Министерство образования и науки Челябинской области Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Южно-Уральский государственный технический колледж»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

**ПО** ПМ 02 ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ СБОРКИ И АПРОБАЦИИ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

для студентов специальности

***15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям )(ТОП -50)***

ЧЕЛЯБИНСК, 2023

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ по ПМ 02 осуществление сборки и апробации моделей элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов по специальности 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям )(ТОП -50).

Лабораторные занятия являются важным элементом учебной дисциплины, так как в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, которые составляют часть профессиональной практической подготовки, а также общие компетенции, проявляющиеся через умение наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимость, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, оформлять результаты в виде отчетов.

В процессе выполнения лабораторных работ, обучающиеся систематизируют и закрепляют полученные теоретические знания, развивают интеллектуальные и профессиональные умения, формируют элементы компетенций будущих специалистов.

На практических занятиях студенты овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе курсового проектирования, учебной и производственной (по профилю специальности и преддипломной) практики. Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, формируются элементы общих и профессиональных компетенций.

Программой учебной дисциплины «Организация работ по монтажу, ремонту и наладке систем автоматизации, средств измерений и мехатронных систем» предусмотрено выполнение 2 лабораторных и 8 практических работ, направленных **на формирование *элементов следующих компетенций*:**

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и не стандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 2.1. Выполнять работы по монтажу систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса.

ПК 2.2. Проводить ремонт технических средств и систем автоматического управления.

ПК 2.3. Выполнять работы по наладке систем автоматического управления.

ПК 2.4. Организовывать работу исполнителей.

***умений*:**

- определять наиболее оптимальные формы и характеристики систем управления;

- составлять структурные и функциональные схемы различных систем автоматизации, компонентов мехатронных устройств и систем управления;

- применять средства отработки и отладки специализированного программного обеспечения для управления технологическим оборудованием, автоматизированным и мехатронными системами;

- составлять типовую модель АСР (автоматической системы регулирования) с использованием информационных технологий;

**обобщение, систематизацию, углубление и закрепление *знаний*:**

- назначение элементов и блоков систем управления, особенности их работы, возможности практического применения, основные динамические характеристики элементов и систем элементов управления;

- назначение функциональных блоков модулей мехатронных устройств и систем, определение исходных требований к мехатронным устройствам путем анализа выполнения технологических операций;

- технические характеристики, принципиальные электрические схемы;

- физическую сущность изучаемых процессов, объектов и явлений, качественные показатели реализации систем управления, алгоритмы управления и особенности управляющих вычислительных комплексов на базе микроконтроллеров и микроЭВМ;

- основы организации деятельности промышленных организаций;

- основы автоматизированного проектирования технических систем.

Описание каждой практической работы содержит номер, название и цель работы, формируемые в процессе выполнения работы знания, умения и элементы компетенций, теоретическое изложение необходимого материала (при необходимости примеры выполнения заданий), варианты заданий, описание алгоритма выполнения работы и контрольные вопросы (с целью выявить и устранить недочеты в освоении материала).

Для получения дополнительной, более подробной информации по основным вопросам учебной дисциплины в конце методических рекомендаций приведен перечень информационных источников.

Отчеты студентов по практическим работам должны содержать номер, название и цель работы, выполненные задания и их результаты, ответы на контрольные вопросы и выводы по проделанной работе.

Титульный лист должен быть оформлен в соответствии с приложением В.

**ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Название темы | Наименование лабораторных работ | Часы |
| 1.6 | Монтаж систем автоматического управления. | Составление таблиц соединений и подключений по принципиальной схеме | 2 |
| Исследование правильности подключения термометров сопротивления | 2 |
|  |  | **Всего:** | **4** |

**ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Название темы | Наименование практических работ | Часы |
| 1.3 | Использование и устройство элементов и узлов типовых средств измерений, автоматизации, элементов систем мехатроники. | Расчет параметров и построение статических характеристик потенциометрических преобразователей. | 2 |
| 1.5 | Тема 1.5. Стадии проектирования и состав проектов автоматизации технологических процессов. | Выполнение по ЕСКД рабочего чертежа схемы электрической принципиальной устройства автоматизации | 2 |
| Выполнение по ЕСКД перечня элементов для рабочего чертежа схемы электрической принципиальной устройства автоматизации | 2 |
| 1.6 | Монтаж систем автоматического управления. | Расчет трубных проводок на прочность и плотность | 2 |
| Расчет заземляющих устройств | 2 |
| Расчет питающего кабеля | 2 |
| 1.7 | Ремонт систем автоматизации, средств измерений и мехатронных систем. | Поверка миллиамперметра и вольтметра магнитоэлектрической системы | 2 |
| 1.8 | Наладка систем автоматизации, средств измерений и мехатронных систем | Определение и устранение ошибки в схеме электрической принципиальной технологической защиты. | 2 |
|  |  | **Всего:** | **16** |

**Лабораторная работа №1**

**Составление таблиц соединений и подключений по принципиальной схеме.**

**Цель работы:** формирование умений составления таблицы соединений в соответствии с принципиальной схемой

**знания (актуализация)**

* радиоэлементы в электрических схемах;
* правила заполнения таблицы соединений

**умения:**

* выполнять таблицу соединений;
* определять назначение элементов

**Теоретическое обоснование.**

Таблицу соединений в виде самостоятельного документа выполняют на формате А4. Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по [ГОСТ 2.104](http://docs.cntd.ru/document/1200045443) (формы 2 и 2а).

Форму таблицы соединений выбирает разработчик схемы в зависимости от сведений, которые необходимо поместить на схеме (см. рисунок 1).

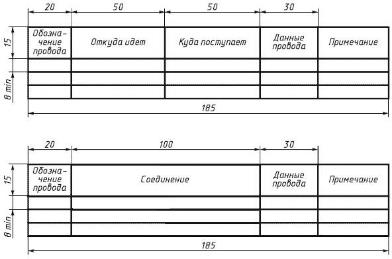


Рисунок 1- Формы таблиц соединений

В графах таблиц указывают следующие данные:  
в графе "Обозначение провода" - обозначение одножильного провода, жилы кабеля (многожильного провода, электрического шнура) или провода жгута;  
в графах "Откуда идет", "Куда поступает" - условные буквенно-цифровые обозначения соединяемых элементов или устройств;  
в графе "Соединения" - условные буквенно-цифровые обозначения соединяемых элементов или устройств, разделяя их запятой;  
в графе "Данные провода":  
- для одножильного провода - марку, сечение и, при необходимости, расцветку в соответствии с документом, на основании которого его применяют;  
- для кабеля (многожильного провода, электрического шнура), записываемого в спецификацию как материал, - марку, сечение и количество жил в соответствии с документом, на основании которого применяют кабель (многожильный провод, электрический шнур);  
в графе "Примечание" - дополнительные уточняющие данные.  
Примечания:

1) Размеры граф - рекомендуемые.

2) Допускается графы делить на подграфы.

**Приборы и оборудование.**

1) [Асинхронный двигатель с короткозамкнутым  ротором](http://zametkielectrika.ru/asinxronnyj-dvigatel/) общего назначения.

2) Магнитный пускатель типа ПМЛ-1100 (нереверсивный)

3) [Магнитный пускатель](http://zametkielectrika.ru/magnitnyj-puskatel-pml-1100/) ПМЕ-211 (для пуска, остановки и реверсирования двигателя)

4) Тепловое реле ТРН (для защиты асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором от перегрузок)

5) Кнопочный пост ПКЕ 222-3У2 (кнопка пуск — вперед, пуск — назад и стоп)

**Задание.** Выполнить таблицу соединений по принципиальной схеме

**Порядок выполнения работы.**

1. Перерисовать схему в отчёт.

2. Проставить на схеме обозначения контактов аппаратов, пользуясь схемами или паспортами устройств (рисунок 2).

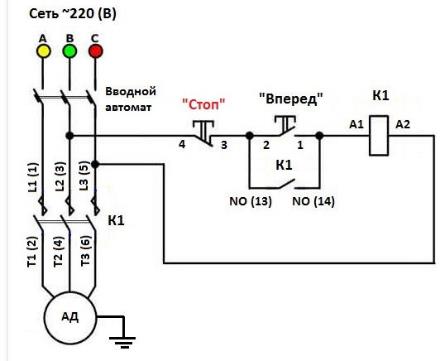


Рисунок 2- Схема управления асинхронным двигателем

4. Составить таблицу подключений, пользуясь описанием.

Для подключения питания необходимо подключить три фазных провода от источника трехфазного питания (А, В, С) до соответствующих клемм пускателя: L1 (1), L2 (3), L3 (5). Затем подключить провод с одной стороны на клемму L2 (3) пускателя, а с другой стороны — на замкнутый контакт кнопки «Стоп» с маркировкой (4). Теперь необходимо установить перемычку между замкнутым контактом кнопки «Стоп» с маркировкой (3) и разомкнутым контактом кнопки «Вперед» с маркировкой (2). С клеммы (1) кнопки «Вперед» необходимо проложить провод на вывод катушки пускателя (А1). Параллельно разомкнутым контактам (1-2) кнопки «Вперед» нужно подключить вспомогательный разомкнутый контакт NO (13) — NO (14) магнитного пускателя ПМЛ-1100. Т.е. с клеммы (2) кнопки «Вперед» прокладываем провод на вспомогательный контакт NO (13) магнитного пускателя. Со вспомогательного контакта NO (14) магнитного пускателя ПМЛ-1100 необходимо сделать перемычку на катушку (А1). В итоге получилось, что разомкнутый контакт кнопки «Вперед» (1-2) и вспомогательный разомкнутый контакт NO (13) — NO (14) магнитного пускателя подключены параллельно. И осталось вывод катушки А2 магнитного пускателя подключить к клемме L3 (5). Далее необходимо собрать кнопочный пост. Схема управления магнитным пускателем готова. Осталось подключить на клеммы Т1 (2), Т2 (4), Т3 (6) асинхронный двигатель и проверить схему. Последовательность подключений, занести в таблицу 1.

Таблица 1 - Таблица подключений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение провода | Откуда идёт | Куда поступает | Данные провода | Примечание |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**Контрольные вопросы.**

1) Возможно ли размещение технических данных, характеризующих отдельные элементы электроустановки, в таблице соединений?

2) Каким образом размещаются буквенно-цифровые обозначения на схеме?

3) Какую информацию несет в себе таблица соединений?

4) На какие отличия силовой цепи и цепи управления следует обратить внимание при выполнении принципиальной схемы?

**Содержание отчета:**

- номер работы;

- наименование;

* цель;

- задание в соответствии с вариантом;

- расчеты;

- ответы на контрольные вопросы;

- вывод.

**Лабораторная работа №2**

**Исследование правильности подключения термометров сопротивления**

**Цель работы:** овладеть методикой подключения термометров сопротивления

**знания (актуализация):**

- виды и методы измерений;

- основные метрологические понятия, нормируемые метрологические характеристики;

- типовые структуры измерительных устройств, методы и средства измерений технологических параметров;

- принцип действия, устройства и конструктивные особенности средств измерения.

**умения:**

- проводить необходимые технические расчеты электрических схем включения датчиков и схем предобработки данных несложных мехатронных устройств и систем;

**Теоретическое обоснование.**

Термометр сопротивления (ТС) это термометр, как правило, в металлическом или керамическом корпусе, чувствительный элемент которого представляет собой резистор, выполненный из металлической проволоки или пленки и имеющий известную зависимость электрического сопротивления от температуры. Самый популярный тип термометра – платиновый ТС, это объясняется высоким температурным коэффициентом платины, ее устойчивостью к окислению и хорошей технологичностью. Главное преимущество термометров сопротивления – широкий диапазон температур, высокая стабильность, близость характеристики к линейной зависимости, высокая взаимозаменяемость. Пленочные платиновые термометры сопротивления отличаются повышенной вибропрочностью, но меньшим диапазоном температур. Изготавливаются также герметичные чувствительные элементы термометров сопротивления различных размеров, что позволяет их использовать в местах, где важно устанавливать миниатюрный датчик температуры. Недостаток термометров и чувствительных элементов сопротивления – необходимость использования для точных измерений трех- или четырехпроводной схемы включения, т.к. при подключении датчика с помощью двух проводов, их сопротивление включается измеренное сопротивление термометра. Важнейшей технологической проблемой для ТС проволочного типа является герметизация корпуса чувствительного элемента (ЧЭ) специальной глазурью, состав глазури должен быть подобран так, чтобы при колебаниях температуры в пределах рабочего диапазона не происходило разрушение герметизирующего слоя.

