

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г. И. Носова»
Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ
ПМ.05 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям
служащих**

для обучающихся специальности

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

Магнитогорск, 2022

ОДОБРЕНО

Предметной / Предметно-цикловой комиссией
«Механического, гидравлического оборудования и
автоматизации»

Председатель О.А. Тарасова
Протокол № 10 от 22.06.2022

Методической комиссией МпК

Протокол № 6 от 29.06.2022

Разработчик :

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный колледж

Н.В.Андрюсенко

Методические указания по выполнению лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы ПМ.05 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих. МДК.05.01 Выполнение трудовых функций по профессии рабочего.

Содержание лабораторных работ ориентировано на формирование общих и профессиональных компетенций по программе подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям).

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	—
Лабораторная работа 1	—
Лабораторная работа 2	—
Лабораторная работа 3	—
Лабораторная работа 4	—
Лабораторная работа 5	—
Лабораторная работа 6	—
Лабораторная работа 7	—
Лабораторная работа 8	—
Лабораторная работа 9	—
Лабораторная работа 10	—
Лабораторная работа 11	—
Лабораторная работа 12	—
Лабораторная работа 13	—
Лабораторная работа 14	—
Лабораторная работа 15	—
Лабораторная работа 16	—

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют лабораторные занятия.

Состав и содержание лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой ПМ.05 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих. МДК.05.01 Выполнение трудовых функций по профессии рабочего предусмотрено проведение лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

У 5.1.01 выполнять ремонт, регулировку, испытание и сдачу простых, магнитоэлектрических, электромагнитных, оптико-механических и теплоизмерительных приборов и механизмов, разрабатывать алгоритмы для конкретных задач;

У 5.1.02 определять причины и устранять неисправности простых приборов;

У 5.2.01 проводить монтаж простых и сложных схем соединений;

У 5.1.03 проводить ремонт приборов средней сложности под руководством слесаря более высокой квалификации;

У 5.1.04 выполнять пайку различными припоями;

У 5.2.02 составлять простые и средней сложности схемы;

У 5.2.03 макетировать простые и средней сложности схемы

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на формирование общих компетенций по профессиональному модулю программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению профессиональными компетенциями:

ПК 5.1 Восстанавливать и производить замену деталей и узлов, регулировку, испытание, юстировку, монтаж и сдачу сложных контрольно-измерительных приборов

ПК 5.2 Выполнять монтаж электрических схем контрольно-измерительных приборов

А также формированию общих компетенций:

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

Выполнение обучающимися практических и/или лабораторных работ по ПМ.05 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих. МДК.05.01 Выполнение трудовых функций по профессии рабочего направлено на:

- *обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;*

- *формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;*

- *формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;*

- *приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;*

- *развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;*

- *выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.*

Лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.1 Восстанавливать и производить замену деталей и узлов, регулировку, испытание, юстировку, монтаж и сдачу сложных контрольно-измерительных приборов

Лабораторная работа №1.

Измерение постоянного тока и напряжения, измерение переменного тока и напряжения

Цель: Ознакомление с прямыми и косвенными измерениями силы постоянного электрического тока; получение сведений о способах учета погрешностей измерений в этих случаях; знакомство с некоторыми средствами измерения силы постоянного электрического тока

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 5.1.01; У 5.1.02

Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы

Оборудование: Комплект оборудования для подготовки слесаря КИПиА

Задание:

- 1 Выполните прямые и косвенные измерения силы постоянного электрического тока.
- 2 Определить порог чувствительности аналогового амперметра.

Порядок выполнения работы:

- Сведения о цели и порядке выполнения работы.
- Сведения об использованных методах измерений.
- Сведения о характеристиках использованных средств измерений.
- Необходимые электрические схемы.

Форма представления результата:

- Сведения о цели и порядке выполнения работы.
- Сведения об использованных методах измерений.
- Сведения о характеристиках использованных средств измерений.
- Необходимые электрические схемы.
- Данные расчетов, проводившихся при выборе средств и диапазонов измерений, при выполнении соответствующих пунктов задания.
- Экспериментальные данные.
- Полностью заполненные таблицы отчета, а также примеры расчетов, выполнявшихся при заполнении таблиц.

Результаты прямых и косвенных измерений силы постоянного электрического тока с помощью магнитоэлектрического амперметра класса _____ точности (предел шкалы _____), цифрового мультиметра класса точности _____ (предел шкалы _____), магнитна сопротивлений класса точности _____												
Показания магнитна сопротивлений, Ом	Показания амперметра, мА	Абсолютная погрешность прямых измерений силы тока, мА			Относительная погрешность прямых измерений силы тока, %			Результат прямых измерений силы тока, мА	Показания цифрового мультиметра, В (мВ)	Абсолютная погрешность косвенных измерений силы тока, мА	Относительная погрешность косвенных измерений силы тока, %	Результат косвенных измерений силы тока, мА
		методическая	инструментальная	результативная	методическая	инструментальная	результативная					

- Графики зависимости абсолютной и относительной погрешностей прямых и косвенных измерений силы тока от показаний измерительных приборов.

- Анализ полученных данных и вывод об особенностях и качестве проведенных измерений и по результатам проделанной работы

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; правильно и аккуратно выполняет все записи в таблицы, правильно выполняет сравнительный анализ.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов

Лабораторная работа №2.

Расширение пределов измерения амперметра и вольтметра при помощи шунта и добавочного сопротивления

Цель: Ознакомление с компенсационным методом измерения постоянного напряжения. Получение сведений о погрешностях измерения напряжения компенсационным методом. Знакомство с компенсаторами (потенциометрами) постоянного тока.

Выполнив задания, Вы будете:

уметь:

У 5.1.01; У 5.1.02;

Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы

Оборудование: Комплект оборудования для подготовки слесаря КИПиА, вольтметры, амперметры

Задание:

1 Выполнение измерений постоянного напряжения методом компенсации

Ход работы:

1 Повторите вопросы обработки и представления результатов прямых и косвенных измерений, а также вопросы классификации измерений по методу их выполнения, и, используя рекомендованную литературу, настоящее описание, ознакомьтесь со следующими вопросами:

- Методы измерения ЭДС и малых постоянных напряжений.
- Причины возникновения и способы учета погрешностей при измерении ЭДС и малых постоянных напряжений.
- Устройство, принцип действия и основные характеристики компенсаторов (потенциометров) постоянного тока.
- Устройство, принцип действия и основные характеристики цифровых вольтметров.
- Устройство, принцип действия и основные характеристики меры ЭДС.
- Устройство, принцип действия и основные характеристики магазина сопротивлений.
- Устройство, принцип действия и основные характеристики делителя постоянного напряжения.
- Содержание и способы реализации методов измерения, используемых при выполнении работы.

