принцип действия газоанализаторов различного принципа работы;

*уметь:*

- выбирать средства измерения влажности;
- выбирать средства измерения плотности;
- выбирать средства измерения состава газов;
- выполнять работы по ремонту средств измерения уровня жидкостей.

Концентрация вещества: понятие, единицы измерения.

Измерение влажности и запыленности газов. Классификация, назначение, принцип действия, электрические и газовые схемы автоматических газоанализаторов.

Соединение блоков газоанализатора (назначение, принцип действия, устройство и работа). Ремонт. Регулировка.

Литература: [5. с, 198-214; 7. с, 96-139].

### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Каким образом может быть охарактеризована влажность газов?
- 2 Какова особенность измерения влажности твердых тел и как она может быть охарактеризована?
- 3 Какие методы применяются для измерения влажности газов?
- 4 В чем заключается психрометрический метод измерения влажности?
- 5 В чем заключается метод измерения точки росы?
- 6 В чем заключается оптический метод измерения влажности газов?
- 7 Каков принцип действия емкостного измерителя влажности газов?
- 8 Каковы методы измерения влажности твердых тел и особенности их применения?
- 9 Чем вызывается строгая последовательность определения компонентов газовой смеси в химических газоанализаторах?
- 10 Почему объемные химические анализаторы не используются для измерения малых концентраций определяемого компонента?
- 11 Чем вызвана необходимость удаления водорода в газоанализаторах по теплопроводности при измерении концентрации  $\text{CO}_2$ ?
- 12 Почему в измерительных схемах аналоговых тепловых и магнитных газоанализаторов применяют двухмостовые соединения, которые отсутствуют в аналогичных микропроцессорных приборах?
- 13 Что такое термомагнитная конвекция?
- 14 Какие параметры окружающей среды влияют на показания магнитного газоанализатора и почему?
- 15 Каково назначение фильтровых камер в оптическом газоанализаторе на  $\text{CO}_2$ ?
- 16 Какие характеристики газовой смеси определяются по времени удерживания и высоте пика хроматограммы?

- 17 Какие газы-носители используются в хроматографах?
- 18 Какие детекторы применяются в газовых хроматографах?
- 19 Какие элементы включают установки промышленных газоанализаторов по теплопроводности и термомагнитных?
- 20 Чем обусловлено влияние температуры на показания кондуктометров?
- 21 Каким током питается первичный преобразователь кондуктометров и почему?

### **Тема 1.13 Устройство, назначение, принцип работы, ремонт, сборка и регулировка автоматических регуляторов и исполнительных механизмов автоматических систем и дистанционного управления**

#### **Студент должен:**

##### *знать:*

- классификацию исполнительных механизмов;
- конструкцию и принцип действия электрических и пневматических исполнительных механизмов;
- статические и динамические характеристики исполнительных устройств и регуляторов;
- основные приемы регулировки автоматических регуляторов и исполнительных механизмов;

##### *уметь:*

- снимать статические и динамические характеристики исполнительных устройств.

Понятие, классификация, принцип действия, структура и основные элементы автоматических регуляторов, их назначение. Типовая структура исполнительных устройств: элементы, их назначение, взаимосвязь, устройство, принцип действия. Ремонт. Регулировка.

Релейная защита: назначение, требования, предъявляемые к защите, структурные элементы.

Основные элементы пневмо- и гидроаппаратуры дистанционного управления: их функции, устройство, основные характеристики. Ремонт. Регулировка.

Основные элементы электроаппаратуры и аппаратуры телеуправления: их назначение, устройство, основные характеристики, область применения. Ремонт. Регулировка.

Литература: [12. с, 198-264].

#### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Расскажите о классификации регулирующих органов.
- 2 Приведите примеры дросселирующих регулирующих органов.

- 3 Как устроены и работают дросселирующие регулирующие органы?
- 4 Приведите примеры дозирующих регулирующих органов.
- 5 Как устроены и работают дозирующие регулирующие органы?
- 6 Какие основные характеристики имеют регулирующие органы?
- 7 Какие функции выполняют исполнительные элементы в системах автоматического управления?
- 8 Какие общие требования предъявляют к исполнительным элементам?
- 9 Приведите классификацию исполнительных элементов.
- 10 Какие общие характеристики имеются у исполнительных элементов?
- 11 Как работает нейтральный электромагнит клапанного типа?
- 12 Что такое тяговая характеристика электромагнита и как она строится?
- 13 Как выглядит и от чего зависит механическая характеристика электромагнита?
- 14 Какие существуют способы (схемы) уменьшения и увеличения времени срабатывания и отпускания электромагнитов?
- 15 Чем отличаются конструкции и характеристики электромагнитов переменного тока?
- 16 Какие существуют способы уменьшения вибрации якоря ЭМ переменного тока?
- 17 Как работают поляризованные электромагниты? Какие виды настройки у них существуют?
- 18 Чем отличаются исполнительные двигатели постоянного тока с якорными и полюсным управлением?
- 19 Какие отличия и преимущества имеются у исполнительных двигателей с возбуждением от постоянных магнитов по сравнению с двигателями с электромагнитным возбуждением?
- 20 В чем состоят особенности конструкции и принцип работы бесконтактных исполнительных двигателей постоянного тока?
- 21 Как устроены и как работают малоинерционные исполнительные двигатели с обычной обмоткой якоря?
- 22 Как классифицируют силовые асинхронные микродвигатели?
- 23 Какие существуют основные конструктивные схемы синхронных микродвигателей?
- 24 Изложите принцип работы синхронных двигателей.
- 25 Как устроен и как работает асинхронный исполнительный двигатель с полым немагнитным ротором?
- 26 Чем отличаются асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором обычной и сквозной конструкции?
- 27 Как работает самозапускающийся синхронный микродвигатель с постоянными магнитами?
- 28 Каково назначение шаговых двигателей в системах автоматики?
- 29 Каковы схема и принцип работы шагового двигателя с активным ротором?

## Практическая работа 1

### Организация и аттестация рабочего места по условиям труда

**Цель:** научиться организовывать рабочее место и создавать безопасные условия труда, а также по провести аттестацию рабочего места.

#### Краткие теоретические сведения

Рабочим местом называется часть производственной площади цеха или мастерской с оборудованием, приспособлениями, инструментом и материалами, необходимыми для выполнения определенного производственного задания. Обеспечение высокой производительности труда в значительной мере зависит от правильной организации рабочего места. Организация рабочего места является важнейшим звеном организации труда. Правильный выбор и размещение оборудования, инструментов и материалов создают наиболее благоприятные условия работы. Правильно организованным считается такое рабочее место, на котором при наименьшей затрате сил и средств благодаря рациональной и культурной организации труда достигаются наивысшая производительность и высокое качество продукции. Правильной организации рабочего места можно достигнуть рационализацией трудовых приемов, механизацией процессов работы, устранением непроизводительных затрат рабочего времени, применением передовых методов труда.