Чувствительный элемент (ЧЭ) - элемент термопреобразователя, воспринимающий и преобразующий тепловую энергию в другой вид энергии для получения информации о температуре.

Диапазон измеряемых температур - интервал температур, в котором выполняется регламентируемая функция термопреобразователя по измерению.

Рабочий диапазон - интервал температур, измеряемых конкретным термопреобразователем и находящийся внутри диапазона измеряемых температур.

Номинальное значение температуры применения - наиболее вероятная температура эксплуатации, для которой нормируют показатели надежности и долговечности.

Таблица 2- Свойства термометров сопротивления

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Металл | Рекомендуемый рабочий диапазон температур | Описание | Использование |
| Платина | –196°C до 600°C | Высокая точность и стабильность. Самый широкий диапазон температур. Высокое удельное сопротивление. Для изготовления ЧЭ требуется небольшое количество платины. Возможно изготовление ЧЭ методом напыления платины на подложку (пленочные ЧЭ). | Очень широко используется в промышленности всех стран. |
| Никель | –60°C до 180°C | Наиболее высокий температурный коэффициент; наибольший выходной сигнал сопротивления. Однако, если превышена точка Кюри (352°C), может возникать непредсказуемый гистерезис характеристики. | Используются реже, чем платиновые ТС. Никелевые ТС устанавливались раньше на корабельных системах контроля в комплекте с самописцами. |
| Медь | –50°C до 150°C | Имеют наиболее линейную характеристику, но очень ограниченный диапазон температур. Очень низкое удельное сопротивление, что обуславливает необходимость использования проволоки значительной длины. Это привело к тому, что в американском стандарте, медные термометры имеют номинальное сопротивление 10 Ом. | Используются в электрических генераторах, на электростанциях и в некоторых других отраслях промышленности |

1. Самая распространенная конструкция – так называемая «свободная от напряжения спираль» (рисунок 3). Эта конструкция выпускается многими российскими предприятиями и считается самой надежной. Вариации основного дизайна заключаются в размерах деталей и материалах, используемых для герметизации корпуса ЧЭ. Для различных диапазонов температур используются разные виды глазури. Эта конструкция ЧЭ также очень распространена за рубежом. Приводим примерную схему данного типа ЧЭ.

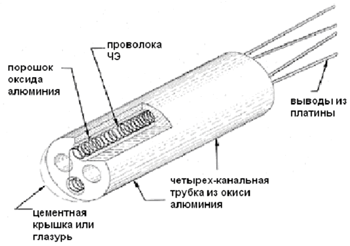
**

Рисунок 3- Конструкция «свободная от напряжения спираль»

ЧЭ представляет собой платиновую спираль, четыре отрезка которой укладываются в каналы трубки из оксида алюминия и засыпаются мелкодисперсным порошком из оксида алюминия высокой чистоты. Таким образом, обеспечивается изоляция витков спирали друг от друга, амортизация спирали при термическом расширении и вибропрочность. Герметизация концов ЧЭ проводится с помощью цемента, приготовленного на основе оксида алюминия, или специальной глазури.

2. Вторая конструкция – это новая разработка, которая используется в ЧЭ значительно реже из-за высокой стоимости. Так называемая полая конструкция «hollow annulus» (рисунок 4). Эта конструкция применяется на особо важных объектах, в атомной промышленности, т.к. обладает повышенной надежностью и стабильностью метрологических параметров.

Чувствительный элемент наматывается на поверхность полого металлического цилиндра, изолированную слоем оксида алюминия, образованным способом горячего распыления. Для изготовления цилиндра используется специальный металл, температурный коэффициент расширения которого очень близок к температурному коэффициенту платины. После специальных процедур отжига и обработки поверхности платины изолирующим слоем оксида алюминия ЧЭ вставляется в тонкую металлическую трубку, которая герметизируется с обоих концов. Коэффициент тепловой инерции такого элемента составляет около 350 мс, для погружаемого ЧЭ, до 11 с для ЧЭ, монтированного в корпус термометра. Недостатком данной конструкции, препятствующим ее широкому распространению в промышленности, является высокая стоимость ЧЭ.

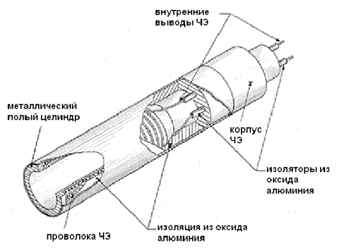


Рисунок 4 - Полая конструкция

3. Пленочные чувствительные элементы типа «thin-film» (рисунок 5) изготавливается нанесением тонкого слоя платины на керамическую подложку. Обычно слой имеет толщину порядка 10-8 см. Слой платины сверху покрывается эпоксидным или стеклянным изоляционным слоем. Технология изготовления освоена многими зарубежными фирмами, в настоящее время пленочный платиновый ЧЭ – это самый дешевый и самый широко продаваемый сенсор. Большим преимуществом является малый размер и масса ЧЭ, это позволяет устанавливать такие ЧЭ в миниатюрные корпуса и получать быструю скорость реагирования на изменение температуры объекта. Благодаря малым размерам, пленочные ЧЭ могут изготавливаться с повышенным номинальным сопротивлением. Уже разработаны и производятся ЧЭ с сопротивлением 1000 Ом. Это позволяет значительно снизить влияние сопротивления выводов при подключении по 2-х проводной схеме. По стабильности пленочные ЧЭ все еще уступают проволочным, но их технология постоянно совершенствуется, и в последнее время отчетливо наблюдается прогресс в повышении стабильности сопротивления ЧЭ и расширении температурного диапазона.

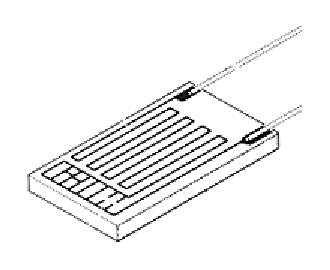


Рисунок 5 - Пленочные чувствительные элементы

4. Платиновая спираль в стеклянной изоляции (рисунок 6). Некоторые фирмы выпускают ЧЭ из платиновой проволоки, покрытой стеклом. Это обычно довольно дорогие термометры. Преимуществом является полная герметизация чувствительного элемента, стойкость к условиям повышенной влажности, недостатком – ограниченный диапазон рабочих температур.

Предпочтительный способ для соединения выводов ЧЭ и внутренних проводов термометра – сварка. Это предотвращает загрязнение выводных проводников другими металлами, возникающее при пайке, что может привести к возникновению паразитной ТЭДС. Внутренние выводы изготавливают обычно из меди, никеля, константана, меди с никелевым покрытием, меди со стальным покрытием и других металлов и сплавов. Выводы изолируют трубками из оксида алюминия, стекловолоконными трубками или пластиковыми трубками, если позволяет рабочая температура ТС.

Примерная схема сборки ЧЭ, приведена на рисунке 6.

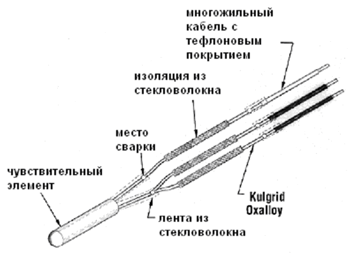


Рисунок 6 -Платиновая спираль в стеклянной изоляции

В данной конструкции материалом для внутренних выводов служит медь покрытая никелем (27%), путем холодного прессования (так называемый материал Kulgrid) или корозионностойкий высокотемпературный сплав (Oxalloy). Для внешних выводов используется изолированная тефлоном многожильная медь с никелевым покрытием.

Сборка ЧЭ с внутренними выводами помещается в цилиндрическую металлическую трубку-корпус термометра и засыпается мелкодисперсным гигроскопическим порошком из оксида алюминия или магния. Конец трубки, в месте выхода проводников герметизируется. Для надежной герметизации при высоких температурах используется специальная «крышка» с встроенным переходом металл-стекло или керамика-стекло. Выводы, предварительно вваренные в крышку свариваются с выводами термометра, крышка сваривается с корпусом. Такой способ обеспечивает полную герметизацию термометра и значительно повышает его долговечность и надежность.

Материалом корпуса ТС служит латунь (для низких и комнатных температур), сталь 314, сталь 316, инконель 600. Наилучшую коррозионную стойкость обеспечивает инконель 600.

**Задание.**  Подключить термометры сопротивления и проанализировать схемы

**Порядок выполнения работы.**

1. Собрать термопреобразователь сопротивления на ЧЭ по двухпроводной схеме, выполнить анализ схем.

В простейшей двухпроводной схеме (рисунок 7). влияние сопротивления подводящих проводов не устраняется. Напряжение измеряется не только на ЧЭ, но и на соединительных проводах.

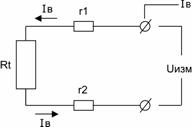


Рисунок 7- Двухпроводная схема

Такая схема может быть использована в случае, если сопротивлением подводящих проводов (r1,r2) можно пренебречь по сравнению Rt.

2.Собрать термопреобразователь сопротивления на ЧЭ по трехпроводной схеме, выполнить анализ схем.

Влияние сопротивления соединительных проводов в трехпроводной схеме (рисунок 8) устраняется путем компенсации. Компенсация возможна, если соединительные провода одинаковы. В этом случае появляется возможность выделить отдельно напряжение на соединительных проводах и скомпенсировать его.

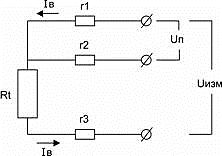


Рисунок 8- Трехпроводная схема

Равенство сопротивлений соединительных проводов и их температурных зависимостей является основным условием применимости трехпроводной схемы.

3.Собрать термопреобразователь сопротивления на ЧЭ по мостовой схеме, выполнить анализ схем.

Если входная электрическая схема прибора представляет собой мост, в одно плечо которого подключается ТС, то достаточно, чтобы были одинаковы сопротивления двух проводов: 1 и 2 (рисунок 9).

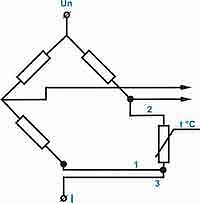


Рисунок 9 - Мостовая схема

4.Собрать термопреобразователь сопротивления на ЧЭ по четырехпроводной схеме, выполнить анализ схем.

В четырехпроводной схеме (рисунок 10) питание ЧЭ током возбуждения производится с помощью одних проводов, а измерение разности потенциалов на ЧЭ – с помощью других. Если измерение напряжения производится высокоомных вольтметром (ток через r2 и r3 не течет), то влияние сопротивления всех проводов полностью исключается.

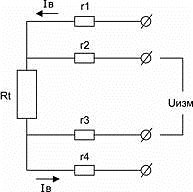


Рисунок 10- Четырехпроводная схема

Следует учесть, что если измерительный прибор рассчитан на четырехпроводную схему, то датчик к нему можно подключить и по двухпроводной схеме. При этом дополнительная погрешность измерения, вызванная влиянием соединительных проводов, будет иметь величину порядка (r2+r3)/ Rt.

**Контрольные вопросы:**

1. Какой термометр называется термометром сопротивления?
2. Назовите схемы подключения термометров сопротивления.
3. Какая из схем подключения является самой оптимальной?

**Содержание отчета:**

- номер работы;

- наименование;

* цель;

- задание в соответствии с вариантом;

- расчеты;

- ответы на контрольные вопросы;

- вывод.

**Практическая работа №1**

**Расчет параметров и построение статических характеристик потенциометрических преобразователей.**

**Цель работы:** Формирование умений осуществлять расчет параметров потенциометрических преобразователей

**Знания** (актуализация):

- назначение элементов и блоков систем управления, особенности их работы, возможности практического применения, основные динамические характеристики элементов и систем элементов управления;

- назначение функциональных блоков модулей мехатронных устройств и систем, определение исходных требований к мехатронным устройствам путем анализа выполнения технологических операций;

- технические характеристики, принципиальные электрические схемы;

**умения:**

* по заданным параметрам выполнять расчеты электрических, электронных и пневматических схем измерений, контроля и регулирования, питания, сигнализации и отдельных компонентов мехатронных систем;
* производить наладку систем автоматизации и компонентов мехатронных систем;

**Теоретическое обоснование.**

Потенциометрические датчики предназначены для преобразования механического перемещения в электрический сигнал.