- Устройство и характеристики средств измерений, используемых при выполнении работы

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

- Сведения о цели и порядке выполнения работы.
- Сведения об использованных методах измерений.
- Сведения о характеристиках использованных средств измерений.
- Необходимые электрические схемы.
- Данные расчетов, проводившихся при выполнении соответствующих пунктов задания.
- Экспериментальные данные.
- Полностью заполненные таблицы отчета (см. табл. 3.3.1), а также примеры расчетов, выполнявшихся при заполнении таблиц.

Результаты измерения постоянного напряжения на выходе УИП с помощью потенциометра (класса ___) и делителя с коэффициентом деления 1:100							
Показания потенциометра, мВ	Абсолютная погрешность		Относительная погрешность, %		Погрешность измерений		Результат измерений мВ
	Потенциометра, мкВ	Кэфф. деления	Потенциометра, мкВ	Кэфф. деления	Абсолютная, мкВ	Относительная, %	

- Графики зависимости абсолютной и относительной погрешности измерений от значения измеряемого напряжения.
- Анализ полученных данных и вывод об особенностях и качестве проведенных измерений и по результатам проделанной работы.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; правильно и аккуратно выполняет все записи в таблицы, правильно выполняет сравнительный анализ.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов

Лабораторная работа №3.

Расширение пределов измерения вольтметра и амперметра при помощи трансформатора и тока напряжения

Цель: Получение навыков измерения переменного электрического напряжения. Ознакомление с особенностями влияния формы и частоты измеряемого напряжения на показания средств измерений. Приобретение представления о порядке работы с электроизмерительными приборами при измерении переменного напряжения.

Выполнив задания, Вы будете:

уметь:

У 5.1.01; У 5.1.02;

Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы

Оборудование: Комплект оборудования для подготовки слесаря КИПиА, вольтметры, амперметры

Задание:

- 1 Исследование частотных характеристик вольтметров переменного тока.
- 2 Исследование зависимости показаний электромагнитного, электродинамического и электронных вольтметров от формы измеряемого напряжения.

Порядок выполнения работы:

Повторите вопросы обработки и представления результатов прямых и косвенных измерений, и, используя рекомендованную литературу, ознакомьтесь со следующими вопросами:

1. Переменное электрическое напряжение и параметры, которые его характеризуют.
2. Понятия коэффициент формы и коэффициент амплитуды и методика учета влияния этих коэффициентов на результаты измерения переменного напряжения.
3. Методы измерения переменного электрического напряжения.
4. Причины возникновения и способы учета погрешностей при измерении переменного электрического напряжения.
5. Устройство, принцип действия и основные характеристики электромеханических вольтметров переменного тока. Устройство, принцип действия и основные характеристики электронных (аналоговых и цифровых) вольтметров переменного тока.
6. Содержание и способы реализации методов измерения, используемых при выполнении работы.
7. Устройство и характеристики средств измерений, используемых при выполнении работы

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

- Сведения о цели и порядке выполнения работы.
- Сведения об использованных методах измерений.
- Сведения о характеристиках использованных средств измерений.
- Необходимые электрические схемы.
- Данные расчетов, проводившихся при выполнении соответствующих пунктов задания.
- Экспериментальные данные и осциллограммы.
- Полностью заполненные таблицы отчета (см. табл. 3.4.2 и 3.4.3), а также примеры расчетов, выполнявшихся при заполнении таблиц.
- Графики зависимости показаний вольтметров различных систем от частоты измеряемого напряжения.
- Таблицу с теоретическими и экспериментальными данными о зависимости показаний вольтметров различных систем от формы измеряемого переменного напряжения.
- Оценки, где это возможно, частоты измеряемого напряжения и значения его коэффициента формы и/или амплитуды, при которых соответствующая дополнительная погрешность вольтметров будет равна основной погрешности, определяемой классом точности прибора.
- Анализ полученных данных и вывод об особенностях и качестве проведенных измерений и по результатам проделанной работы.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; правильно и аккуратно выполняет все записи в таблицы, правильно выполняет сравнительный анализ.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

– Графики зависимости абсолютной и относительной погрешности измерений мощности от сопротивления при различных схемах включения.

– Анализ полученных данных и вывод об особенностях и качестве проведенных измерений и по результатам проделанной работы.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; правильно и аккуратно выполняет все записи в таблицы, правильно выполняет сравнительный анализ.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов

Лабораторная работа №5.

Измерение сопротивления косвенным методом
Измерение сопротивления мостом постоянного тока

Цель: Получение навыков измерения активного электрического сопротивления (далее сопротивления). Ознакомление с методами измерения активного сопротивления. Приобретение сведений об устройстве и характеристиках некоторых омметров.

Выполнив задания, Вы будете:

уметь:

- У 5.1.01; У 5.1.02;

Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы

Оборудование: Комплект оборудования для подготовки слесаря КИПиА, Мультиметры цифровые Master MAS838L

Задание:

- 1 Измерение активного электрического сопротивления методом непосредственной оценки
- 2 Измерение активного электрического сопротивления методом сравнения.

Порядок выполнения работы:

Перед выполнением работы повторите вопросы обработки и представления результата прямых и косвенных измерений и ознакомьтесь со следующими вопросами:

– Измерение электрического сопротивления постоянному току методами непосредственной оценки и сравнения с мерой.

– Причины возникновения и способы учета погрешностей при прямых и косвенных измерениях электрического сопротивления.

– Устройство, принцип действия и основные характеристики электромеханических омметров.

– Устройство, принцип действия и основные характеристики электронных (аналоговых и цифровых) омметров.

– Устройство, принцип действия и основные характеристики измерительных мостов постоянного тока.

– Содержание и способы реализации методов измерения, используемых при выполнении работы.

– Устройство и характеристики средств измерений, используемых при выполнении работы.

Прямые измерения сопротивления производятся как приборами непосредственной оценки – омметрами, так и методом сравнения с помощью измерительных мостов. Омметры и мосты бывают электромеханическими, электронными и цифровыми.

Основным элементом электромеханического омметра является магнитоэлектрический механизм или магнитоэлектрический логометр. В зависимости от схемы они предназначены для измерения либо больших (от единиц Ом до десятков или сотен МОм), либо малых (менее 1 Ом) активных сопротивлений. Многопредельные омметры могут объединять эти схемы в одном приборе. Логометрические омметры имеют достоинства, вытекающие из независимости показаний от напряжения питания. Погрешность омметров рассматриваемых типов обычно лежит в диапазоне от одного до нескольких процентов, причем она неодинакова на разных участках шкалы и резко возрастает на обоих ее концах.

Форма представления результата:

Отчет должен быть оформлен в соответствии с требованиями, а также содержать:

– Графики зависимости абсолютной и относительной погрешностей измерений от результатов измерений с выделенными на них полосами допустимых погрешностей.

Рекомендованная форма таблиц для записи результатов приведена ниже.