К организации рабочего места предъявляются следующие требования:

- рабочее место должно быть чистым, на нем должны находиться только те предметы, которые необходимы для выполнения данного задания;
- инструмент, заготовки и документация должны располагаться на рабочем месте на расстоянии вытянутой руки; при этом те предметы, которыми рабочий пользуется более часто, следует класть ближе, на площади, ограниченной дугами небольшого радиуса, и наоборот;
- режущий или ударный инструмент, который берут правой рукой, кладут с правой стороны; тот, который берут левой рукой, - с левой стороны;
- инструмент, который работающий берет обеими руками, следует располагать возможно ближе к его корпусу, чтобы удобнее было его брать;
- приспособления, материалы и готовые изделия нужно располагать в различных ящиках на отведенных для них местах, причем более мелкие и часто употребляемые нужно помещать в верхних, а более тяжелые или же редко применяемые - в нижних ящиках;
- точные и измерительные инструменты должны храниться в специальных футлярах или же деревянных коробках;
- режущие инструменты (напильники, метчики, сверла, развертки и др.) следует предохранять от ударов и загрязнения, не разбрасывать и не накладывать друг на друга, а укладывать на деревянные подставки (планшеты);

– после окончания работы весь инструмент и приспособления, применяемые при работе, необходимо очистить от грязи и масла, протереть. Верстак очистить щеткой от стружки и мусора.

Рабочее место слесаря может быть организовано по-разному, в зависимости от характера производственного задания. Однако большинство рабочих мест слесаря должно быть оборудовано слесарными верстаками, на которых устанавливаются тиски и раскладываются необходимые инструменты, приспособления, материалы, документацию (технологические карты, чертежи, наряды) и пр.

Хорошее помещение, отведенное для слесарных мастерских, в значительной мере способствует правильной организации рабочего места слесаря, а также повышению производительности труда и качества выполнения работ.

Расстояние между отдельными рабочими местами, а также проходы (1,5-1,6 м) между слесарными верстаками устанавливаются в зависимости от технических и технологических требований и условий техники безопасности. Рабочие места должны иметь хорошее освещение и вентиляцию; полы возле верстаков должны быть ровными и исправными.

Основным принципом охраны здоровья населения является социальная ответственность органов государственной власти, руководителей предприятий и предпринимателей за создание условий, обеспечивающих формирование безопасных условий труда.

При этом важную роль играет аттестация рабочих мест по условиям труда, представляющая систему учета и комплексной оценки на конкретном рабочем месте всех факторов производственной среды и трудового процесса, воздействующих на здоровье и работоспособность человека в процессе трудовой деятельности.

Аттестация проводится с целью разработки мероприятий по улучшению условий труда, подтверждения особых условий, дающих право на льготную пенсию, установления размера доплат за работу во вредных и тяжёлых условиях труда.

Она проводится один раз в пять лет. Основанием для её проведения на предприятии является приказ нанимателя, в котором определяются состав аттестационной комиссии, сроки и графики проведения подготовительных работ в подразделениях.

Оценка условий труда включает исследования санитарно-гигиенических и психофизиологических факторов производственной среды. При этом определяются:

- характерные для конкретного рабочего места факторы производственной среды;
- нормативные значения (ПДУ, ПДК) параметров санитарно-гигиенических факторов на основе стандартов безопасности труда, санитарных правил и норм;
- допустимые величины психофизиологических факторов на основе Гигиенической классификации труда,
- фактические значения величин факторов производственной среды путём инструментальных измерений, лабораторных исследований или расчётов.

Оценка факторов производится путем сопоставления их фактических значений с нормативными. Определяется балльная оценка факторов в зависимости от величины превышения норматива. Для санитарно-гигиенических факторов балл фактора корректируется с учётом продолжительности его воздействия в течение смены (умножается на отношение времени фактического воздействия фактора к продолжительности рабочего времени, установленной законодательством).

Результаты количественной оценки условий труда заносятся в карту и удостоверяются подписями председателей и членами аттестационной комиссии.

### Задание

- 1 Схематично изобразить рабочее место слесаря КИП и А.
- 2 Дать оценку условий труда на рабочем месте;
- 3 Заполнить карту условий труда на рабочем месте;
- 4 Составить перечень мероприятий по оздоровлению условий труда.

Таблица 1.1 – Пример исходных данные для оценки условий труда

Рабочее место	Факторы условий труда	Нормативное значение	Фактическая величина фактора	Продолжительность воздействия за смену, ч
слесарь КИП и А	Уровень шума, дБ: Фоновый шум в кабинете: Принтер			
	Параметры микроклимата: Температура воздуха, °С Относительная влажность воздуха, % Скорость движения воздуха, м/с			
	Освещенность, лк			

### Содержание отчета:

- 1 Изображение рабочего места слесаря КИП и А на формате 4А.
- 2 Карта условий труда (таблица 1.1).
- 3 Перечень мероприятий по оздоровлению условий труда.
- 4 Вывод о проделанной работе.

### Вопросы для самопроверки

- 1 Какие требования предъявляются к организации рабочего места?
- 2 Что называется рабочим местом?
- 3 Какое место считается правильно организованным?
- 4 Как часто проводится аттестация рабочих мест?

## Практическая работа 2



## **Изучение методов поиска и устранения неисправностей**

**Цель:** освоить основные методы поиска неисправностей; получить практические навыки устранения неисправностей.

### **Краткие теоретические сведения**

Под причинами неработоспособности подразумеваются выход из строя элемента, ошибки разработчиков, монтажников и т.д. Методы методов поиска являются взаимосвязанными между собой, и почти всегда необходимо их комплексное применение. Порой поиск очень тесно связан с устранением. Методы очень взаимосвязаны и зачастую имеют схожие черты. Основные концепции поиска неисправностей:

- действие не должно наносить вреда исследуемому устройству.
- действие должно приводить к прогнозируемому результату: - выдвижение гипотезы о исправности или неисправности блока, элемента и пр. - подтверждение или опровержение выдвинутой гипотезы и, как следствие, локализации неисправности;
- необходимо различать вероятную неисправность и подтвержденную (обнаруженную неисправность), выдвинутую гипотезу и подтвержденную гипотезу.
- необходимо адекватно оценивать ремонтпригодность изделия. Например, некоторые изделия имеют очень низкую ремонтпригодность вследствие невозможности или ограниченной возможности применения основных методов диагностики.
- нужно адекватно оценивать выгодность и необходимость ремонта. Зачастую ремонт не выгоден с точки зрения затрат, но необходим с точки зрения отработки технологии, изучения изделия или по каким-то иным причинам.

Схема описания методов:

- 1 суть метода;
- 2 возможности метода;
- 3 достоинства метода;
- 4 недостатки метода;
- 5 применение метода.

#### **1. Выяснения истории появления неисправности.**

Суть метода: История появления неисправности очень много может рассказать о локализации неисправности, о том, какой модуль является источником неработоспособности системы, а какие модули вышли из строя вследствие первоначальной неисправности, о типе неисправного элемента. Также знание истории появления неисправности позволяет сильно сократить время тестирования устройства, повысить качество ремонта, надежность исправленного оборудования. Выяснение истории позволяет выяснить, не является ли неисправность результатом внешнего воздействия, как то: климатические

факторы (температура, влажность, запыленность и пр.), механические воздействия, загрязнение различными веществами и пр.