Основной частью датчика является реостат, сопротивление которого изменяется при перемещении движка, скользящего по проволоке (схема включения потенциометрического датчика   показана   на   рисунке 11, а).

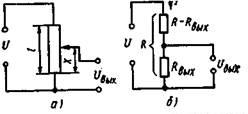


Рисунок 11- Схемы подключения потенциометрического датчика

Напряжение питания подается   на   всю   обмотку реостата через неподвижные выводы этой обмотки.  Выходное напряжение,пропорциональное перемещению движка, снимается с одного из неподвижных выводов и с подвижного движка. Такая схема включения в электротехнике называется потенциометрической или схемой делителя напряжения.

Если сопротивление всей обмотки датчика обозначить через R, а сопротивление части этой обмотки, с которой снимается выходное напряжение, черезRвых, то потенциометрическая схема включения датчика может быть представлена как последовательное соединение резисторов с сопротивлениемRвыхи (R- Rвых) (рисунок11, б). Ток через обмотку датчикаI=U/R, а приложенное напряжение распределяется (делится) между последовательно соединенными резисторами: U=IRвых+I(R- Rвых).Если сопротивление обмотки равномерно распределить по длине I, а перемещение движка обозначить через х, то выходное напряжение датчикаUвых=IRвых=Ux/l.

Таким образом, выходной сигнал датчика пропорционален перемещению движка. В автоматических системах движок может быть механически связан с каким-либо устройством (клапаном, рулем, антенной, режущим инструментом и т. п.), положение которого надо изме­рить и передать в виде электрического сигнала. Усилие, под действием которого перемещается движок, в этом случае   весьма велико. Поэтому для обеспечения надёжного контакта между движком и обмоткой следует иметь достаточно большую силу прижатия движка. В автоматических приборах для измерения различных неэлектрических величин движок датчика соединяется с чувствительным элементом, преобразующим контролируемую величину в перемещение. Усилие, развиваемое    чувствительными элементами (мембранами, биметаллическими пластинами, поплавками и т. п.), невелико. Поэтому нельзя сильно прижимать движок к обмотке. Наличие скользящего контакта снижает надежность потенциометрического датчика и является его основным недостатком. Для питания датчика может быть использовано как напряжение постоянного тока, так и напряжение переменного тока невысокой частоты. Входным сигналом датчика может быть не только линейное, но и угловое перемещение.

В зависимости от закона изменения сопротивления обмотки различают линейные и функциональные потенциометрические датчики.

**Задание.** Выполнить расчет параметров и построить статическую характеристику потенциометрических преобразователей

**Порядок выполнения работы.**

Дано:

Rн – сопротивление нагрузки, δUвых – требуемая погрешность, Xmax – максимальное отклонение ползунка потенциометрического преобразователя (ПП) от нулевого положения, соотношение диаметра каждого реохорда к его длине D/L = 0,1, напряжение питания Uпит = 12 В.

Пользуясь рисунком 12 и таблицами 3 и 4 необходимо:

1) определить сопротивление реохорда Rp;

2) построить статическую характеристику холостого хода;

3) определить зависимость внутреннего сопротивления от перемещения х

Rвн = f(x);

4) построить статическую характеристику с нагрузкой.

Схемы потенциометрических преобразователей

Х

Uвых

Uпит

Х

Uвых

Uпит

а) для вариантов 1 - 10

б) для вариантов 11 - 20

Рисунок 12 - Схемы для выполнения практической работы

Таблица 3 - Таблица исходных данных для вариантов 1 – 10

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Xmax, мм | 150 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 100 | 120 |
| Rн, Ом | 350 | 400 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 200 | 400 | 250 |
| δUвых, % | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,15 |

Таблица 4 - Таблица исходных данных для вариантов 11 – 20

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Xmax, мм | 100 | 80 | 120 | 150 | 100 | 80 | 120 | 150 | 100 | 80 |
| Rн, Ом | 300 | 350 | 400 | 300 | 350 | 400 | 300 | 350 | 400 | 300 |
| δUвых, % | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,3 |

**Контрольные вопросы.**

1. Что представляет собой потенциометр и для чего он нужен?

2. Чему равен выходной сигнал датчика?

3. Что является основным недостатком потенциометрического датчика?

**Содержание отчета:**

* номер работы;
* наименование;
* цель;
* задание в соответствии с вариантом;
* графическая часть;
* ответы на контрольные вопросы;
* вывод.

**Практическая работа №2**

**Выполнение по ЕСКД рабочего чертежа схемы электрической принципиальной**

**Цель работы:** Формирование умений графического оформления электрических принципиальных схем; приобрести навыки в изображении и буквенно-цифровом обозначении элементов и устройств электрических схем

**Знания** (актуализация):

- назначение элементов и блоков систем управления, особенности их работы, возможности практического применения, основные динамические характеристики элементов и систем элементов управления;

- назначение функциональных блоков модулей мехатронных устройств и систем, определение исходных требований к мехатронным устройствам путем анализа выполнения технологических операций;

- технические характеристики, принципиальные электрические схемы;

**умения:**

* выполнять чертеж схемы электрической принципиальной;
* пользоваться справочной литературой ГОСТ

**Теоретическое обоснование.**

Современные приборы, станки, автоматические линии имеют различные электрические устройства, для пояснения работы которых составляют электрические схемы. Схемы используют при проектировании, для изучения принципов работы, для изготовления, регулировки, контроля и ремонта изделий. Схемы значительно упрощают изображение изделия и облегчают изучение его устройства в случаях, когда нет надобности в изображении конструкции деталей изделия.

Схема – конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними. Схемы в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, подразделяются, согласно ГОСТ 2.701–84, на следующие виды:

• электрические – Э;

• гидравлические – Г;

• пневматические – П;

• кинематические – К.

Схемы в зависимости от основного назначения подразделяются на следующие типы:

• структурные – 1;

• функциональные – 2;

• принципиальные (полные) – 3;

• соединений (монтажные) – 4;

• подключения – 5;

• общие – 6;

• расположения – 7.

Наименование схемы определяется ее видом и типом (например, схема электрическая принципиальная, схема гидравлическая принципиальная). Шифры схем, входящих в состав конструкторской документации изделий, должны состоять из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы (например, схема электрическая принципиальная – Э3). Принципиальная схема – это схема, определяющая полный состав элементов и связи между ними и дающая детальное представление о принципах работы изделия. Элемент схемы – составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное функциональное значение (резисторы, конденсаторы и т.д.). Устройство – совокупность элементов, представляющая единую конструкцию (блок, плата, шкаф и т.д.). Функциональная группа – совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию. На принципиальной схеме изображают все электрические элементы, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, и все электрические связи между ними, а также электрические элементы (разъемы, зажимы и т.п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Электрические принципиальные схемы оформляются в соответствии с ГОСТ 2.101–68, ГОСТ 2.102–69 и должны отличаться выразительностью и четкостью графического решения. На электрических принципиальных схемах указывают взаимное расположение отдельных изделий (элементов и устройств) и порядок соединения их линиями электрической связи с источниками тока и между собой. При оформлении схем применяются УГО, установленные стандартами ЕСКД ГОСТ 2.721– 74…2.759–82. При графическом оформлении принципиальной схемы необходимо учитывать следующие правила и рекомендации. Схемы выполняются для изделий, находящихся в отключенном положении. Элементы схем показывают УГО, установленными стандартами ЕСКД. Размеры УГО приведены в ГОСТ 2.147–68, ГОСТ 2.128–74, ГОСТ 2.130–13, ГОСТ 2.155–74. Элементы, размеры которых в указанных стандартах не установлены, необходимо изображать на схеме в размерах, в которых они выполнены в этих стандартах. Все размеры графических обозначений допускается пропорционально изменять. Элементы типа реле, трансформаторов и других изделий, содержащих большое количество контактов, могут быть изображены на схеме двумя способами: совмещенным и разнесенным. При совмещенном способе (рисунок 13) составные части элементов или устройств изображаются на схеме в непосредственной близости друг к другу, при разнесенном (рисунок 14) – в различных местах для большей наглядности отдельных цепей. Схемы рекомендуется выполнять строчным способом: УГО устройств и их составных частей, входящих в одну цепь, изображают последовательно друг за другом по прямой, а отдельные цепи – рядом, в виде параллельных горизонтальных или вертикальных строк.

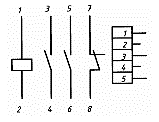


Рисунок 13 - Изображение элемента совмещённым способом.

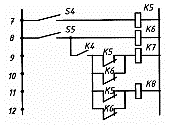


Рисунок 14- Строчный метод изображения схемы.

Строки нумеруют арабскими цифрами (рисунок 14). Схемы выполняют в многолинейном или однолинейном изображении (рисунок 15).

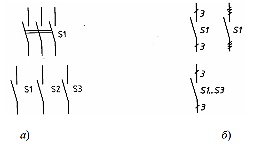


Рисунок 15Обозначение электрических цепей:

а – многолинейное; б – однолинейное

При многолинейном изображении каждую цепь показывают отдельной линией, а элементы – отдельными УГО; при однолинейном – идентичные цепи изображают одной линией, а одинаковые элементы – одним условным графическим обозначением. Графические обозначения на схемах следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи (0,2…1,0 мм), (утолщенные линии выполняются вдвое толще принятой толщины линии связи).

Условные графические обозначения элементов изображают в положении, в котором они приведены в стандартах, или повернутыми на угол, кратный 90° (допускается осуществлять поворот на угол, кратный 45°). Рекомендуемая толщина линий связи от 0,3 до 0,4 мм. Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наибольшее количество изломов. В отдельных случаях допускается применять наклонные отрезки линий связи. Обрывы линий связи заканчивают стрелками с указанием обозначения этой линии и характеристик цепей (полярности, потенциала и т.п.).

Позиционные обозначения

Всем элементам, устройствам и функциональным группам изделия, изображенным на схеме, присваиваются позиционные обозначения, содержащие информацию о виде элемента и его порядковом номере в пределах данного вида. Позиционное обозначение состоит из трех частей, имеющих самостоятельное смысловое значение. В первой части указывают вид элемента одной или несколькими буквами согласно ГОСТ 2.710–81 (буквенные коды элементов, встречающихся в задании, приведены в таблице 1, например: R – резистор, С – конденсатор и т.д. Во второй части указывается порядковый номер элемента в пределах данного вида, например, R1, R2, …, R12, C1, C2, …, C14. В третьей части допускается указывать соответствующее функциональное назначение, например, C4J – конденсатор C4 используется как интегрирующий. Порядковые номера присваивают, начиная с единицы, в пределах группы с одинаковыми позиционными обозначениями в соответствии с последовательностью расположения элементов на схеме, считая, как правило, сверху вниз в направлении слева направо. Позиционные обозначения проставляют рядом с условными графическими обозначениями элементов с правой стороны или над ними. В некоторых случаях (например, в принципиальных схемах на полупроводниковую интегральную микросхему) около условных графических и позиционных обозначений указывают номиналы резисторов и конденсаторов. При этом допускается применять упрощенный способ обозначения единиц измерений (рисунок 16)

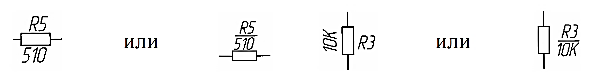


Рисунок 16 - Упрощенный способ обозначения единиц измерения около условных графических обозначений

Для резисторов:

* от 0 до 999 Ом – без указания единиц измерения;
* от 1 ⋅ 103 до 999 ⋅ 103 Ом – в килоомах с обозначением единицы измерения строчной буквой к;
* от 1 ⋅ 106 до 999 ⋅ 106 Ом – в мегаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой М;
* свыше 1 ⋅ 109 Ом – в гигаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой Г;

Для конденсаторов:

* от 0 до 9999–12 ф – в пикофарадах без указания единицы измерения;
* от 1 ⋅ 10–8 до 9999 ⋅ 10–6 ф – в микрофарадах с обозначением единицы измерения мкФ.

Сведения о функциях элементов и устройств не относятся к инженерной графике, они даются в специальной литературе.

**Задание**. Построить графически электрическую принципиальную схему (Э3) согласно условию индивидуального задания (прил. Б), заменив окружности с номерами позиций электрическими элементами или устройствами в соответствии с их условными графическими обозначениями (УГО) в ГОСТ (приложение А, таблицы 1 – 6) с указанием их буквенно-цифрового обозначения.

**Порядок выполнения работы.**

1. Разметить формат А4, вычертить рамку чертежа и основную надпись.