Таблица 4.1 - Результаты измерений активного сопротивления с помощью электромеханического омметра (класс __, предел __) и цифрового мультиметра (класс __, предел)

Показания магазина сопротивлений, кОм(Ом)	Показания мультиметра, кОм(Ом)	Показания э/мех. омметра, кОм(Ом)	Погрешность мультиметра				Погрешность аналог. прибора				Результат измерений, Ом		
			абсолютная, Ом		относит., %		абсолютная, Ом		относит., %				
			расчет	эксперимент	расчет	эксперимент	расчет	эксперимент	расчет	эксперимент	Цифр. Вольтм.	Э/мех. омметр	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

Таблица 4.2 - Результаты измерения активного сопротивления с помощью измерительного моста (класс __)

Показания магазина сопротивлений, кОм(Ом)	Показания измерительн. моста, кОм(Ом)	Погрешность измерений		Результат измерений, Ом
		абсолютная, Ом	относит., %	
1	2	3	4	5

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; правильно и аккуратно выполняет все записи в таблицы, правильно выполняет сравнительный анализ.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов

Лабораторная работа №6. Измерение ёмкости и индуктивности

Цель: Измерить индуктивность катушки, ее активное сопротивление и емкость конденсатора, а также практически ознакомиться с применением метода ампера-вольтметра на постоянном и переменном токе.

Выполнив задания, Вы будете:

уметь:

- У 5.1.01; У 5.1.02;

Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы

Оборудование: Комплект оборудования для подготовки слесаря КИПиА, Мультиметры цифровые Master MAS838L, вольтметры, амперметры

Порядок выполнения работы:

1 Ознакомьтесь с приборами и определите цену деления амперметра и вольтметра. Данные занесите в таблицу приборов.

2 Соберите цепь по схеме (рисунок 6.2), дайте ее проверить лаборанту или преподавателю.

3 Поставьте тумблер на источнике питания в положение “-” (постоянный ток) и измерьте силу тока I , протекающего через катушку для 3-х различных значений напряжения U на ее концах. Используя закон Ома, найдите соответствующие значения R , а затем определите среднее значение R . Результаты внесите в таблицу 6.1.

4 Переверните тумблер на источнике питания в положение “~” (переменный ток), и определите силу тока через катушку для трех различных значений напряжения U . Используя формулу (6.3), найдите соответствующее значение полного сопротивления Z и вычислите Z . Результаты внесите в таблицу 6.2.

5 Используя значения Z и R , найдите с помощью формулы (6.1) значение индуктивности L катушки.

6 В схему (см. рисунок 6.2) вместо катушки включите конденсатор $C1$.

Форма представления результата: ответить на контрольные вопросы

1 Что такое индуктивность?

2 В каких случаях необходима большая индуктивность цепи? Какими способами можно добиться ее увеличения?

3 Что такое активное сопротивление катушки индуктивности? От каких факторов оно зависит?

4 Каким образом можно измерить активное сопротивление катушки индуктивности?

5 В чем сущность явления самоиндукции?

6 Почему полное сопротивление катушки индуктивности переменному току больше ее активного сопротивления? Могут ли они быть равными?

7 Что такое индуктивное сопротивление и от чего оно зависит? Применим ли закон Ома к цепям переменного тока?

8 Применим ли закон Ома к цепям переменного тока?

9 Объясните природу емкостного сопротивления. От каких факторов оно зависит?

10 Почему индуктивное и емкостное сопротивление называют реактивными?

11 В чем состоит сущность использованного в данной работе метода измерения? Поясните границы его применимости.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; правильно и аккуратно выполняет все записи в таблицы, правильно выполняет сравнительный анализ.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов

Лабораторная работа №7.

Измерение ЭДС потенциометром постоянного тока

Цель: изучение компенсационных методов измерения ЭДС, напряжений и сопротивлений

Выполнив задания, Вы будете:

уметь:

- У 5.1.01; У 5.1.02;

Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы

Оборудование: Комплект оборудования для подготовки слесаря КИПиА, Вольтметры

Задание:

- 1 Измерение ЭДС источника с большим внутренним сопротивлением.
- 2 Измерение температуры термопарой.
- 3 Используя потенциометр как источник калиброванных напряжений, произведите поверку (правильность показаний) цифрового вольтметра.

Порядок выполнения работы:

1. Измерение ЭДС источника с большим внутренним сопротивлением. Измерьте с помощью потенциометра и милливольтметра напряжение, возникающее между двумя проводниками из различных металлов, помещенными в стакан с водопроводной водой. Объясните различие показаний. Оцените внутреннее сопротивление источника ЭДС.

2. Измерение температуры термопарой. Измерьте ЭДС термопары при температуре плавления олова (231,9 °С). Определите, воспользовавшись таблицами номинальных статических характеристик термопреобразователей, тип термопары (у вас может быть либо ХА-термопара, либо ХК-термопара). Измерьте температуру кипящей воды и температуру собственного тела (в нескольких точках). Схема измерения температуры плавления олова показана на рис. 1.7. К измерительной термопаре 4 подключаются параллельно два измерительных прибора: потенциометр 6 и прибор 5 для непрерывной регистрации ЭДС с выводом результатов в виде графика зависимости ЭДС от времени – термограммы. Так как фазовые переходы первого рода протекают при постоянной температуре, на термограмме будет наблюдаться характерная “полка” при температуре плавления олова. В это время необходимо произвести точное измерение ЭДС термопары потенциометром. Измерения необходимо проделать несколько раз как в режиме нагрева (плавление), так и в режиме охлаждения (кристаллизация). Сопоставьте показания

потенциометра 6 и прибора непрерывной регистрации 5. В линейном приближении, как указано в разделе “Термопара”, вычислите чувствительность термопары К по результатам измерения температур кипения воды (K0) и плавления олова (K1) Воспользовавшись значением K0 рассчитайте температуру плавления олова и, наоборот, воспользовавшись значением K1 рассчитайте температуру кипения воды. Объясните результаты.

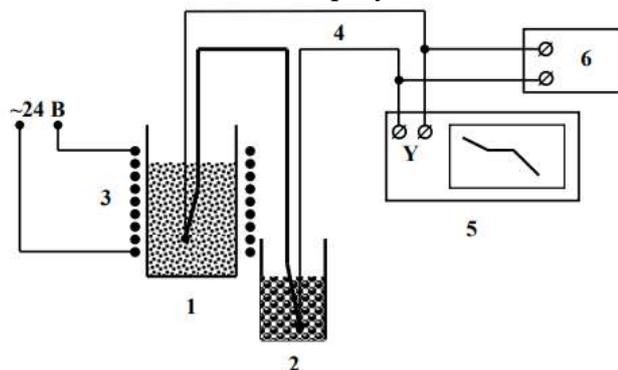


Рис 1.7. Схема измерения температуры плавления олова
1 – тигель с оловом; 2 – сосуд с водно-ледяной смесью;
3 – нагреватель; 4 – дифференциальная термопара; 5 – регистратор ЭДС термопары; 6 – потенциометр.