Возможности метода: метод позволяет очень оперативно выдвинуть гипотезу о локализации неисправности.

Достоинства метода: нет необходимости знать тонкости работы изделия; сверхоперативность; не требуется наличие документации.

Недостатки метода: необходимость получить информацию о событиях, растянутых во времени, при которых вы не присутствовали, неточность и недостоверность предоставляемой информации; требует подтверждения и уточнения другими методами; в некоторых случаях велика вероятность ошибки и неточность локализации;

Применение метода: если неисправность сначала проявлялась редко, а затем стала проявляться все чаще (в течении недели или нескольких лет), то, скорее всего, неисправен электролитический конденсатор, электронная лампа или силовой полупроводниковый элемент, чрезмерный разогрев которого приводит к ухудшению его характеристик. Если неисправность появилась в результате механического воздействия, то, вполне вероятно, ее удастся выявить внешним осмотром блока. Если неисправность появляется при незначительном механическом воздействии, то ее локализацию следует начать с использования механических воздействий на отдельные элементы. Если неисправность появилась после каких-либо действий (модификация, ремонт, доработка и др.) над прибором, то следует обратить особое внимание на часть изделия, в которой производились действия. Следует проконтролировать правильность этих действий. Если неисправность появляется после климатических воздействий, воздействия влажности, кислот, паров, электромагнитных помех, бросков питающего напряжения, необходимо проверить соответствие эксплуатационных характеристик изделия в целом и его компонентов условиям работы. При необходимости - принять соответствующие меры (изменение условий работы или изменения в изделии, в зависимости от задач и возможностей). О локализации неисправности очень много могут рассказать проявления неисправности на разных этапах ее развития.

## **2. Внешний осмотр.**

Суть метода: Внешним осмотром зачастую пренебрегают, но именно внешний осмотр позволяет локализовать порядка 50% неисправностей, особенно в условиях мелкосерийного производства. Внешний осмотр в условиях производства и ремонта имеет свою специфику. Возможности метода: Метод позволяет сверхоперативно выявить неисправность и локализовать ее с точностью до элемента при наличии внешнего проявления.

Достоинства метода: сверхоперативность; точная локализация; требуется минимум оборудования; не требуется наличие документации (или наличие в минимальном количестве).

Недостатки метода: позволяет выявлять только неисправности, имеющие проявление во внешнем виде элементов и деталей изделия; как правило, требует разборки изделия, его частей и блоков; требуется опыт исполнителя и отличное зрение.

Применение метода: в условиях производства особое внимание необходимо

уделять качеству монтажа. Качество монтажа включает в себя: правильность размещение элементов на плате, качество паянных соединений, целостность печатных проводников, отсутствие инородных включений в материал платы, отсутствие замыканий (порой замыкания видны только под микроскопом или под определенным углом), целостность изоляции на проводах, надежное крепление контактов в разъемах. Иногда неудачный конструктив провоцирует замыкания или обрывы. В условиях ремонта следует выяснить, работало ли устройство когда-нибудь правильно. Если не работало (случай заводского дефекта), то следует проверить качество монтажа. Если же устройство работало нормально, но вышло из строя (случай собственно ремонта), то следует обратить внимание на следы тепловых повреждений электронных элементов, печатных проводников, проводов, разъемов и пр. Также при осмотре необходимо проверить целостность изоляции на проводах, трещины от времени, трещины в результате механического воздействия, особенно в местах, где проводники работают на перегиб. Особое внимание следует обратить на наличие загрязнений, пыли, вытекания электролита и запахи. Наличие загрязнений может являться причиной неработоспособности РЭА или индикатором причины неисправности (например, вытекание электролита). Осмотр печатного монтажа требует хорошего освещения. Желательно применение увеличительного стекла. Как правило, замыкания между пайками и некачественные пайки видны только под определенным углом зрения и освещения. Естественно, во всех случаях следует обратить внимание на любые механические повреждения корпуса, электронных элементов, плат, проводников, экранов и пр. пр.

### **3. Прозвонка.**

Суть метода: Суть метода в том, что при помощи омметра, в том или ином варианте, проверяется наличие необходимых связей и отсутствие лишних соединений (замыканий). Возможности метода: предупреждение неисправностей при производстве, контроль качества монтажа; проверка гипотезы о наличии неисправности в конкретной цепи;

Достоинства метода: простота; не требуется высокая квалификация исполнителя; высокая надежность; точная локализация неисправности;

Недостатки метода: высокая трудоемкость; ограничения при проверке плат со смонтированными элементами и подключенных жгутов, элементов в составе схемы; необходимость получить прямой доступ к контактам и элементам.

Применение метода: на практике, как правило, достаточно проверить наличие необходимых связей. Отсутствие замыканий проверяется только по цепям питания. Отсутствие лишних связей также обеспечивается технологическими методами: маркировка и нумерация проводов в жгуте. Проверку на наличие лишних связей проводят в случае, когда есть подозрение на конкретные проводники, или подозрение на конструкторскую ошибку. Проводить проверку на наличие лишних связей чрезвычайно трудоемко. В связи с этим ее проводят, как один из заключительных этапов, когда возможная область замыкания (например, нет сигнала в контрольной точке) локализована другими методами. Очень точно локализовать замыкание можно при помощи миллиметра, с точностью до нескольких сантиметров. Хотя данная методика имеет определенные недостатки, она очень широко применяется в условиях

мелкосерийного производства, в связи со своей простотой и эффективностью. Прозванивать лучше по таблице прозвонки, составленной на основании схемы электрической принципиальной. В этом случае исправляются возможные ошибки конструкторской документации и обеспечивается отсутствие ошибок в самой прозвонке.

#### **4. Сравнение с исправным блоком.**

Суть метода: заключается в том, что сравниваются различные характеристики заведомо исправного изделия и неисправного. По отличиям внешнего вида, электрических сигналов, электрического сопротивления судят о локализации неисправности. Возможности метода: оперативная диагностика в комбинации с другими методами; возможность ремонта без документации.

Достоинства метода: оперативный поиск неисправностей; нет необходимости использовать документацию; исключает ошибки моделирования и документации.

Недостатки метода: необходимость в наличии исправного изделия; необходимость в комбинации с другими методами.

Применение метода: сравнение с исправным блоком - очень эффективный метод, потому что документированны не все характеристики изделия и сигналы не во всех узлах схемы. Необходимо начать сравнение со сравнения внешнего вида, расположения элементов и конфигурации проводников на плате, отличие в монтаже говорит о том, что конструктив изделия был изменен и, вполне вероятно, допущена ошибка. Затем сравнивают различные электрические характеристики. Для сравнения электрических характеристик смотрят сигналы в различных точках схемы, работу прибора в различных условиях, в зависимости от характера проявления неисправности. Достаточно эффективно измерять электрическое сопротивление между различными точками (метод периферийного сканирования).