2. Проанализировать структуру схемы, сформировать однотипные элементы в группы и подсчитать их количество, пользуясь вариантом индивидуального задания (приложение Б) и данными таблиц 1 – 6 приложения А.

3. Построить графически схему на оставшейся площади формата, обеспечив равномерное расположение элементов и линий связи на поле чертежа.

4. Заменить окружности с номерами позиций, данные в варианте индивидуального задания (приложение Б) на изображения элементов или устройств, учитывая, что номера позиций, заключенные в окружности, соответствуют номерам графы 4 (Позиция на схеме) (таблиц 1 – 6 приложения А).

**Контрольные вопросы.**

1. Какие два способа представления изображений Вы знаете?

2. Приведите основные требования к выполнению схем согласно стандартам ЕСКД.

3. В каком порядке осуществляется нумерация элементов на чертеже принципиальной электрической схемы?

4. Приведите основные требования к выполнению схем согласно стандартам ЕСКД.

5. В каком порядке осуществляется нумерация элементов на чертеже принципиальной электрической схемы?

**Содержание отчета:**

* номер работы;
* наименование;
* цель;
* задание в соответствии с вариантом;
* графическая часть;
* ответы на контрольные вопросы;
* вывод.

**Практическая работа №3**

**Выполнение по ЕСКД перечня элементов к схеме электрической принципиальной**

**Цель работы:** Формирование умений графического оформления таблицы перечня элементов схемы.

**Знания** (актуализация):

- назначение элементов и блоков систем управления, особенности их работы, возможности практического применения, основные динамические характеристики элементов и систем элементов управления;

- назначение функциональных блоков модулей мехатронных устройств и систем, определение исходных требований к мехатронным устройствам путем анализа выполнения технологических операций;

- технические характеристики, принципиальные электрические схемы;

**умения:**

* составлять таблицу перечня элементов;
* пользоваться справочной литературой ГОСТ

**Теоретическое обоснование.**

Все сведения об элементах, входящих в состав изделия и изображенных на схеме, записывают в перечень элементов, который помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа.

Перечень элементов оформляют в виде таблицы, заполняемой сверху вниз по форме (рисунок 13), располагаемой над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм от нее. Продолжение таблицы помещают слева от основной надписи, повторяя заголовок таблицы.

В графах перечня указывают следующие данные:

* в графе «Поз. обозначение» – позиционное обозначение элемента устройства;
* в графе «Наименование» – наименование элемента в соответствии с документом, на основании которого этот элемент применен, а также обозначение этого документа (основной конструкторский документ: ГОСТ, ТУ);
* в графе «Примечание» – технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании.

Элементы записывают в перечень группами в алфавитном порядке буквенных кодов элементов. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров. Элементы одного типа с одинаковыми электрическими параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень в одну строку. В этом случае в графу «Поз. обозначение» вписывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например: R3, R4, C8, …, C12, а в графу «Кол.» – общее количество таких элементов.

На рисунке 17 показаны примеры записи элементов.

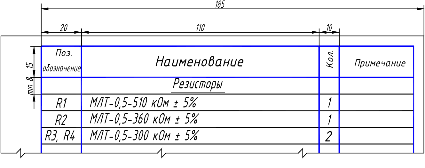


Рисунок 17- Оформления перечня элементов.

**Задание.** Пользуясь схемой из предыдущей практической работы составить таблицу перечня элементов.

**Порядок выполнения работы.**

1. Разметить формат А4, вычертить рамку чертежа и основную надпись.
2. Вычертить над основной надписью таблицу перечня элементов с необходимым для заданного числа элементов количеством горизонтальных строк.
3. Заполнить таблицу перечня элементов в соответствии с вычерченной схемой и основную надпись.

**Контрольные вопросы.**

1. Где помещают перечень элементов?
2. В каком порядке записываются элементы в перечне?
3. Что записывается в графе «Примечания»?

**Содержание отчета:**

* номер работы;
* наименование;
* цель;
* задание в соответствии с вариантом;
* графическая часть;
* ответы на контрольные вопросы;
* вывод.

**Практическая работа №4**

**Расчёт заземляющего устройства электроустановок**

**Цель работы:** Освоение методов расчёта заземляющего устройства электроустановок и произвести расчёт.

**Знания** (актуализация):

- назначение элементов и блоков систем управления, особенности их работы, возможности практического применения, основные динамические характеристики элементов и систем элементов управления;

- назначение функциональных блоков модулей мехатронных устройств и систем, определение исходных требований к мехатронным устройствам путем анализа выполнения технологических операций;

- технические характеристики, принципиальные электрические схемы;

**умения:**

* рассчитывать параметры заземлителей;

Т**еоретическое обоснование.**

Расчет защитного заземления имеет целью определить основные

параметры заземления - число, размеры и размещение одиночных заземлителей

и заземляющих проводников, при которых напряжения прикосновения и шага в

период замыкания фазы на заземленный корпус не превышают допустимых

значений.

Способ расчета основан на применении коэффициентов использования

проводимости заземлителя, поэтому его называют способом коэффициентов

использования.

Расчет может быть выполнен как по допустимому сопротивлению

растеканию тока заземлителя, так и по допустимому напряжению прикосновения (шага). В настоящее время расчет заземлителей производится в

большинстве случаев по допустимому сопротивлению заземлителя.

**Задание.** Согласно своему варианту (таблицы 10,11) произвести расчёт заземлителя

**Порядок выполнения работы.**

Расчет защитного заземления производится в следующем порядке:

1. Уточняются исходные данные.

Для расчета заземления необходимы следующие сведения:

- Характеристика электроустановки

- тип установки, виды основного оборудования, рабочие напряжения, способы заземления нейтралей трансформаторов и генераторов и т.п.

- План электроустановки с указанием основных размеров и размещения оборудования.

- Формы и размеры электродов, а также предполагаемая глубина погружения их в землю.

- Данные измерений удельного сопротивления грунта на участке, где

предполагается сооружение заземлителя и погодных (климатические)

условий, при которых производились эти измерения, а также

характеристика климатической зоны.

2. Определяется расчетный ток замыкания на землю.

Электроустановки по значению тока замыкания на землю условно делятся на две группы:

Установки с большими токами замыкания на землю, в которых

однофазный ток замыкания на землю больше 500 А. К ним относятся

установки трехфазного тока напряжением 110 кВ и выше с

глухозаземленной нейтралью.

Установки с малыми токами замыкания на землю, в которых однофазный ток замыкания на землю не превышает 500 А. К ним относятся установки трехфазного тока напряжением до 35 кВ включительно с изолированной нейтралью.

3. Определяется допустимое сопротивление Rд растеканию тока заземляющего устройства.

Наибольшие допустимые значения сопротивления защитного заземления

Rд, установленные Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) для

любого времени года, составляют:

для установок напряжением до 1000 В:

10 0м- при суммарной мощности генераторов или трансформаторов,

питающих данную сеть, не более 100 кВА;

4 0м - во всех остальных случаях;

для установок напряжением выше 1000В:

0,5 0м - при больших токах замыкания на землю (Iз более 500А);

250/ Iз ≤ 10 0м - при малых токах замыкания на землю и при

условии, что заземлитель используется только для

электроустановок напряжение выше 1000 В;

125/ Iз ≤ 10 0м - при малых токах замыкания на землю и при

условии, что заземлитель используется одновременно для

установок напряжением до 1000 В.

4. Выбирается тип заземлителя и составляется схема заземляющего

устройства.

На основании данных о территории, на которой возможно размещение

искусственного заземлителя, выбирается тип заземляющего устройства -

выносной или контурный. Затем после выбора формы электродов (обычно стержневые и полосовые) их ориентировочно размещают на плане участка. В установках с большими токами замыкания на землю размещение электродов должно обеспечить возможно полное выравнивание потенциалов на площадке, занятой электрооборудованием. С этой целью заземлитель должен быть выполнен в виде горизонтальной сетки из проводников, уложенных в земле на глубине 0,5 - 0,8 м, и вертикальных электродов.

5. Рассчитываются параметры заземлителя.

На основании схемы заземлителя и имеющихся данных об удельном

сопротивлении грунта вычисляется расчетное сопротивление Rз этого

заземлителя в следующем порядке:

5.1. По схеме заземлителя определяется суммарная длина горизонтального электрода lг и количество вертикальных электродов n.

5.2. Для заземлителей, расположенных ниже уровня земли

(h =0,7м), по формуле (1) определяется расчетное значение удельного сопротивление грунта ρ для вертикального и горизонтального заземлителей соответственно:

(1)

где ρгр - удельное электрическое сопротивление грунта (Таблица 5);

Кп -повышающие коэффициенты, учитывающие изменения сопротивления грунта в зависимости от климатических зон РФ, для вертикального и горизонтального заземлителей соответственно (Таблица 6).

5.3. По формуле (2) вычисляется расчетное сопротивление одиночного вертикального заземлителя Rв (стержня или трубы диаметром d), заглубленного в землю, верхний край которого находится на поверхности земли (Рисунок 18):

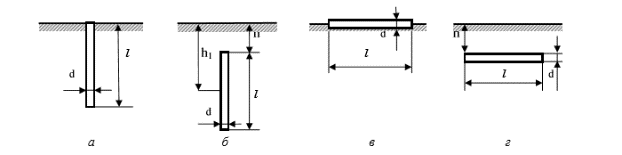


Рисунок 18 - Размещение заземлителей. а) стержневой вертикальный у поверхности земли; б) стержневой вертикальный заглублённый в землю; в) стержневой горизонтальный у поверхности земли; г) стержневой горизонтальный заглублённый в землю;

(2)

Если вертикальный заземлитель имеет форму уголка с шириной полки b, то следует считать d=0,95 b.

5.4. Для стержней или труб диаметром d, заглубленных в землю на h=0,7м (Рисунок 18б), сопротивление одиночного вертикального заземлителя Rв определяется по формуле (3):

 (3)

Для уголка с шириной полкиb следует считать d=0,95 b.

5.5. Расчетное значение сопротивления горизонтального электрода Rг, расположенного на поверхности земли (Рисунок 18в) и имеющего форму стержня, либо трубы, определяется по формуле (4)

 (4)

Для полосы шириной b следует считать d=0,5 b.

6. По Таблице 8 и Таблице 9 находятся коэффициенты использования для вертикальных ηв и горизонтальных ηг электродов и по формуле (5) вычисляется расчетное сопротивление заземлителя Rз:

 (5)

где n - количество вертикальных электродов.

Если расчетное сопротивление заземлителя Rз совпадает или меньше допустимого значения Rд, это свидетельствует о том, что все основные параметры принятого нами заземлителя (форма, размеры, размещение электродов в земле и относительно друг друга) выбраны правильно и, следовательно, напряжения прикосновения и шага находятся в допустимых пределах.

При значительных расхождениях в значениях Rз и Rд необходимо внести поправки в предварительную схему заземлителя - изменить количество и размещение электродов, а иногда их размеры, площадь, занимаемую заземлителем и т.п., - и вновь произвести вычисление Rз.

Пример расчёта.

Требуется выполнить расчет защитного заземления по варианту № 25 (номер варианта задает преподаватель). Расчет выполняется в следующем порядке:

1. По Таблице 10 определяем номера исходных данных, а по Таблице 11 их значения. Таким образом, исходными данными для расчета по варианту №25 являются следующие:

1 - напряжение электроустановки- 360В;

4 - мощность источника питания сети - свыше 100 кВА;

5 - сеть с заземленной нейтралью;

8- форма вертикальных электродов - уголок с шириной полки b = 4 см;

9- длина вертикального электрода l = 2 м;

11 - глубина размещения вертикальных электродов h = 0,7 м,;

14 - отношение расстояний между заземлителями к их длине

составляет a/l = 2;

16 - размеры контура заземления L 1 = 24 м, L 2 =8 м;

17 - форма горизонтального электрода - полоса шириной b=12 мм;

24 - грунт торф,

30 - характеристика климатической зоны: Средняя многолетняя высшая температура + 15 ºC.

2. В соответствии с к Таблицей 11 ток замыкания на землю Iз=500 А.

3. Для установок с напряжением до 1000В и мощностью источника питания сети свыше100кВА допустимое сопротивление растеканию тока Rд = 4Ом.

4. Тип заземляющего устройства - контурный (размер контура 24х8).

5. Рассчитаем параметры заземлителя.

5.1. Суммарная длина горизонтального электрода

lг=2(24+8) =64м.