3. Используя потенциометр как источник калиброванных напряжений, произведите поверку (правильность показаний) цифрового вольтметра.

Форма представления результата: ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы:

1. Как увеличить диапазон измерений потенциометром в два раза?
2. Оцените, с какой точностью (относительной) необходимо подбирать сопротивления делителя напряжения потенциометра класса 0,01?

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; правильно и аккуратно выполняет все записи в таблицы, правильно выполняет сравнительный анализ.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов

Лабораторная работа №8.

Стандартные испытания приборов для измерения уровня

Цель: ознакомление с принципом действия и устройством средств для измерения уровня жидких сред. При выполнении работы определяется статическая характеристика уровнемеров и погрешность срабатывания сигнализаторов уровня.

Выполнив задания, Вы будете:

уметь:

- У 5.1.01; У 5.1.02;

Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы

Оборудование: приборов для измерения уровня жидкости, Датчик уровня воды NM4012;

Задание:

1 Собрать схемы и провести испытания приборов для измерения уровня.

Порядок выполнения работы:

1 Изучить теоретический материал для выполнения лабораторной работы.

2 Согласно схеме (рис. 8.2) выполнить электрическое соединение элементов автоматики.

3 Построить статическую характеристику уровнемеров и погрешность срабатывания сигнализаторов уровня.

Форма представления результата: Предоставить в тетради результаты выполнения задания с обсуждением полученных результатов и выводов

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; правильно и аккуратно выполняет все записи в таблицы, правильно выполняет сравнительный анализ.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов

Лабораторная работа №9.

Определения вида повреждения приборов и устранение неисправностей (приборы КИПиА)

Цель: Изучить основные виды повреждения приборов. Способы их устранения.

Выполнив задания, Вы будете:

уметь:

- У 5.1.01; У 5.1.02;

Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы

Оборудование: Комплект оборудования для подготовки слесаря КИПиА

Задание:

1 Изучите краткие теоретические сведения.

2 Запишите и изучите основные неисправности и способы их устранения.

Порядок выполнения работы:

1. Внимательно изучите теоретическую часть.

2. Определите принцип его действия, назначение, характеристики прибора.

3. По паспортным данным, указанным на самом приборе, определите электрические параметры, на которые рассчитан этот прибор: напряжение сети **U**, потребляемая мощность **P**.

4. Определите недостающие параметры: силу тока I , протекающего по спирали, сопротивление спирали R по формулам:

Форма представления результата: Предоставить в тетради результаты выполнения задания с обсуждением полученных результатов и выводов

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; правильно и аккуратно выполняет все записи в таблицы, правильно выполняет сравнительный анализ.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов

Тема 2.1 Монтаж электрических схем контрольно-измерительных приборов

Лабораторное занятие № 10

Паяние соединений проводов мягкими припоям

Цель: изучить приемы пайки проводов электропаяльником.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У 5.1.04

Материальное обеспечение:

- раздаточный материал;

Оборудование:

- электрический паяльник, подставка;

- набор припоев и паяльных флюсов.

Задание:

1. Ознакомиться с электрическим паяльником и приемами различных методов пайки.

2. Ознакомиться с припоями, паяльными флюсами.

Краткие теоретические сведения:

Пайка - это процесс получения неразъемного соединения металлических материалов и деталей из них расплавленным припоем. Припой - это металл или сплав, температура плавления которого гораздо меньше, чем у соединяемых изделий. В зависимости от температуры плавления различают следующие типы припоев: мягкие (легкоплавкие) - температура плавления не более 450 °С, твердые (среднеплавкие) - 450-600 °С; высокотемпературные (высокоплавкие) - свыше 600 °С. Для домашних работ, как правило, пользуются мягкими оловянно-свинцовыми припоями марки ПОС. Маркировка их означает следующее: цифра в марке припоя - содержание олова в процентах; так, в припое ПОС 90 - 90% олова, в ПОС 40 - 40%, и т.д.; следующие за обозначением марки (т. е. за буквами «ПОС») буквы означают добавку элемента, формирующего специальные свойства припоя: ПОССу4-6 -- припой с добавкой сурьмы, ПОСК50 - кадмия, ПОСВ33 - висмута. Чтобы предохранить соединяемые поверхности (предварительно хорошо очищенные) от окисления, используют паяльный флюс - вещество, очищающее поверхности и припой от оксидов и загрязнений и предотвращающее образование оксидов, а также увеличивающее растекаемость расплавленного припоя. Каждый флюс эффективен только в определенном интервале температур, за пределами которого он сгорает. Припой выбирают в зависимости от свойств соединяемых металлов, припоя, требований прочности спаянного соединения и некоторых других условий.

Паяльник применяется для прогревания места спайки и расплавления припоя. Рабочая часть паяльника - медный наконечник, нагреваемый от внешних источников. При пайке мелких деталей, например, деталей радиосхем, используют наконечники в форме отвертки массой 0,1-0,2 кг; для пайки более габаритных изделий (скажем, листов металлической кровли) -- тяжелые наконечники в виде молотка массой 0,5-10 кг. Нагрев паяльников осуществляется разными способами - как в пламени горелки, так и с помощью электрического тока (электропаяльники). Последние (бытового назначения) выпускаются различной мощности - от 25 до 100 Вт в зависимости от цели применения. Подогрев может происходить обычным теплом (за несколько минут) или с форсированной скоростью. В последнем случае электропаяльники называются паяльными пистолетами; они употребляются для мелких паяльных работ (пайки электропроводов, например). Перед началом паяния наконечник паяльника нужно залудить, т.е. очистить с помощью напильника либо шлифовальной шкурки, нагреть, окунуть во флюс, приложить к припою и держать, пока тот не начнет плавиться. Это надо повторить несколько раз - до тех пор, пока рабочая поверхность наконечника не покроется ровным слоем припоя.

С самого первого примера приступим к практике. Необходимо соединить светодиод с ограничивающим сопротивлением и припаять к ним питающий кабель. Здесь не используются

монтажные штифты, платы или другие вспомогательные элементы. Необходимо выполнить следующие операции.

1. Снять изоляцию с концов провода. Тонкие медные проводники абсолютно чисты, так как они были защищены изоляцией от кислорода и влажности.
2. Скрутить отдельные проводки жилы. Таким образом можно предотвратить их последующее разломачивание.