#### **5. Включение функционального блока вне системы, в условиях моделирующих систему.**

Суть метода: По сути метод является комбинацией методов: разбиение на функциональные блоки и снятие внешних рабочих характеристик. При обнаружении неисправностей «подозреваемый» блок проверяется вне системы, что позволяет либо сузить круг поиска, если блок исправен, либо локализовать неисправность в пределах блока, если блок неисправен. Возможности метода: проверка гипотезы о работоспособности той или иной части системы. Достоинства метода: возможность испытания и ремонта функционального блока без наличия системы.

Недостатки метода: необходимость собирать схему проверки.

Применение метода: при применении данного метода необходимо следить за корректностью создаваемых условий и применяемых тестов. Блоки могут быть плохо согласованными между собой на стадии разработки.

#### **6. Метод замены.**

Суть метода: Подозреваемый блок/компонент заменяется на заведомо исправный, и проверяется функционирование системы. По результатам проверки судят о правильности гипотезы в отношении неисправности. Возможности метода: проверка гипотезы о исправности или не исправности блока или элемента.

Достоинства метода: оперативность.

Недостатки метода: необходимость наличия блока для замены.

Применение метода: возможны несколько случаев: когда поведение системы не изменилось, это означает, что гипотеза неверна; когда все неисправности в системе устранены, значит, неисправность действительно локализована в замененном блоке; когда исчезла часть дефектов, это может означать, что устранена только вторичная неисправность и исправный блок вновь сгорит под воздействием первичного дефекта системы. В этом случае, возможно, лучшим решением будет вновь поставить замененный блок (если это возможно и целесообразно) и продолжить поиск неисправностей с тем, чтобы устранить именно первопричину. Например, неисправность блока питания может привести к неудовлетворительной работе нескольких блоков, один из которых выйдет из строя в результате перенапряжения.

### **7. Проверка режима работы элемента.**

Суть метода: Сравнивают значения токов и напряжений в схеме с предположительно правильными. Их можно найти в документации, рассчитать при моделировании, измерить при исследовании исправного блока. На основании этого делают заключение о исправности элемента. Возможности метода: Локализация неисправности с точностью до элемента.

Достоинства метода: точность

Недостатки метода: медленность, требуется высокая квалификация исполнителя.

Применение метода: проверяют правильность логических уровней цифровых схем (соответствие стандартам, а также сравнивают с обычными, типичными уровнями); проверяют падения напряжений на диодах, резисторах (сравнивают с расчетным или со значениями в исправном блоке); измеряют напряжения и токи в контрольных точках.

### **8. Типовые неисправности.**

Суть метода: на основании прошлого опыта ремонта конкретного изделия составляется список проявления неисправности и соответствующего неисправного элемента. Метод основан на том, что в массовых изделиях имеются слабые места, недоработки, которые, как правило, и приводят к выходу изделий из строя. Так же к этому методу стоит отнести и предположение о выходе того или иного элемента из строя на основании показателей надежности.

Достоинства метода: высокая скорость; не слишком высокая квалификация исполнителя.

Недостатки метода: не применим при отсутствии статистики неисправностей; требует подтверждения гипотезы другими методами.

Применение метода: большинство специалистов держат статистику и симптомы неисправностей в голове.

### **Задание**

- 1 Изучите основные теоретические положения по работе.
- 2 Получить индивидуальное задание у преподавателя (вторичный прибор).
- 3 Протестировать прибор и обнаружить неисправность.
- 4 Устранить неисправность.

## **Содержание отчета**

- 1 Наименование работы.
- 2 Цель работы.
- 3 Описание метода с помощью которого была обнаружена неисправность.
- 4 Описание обнаруженной неисправности и причин ее появления.
- 5 Вывод о проделанной работе.

## **Вопросы для самопроверки**

- 1 Какие методы не требуют высокой квалификации исполнителя?
- 2 Какие методы имеют высокую оперативность?
- 3 Какие методы имеют высокую трудоемкость?
- 4 Какие методы требуют наличия сложной аппаратуры?

## **Практическая работа 3**

### **Исследование работы и конструкции электромагнитного реле тока и напряжения**

**Цель:** изучить параметры реле, устройство и принцип действия реле переменного тока типа РТ-40, постоянного тока типа и напряжения типа РН-50.

**Оборудование:** реле тока РТ-40, реле напряжения РН-50, РЭВ-300.

### **Краткие теоретические сведения**

В качестве воспринимающего органа в электромагнитных реле используются электромагнитные механизмы относительно простых конструкций и позволяющие реализовать разнообразные тяговые характеристики, согласующиеся с механическими характеристиками. Электромагнитные механизмы имеют сравнительно большие тяговые усилия при относительно малых габаритах, что и обуславливает их наиболее широкое применение в реле. На электромагнитном принципе осуществляется работа реле тока (максимального и минимального), реле напряжения (максимального, минимального, сигнальные, промежуточные и др.), реле времени, реле частоты и другие типы реле, применяемые в схемах защиты, управления электроприводами, автоматики.

Промежуточный орган реле - пружина, исполнительный орган - контактная система.

В зависимости от хода якоря различают следующие типы реле: клапанного типа (якорь притягивается с внешней стороны магнитопровода), соленоидного типа (якорь втягивается внутрь), поворотного типа (якорь имеет внешнее поперечное относительно силовых линий магнитного поля движение).

**Реле мгновенного косвенного действия типов РТ-40 и РН-50.** По роду физической величины реле разделяются на реле тока (РТ-40) и реле напряжения (РН-50). По способу воздействия на объект управления реле являются косвенными, по способу включения - вторичными, по ходу якоря - поворотными.

Реле применяют в цепях защиты электроустановок.

Конструкция реле показана на рисунке 3.1. Реле предусматривает следующие элементы: электромагнит 12 с обмоткой 1, состоящей из двух катушек, расположенных на верхнем и нижнем стержнях электромагнита; стальной якорь 10, жестко установленный на двух полюсах 3; подвижные контактные мостики 4, закрепленные на якоре с помощью изоляционной колодки; спиральную противодействующую пружину 9, установленную на держателе 8, связанную внутренним концом с осью якоря; неподвижные пары контактов 14 (правая), 13 (левая), расположенные на изоляционной колодке 5; упорные винты 11 (левый, правый), ограничивающие ход якоря; шкалу уставок 6; указатель уставок (поводок) 7; гаситель вибраций 2.

При прохождении по обмоткам тока электромагнит, преодолевая противодействие спиральной пружины, притягивает якорь к полюсам, т. е. разворачивает якорь вместе с полюсами по часовой стрелке. При отсутствии тока в обмотке или при его значении, меньшем, чем ток срабатывания, якорь находится в крайнем левом положении. При возрастании тока якорь втягивается под полюсы и поворачивает подвижные контактные мостики, которые размыкают правую пару контактов и замыкают левую пару контактов. Реле срабатывает.

Уставка срабатывания токовых реле РТ-40 регулируется поводком 7, который изменяет натяжение пружины, а также изменением соединения катушек (последовательно или параллельно), что изменяет пределы шкалы в 2 раза. Обозначенные на шкале уставки соответствуют последовательному соединению катушек. При параллельном соединении уставки реле удваиваются. Коэффициент возврата максимальных реле не менее 0,8 и минимальных - не более 1, 2.