Исходя из рекомендаций расстояние между вертикальными электродами принимают не менее 2,5 - 3,0 м., примем количество вертикальных электродов n =10 шт.

5.2. Расчетное значение удельного сопротивление грунта

для вертикального заземлителя:

(Ом⋅м)

для горизонтального заземлителя:

 (Ом⋅м)

5.3. Сопротивление одиночного вертикального заземлителя Rв определяется по формуле (3):



5.4. Сопротивление вертикального заземлителя Rг определяется по формуле (5):



5.5. Расчетное сопротивление заземлителя Rз вычисляется по формуле (6):



Поскольку выполняется условие Rз ≤ Rд, расчет защитного заземления выполнен верно.

Таблица 5 – Значения удельных электрических сопротивлений различных грунтов

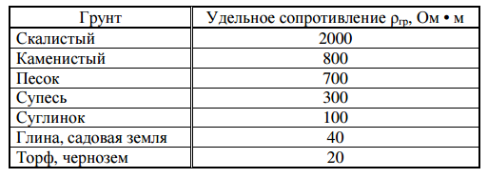


Таблица 6 – Значение повышающего коэффициента для заземлителей, расположенных ниже уровня земли (h=0,7м)

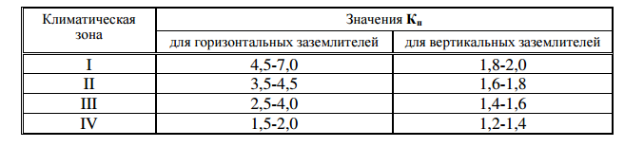


Таблица 7 – Характеристика климатических зон

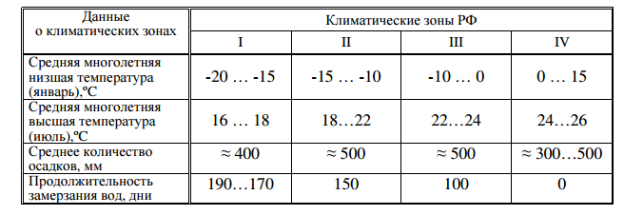


Таблица 8 – Коэффициенты использования вертикальных заземлителей

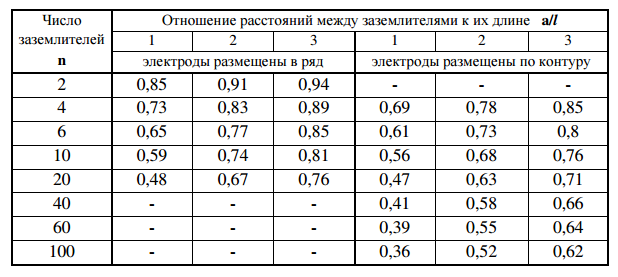


Таблица 9 – Коэффициенты использования горизонтальных заземлителей

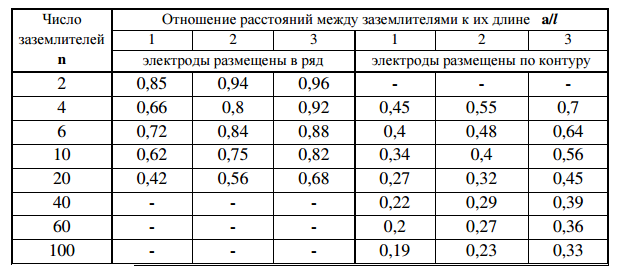
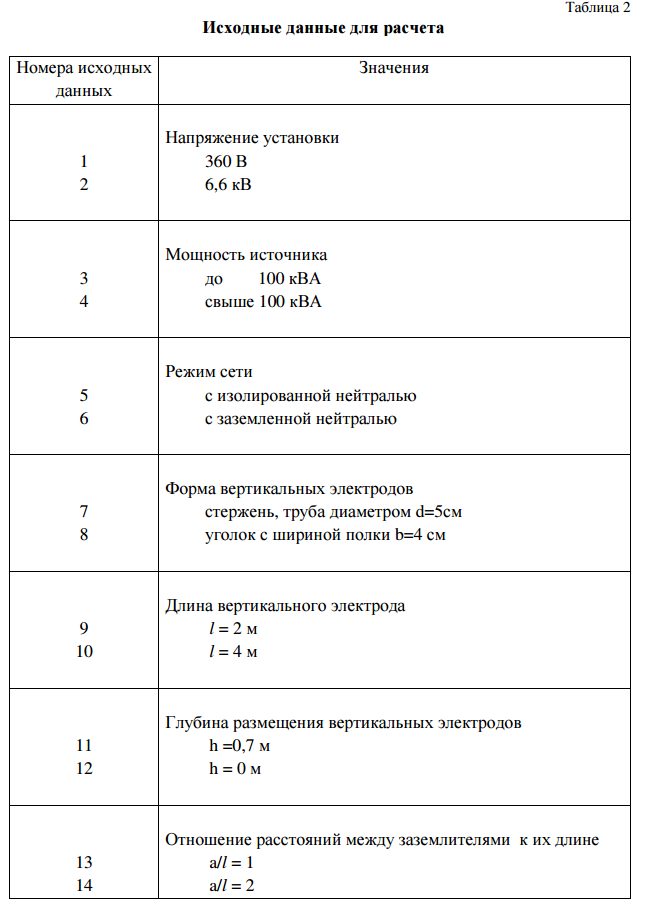


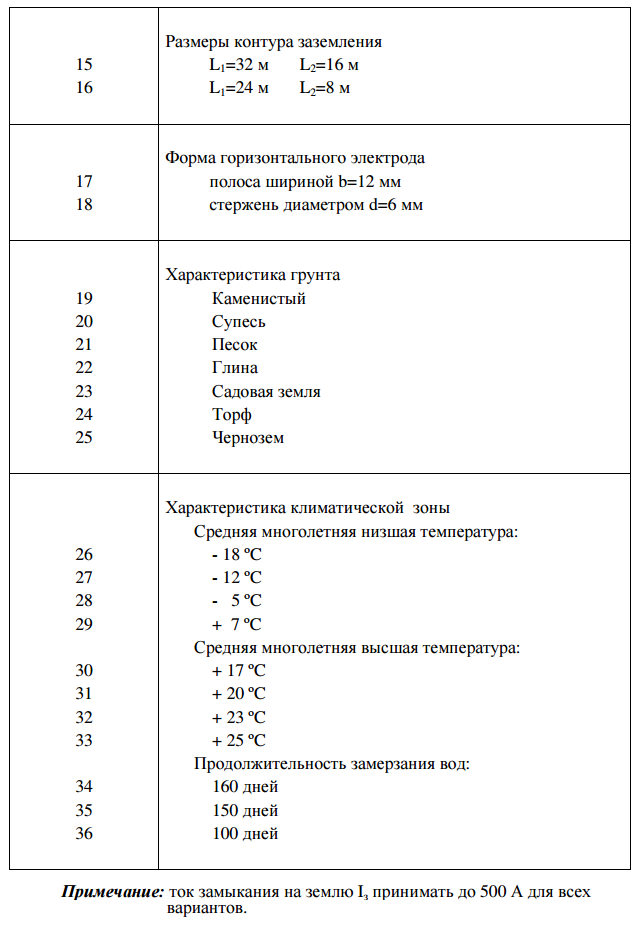
Таблица 10 – Исходные данные для расчёта



Таблица 11 – Исходные данные



Продолжение таблицы 11



**Контрольные вопросы**

1) Какую цель преследует определение основных параметров заземления.

2) Какими способами может быть выполнен расчёт защитного заземления?

3) Каким способом в большинстве случаев производится расчёт защитного заземления?

**Содержание отчета:**

* номер работы;
* наименование;
* цель;
* задание в соответствии с вариантом;
* графическая часть;
* ответы на контрольные вопросы;
* вывод.

**Практическая работа №5**

**Расчёт питающего кабеля**

**Цель работы:** Изучить виды питающих кабелей и произвести расчёт питающего кабеля согласно своему варианту.

**Знания** (актуализация):

- назначение элементов и блоков систем управления, особенности их работы, возможности практического применения, основные динамические характеристики элементов и систем элементов управления;

- назначение функциональных блоков модулей мехатронных устройств и систем, определение исходных требований к мехатронным устройствам путем анализа выполнения технологических операций;

- технические характеристики, принципиальные электрические схемы;

**умения:**

* рассчитывать параметры заземлителей;

**Теоретическое обоснование.**

Цеховые электрические сети напряжением до 1кВ являются составной частью СЭС промышленного предприятия и осуществляют непосредственное питание большинства электроприемников. Схема цеховой сети определяется технологическим процессом производства, планировкой помещения цеха, взаимным расположением цеховой подстанции, электроприемников, вводов питания, расчетной мощностью, требованиями бесперебойности электроснабжения и рядом других условий.

Внутрицеховые сети делятся на питающие и распределительные.

Питающие сетиотходят от источников питания (трансформаторных подстанций) к распределительным шкафам, распределительным шинопроводам или отдельным электроприемникам большой мощности.

Распределительные сети- это сети, к которым непосредственно подключаются различные электроприемники цеха.

По структуре внутрицеховые сети могут быть радиальные, магистральные и смешанные. Наибольшее распространение в промышленности имеют сети трехфазного переменного тока частотой 50Гц.

Конструктивно питающие сети выполняются чаще всего в виде кабельных линий или магистральных шинопроводов. Коммутация питающих сетей может осуществляться при помощи рубильников, контакторов, магнитных пускателей или автоматических воздушных выключателей. Защита от ненормальных режимов работы осуществляется плавкими предохранителями или элементами защиты, встроенными в коммутационный аппарат. Наибольшее распространение имеют автоматические воздушные выключатели с расцепителями от перегрузки и токов короткого замыкания, минимального напряжения или независимыми расцепителями.

Выбор аппаратов защиты производится с учетом следующих основных требований:

1 Номинальный ток и напряжение аппарата защиты должны соответствовать расчетному длительному току и напряжению электрической сети (6).

Iна≥Iр, (6)

ГдеIна – номинальный ток аппарата;

Iр – расчетный ток в линии.

Uна≥Uнс(7)

ГдеUна – номинальное напряжение аппарата;

Uнс – номинальное напряжение сети.

2 Время действия аппаратов защиты должно быть по возможности меньшим и должна быть обеспечена селективность (избирательность) защиты.

3 Аппарат защиты не должен отключать установку при перегрузках, возникающих в условиях нормальной эксплуатации, и при рабочих пиках технологических нагрузок.

4 Аппараты защиты должны обеспечивать надежное отключение двух- и трехфазных К.З. в конце защищаемого участка, а также однофазных К.З. в сетях с глухозаземленной нейтралью.

**Задание.** Произвести расчет питающего кабеля

**Порядок выполнения работы.**

1 Определить расчетный ток в питающей линии.

2 Определить пиковый ток.

3 Выбрать тип коммутационного аппарата и срабатывания его защиты.

4 Выбрать кабель по условию допустимого нагрева и проверить его защищенность коммутационным аппаратом.

5 Для питающей линии использовать четырехжильный кабель с алюминиевыми жилами в алюминиевой оболочке с бумажной изоляцией для внутрицеховых сетей.

6 В качестве коммутационного аппарата применять автоматические воздушные выключатели, токоограничивающие, с полупроводниковыми и электромагнитными расцепителями.

Исходные данные.



Рисунок 19 Схема питания распределительного пункта

Температурные условия окружающей среды: tв=25°С, tз=15°С.

Питающий кабель проложен по отдельной трассе.

Количество электроприемников, присоединенных к распределительному пункту, более5шт.

**Выполнение расчета**

1 Определяем полную расчетную мощность группы потребителей, подключенных к распределительному пункту (8).

(8)

2 Определяем расчетную токовую нагрузку (9)

 (9)

3 Определяем пиковую нагрузку, возникающую в питающей линии при пуске наибольшего по мощности двигателя

3.1 Определяем номинальный ток наибольшего по мощности двигателя (10).

 (10)

3.2 Определяем пусковой ток наибольшего по мощности двигателя (11).

, (11)

где kп- коэффициент пуска.

3.3 Определяем пиковый ток по формуле для группы электроприемников, численностью более пяти (12)

 (12)

где kи- коэффициент использования.