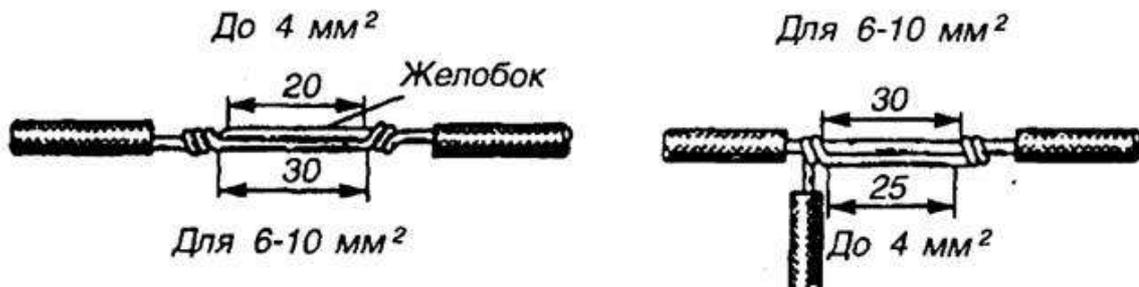
3. Залудить концы проводов. Во время лужения разогретое жало паяльника необходимо подвести к проводу одновременно с припоем. Провод необходимо хорошо разогреть, чтобы припой равномерно распределился по поверхности жгута. Легкое потирание жалом помогает распределению припоя по всей длине лужения.



4. Укоротить выводы светодиода и резистора и также залудить их. Хотя выводы и лудились при изготовлении радиоэлементов, но в процессе хранения на них мог образоваться тонкий слой окислов. После лужения поверхность вновь будет чистой. Если используются очень старые радиодетали, выпаянные из каких-либо плат, на них, как правило, сильно окислены. Выводы таких деталей перед лужением необходимо очистить от окислов, например, поскрести их ножом.

5. Удерживая соединяемые выводы параллельно друг другу, нанесите на них небольшое количество расплавленного припоя. Место пайки должно прогреваться быстро, расход припоя при этом - 2-3 мм (при диаметре 1,5 мм). Как только припой равномерно заполнит промежутки между соединяемыми выводами, необходимо быстро отвести паяльник. Место пайки должно оставаться в покое, пока припой не затвердеет полностью. Если детали сдвинутся раньше, то в пайке образуются микротрещины, снижающие механические и электрические свойства соединения.

Соединение и ответвление одно- и многопроволочных медных жил до 10 мм² выполняют пропаянной скруткой без желобка. С жилы удаляют изоляцию на длину до 35 мм, зачищают ее наждачной бумагой, пропаивают паяльником в ванночке с расплавленным припоем ПОССу 40-0,5. После остывания место пайки изолируют. Соединение и ответвление медных одно- и многопроволочных жил 4—240 мм выполняют в гильзах пайкой способом полива: ответвления — в гильзах ГПО, соединения — в гильзах ГМ. После подготовки жил полив припоя производят в течение 1,5 мин. В течение этого времени гильза должна быть полностью облужена.



Соединение и ответвление алюминиевых проводов пайкой способом двойной скрутки с желобком

Соединение и ответвление алюминиевых жил сечением 16—240 мм² с медными жилами выполняют так же, как соединение пайкой двух алюминиевых жил. При этом алюминиевую жилу разделяют ступенчато или со скосом под углом 55° к горизонтали. Концы алюминиевых жил сначала лудят припоем А, а затем припоем ПОССу, а концы медных жил и медные соединительные гильзы — припоем ПОССу. При ступенчатой разделке конца алюминиевой жилы пайку соединения производят непосредственным сплавлением припоя А в форму или способом полива припоем, при разделке алюминиевой жилы со скосом 55° — только способом полива припоем.

Оконцевание алюминиевых жил медными наконечниками выполняют так же, как и оконцевание алюминиевыми наконечниками. Медный наконечник предварительно лудят припоем ПОССу. Оконцевание производят также с подготовкой конца алюминиевой жилы со скосом под углом 55°. В этом случае конец подготовленной алюминиевой жилы вводят в гильзу наконечника скосом в сторону его контактной части так, чтобы жила была утоплена в гильзе наконечника на 2 мм. Зазоры уплотняют непосредственным сплавлением припоя на скошенную поверхность жилы. Оксидную пленку с торца жилы удаляют скребком под слоем припоя.

Соединение и ответвление алюминиевых жил в медных луженых гильзах выполняют припоем ПОССу 40. При этом концы провода предварительно лудят припоем марки А.

Типичные ошибки начинающих и методы их исправления

- Начинающие монтажники касаются места пайки только кончиком жала паяльника. При этом к месту пайки подводится недостаточно тепла. Опытный монтажник обладает чувством оптимальной теплопередачи. Он прикладывает жало паяльника таким образом, чтобы между ним и местом пайки образовалась как можно большая площадь контакта. Кроме того, он очень быстро вводит между жалом и деталью немного припоя в качестве теплопроводника.

- Начинающие монтажники расплавляет немного припоя и с некоторой задержкой подводит его к месту пайки. При этом часть флюса испаряется, припой не имеет защитного слоя и на нем образуется оксидная пленка. Профессионал, напротив, всегда касается места пайки одновременно паяльником и припоем. При этом место пайки обволакивается каплей чистого расплава еще до того, как флюс успеет испариться.

- Начинающие монтажники часто не уверены, не перегрето ли место припоя. Они слишком рано отводят жало паяльника от места пайки, затем вынуждены опять подводить его для подогрева, вновь отводят, и т.д. Результатом является серое место пайки с неровными границами, так как соединяемые детали были нагреты недостаточно сильно, а сам процесс длился слишком долго и колофоний успел испариться. Мастер, напротив, нагревает место пайки быстро и интенсивно и завершает процесс резко и окончательно. Он вознаграждает себя гладкой, отливающей серебром поверхностью припоя, в которой отражается его сияющая физиономия...

Паяемость

Какие металлы паяются?

Отлично паяются: Олово (белая жесь), кадмий, палладий, золото, серебро, родий.
 Хорошо паяются: медь, бронза, латунь, свинец, нейзильбер, беррилиевая бронза.
 Удовлетворительно паяются: Углеродистые стали, низколегированные стали, цинк, никель.
 Плохо паяются: Алюминий, алюминиевая бронза, высоколегированная сталь, нержавеющая сталь.

Очень плохо паяются (требуется промежуточное покрытие из паяемого металла): чугун, титан, хром, тантал, магний.

Припой и флюс.

Что такое флюс? Зачем он нужен?

Флюс – вспомогательное вещество. Флюс удаляет окислы с паяемых поверхностей (пленка окислов мешает смачиванию поверхности припоем), снижает поверхностное натяжение припоя (припой лучше растекается, затекая во все промежутки). Флюс бывает твердым, жидким, в виде геля или пасты.

Флюсы разделяются на группы:

1. Кислотные или активные
2. Антикоррозионные
3. Бескислотные
4. Активированные

Иногда делят всего на две группы – нейтральные и активные.

Нейтральные флюсы (канифоль например) «кушают» окислы слабее, чем активные, вроде паяльной кислоты. Это палка о двух концах, так как при использовании активных флюсов встает необходимость полностью их смыть с платы, иначе со временем они окислят проводники. Так как полностью отмыть плату очень сложно, для электроники активные флюсы (паяльная кислота) **не используют**. (Пример - собранное устройство странно себя ведет. Причина - пайка кислотой, остатки флюса при повышении влажности начинают проводить ток в непредсказуемых местах, вызывая сбои.) Нейтральные флюсы допускается не отмывать.