При работе реле во время удара якоря об упоры контакты токовых реле РТ-40 вибрируют. Для гашения вибраций имеется гаситель, представляющий собой полый цилиндр, закрепленный на одной оси с якорем и заполненный песком. При срабатывании реле песок поглощает энергию удара якоря об упоры, предотвращая тем самым отскакивание и вибрацию контактов.

Реле напряжения РН-53 и РН-54 выполняются конструктивно как и реле РТ-40 (рисунок 3.1) и отличаются только отсутствием гасителя вибрации. Для предотвращения вибрации контактов катушки реле включены через однофазный мостовой выпрямитель. Протекание через обмотки тока одного направления снижает вибрацию контактов в режиме длительного включения.

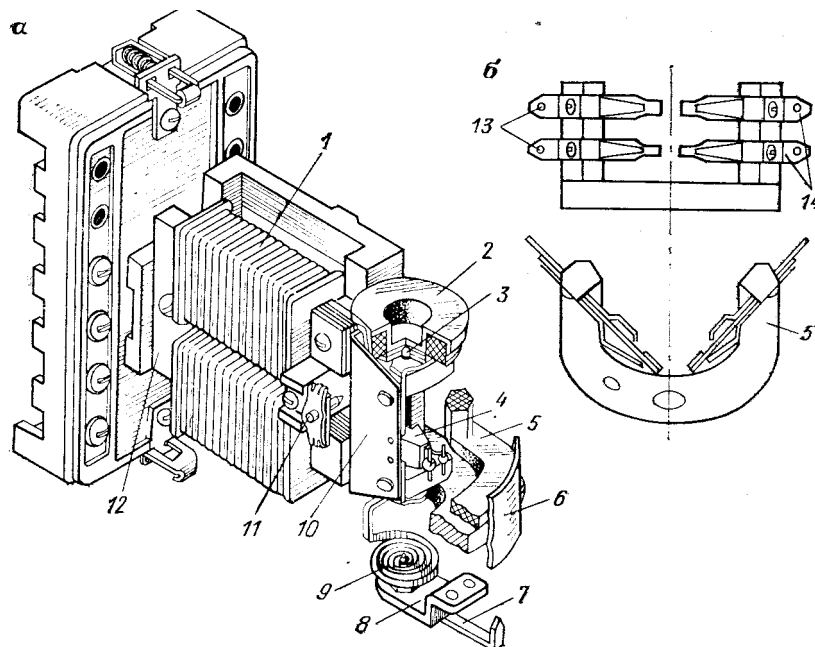


Рисунок 3.1- Электромагнитное реле типов РТ-40 и РН-50

Реле РН-53 имеет  $k_g$  не ниже 0,8; а реле РН-54 не выше 1,25. Кроме рассмотренных, выпускаются также реле напряжения постоянного тока РН-51 и реле напряжения переменного тока РН-58 с повышенным коэффициентом возврата - 0,95.

Уставка срабатывания реле РН-50 регулируется посредством изменения натяжения пружины с помощью поворота поводка 7. Уставка срабатывания регулируется также с помощью включения одного или двух дополнительных резисторов в цепь обмотки реле.

**Электромагнитные реле управления электро-приводами и автоматики.** В схемах управления электроприводами применяются реле постоянного тока РЭВ-300, выполняемые и как реле напряжения, и как реле тока (рисунок 3.2).

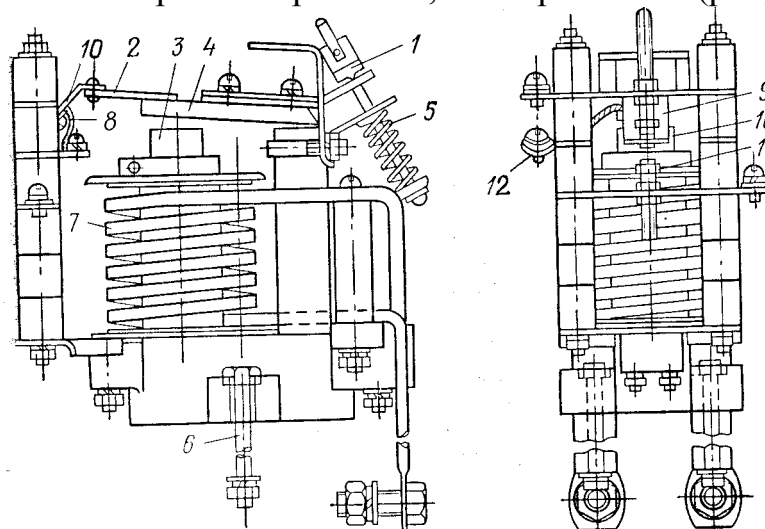


Рисунок 3.2 - Электромагнитное реле РЭВ-300

Основные элементы реле: магнитопровод U-образной формы 3, якорь 4,



обмотка 7, крепежная деталь 6, возвратная пружина 5, регулировочная гайка 1, подвижной контакт 10 на изоляционной пластине 2, неподвижные контакты 9 и 11, клеммы 12, гибкая связь подвижного контакта с клеммой 8.

Реле обладает высоким коэффициентом возврата, так как имеет достаточно большой конечный зазор и небольшой ход якоря. Коэффициент возврата регулируется изменением конечного зазора и хода якоря с помощью изменения положений контактов 9 и 11. При опускании контакта 9 уменьшается ход якоря, при подъеме контакта 11 увеличивается конечный зазор.

В ряде схем электроприводами управляют не с помощью самовозвратных кнопок, а с помощью командоконтроллера. В этом случае защита цепей двигателей должна производиться реле без самовозврата. В противном случае реле максимального тока, отключившись после снятия напряжения контактором, вновь подаст сигнал на включение при неустраненном коротком замыкании. При этом произойдут повторное срабатывание реле и отключение схемы контактором и т. д. Для предотвращения этого реле не должно иметь самовозврата в исходное положение.

Отличительная особенность электромагнитного токового реле без самовозврата (рисунок 3.3) - наличие защелки 1, левая часть которой тяжелее правой. При притяжении якоря 2 защелка под действием своего веса поворачивается против часовой стрелки и запирает якорь в притянутом положении. Возвращение реле в исходное положение после срабатывания возможно вручную.