4 Выбираем тип и параметры принятого к установке автоматического воздушного выключателя. При этом должны быть выполнены следующие условия:

Uн.а ≥Uн.с.;

Iн.а. ≥ Ip;

Iн.р. ≥ Ip;

Iу.а ≥ (1,25…1,5) Ip;

Iу.э. ≥ (1,25…1,5) Iпик,

где Iн.а.- номинальный ток аппарата;

Iн.р.- номинальный ток расцепителя автоматического выключателя;

Iу.а.- ток срабатывания расцепителя аппарата при перегрузке;

Iу.э.- ток срабатывания расцепителя аппарата при коротком замыкании.

5 Выбирается тип и сечение кабеля питающей линии по условиям

Uн.к.≥Uн.с., Iд≥ Iр,

где Uн.к.- номинальное напряжение кабеля;

Iд- допустимый ток выбранного кабеля.

**Примечание.** Указать тип и сечение кабеля.

6 Проверяется защищенность выбранного кабеля коммутационным аппаратам по условию

Iд≥ Кзащ Iу.а.,

где Кзащ- коэффициент защиты- это отношение длительно допустимого тока кабеля к току срабатывания принимаемого аппарата при перегрузке.

**Примечание.** ПринятьКзащ=0,8. Если последнее условие не выполняется, то необходимо применить следующее большее сечение кабеля и повторить проверку.

7 Результаты выполнения практической работы сводятся в Таблицу 12.

Таблица 12 – Результаты вычислений

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Расчетные данные** | | | **Тип и каталожные данные коммутационного аппарата** | | | | | **Тип и каталожные данные кабеля** | | |
| **Uн** | **Iр** | **Iпик** | **Тип** | **Iн.а.** | **Iн.р.** | **Iу.а.** | **Iу.э.** | **Тип и**  **сечение** | **Iд**  **одного кабеля** | **Iд.с**  **сум-**  **мар.** |
| **кВ** | **А** | **А** | **--** | **А** | **А** | **А** | **А** | **мм2** | **А** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Варианты задания**

В исходных данных (таблица 13) заданы расчетная активная и реактивная мощность Рр, Qp группы потребителей, подключенных к распределительному пункту, номинальное напряжение сети Uн.с, номинальные данные наибольшего по мощности асинхронного двигателя из группы. В колонке 10 буквой “В” обозначено условие прокладки кабеля в воздухе, буквой “З”- в земле.

**Примечание.** Температурные условия окружающей среды:

* при прокладке питающей линии в воздухе t=25о С
* при прокладке питающей линии в земле t=15о С

Таблица 13 - Варианты исходных данных

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Рр** | **Qр** | **Uнс** | | **Рн.м.** | | **cosϕ** | | **КПД** | | **Кп** | | **Ки** | | Усло-вия  **прокладки** | | **Примеча-**  **ние** | |
| **вар** | **кВт** | **квар** | **кВ** | | **кВт** | | **-** | | **%** | | **-** | | **-** | |
| **1** | 100 | 200 | | 0,4 | | 12 | | 0,7 | | 80 | | 2,5 | | 0,4 | | В | |  | |
| **2** | 200 | 140 | | 0,4 | | 16 | | 0,6 | | 70 | | 2,5 | | 0,3 | | В | |  | |
| **3** | 150 | 100 | | 0,4 | | 10 | | 0,7 | | 80 | | 3,0 | | 0,4 | | В | |  | |
| **4** | 120 | 90 | | 0,4 | | 8 | | 0,7 | | 80 | | 2,5 | | 0,4 | | В | |  | |
| **5** | 140 | 120 | | 0,4 | | 10 | | 0,7 | | 80 | | 2,5 | | 0,4 | | В | |  | |
| **6** | 150 | 120 | | 0,4 | | 16 | | 0,7 | | 85 | | 3,0 | | 0,5 | | В | |  | |
| **7** | 120 | 100 | | 0,4 | | 12 | | 0,8 | | 75 | | 2,5 | | 0,4 | | В | |  | |
| **8** | 220 | 190 | | 0,4 | | 22 | | 0,8 | | 80 | | 3,0 | | 0,5 | | В | |  | |
| **9** | 240 | 190 | | 0,4 | | 16 | | 0,7 | | 70 | | 2,5 | | 0,4 | | В | |  | |
| **10** | 150 | 140 | | 0,4 | | 10 | | 0,7 | | 80 | | 3,0 | | 0,3 | | В | |  | |
| **11** | 200 | 160 | | 0,4 | | 16 | | 0,7 | | 80 | | 2,5 | | 0,4 | | В | |  | |
| **12** | 160 | 120 | | 0,4 | | 10 | | 0,7 | | 80 | | 2,5 | | 0,3 | | В | |  | |
| **13** | 150 | 140 | | 0,4 | | 12 | | 0,7 | | 70 | | 2,5 | | 0,5 | | В | |  | |
| **14** | 160 | 100 | | 0,4 | | 16 | | 0,8 | | 80 | | 3,0 | | 0,4 | | В | |  | |
| **15** | 120 | 100 | | 0,4 | | 10 | | 0,7 | | 90 | | 2,5 | | 0,3 | | В | |  | |
| **16** | 250 | 210 | | 0,7 | | 22 | | 0,8 | | 70 | | 3,0 | | 0,4 | | З | |  | |
| **17** | 240 | 190 | | 0,7 | | 22 | | 0,7 | | 80 | | 2,5 | | 0,3 | | З | |  | |
| **18** | 200 | 160 | | 0,7 | | 16 | | 0,8 | | 75 | | 2,5 | | 0,4 | | З | |  | |
| **19** | 150 | 120 | | 0,7 | | 10 | | 0,7 | | 80 | | 3,0 | | 0,4 | | З | |  | |
| **20** | 180 | 170 | | 0,7 | | 12 | | 0,8 | | 70 | | 2,5 | | 0,3 | | З | |  | |
| **21** | 160 | 140 | | 0,7 | | 16 | | 0,7 | | 80 | | 3,0 | | 0,4 | | З | |  | |
| **22** | 260 | 220 | | 0,7 | | 30 | | 0,8 | | 80 | | 2,5 | | 0,4 | | З | |  | |
| **23** | 220 | 190 | | 0,7 | | 16 | | 0,7 | | 80 | | 2,5 | | 0,3 | | З | |  | |
| **24** | 170 | 150 | | 0,7 | | 20 | | 0,65 | | 80 | | 3,0 | | 0,4 | | З | |  | |
| **25** | 120 | 110 | | 0,7 | | 10 | | 0,7 | | 75 | | 2,5 | | 0,3 | | З | |  | |

**Контрольные вопросы**

1) Что такое распределительные сети?

2) Какие по структуре бывают внутрицеховые сети?

3) С помощью чего осуществляется защита от ненормальных режимов работы?

**Содержание отчета:**

* номер работы;
* наименование;
* цель;
* задание в соответствии с вариантом;
* графическая часть;
* ответы на контрольные вопросы;
* вывод.

**Практические работа №6**

**Поверка миллиамперметра и вольтметра магнитоэлектрической системы**

**Цель работы:** Формирование умений анализировать данные поверки измерительных средств, определение класса точности поверяемых приборов.

**Знания** (актуализация):

- назначение элементов и блоков систем управления, особенности их работы, возможности практического применения, основные динамические характеристики элементов и систем элементов управления;

- назначение функциональных блоков модулей мехатронных устройств и систем, определение исходных требований к мехатронным устройствам путем анализа выполнения технологических операций;

- технические характеристики, принципиальные электрические схемы;

**умения:**

* рассчитывать параметры заземлителей;

**Теоретическое обоснование.**

Для оценки параметров отдельных физических величин используются контрольно-измерительные средства. Качество измерительных средств характеризуется совокупностью показателей, определяющих его работоспособность, точность, надежность и эффективность применения. Для обеспечения гарантированной точности измерений проводится периодическая поверка измерительной аппаратуры. Поверка измерительного средства - это определение соответствия действительных характеристик измерительного средства техническим условиям или государственным стандартам. При осуществлении поверки применяются измерительные средства поверки – специально предусмотренные средства повышенной точности по сравнению с поверяемыми измерительными средствами. Методы поверки – это совокупность поверочных измерительных средств, приспособлений и способ их применения для установления действительных метрологических показателей поверяемых измерительных средств.

В практике поверки измерительных приборов нашли применение два способа:

* сопоставление показаний поверяемого и образцового приборов;
* сравнение показаний поверяемого прибора с мерой данной величины.

При поверке первым способом в качестве образцовых приборов выбираются приборы с лучшими метрологическими качествами. Для поверки приборов постоянного тока в качестве образцовых принимаются магнитоэлектрические приборы, а для поверки приборов переменного тока - электродинамические. В последнее время используются цифровые приборы. Верхний предел измерений образцового прибора должен быть таким же, как и поверяемого, или не превышать предел измеряемого прибора более чем на 25%. Допустимая погрешность образцового прибора должна быть в 3…5 раз ниже погрешности поверяемого прибора.

Погрешность выражают в виде абсолютных и относительных величин. Различают:

а) абсолютную погрешность измерительного прибора (13):

 (13)

где ХП – показание прибора, а ХД – действительное значение измеряемой величины. Абсолютная погрешность, взятая с противоположным знаком, представляет собой поправку К (14).

 (14)

Поправка есть та величина, которую следует алгебраически прибавить к показаниям прибора, чтобы получить действительное значение измеряемой величины.

б) относительную погрешность средства измерения, часто выражаемую в процентах (15):

 (15)

в) Для оценки многих средств измерений широко применяется приведенная погрешность, выражаемая в процентах (16):

 (16)

где Хн.з. нормирующее значение, т . е . некоторое значение, по отношению к которому рассчитывается погрешность. Часто в качестве нормирующего значения для приведенной погрешности принимают верхний предел измерения прибора. Для многих средств измерений по приведенной погрешности устанавливают класс точности прибора. Например, прибор класса 0,5 может иметь основную приведенную погрешность, не превышающую 0,5%.

Измерительные приборы могут быть следующих классов точности: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0. Многопредельные приборы поверяют на одном, двух основных пределах, а на других в некоторых точках. В результате поверки устанавливают приведенную погрешность и по ней класс точности прибора. Амперметры магнитоэлектрической системы применяются для измерений токов в цепях постоянного напряжения. Магнитная цепь прибора состоит из постоянного магнита, полюсных наконечников, неподвижного цилиндра. В воздушном зазоре между поверхностями полюсных наконечников и цилиндра создается радиальное поле, которое в силу малости воздушного зазора можно считать равномерным. Рамка с обмоткой крепится на полуосях и может поворачиваться в зазоре.

В результате взаимодействия магнитного поля и тока обмотки создается вращающий момент, пропорциональный току (17):

 (17)

где - постоянная прибора, зависящая от числа витков, площади обмотки и от индукции в зазоре.

Противодействующий момент (18):

 (18)

где W – удельный противодействующий момент пружины.

Уравнение шкалы прибора (19):

 (19)

где SI – чувствительность прибора. Магнитоэлектрические приборы работают только на постоянном токе. Они отличаются высокой чувствительностью, высокой точностью, равномерностью шкалы, выполняются в виде амперметров и вольтметров постоянного тока.

Для поверки амперметра образцовый и поверяемый приборы включаются последовательно.

Для поверки вольтметра магнитоэлектрической системы образцовый и поверяемый вольтметры включают параллельно.

Измерительный механизм магнитоэлектрической системы можно включить в какую-либо электрическую цепь двумя различными способами. При схеме (рисунок 20а) через обмотку механизма, обозначенного буквой А проходит весь ток нагрузки. Отклонение подвижной части ее от нулевого положения будет зависеть от значения тока I. В этом случае показание прибора является функцией тока нагрузки, что позволяет проградуировать его шкалу в амперах, и он будет служить амперметром.

Если такой прибор дополнить достаточно большим сопротивлением RД, соединенным последовательно с обмоткой рамки, и включить прибор, обозначенный буквой V (рисунок 20б), то через него будет проходить ток IV, определяемый напряжением и суммой сопротивлений (20):

RД+RP, (20)

где RР – сопротивление обмотки рамки прибора.

В этом случае (21):

 (21)

а так как (22)

 (22)

где - постоянная величина, то можно написать (23), что

 (23)

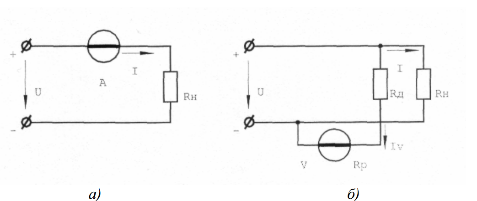


Рисунок 20 Способ включения измерительного механизма магнитоэлектрической системы.