Контрольные вопросы

1. Назначение пайки, какие металлы лучше соединять методом пайки
2. Назначение электропаяльника их мощность
3. Назначение припоев и паяльных флюсов
4. Каким паяльником лучше паять электропровода?

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с методами и способами пайки проводов электрическим паяльником
2. Изучить устройство электропаяльника
3. Нарисовать в тетради эскиз электропаяльника
4. Полученные результаты перенести в тетрадь.

Форма представления результата:

1. Предоставить в тетради результаты выполнения технического задания с обсуждением полученных результатов и выводов.
2. Предоставить в тетради замеры.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; правильно и аккуратно выполняет все записи в таблицы, правильно выполняет сравнительный анализ.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов

Лабораторная работа №11.

Монтаж электропроводки с использованием автоматов защиты

Цель: ознакомиться с основными параметрами аппаратуры управления и защиты.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 5.2.01; У 5.2.02; У 5.2.03;

Материальное обеспечение:

- раздаточный материал;

Оборудование: не требуется

Задание:

1. Изучить теоретические сведения.
2. Ответить на контрольные вопросы.

Краткие теоретические сведения:

Автоматические выключатели серии АЕ1000

Выключатели предназначены для защиты электрических цепей переменного тока до 25А включительно с номинальным напряжением до 380 В частотой 50-60 Гц при перегрузках, коротких замыканиях и для нечастых (до 30 в сутки) оперативных включений и отключений электрических цепей вручную (рисунок 7).

АЕ-10 – серия выключателя;

X1 – величина номинального тока;

X2 – число полюсов и тип максимального расцепителя тока;

X3 – модификация выключателя;

X4 – наличие или отсутствие вспомогательных контактов;

X5 – наличие дополнительного расцепителя;

X6 – наличие температурной компенсации и регулировки тока;

00 – степень защиты IP;

XX7 – климатическое исполнение: УХЛ и 0 категории размещения 4, Т категории размещения 3 со степенью защиты IP20; У, ХЛ, Т категории размещения 2 по ГОСТ 15150 со степенью защиты IP54.



Рисунок 7 – Автоматические выключатели серии АЕ

Автоматические выключатели серии АЕ предназначены для эксплуатации в цепях переменного тока напряжением до 660 В частотой 50 и 60 Гц, напряжением до 380 В частотой 400 Гц и постоянного напряжения до 220 В, а также для защиты, пуска и остановки асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором.

Более подробная структура условного обозначения показана на примере автомата АЕ2– 000.

Структура условного обозначения:

- 1) цифровое обозначение серии;
- 2) номинальный ток: 2 – 16А; 4 – 63 А;
- 3) число полюсов в комбинации с максимальными расцепителями тока:
 - 1 – однополюсные с электромагнитным расцепителем;
 - 2 – двухполюсные с электромагнитными расцепителями в габарите трехполюсного;
 - 3 – трехполюсные с электромагнитными расцепителями;
 - 4 – однополюсные с электромагнитными и тепловыми расцепителями;
 - 5 – двухполюсные с электромагнитными и тепловыми расцепителями в габарите трехполюсного;
 - 6 – трехполюсные с электромагнитными и тепловыми расцепителями;
 - 7 – четырехполюсные с электромагнитными расцепителями;
 - 8 – четырехполюсные с электромагнитными и тепловыми расцепителями;
- 4) наличие свободных контактов:
 - 1 – без свободных контактов;
 - 2 – 1«3»;
 - 3 – 1«Р»;
 - 4 – «3»+1«Р»;
- 5) дополнительные расцепители:
 - 0 – без дополнительных расцепителей;
 - 1 – минимальный расцепитель напряжения;
 - 2 – независимый расцепитель;
 - 3 – минимальный расцепитель напряжения и независимый расцепитель;
- 6) наличие температурной компенсации и регулировки номинального тока теплового расцепителя:
 - Р – регулировка номинального тока тепловых расцепителей и температурная компенсация;
 - Н – регулировка номинального тока тепловых расцепителей без температурной компенсации;
 - Б – без регулировки номинального тока тепловых расцепителей и температурной компенсации для распределительных пунктов;
 - О – без регулировки номинального тока тепловых расцепителей и температурной компенсации;
- 7) степень защиты: 00 – IP00; 20 – IP20, 54 – IP54;
- 8) климатическое исполнение УЗ, ТЗ, для выключателей со степенью защиты IP54– У1, Т1. Выключатели исполнения УЗ пригодны для эксплуатации в условиях УХЛ4, а исполнения У1– в условиях исполнения УХЛ2. Температура окружающего воздуха для климатических исполнений УЗ, ТЗ и Т1 – от минус 40 до 60 °С, для У1 – от минус 60 до 60 °С.

Автоматические выключатели серии ВА (на примере ВА 5739 340010 УХЛ3)

Трехполюсные автоматические выключатели серии ВА57 предназначены для применения в электрических цепях с напряжением 400/690 В переменного тока частотой 50 и 60 Гц и постоянного тока до 440 В. Основное назначение – защита электроустановок от токов короткого замыкания, токов перегрузки, недопустимых снижений напряжения, а также для нечастых оперативных их включений и отключений. Рабочее положение выключателей в пространстве:

- на вертикальной плоскости знаком «I» (включено) – вверх;
- возможен поворот вправо или влево на 90% (рисунок 8).

ВА – Выключатель автоматический, условное обозначение номера серии – 57 Условное обозначение максимального номинального тока серии: 39 – 630 А.

Условное обозначение числа полюсов и количества максимальных расцепителей тока в комбинации с исполнением максимальных расцепителей тока по зоне защиты:

- первая цифра – число полюсов и количество максимальных расцепителей (3* – три полюса с расцепителями);

- вторая цифра – исполнения максимальных расцепителей тока по зоне защиты (3 – расцепитель в зоне токов короткого замыкания (электромагнитный), 4 – расцепитель в зоне токов перегрузки и короткого замыкания (тепловой и электромагнитный)).



Рисунок 8 – Автоматический выключатель ВА 5739 (340010)

Условное обозначение по дополнительным сборочным единицам:

- 00 – без дополнительных сборочных единиц;
- 11 – свободные контакты;
- 12 – независимый расцепитель;
- 13 – минимальный расцепитель напряжения;
- 15 – нулевой расцепитель напряжения;
- 18 – свободные контакты, независимый расцепитель;
- 23 – свободные контакты, минимальный расцепитель напряжения;
- 25 – свободные контакты, нулевой расцепитель напряжения;
- 45 – вспомогательный контакт сигнализации автоматического отключения;
- 46 – свободные контакты, вспомогательный контакт сигнализации автоматического отключения;
- 47 – свободные контакты, независимый расцепитель, вспомогательный контакт сигнализации автоматического отключения;
- 49 – нулевой расцепитель напряжения, вспомогательный контакт сигнализации автоматического отключения;
- 52 – минимальный расцепитель напряжения, вспомогательный контакт сигнализации автоматического отключения;
- 54 – свободные контакты, нулевой расцепитель напряжения, вспомогательный контакт сигнализации автоматического отключения;
- 56 – свободные контакты, минимальный расцепитель напряжения, вспомогательный контакт сигнализации автоматического отключения;
- 62 – независимый расцепитель, вспомогательный контакт сигнализации автоматического отключения.