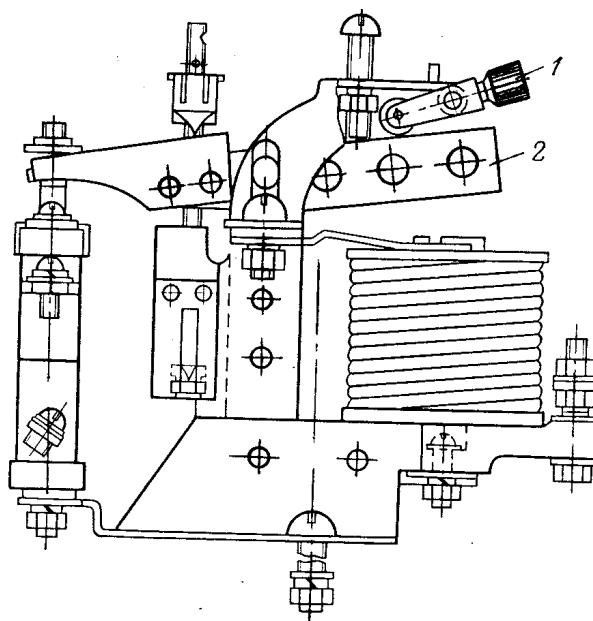


Рисунок 3.3 - Электромагнитное реле переменного тока без самовозврата

### Задание

- 1 Определите тип реле и запишите его технические данные.
- 2 Снимите крышку реле и рассмотрите устройство его основных частей.
- 3 Опишите устройство и принцип действия реле времени.
- 4 Ответьте на контрольные вопросы.

## **Содержание отчета**

- 1 Тема и цель работы.
- 2 Типы реле и его технические параметры.
- 3 Устройство и принцип действия реле.
- 4 Ответы на вопросы для самопроверки.

## **Вопросы для самопроверки**

- 1 Дать определение реле.
- 2 Перечислите требования к реле.
- 3 Какой материал применяется для изготовления контактов?
- 4 Перечислите типы реле в зависимости от хода якоря.
- 5 Чем опасна вибрация контактов реле РТ-40 и что используется для гашения вибрации?
- 6 Чем отличаются реле постоянного тока от реле переменного тока?
- 7 Перечислите основные элементы реле РЭВ -300.
- 8 Как должна производиться защита цепей электродвигателя при управлении им с помощью командоконтроллера и почему?
- 9 В каких пределах находится время действия обыкновенных реле?

## **Практическая работа 4**

### **Выбор электрических и электронных аппаратов по заданным техническим условиям и проверка их на соответствие заданным режимам работы**

**Цель:** Научиться производить расчет электрических и электронных аппаратов по заданным техническим условиям.

### **Краткие теоретические сведения**

**Электрический аппарат** – это устройство, управляющее электропотребителями и источниками питания, а также использующее электрическую энергию для управления неэлектрическими процессами.

#### **Электрические аппараты ручного управления.**

**Рубильник** – простейший аппарат ручного управления, который используется для коммутации электрических цепей при напряжении до 660 В переменного тока и 440 В постоянного тока и токах от 25 до 10000 А.

**Кнопки управления** – электрические аппараты ручного управления, предназначенные для подачи оператором управляющего воздействия при управлении различными электромагнитными аппаратами (реле, пускателями, контакторами), а также для коммутирования цепей управления, сигнализации, электрической блокировки цепей постоянного и переменного тока.

**Пакетные выключатели и переключатели** – электрические аппараты ручного управления, предназначенный для коммутации цепей управления и сигнализации в схемах пуска реверса электродвигателей, а также электрических цепей переменного тока напряжением 380 В и постоянного тока напряжением 220 В небольшой мощности под нагрузкой.

**Малогабаритные переключатели** - электрические аппараты ручного управления, предназначенные для установки на панелях щитов, используются для дистанционного управления электромагнитными аппаратами (реле, пускателями, контакторами), а также для коммутирования цепей управления, сигнализации, электрической блокировки цепей постоянного и переменного тока напряжением до 220 В и с током до 6 А.

**Контроллер** – коммутационное устройство, осуществляющее пуск и регулирование скорости электродвигателя. Многоцепной электрический аппарат с ручным или ножным приводом для непосредственной коммутации силовых цепей электродвигателей. По конструкции они подразделяются на кулачковые, барабанные, плоские и магнитные.

**Резисторы и элементы сопротивлений** – аппараты управления, которые предназначены для регулирования тока в электрической цепи за счет изменения ее сопротивления (омического, индуктивного или емкостного). Резисторы – омические или активные сопротивления. В зависимости от назначения сопротивления подразделяются на пусковые, тормозные, регулировочные, добавочные, разрядные, нагрузочные, нагревательные, заземляющие и установочные.

**Электромагнитные реле** - электрические аппараты дистанционного управления, предназначенные для осуществления скачкообразных изменений в управляемых цепях при заданном значении электрических воздействующих величин.

Все реле делятся по назначению на три группы:

Основные реле, непосредственно реагирующие на изменение контролируемых величин, например тока, напряжения, мощности, частоты, сопротивления и т.д.;

Вспомогательные реле (промежуточные), управляемые другими реле и выполняющие функции введения выдержки времени, размножения контактов, передачи команд от одних реле к другим, воздействия на выключатели, сигналы и т.п.;

Сигнальные (указательные) реле, фиксирующие действие защиты и управляющие звуковыми и световыми сигналами.

**Реле тока** – реле, воспринимающий орган которого реагирует на изменение тока.

**Реле напряжения** – реле, воспринимающий орган которого реагирует на изменение напряжения.

**Максимальные реле** – реле, срабатывающие, когда значение воздействующей величины превосходит заданную.

**Минимальные реле** – реле, срабатывающие, когда значение воздействующей величины снижается ниже заданной.

**Электромагнитные контакторы** – двухпозиционные электрические аппараты дистанционного управления, предназначенные для частых включений и отключений силовых электрических цепей при нормальных режимах работы.

**Электрические аппараты защиты.**

**Аппарат защиты** – электрический аппарат, автоматически отключающий защищаемую электрическую цепь при ненормальных режимах работы.

**Плавкий предохранитель** - это коммутационный электрический аппарат, защищающий электроустановку от перегрузок и токов короткого замыкания посредством разрушения специально предусмотренных для этого токоведущих частей под действием тока, превышающего определенное значение.

**Тепловое реле** – электрический аппарат, применяемый для защиты электрических двигателей и другого электрооборудования от длительных перегрузок

**Автоматический выключатель** – аппарат защиты, предназначенный для коммутации цепей при аварийных режимах, а также нечастых (от 6 до 30 в сутки) включений и отключений электрических цепей при нормальных режимах работы.

#### **Бесконтактные электрические аппараты и датчики.**

**Датчики** – электрические аппараты, осуществляющие восприятие контролируемой (входной) величины и преобразование ее к виду, удобному для передачи по линиям связи и дальнейшего преобразования и измерения.

**Параметрические датчики** – датчики, в которых контролируемая физическая величина преобразуется в изменение таких параметров, как активное сопротивление, индуктивность или емкость. Параметрические датчики относятся к пассивным элементам и требуют источника питания для выявления изменения входной величины.

**Генераторные датчики** - датчики, в которых изменение контролируемой величины преобразуется в изменение ЭДС на выходе. В этих датчиках не требуется отдельного источника питания для изменения выходной величины.

**Магнитный усилитель** – электромагнитное устройство с управляемой индуктивностью, которое служит для регулирования тока в цепи нагрузки с помощью подмагничивания ферромагнитных сердечников постоянным током.

**Датчики пути и положения** – датчики, которые обеспечивают создание управляющих сигналов в зависимости от пройденного пути или положения рабочих органов управляемого объекта. Бывают контактные и бесконтактные.