Отсюда видно, что при схеме (рисунок 20 б) показания прибора становятся функцией напряжения U, т.е. он служит уже не амперметром, а вольтметром.

**Задание.** Произвести поверку приборов, определить класс точности.

**Порядок выполнения работы**

1. Убедиться, что все выключатели стенда выключены (находятся в нижнем положении), а переключатель Uвых ЛАТРа установлен в положение ''10''.

2. Собрать схему (рисунок 21).

3. Определить цену деления приборов. Заполнить таблицу 14, где ИП – контрольный миллиамперметр, А2 – поверяемый прибор. Ознакомиться с порядком выполнения работы.

4. Доложить преподавателю о готовности к выполнению работы.

5. Переменный резистор R13 установить на максимальное сопротивление (положение max).

6. С разрешения преподавателя включить стенд (тумблер «Сеть»). Включить тумблер включения ЛАТРа (S7) и тумблер питания цепей постоянного тока (S6).

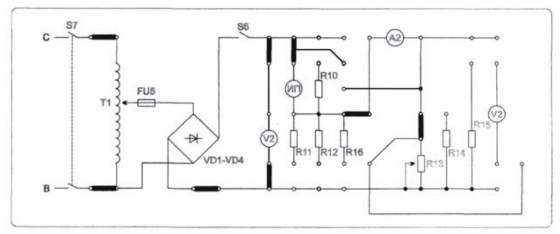


Рисунок 21- Схема включения амперметра

7. Переменным резистором R13 устанавливать по прибору A2 значения тока 1, 2, 3, 4, 5 mA. Снять показания A2 и ИП и записать в таблицу 14. Измерения провести при плавном увеличении и уменьшении тока.

8. По окончании работы вернуть все органы управления в исходное положение (выключить S6, S7 «Сеть», резистор R13 установить в положение «max»).

Таблица 14 – Результаты измерений и вычислений



Поверка вольтметра

9. Собрать (схему рисунок 22).

10. С разрешения преподавателя подать питание на схему (включить тумблеры «Сеть», S7, S6). Внимание! При поверке вольтметра в качестве поверяемого используется вольтметр V2, а в качестве образцового используется миллиамперметр ИП с добавочным сопротивлением R11 (при этом максимальное отклонение его стрелки равно 50В).

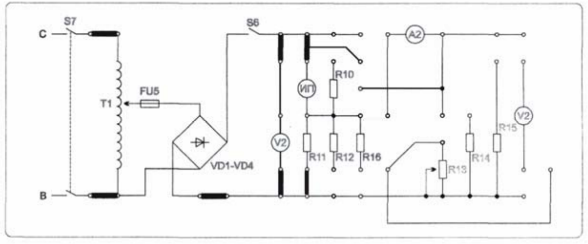


Рисунок 22 Схема включение вольтметра

11. Изменяя переключателем ЛАТРа величину напряжения, сделать 5 замеров. Результаты измерений записать в таблицу 15.

Таблица 15 – Результаты измерений и вычислений



Расчетные формулы

а) абсолютная погрешность измерительного прибора (24):

 (24)

где ХП – показание прибора, а ХД – действительное значение измеряемой величины;

б) относительная погрешность средства измерения, выражаемая в процентах (25):

 (25)

в) приведенная погрешность, выражаемая в процентах (26):

 (26)

где Хн.з. – нормирующее значение, т.е. верхний предел измерения прибора;

г) поправка (27):

 (27)

12. По окончании измерений вернуть все органы управления в исходное положение.

13. Доложить преподавателю о выполнении работы. Разобрать схему измерений и сдать рабочее место преподавателю.

14. Вычислить по результатам измерений абсолютную и приведенную погрешности и поправки в пяти точках шкалы поверяемых приборов.

15. Определить класс точности поверяемых приборов и сравнить его с классом точности, нанесенным на шкалах этих приборов.

16. Построить зависимости K = f (I), K = f (U).

17. Сделать выводы по работе.

**Контрольные вопросы**

1. Каким должно быть соотношение классов точности образцового и поверяемого амперметров?

2. На шкале измерительного прибора имеется обозначение 1,0. Что это значит?

3. Что понимается под поверкой средств измерений?

4. Прибор какого класса точности следует выбрать для поверки амперметра класса 1,5; 2,5?

5. Возможно ли проведение поверки амперметра класса 1,5 с помощью амперметра класса 0,2?

6. Напишите уравнение шкалы приборов магнитоэлектрической системы.

7. Что такое класс точности измерительного прибора? 8. Какие варианты способа сличения показаний поверяемого и образцового приборов Вам известны?

9. Как проверяют соответствие поверяемого прибора указанному на шкале классу точности?

10. Возможно ли проведение поверки вольтметра класса 0,5 с помощью вольтметра класса 0,2?

**Содержание отчета:**

* номер работы;
* наименование;
* цель;
* задание в соответствии с вариантом;
* графическая часть;
* ответы на контрольные вопросы;
* вывод.

**Практическая работа №7**

**Определение и устранение ошибки в схеме электрической принципиальной технологической защиты.**

**Цель работы:** Формирование уменийпроведения методики выявления неисправности в схеме электрической принципиальной и заполнения таблицы неисправностей.

**Знания** (актуализация):

- назначение элементов и блоков систем управления, особенности их работы, возможности практического применения, основные динамические характеристики элементов и систем элементов управления;

- назначение функциональных блоков модулей мехатронных устройств и систем, определение исходных требований к мехатронным устройствам путем анализа выполнения технологических операций;

- технические характеристики, принципиальные электрические схемы;

**умения:**

-рассчитывать параметры заземлителей;

**Теоретическое обоснование**

Наиболее часто встречающиеся неисправности в электрических схемах электроприборов и бытовой техники:

1) обрыв (сопротивление электрической цепи равно бесконечности);  
2) значительное увеличение сопротивления;

3) значительное уменьшение сопротивления;

4) короткое замыкание (сопротивление электрической цепи близко к нулю).

Общие причины возникновения этих неисправностей:  
— обрыв из-за старения элементов, прохождения повышенных токов, ударов,

вибрации и коррозии;

— значительное увеличение сопротивления электрических цепей по сравнению с номинальным значением, вызываемое старением элементов, ухудшением контактов и контактных соединений, отклонением параметров отдельных элементов;  
— значительное уменьшение сопротивления электрических цепей по сравнению с номинальным значением из-за увеличения поверхностных утечек и старения элементов.

Короткие замыкания являются следствием пробоя изоляции, замыкания проводников и элементов на корпус и между собой (для проводников разных полярностей и фаз).

При поиске неисправности необходимо знать и уметь использовать признаки исправной работы электрооборудования.

Их можно разделить на две основные группы: активные — показания световых и звуковых сигналов, сигнализаторов, срабатывания средств защиты, а также признаки, выявляемые при измерении прибором;

пассивные или вторичные признаки, воспринимаемые при внешнем осмотре электрооборудования (визуальные, звуковые, осязательные, обонятельные).  
Световые и звуковые сигналы, сигнализаторы позволяют наблюдать за состоянием электроприборов. Средства защиты (предохранители, максимальные или минимальные реле, автоматы и т. п.), срабатывая, отключают электрические цепи от источников электроэнергии при наличии в отключенной части схемы повышенных токов утечки, токов перегрузки и коротких замыканий. При неисправностях - типа обрыва - защита обычно не срабатывает, но ее нормальное состояние при наличии неисправности в электрической схеме является косвенным свидетельством того, что повреждение имеет характер обрыва. Поиск неисправностей производится путем направленных измерений параметров элементов электрических схем с помощью переносных приборов и измерительных комплектов, используя активные признаки. При измерении параметров (сопротивление, ток, напряжение) отдельных элементов в электрических схемах (например, логических систем управления и т. п.) с помощью переносных приборов необходимо использовать карты сопротивлений, напряжений, токов на выходе отдельных элементов и блоков, приводимые в инструкциях по эксплуатации этих аппаратов.

При проведении специальных направленных измерений в практике используется ряд частных способов поиска неисправностей:  
- промежуточных измерений, дающих возможность последовательно проследить прохождение сигналов по различным каналам системы;  
— исключения, позволяющий посредством измерений исключить исправные части проверяемой схемы и выделить отказавший элемент;  
— замены блоков (деталей), в которых предполагается наличие неисправности, на однотипные заведомо исправные;

— сравнения результатов испытаний отказавшей схемы с результатами испытаний исправной схемы того же типа, эксплуатируемой в тех же условиях.  
В общем случае поиск неисправностей состоит из следующих  
этапов:  
а) установление факта неисправности электроприбора по изменению активных и пассивных признаков нормальной работы;

б) анализ имеющихся признаков неисправностей и сопоставление их с возможным состоянием элементов электроприбора;

в) сравнение признаков неисправностей, указанных в инструкциях по эксплуатации и известных из опыта эксплуатации, с наблюдаемыми признаками;  
г) выбор оптимальной последовательности поиска и объема дополнительных измерений для обследования элементов, в которых возможно появление неисправностей;  
д) последовательное измерение;

е) общая оценка результатов испытаний и заключение о наиболее вероятных причинах неисправности выделенного элемента;

ж) устранение неисправности .

Основными причинами неисправности элементов электроники являются:  
- перегрузки по току;

- перенапряжения;  
- повышенная температура окружающей среды;

- недопустимая вибрация, удары.  
При возникновении неисправности или отказа объекта (системы, устройства, блока, модуля, электронной платы) поиск неисправного элемента электроники рекомендуется начинать после предварительной проверки исправности:

сигнальных ламп, предохранителей, выключателей и других средств коммутации и защиты объекта; блока или узла питания объекта путем измерения вольтметром напряжения на входе и выходе; внешних устройств — датчиков, сигнализаторов, конечных выключателей, мониторов, кинескопов, акустических систем и т. д.

После этого рекомендуется проверить значения напряжений или параметров импульсов в предусмотренных инструкцией по эксплуатации контрольных точках.

Дальнейший поиск неисправного элемента рекомендуется выполнять, с учетом следующие указаний: должен быть изучен и уяснен принцип действия неисправного объекта; вначале отыскивается более сложный неисправный объект, далее - более простой (по принципу система - блок - узел - элемент);

анализируются признаки неисправности, выдвигаются предположения ее причин и выбирается метод проверки; проводится выборочная проверка участков и отдельных элементах, неисправности которых наиболее вероятны, а проверка их занимает наименьшее время; если выборочной проверкой неисправный элемент не обнаружен, следует перейти к поиску методом исключения, двигаясь от входа к выходу объекта, либо деля его перед началом следующей проверки на две равные по трудоемкости проверки части; если неисправность нехарактерна, то целесообразно, опустив этап выборочной проверки, начинать поиск сразу с метода исключения.

Вводить и выводить из действия съемные объекты для осмотра, замены на запасные или поиска неисправных элементов рекомендуется при выключенном напряжении питания, особенно при наличии разъемных контактных соединений.

При внешнем осмотре объекта необходимо обращать внимание

- на нарушения защитных и изоляционных покрытий;

- на изменение цвета, наличие потемнений, вздутий и трещин;

- на исправность креплений, контактных поверхностей, соединений и паек;

- на температуру элементов (корпусов, транзисторов, резисторов, диодов, микросхем, электролитических конденсаторов) сразу же после выключения схемы. При этом необходимо помнить, что температура корпусов при нормальной эксплуатации не должна превышать 45-60°С - на ощупь (превышение температуры выше 60°С рука не терпит). Элементы с обнаруженными изъянами подлежит проверке в первую очередь. Определение неисправного элемента в объекте, находящемся под напряжением, рекомендуется выполнять с использованием исправных удлинителей и переходных устройств, измерительных приборов с высоким внутренним сопротивлением и имеющихся в документации указаний о значениях и полярности потенциалов.

При отсутствии необходимых данных поиск может производиться путем сравнения по участкам напряжений на одинаковых элементах заведомо исправного (запасного или аналогичного) и неисправного объектов. Определение неисправного элемента без подачи напряжения на объект может производиться измерением сопротивлений посредством омметра по участкам или элементам, работоспособность которых вызывает сомнение.

При необходимости один или несколько выводов элементов могут быть отключены (отпаяны). При нарушении исправности элемента (увеличение тока утечки, уменьшение сопротивления изоляции или напряжения переключения и т. п.) необходимо выполнить измерения его основных параметров посредством обычных или специальных приборов и проверочных схем. При отсутствии паспортных данных элемента результаты измерений могут быть сопоставлены с аналогичными данными запасных заведомо исправных элементов.