Условное обозначение вида привода и способа установки выключателя:

- 1 – ручной привод, стационарное исполнение;
- 3 – электромагнитный привод, стационарное исполнение;
- 5 – ручной дистанционный привод, выдвижное исполнение;
- 7 – электромагнитный привод, выдвижное исполнение.

Условное обозначение дополнительных механизмов:

- 0 – отсутствуют;
- 5 – ручной дистанционный привод для оперирования через дверь распределительного устройства выключателей стационарного исполнения с ручным приводом;
- 6 – устройство для блокировки положения «отключено» выключателей стационарного исполнения с ручным приводом.

Условное обозначение вида климатического исполнения:

УХЛЗ, ТЗ, ОМЗ.

Примеры записи автомата: ВА 5739 400 А 341810 нр 220 В – выключатель автоматический серии 5739 с тепловым и электромагнитным расцепителями, уставкой 400 А, 4000 А

соответственно, независимым расцепителем 220 В переменного тока и свободными контактами. Способ установки – стационарный, зажимы для переднего присоединения медными

Автоматические выключатели серии АП – 50Б

Автоматические выключатели серии АП-50Б предназначены для защиты от перегрузок и коротких замыканий электрических цепей напряжением до 220 В постоянного тока, до 500 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц, оперативных включений и отключений указанных цепей с частотой от 6 до 30 включений в сутки (рисунок 9).



Рисунок 9 – Автоматический выключатель АП – 50Б 3МТ

Диапазон рабочих температур от: -40 до +50°С при относительной влажности 98%.

Высота над уровнем моря – до 2000 м. Окружающая среда взрывобезопасная, не содержащая пыли в количестве, нарушающем работу автоматического выключателя, а также агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

АП50Б-XXXX X XXX: АП50Б – серия; XXXX – максимальные расцепители тока

(М – электромагнитный, Т – тепловой); для выключателей без дополнительных расцепителей

2М, 2МТ, 3М, 3МТ цифра – количество полюсов и максимальных расцепителей; для выключателей с дополнительными расцепителями 1М2Т (двухполюсный), 2М3Т, 2М (трехполюсные) первая цифра – число максимальных электромагнитных расцепителей, вторая цифра – число максимальных тепловых расцепителей; X – дополнительные расцепители (Н – минимальный расцепитель напряжения (номинальные напряжения: 110, 127, 220, 380, 400, 415 В переменного тока частоты 50 Гц), Д – независимый расцепитель (номинальные напряжения:

110, 127, 220, 230, 240, 380, 400, 440 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц и 220 В постоянного тока для АП50Б 1М2ТД У3), О – максимальный расцепитель тока в нулевом проводе);

XXX – климатическое исполнение (У, ХЛ, Т) и категории размещения (2, 3, 5); У3, Т3, ХЛ5 – без оболочки;

У2, Т2, ХЛ5 – в дополнительной металлической оболочке степени защиты IP54. Выключатели изготавливаются с одним свободным переключающим контактом вспомогательной цепи (1П), двумя (2П) или без них.

Автоматический выключатель обычно устанавливают внутри распределительного щитка на входе в производственное помещение, дом или квартиру и врезают его в фазный проводник. Через этот автомат по смонтированным проводам проходит ток подключенной нагрузки, которую создают работающие электроприборы.

Именно этот ток в рабочем режиме должен надежно пропускать автоматический выключатель, а в случае его превышения – размыкать свой силовой контакт, обесточивая схему. При этом важно, чтобы между токопроводящими свойствами электропроводки и подключенных приборов был соблюден баланс.

Например, медная проводка сечением 1,5 мм² может обеспечить надежное электроснабжение потребителей общей мощностью до 1 кВт. Если же выбрать автоматический выключатель по нагрузке нагревателя 3 кВт, то его оборудование станет работать, но только до того момента, пока не сгорят подводящие напряжение электрические провода.

При этом лучше всего поэтапно выполнить следующие три задачи:

- рассчитать ток подключаемой линии, исходя из мощности работающих в ней электроприборов с учетом их количества и числа фаз сети;
- выбрать номинал автоматического выключателя из ряда стандартных токов на основе проведенного расчета. При этом используется метод округления в большую сторону;
- определить материал и сечение проводов, которые будут передавать нагрузку от автомата к потребителям на основе использования таблиц ПУЭ.

На рисунке 10 представлены основные технические рекомендации для решения каждого из этих вопросов.

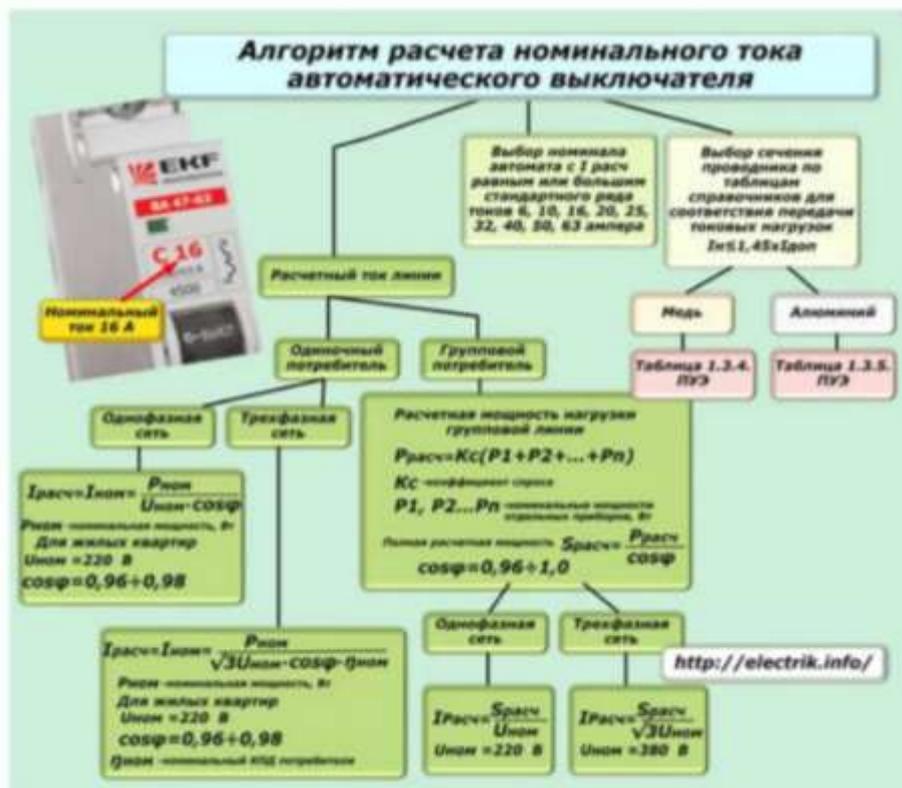


Рисунок 10 – Алгоритм расчета номинального тока автоматического выключателя

Выбор автоматического выключателя по его времятоковой характеристике представлен на рисунке 11. Зависимость скорости снятия питания с нагрузки электромагнитным расцепителем от величины превышения номинального тока в контролируемой схеме является одним из важных показателей автомата. По этому критерию они имеют шесть групп классификации, но для условий дома или квартиры подходят только три из них.