#### **Задание**

- 1 Изучить теоретический материал.
- 2 Выписать данные для своего варианта.
- 3 Решить задачи 1 и 2, при решении задач пояснить все действия.

#### **Задача 1**

Для прямого пуска короткозамкнутого асинхронного электродвигателя серии 4А мощностью  $P$ , питающегося от сети с номинальным напряжением  $U_{ном}=380$  В, используется магнитный пускатель, схема включения которого представлена на рисунке 4.1. В состав пускателя входят контактор  $KM$  и тепловые реле  $KK1$  и  $KK2$ . Определить необходимые параметры двигателя и выбрать тип пускателя и параметры его тепловых реле. Данные для расчета приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные к задаче 1

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

$P$ , кВт	15	18,5	22	15	18,5	22	11	15	11	15
$\cos \varphi_{\text{об}}$	0,91	0,92	0,91	0,88	0,88	0,90	0,86	0,87	0,75	0,82
$\eta$	0,88	0,885	0,885	0,885	0,895	0,90	0,86	0,875	0,87	0,87

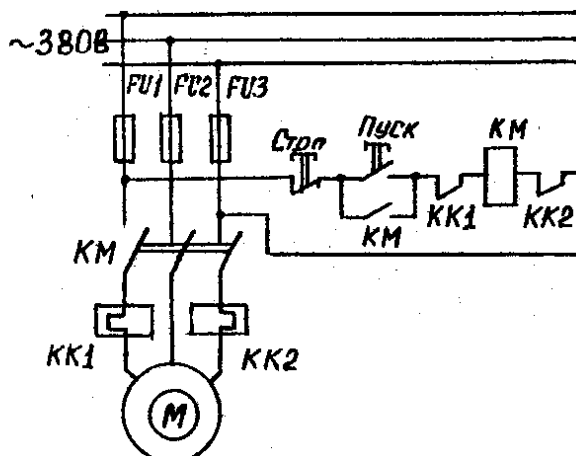


Рисунок 4.1 – Схема магнитного пускателя

### Задача 2

Определить токи срабатывания и отпускания, а также коэффициент возврата нейтрального экранированного герконового реле, содержащего обмотку управления с числом витков  $w$  и один симметричный замыкающий магнитоуправляемый контакт (рисунок 4.2, обмотка управления не показана).

Исходные данные для расчетов.

Размеры электродов геркона: длина  $l = 20$  мм; ширина  $b = 2,6$  мм; толщина  $h = 0,5$  мм. Жесткость электродов  $C = 1,66 \cdot 10^3$  Н/м. Длина перекрытия в рабочем зазоре  $l_b = 1,2$  мм. Величина конечного рабочего зазора  $\delta_{\text{мин}} = 0,01$  мм. Коэффициент симметрии геркона  $K_{\text{см}} = 0,5$ . Коэффициент магнитной проводимости путем рассеяния  $K_{\text{рас}} = 0,1$ . Коэффициент магнитной проводимости магнитопровода  $K_{\text{см}} = 2$ . Величина начального рабочего зазора  $\delta_0$  число витков обмотки управления приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Исходные данные к задаче 2

Параметр	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\delta_0$ , мм	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,22	0,23	0,24	0,25
$w$ , число витков	1	1	2	2	2	3	1	1	2	2
	5000	8000	0000	2000	5000	0000	5000	8000	0000	5000

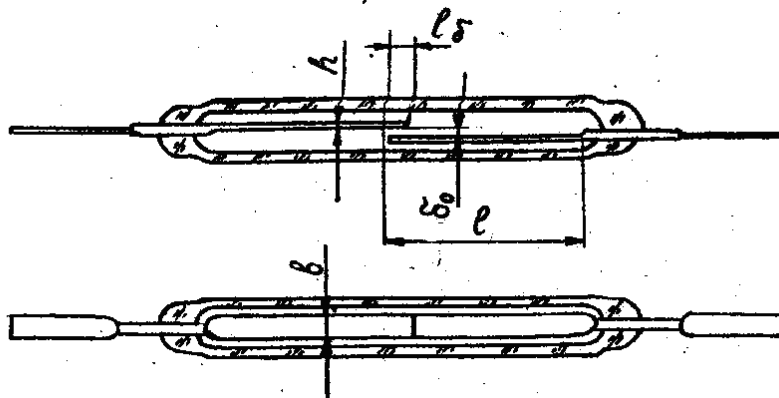


Рисунок 4.2 – Герконовое реле

### Методические указания к задаче 1

1) Определить номинальный ток двигателя по формуле

$$I_{\text{ном.дв}} = \frac{P}{\sqrt{3}U_{\text{ном}} \cos \varphi_{\text{дв}} \eta}$$

где  $I_{\text{ном.дв}}$  - номинальный ток двигателя;

$P$  – мощность двигателя;

$U_{\text{ном}}$  – номинальная мощность двигателя;

$\cos \varphi_{\text{дв}}$  – коэффициент мощности двигателя;

$\eta$  – коэффициент полезного действия двигателя.

По величине этого тока произвести выбор пускателя таким образом, чтобы максимальный рабочий ток пускателя в категории применения АС-3 (пуск электродвигателей с короткозамкнутым ротором, отключение вращающихся двигателей при номинальной нагрузке) был не менее номинального тока двигателя и максимально близким к нему.

2) Определить номинальный ток уставки теплового реле.

Для лучшего согласования перегрузочной характеристики двигателя и защитной (время-токовой) характеристики реле номинальный ток уставки выбирается на 15...20% выше номинального тока двигателя, т.е.

$$I_{\text{уст.ном}} = (1,15 \div 1,20) I_{\text{ном.дв}}$$

где  $I_{\text{уст.ном}}$  - номинальный ток уставки двигателя;

$I_{\text{ном.дв}}$  - номинального тока двигателя.

Так как в тепловое реле выбранного выше пускателя может быть установлен тепловой элемент с различным номинальным током (током срабатывания при нулевом положении регулятора), то из ряда этих токов для реле пускателя необходимо выбрать значение, ближайшее к  $I_{\text{уст.ном}}$  и проверить укладывается ли величина  $I_{\text{уст.ном}}$  в пределы регулирования номинального тока уставки ( $\pm 25\%$ ).

### Методические указания к задаче 2

1) МДС срабатывания реле с магнитоуправляемым контактом определяется уравнением:

$$F_{cp} = (IW)_{cp} = \frac{2\delta_0}{3} \left( \frac{1}{K_{cm}} + 1 + \frac{K_{pac}}{K_{cm}} \right) \cdot \sqrt{\frac{2\delta_0}{3} \left( 1 + \frac{1}{K_{cm} + K_{pac}} \right) \cdot \frac{cK_{cm}}{\mu_0 b l_\delta}}$$

где  $l$  - длина электродов геркона;

$b$  - электродов геркона ширина;

$h$  - толщина электродов геркона;

$C$  - жесткость электродов;

$l_b$  - длина перекрытия в рабочем зазоре;

$\delta_{мин}$  - величина конечного рабочего зазора;

$K_{см}$  - коэффициент симметрии геркона;

$K_{pac}$  - коэффициент магнитной проводимости путем рассеяния;

$K_{cm}$  - коэффициент магнитной проводимости магнитопровода;

$\delta_0$  - величина начального рабочего зазора;

$W$  - число витков.