В процессе поиска, проверки и замены неисправных элементов (особенно полупроводниковых приборов) с использованием наиболее простых средств необходимо внимательно маркировать выводы приборов. После обнаружения неисправного элемента анализируются возможные причины неисправности, которые должны быть устранены до замены его и ввода объекта в действие. Для повышения достоверности результатов измерение параметров элементов рекомендуется выполнять в сухом помещении при температуре воздуха 20—25 °С (особенно для терморезисторов, германиевых диодов и транзисторов).

**Задание.** Определите неисправный элемент схемы пуска асинхронного двигателя с реверсом (рисунок 23).

Вид неисправности задан в таблице 16.

Таблица 16 – Вид неисправности АД с реверсом.

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | Неисправность |
| 1 | При размыкании SB3 двигатель не отключается. |
| 2 | При замыкании SB1 двигатель не включается, хотя при замыкании SB2 двигатель запускается. |
| 3 | Двигатель не запускается. |
| 4 | После запуска двигатель отключается через несколько минут, при этом двигатель работает с номинальной нагрузкой. |
| 5 | Двигатель работает только при нажатой кнопке SB1. |

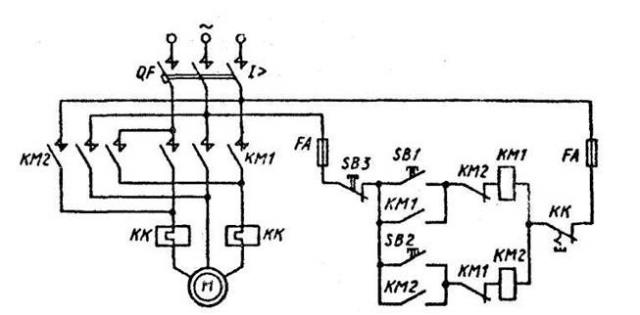


Рисунок 23 – Схема пуска АД с реверсом

**Контрольные вопросы**

1) Какие наиболее часто встречаются неисправности в электрических схемах электроприборов и бытовой техники?

2) На что стоит обращать внимание при внешнем осмотре объекта?

3) Что необходимо сделать при нарушении исправности элемента?

4) Из каких этапов, общем случае, состоит поиск неисправностей?

**Содержание отчета:**

* номер работы;
* наименование;
* цель;
* задание в соответствии с вариантом;
* графическая часть;
* ответы на контрольные вопросы;
* вывод.

**Литература**

**Основные источники:**

1. Ермолаев В.В. Монтаж, программирование и пусконаладка мехатронных систем [текст]. – М.: Издательский центр «Академия». 2018 – 336с.
2. Иванов В.Н. Применение компьтерных технологий при проектировании электрических схем [текст].- М.: СОЛОН-Пресс, 2018. -226с.

**Дополнительные источники:**

3. Калинеченко, А.В. Справочник инжененра по контрольно-измерительным приборам в автоматике [Электронный ресурс] / А.В. Калиниченко, Н.В. Уваров, В.В. Дойников. - М.: Инфра-Инжененрия, 2017. - 576 с. .http://znanium.com/catalog/product/536470

4. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования[Электронный ресурс]:  учеб. пособие / Н.В. Грунтович. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2018. — 271 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/947807>

5. Сборка, монтаж, регулировка и ремонт электрооборудования (ПМ.01) [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Олифиренко Н.А., Хлыстунова Т.Н., Овчинникова И.В. - Рн/Д:Феникс, 2018. - 366 с.: Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/977576

6. Технология ремонта и обслуживания электрооборудования [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Дайнеко В.А. - Мн.:РИПО, 2018. - 375 с.: Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/977910

7. Выбор и наладка электрооборудования [Электронный ресурс]: справочное пособие / В.К. Варварин. — 3-е изд. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. — 238 с. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/908450

8. Рульнов А.А. Автоматическое регулирование [Электронный ресурс]: Учебник/ А.А. Рульнов, И.И. Горюнов, К.Ю. Евстафьев.- 2-е изд., стер. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 219 с-Режим доступа. <http://znanium.com/catalog/product/536470>

9. Братан С.М. Автоматическое управление процессами механической обработки [Электронный ресурс]: Учебник / С.М. Братан, Е.А. Левченко, Н.И. Покинтелица, А.О. Харченко. — М. : Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2017. — 228 с.http://znanium.com/catalog/product/556921

**Интернет – ресурсы:**

<http://window.edu.ru/>

<http://www.metod-kopilka.ru/>

<http://www.school.edu.ru/>

<http://subscribe.ru/>

<http://dic.academic.ru/>

ru.wikipedia.org/wiki

<http://infotechlib.narod.ru/>

http://mehanik-ua.ru/

Приложение А

Таблица 1- Условное графическое обозначение электрорадиоэлеметов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/ п | Наименование | Обозначение | Поз.  на схеме |
| 1 | Обмотка трансформатора, автотрансформатора, дросселя и магнитного усилителя |  | 1 |
| 2 | Магнитопровод: |  |  |
| а) ферромагнитный |  | 2 |
| б) ферромагнитный с воздушным зазором |  | 3 |
| в) магнитодиэлектрический |  | 4 |
| 3 | Катушка индуктивности, дроссель без магнитопровода |  | 5 |
| 4 | Дроссель подстраиваемый ферромагнитным магнитопроводом |  | 6 |
| 5 | Дроссель регулируемый магнитодиэлектрическим магнитопроводом |  | 7 |
| 6 | Трансформатор: |  |  |
| а) с ферромагнитным магнитопроводом |  | 8 |
| б) с магнитодиэлектрическим  магнитопроводом |  | 9 |
| в) с общим ферромагнитным магнитопроводом (с отводом от средней точки  одной обмотки) |  | 10 |
| г) подстраиваемый общим магнитодиэлектрическим магнитопроводом (с отводом от средней точки одной обмотки) |  | 11 |
|  | д) подстраиваемый раздельным ферромагнитным магнитопроводом (с отводом от средних точек двух обмоток) |  | 12 |

Таблица 2 - Условно графическое обозначение электрорадиоэлеметов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование | Обозначение | Поз.  на схеме |
| 1 | Резистор постоянный |  | 13 |
| 2 | Резистор переменный: |  |  |
| а) регулируемый |  | 14 |
|  | 15 |
| б) регулируемый с отводами |  | 16 |
| в) подстроечный |  | 17 |
|  | 18 |
| 3 | Терморезистор с температурным коэффициентом |  | 19 |
| 4 | Потенциомер функциональный однообмоточный |  | 20 |
| 5 | Конденсатор: |  |  |
| а) постоянной емкости |  | 21 |
| б) поляризованный |  | 22 |
| 6 | Конденсатор переменной емкости: |  |  |
| а) регулируемый |  | 23 |
| б) подстроечный |  | 24 |

Таблица 3 - Условное графическое обозначение электрорадиоэлеметов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование | Обозначение Размеры, мм | Поз.  на схеме |
| 1 | Диод | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | a | 5 | 6 | | b | 4 | 5 | | d | 1,5 | 2 | | R | 5 | 6 | |  | | 25 |
| 2 | Диод туннельный |  | 26 |
| 3 | Стабилитрон односторонний |  | 27 |
| 4 | Варикап |  | 28 |
| 5 | Светодиод |  | 29 |
| 6 | Фотодиод |  | 30 |
| 7 | Фоторезистор, общее обозначение |  | 31 |

Продолжение таблицы 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | | Наименование | | Обозначение | | | | | | | | | Поз.  на схеме | |
| 5 | | Транзистор: | |  | | | | | | | | |  | |
| а) типа PNP | | Размеры, мм | | | | | | |  | | 32 | |
| **D** | | | 12 | | 14 | |
| *А*\* | | | 9 | | 11 | |
| *а* | | | 2,5 | | 3,5 | |
| *b* | | | 3 | | 4 | |
| *А*\* 3/4 *D* | | | | | | |
|  | | | | | | |
| б) типа NPN | |  | | | | | | | | | 33 | |
| 8 | | Транзистор  с двумя  базами типа N | |  | | | | | | | | | 34 | |
| 9 | | Транзистор однопереходн ой: | |  | | | | | | | | |  | |
| а) с N-базой | |  | | | | | | | | | 35 | |
| б) с Р-базой | |  | | | | | | | | | 36 | |
| 10 | | Полевой транзистор: | |  | | | | | | |  | |  | |
| а) с каналом типа N | | Размеры, мм | | | | | | |  | | 37 | |
| *D* | 10 | | 12 | | 14 | |
| *а* | 5 | | 6 | | 7 | |
| *b* | 7 | | 8 | | 9 | |
|  | | | | | | |
| б) с каналом типа Р | |  | | | | | | |  | | 38 | |

Таблица 4 - Условное графическое обозначение электрорадиоэлеметов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование | Обозначение | Поз.  на  схеме |
| 1 | Лампа накаливания осветительная.  Обозначения цвета лампы:  С2 – красный; С4 – желтый;  С5 – зеленый; С6 – синий;  С9 – белый |  | 39 |
| 2 | Прибор индикации электролюминесцентный не коммутируемый |  | 40 |

Таблица 5 - Условное графическое обозначение электрорадиоэлеметов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование | Обозначение | Поз.  на  схеме |
| 1 | Антенна: |  |  |
| а) несимметричная |  | 41 |
| б) симметричная |  | 42 |
| 1 | Пьезоэлемент с двумя электродами |  | 43 |
| 2 | Элемент магнитострикционный однообмоточный |  | 44 |

Таблица 6 - Условно графическое обозначение электрорадиоэлеметов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование | Обозначение | Поз.  на  схеме |
| 1 | Телефон |  | 45 |
| 2 | Громкоговоритель |  | 46 |
| 1 | Корпус |  | 47 |
| 2 | Заземление |  | 48 |
| 3 | Линия Экранирования |  | 49 |
| 4 | Экранирование группы элементов |  | 50 |
| 5 | Контакт разъемного контактного соединения: |  |  |
| а) штырь |  | 51 |
| б) гнездо |  | 52 |
| 6 | Соединение контактное разъемное |  | 53 |

Приложение Б

**ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ**

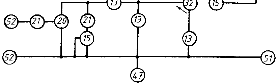
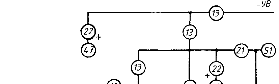


**№ 1 Бестрансформаторный каскад УНЧ**

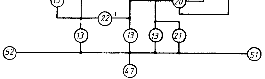
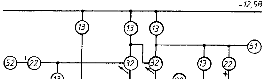


**№ 2 Входной каскад УНЧ**

|  |
| --- |
| **№ 3 Бестрансформаторный каскад УНЧ** |
| **№ 4 Схема "двойки" (Радиоприемник "АВ-68")** |



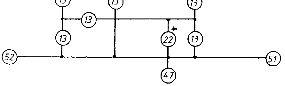
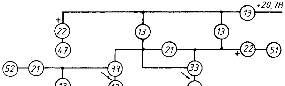
**№ 5 Регулятор тембра (Радиоприемник "Родина-68")**



**№ 6 Схема "двойки" высококачественных приемников**



**№ 7 Схема каскада (Радиола "Виктория –001")**



**№ 8 Входной каскад УНЧ**



**№ 9 Схема каскада (Приемник "Кварц-401")**



**№ 10 Схема УНЧ (Приемник "Этюд-2")**



**№ 11 Усилитель промежуточной частоты, видеодетек-**

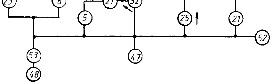
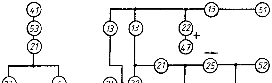
**тор**



**№ 12 Контролирующее устройство**



**№ 13 Несимметричный триггер**



**№ 14 Усилитель высокой частоты**



**№ 15 Схема смесителя (Радиола "Виктория –001")**



**№ 16 Однокаскадный усилитель (Приемник "Океан")**

# ПРИЛОЖЕНИЕ В

# Министерство образования и науки Челябинской области Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение **«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

ОТЧЕТ

**по лабораторным и практическим работам**

**ПО профессиональному модулю**

**ПМ 02 «ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО МОНТАЖУ, РЕМОНТУ И НАЛАДКЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ, СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ»**

**МДК 02.01 «Теоретические основы организации монтажа, ремонта, наладки систем автоматического управления, средств измерений и мехатронных систем»**

Выполнил\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Группа\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Проверил\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Челябинск, 2019