Тогда ток срабатывания реле:

$$I_{cp} = \frac{F_{cp}}{W}$$

Аналогично, МДС отпущения реле:

$$F_{онт} = (IW)_{онт} = \frac{\delta_0 / \delta_{мин} + K_{cm} + K_{pac}}{K_{cm}} \delta_{мин} \sqrt{\frac{2C(\delta_0 - \delta_{мин})K_{cm}}{\mu_0 b l_\delta}}$$

Ток отпущения:

$$I_{онт} = \frac{F_{онт}}{W}$$

Коэффициент возврата реле:

$$K_\epsilon = \frac{I_{онт}}{I_{cp}}$$

### Содержание отчета

- 1 Тема и цель работы.
- 2 Решение задач с пояснениями.
- 3 Ответы на вопросы для самопроверки.

### Вопросы для самопроверки

- 1 Что называют электрическим аппаратом?
- 2 Перечислите аппараты ручного управления.
- 3 Что называют электромагнитным реле?
- 4 На какие группы делятся по назначению реле?
- 5 Какие аппараты относятся к аппаратам защиты и управления?
- 6 Какие аппараты относятся к бесконтактным электрическим аппаратам?

## Контрольная работа

Вариант	Вопросы				
	1	2	3	4	5
1	1	11	21	31	41
2	2	12	22	32	42
3	3	13	23	33	43
4	4	14	24	34	44
5	5	15	25	35	45
6	6	16	26	36	46
7	7	17	27	37	47
8	8	18	28	38	48
9	9	19	29	39	49
10	10	20	30	40	50

### Вопросы

- 1 Основные задачи участка ремонта КИПиА.
- 2 Какие различают виды ремонтов, сроки их проведения?
- 3 Основные неисправности весов.
- 4 Этапы ремонта оптико-механических приборов.
- 5 В чем заключается юстировка циферблатных весов?
- 6 Характерные неисправности электроизмерительных приборов.
- 7 Основные неисправности термопар и термометров сопротивлений.
- 8 Основные неисправности манометрических термометров.
- 9 В чем заключается ремонт медных и платиновых термометров сопротивлений?
- 10 Как производится ремонт термопар?
- 11 Основные неисправности логометров и методы их устранения.
- 12 Основные неисправности милливольтметров и методы их устранения.
- 13 Характерные неисправности в автоматических потенциометрах и мостах, и методы их устранения.
- 14 Основные неисправности мембранных приборов и последовательность их ремонта.
- 15 Последовательность ремонта сильфонных приборов.
- 16 Последовательность ремонта пружинных приборов.
- 17 Методы ремонта поплавковых и буйковых приборов.
- 18 Характерные неисправности емкостных уровнемеров и методы их устранения.
- 19 Основные неисправности расходомеров.
- 20 В чем заключается ремонт расходомеров?
- 21 Неисправности сигнального устройства.
- 22 Основные причины отказов анализаторов.
- 23 Что такое надежность прибора, регулятора?



- 24 Что называется работоспособностью прибора?
- 25 Чем характеризуется безотказность прибора?
- 26 Как определяется вероятность безотказной работы автоматической системы?
- 27 Как классифицируются типы отказов приборов?
- 28 Какие факторы влияют на надежность приборов?
- 29 Какие виды испытаний приборов производят для контроля качества выпускаемых приборов?
- 30 Какое значение имеет смазка в повышении износостойкости приборов?
- 31 Какие типы смазок и масел используют при эксплуатации приборов и регуляторов?
- 32 Какие типы охлаждения используют в приборостроении?
- 33 Чем характеризуется сухое и жидкостное трение?
- 34 Для каких целей применяется герметизация приборов?
- 35 Чем характеризуется пропитка, заливка и опрессовка элементов в приборостроении?
- 36 Что такое физический износ прибора?
- 37 Дайте характеристику моральному износу прибора или системы.
- 38 Перечислите и поясните виды инструктажей.
- 39 На какие классы подразделяют помещения по взрывоопасности?
- 40 Какие исполнения имеют приборы по уровню взрывозащиты?
- 41 Классификация электроустановок и помещений.
- 42 В чем заключаются организационные мероприятия согласно ПТБ при производстве работ в электроустановках.
- 43 Перечислите средства защиты и их назначение?
- 44 Испытание и сдача электрических проводов
- 45 Испытание и сдача трубных проводов
- 46 Правила выполнения схем внешних электрических проводов
- 47 Правила выполнения схем внешних трубных проводов
- 48 Оформление и содержание заявочных ведомостей и заказных спецификаций на оборудование и монтажные материалы
- 49 Установка средств измерения и автоматизации на щитах и пультах
- 50 Индустриальные методы производства монтажных работ

## Список использованных источников

- 1 Иванов Б.К. Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике. Феникс, 2015.
- 2 Каминский М.Л., Каминский В.М. Монтаж приборов и систем автоматизации. - М.: Высшая школа, 2016.
- 3 Китаев Ю.В. Основы цифровой техники. Учебное пособие. СПб. СПбГУ ИТМО, 2014..
- 4 Ключев А.С.. Монтаж средств измерений и автоматизации: Справочник. – М.: Энергоатомиздат. 2015.
- 5 Ключев А.С. Наладка средств измерений и систем технологического контроля: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 2015.
- 6 Медведев А.Е., Чупин А.В. Автоматизация производственных процессов. Учеб. пособие. Кузбас. гос. техн. ун-т. - Кемерово, 2016.
- 7 Минаев П.А. Монтаж систем контроля и автоматизации.– М.: Стройиздат, 2014.
- 8 Назаров В.И., Буров А.Л., Чиж В.А. Теплотехнические измерения и приборы «Техноперспектива», 2015.
- 9 Плетнев Г.П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике. Москва. Издательский дом МЭИ, 2017.
- 10 Правила устройства электроустановок. – М.: Главэнергонадзор России, 2014.
- 11 Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие/ под ред. А.С. Ключева.– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2015.
- 12 Семенов, А.С., Палагута, К.А. Интегрированные системы проектирования и управления: Учебное пособие для ВУЗов. - М.: МГИУ, 2016.
- 13 Система планово-предупредительного ремонта оборудования и сетей промышленной энергетики/Синягин Н. Н., Афанасьев Н. А., Новиков С. А. - М.: Техносфера, 2016.
- 14 Федоров, Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП. Проектирование и разработка. - М.: Инфра-Инженерия, 2015.
- 15 Харазов, В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. - СПб.: Профессия, 2014.

## Содержание

Введение	3
Указания к выполнению контрольной и практических работ	5
Тематический план учебной дисциплины	6
Содержание учебной дисциплины	7
Практические работы	22
Контрольная работа	40
Список использованных источников	42