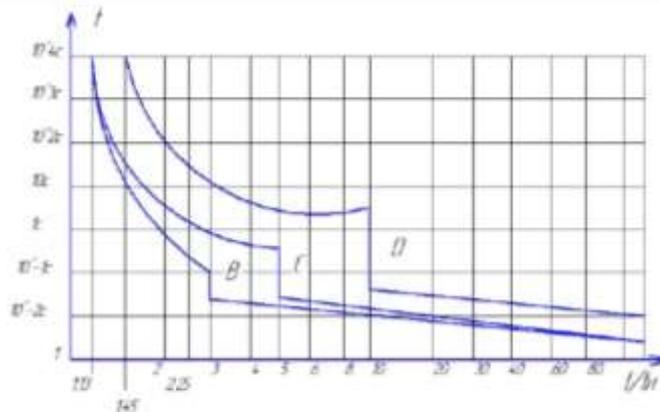


Рисунок 11 – Времятоковые характеристики автоматического выключателя

Это классы:

- «В», когда нагрузка представлена старой электропроводкой, лампами накаливания, обогревателями, электрическими плитами или духовками;

- «С», если в помещениях используются стиральные и посудомоечные машины, холодильники, морозильники, кондиционеры, офисные и домашние розеточные группы, осветительные газоразрядные лампы с увеличенным током запуска;

- «D» — для обеспечения надежной работы и защиты мощных компрессорных установок, насосов, обрабатывающих станков, подъемных механизмов.

Надежное отключение повышенного тока электромагнитным расцепителем происходит при превышении $I_{ном}$ у классов: «В» в $3\div 5$; «С» в $5\div 10$; «D» в $10\div 20$ раз.

Токи, большие на 10% номинального значения, тоже будут отключаться этими автоматами за счет срабатывания биметаллических пластин, работающих по тепловому принципу. Но их время не всегда может обеспечить безопасность. Поэтому защиты класса D нельзя использовать вместо С или тем более В.

Контрольные вопросы:

1 Как проводится проверка срабатывания расцепителей автоматических выключателей?

2 Дайте расшифровку автоматических выключателей: АЕ1031, АЕ2036ММ, АЕ2044IP, АЕ2046М, ВА5125(340010), ВА5237, ВА57Ф35, ВА6629-14, АП – 50Б 3МТ, АП – 50 2МТ;

3. Как выбирается автоматический выключатель?

Выбор автоматических выключателей производят из следующих условий

$$I_{ин} \geq I_p,$$

где $I_{ин}$, I_p – соответственно номинальный ток автомата и расчетный ток электроприемника, А.

$$I_{уст} \geq K_{уст} I_p,$$

где $I_{уст}$ – ток уставки теплового расцепителя, А;
 $K_{уст}$ – коэффициент надежности (1,25);

$$I_{дир} \geq K_{дир} I_{max},$$

где $I_{дир}$ – ток срабатывания электромагнитного расцепителя, А;
 $K_{дир}$ – коэффициент надежности (1,5).
 I_{max} – максимальный ток электроприемника, А.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические сведения.
2. Ответить на контрольные вопросы.

Форма представления результата:

Предоставить в тетради результаты выполнения задания с обсуждением полученных результатов и выводов.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; правильно и аккуратно выполняет все записи в таблицы, правильно выполняет сравнительный анализ.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов

Лабораторная работа №12.

Управление электроприемниками при помощи магнитного пускателя

Цель: Приобрести практические навыки по монтажу пускорегулирующей аппаратуры и дистанционного управления электродвигателем

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 5.2.01; У 5.2.02; У 5.2.03;

Оборудование:

- плоскогубцы, набор отвёрток, расходный материал, магнитный пускатель, Мультиметры цифровые Master MAS838L.

Задание:

Выполнить сборку схемы управления электроприемниками с использованием нереверсивного магнитного пускателя, реле и кнопочной станции.

Порядок выполнения работы:

- изучить схему;
- выполнить их монтаж и подключение.

Форма представления результата: правильно собранная схема.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; правильно и аккуратно выполняет все записи в таблицы, правильно выполняет сравнительный анализ.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов

Лабораторное занятие № 13

Составление и макетирование средней сложности схемы: реле, контакторы, коммутаторы, автоматические выключатели.

Цель работы:

- составить средней сложности схему с типовыми элементами системы автоматики: реле, контакторы, коммутаторы, автоматические выключатели;
- выполнить макетирование средней сложности схемы с типовыми элементами системы автоматики: реле, контакторы, коммутаторы, автоматические выключатели.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 5.2.01; У 5.2.02; У 5.2.03;

Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы.

Оборудование: Комплект оборудования для подготовки слесаря КИПиА

Задание:

1. Составить средней сложности схему с типовыми элементами системы автоматики: реле, контакторы, коммутаторы, автоматические выключатели.
2. Выполнить макетирование средней сложности схемы с типовыми элементами системы автоматики: реле, контакторы, коммутаторы, автоматические выключатели

Краткие теоретические сведения:

Релейная защита является важнейшей частью автоматики, используемой на электростанциях и в электрических сетях энергосистем. Основная задача релейной защиты состоит в обнаружении поврежденного участка и возможно быстрой выдаче управляющего сигнала на его отключение. Наиболее частыми видами повреждений электрооборудования станций, а также линий электропередачи являются КЗ при которых поврежденный участок отключается выключателем. Дополнительным назначением релейной защиты является выявление аномальных режимов работы, не требующих немедленного отключения, но требующих принятия мер для их ликвидации (перегрузка, обрыв оперативных цепей и др.). В этом случае защита действует на сигнал. К устройствам релейной защиты, действующим на отключение, предъявляются следующие требования: Селективность, или избирательность, действия, при котором обеспечивается отключение только поврежденного элемента электроустановки, а неповрежденная часть ее остается в работе. Быстрота действия. Чем быстрее работает релейная защита, тем меньше длится аварийное состояние в электроустановке и меньше размер разрушения электрооборудования. Современная быстродействующая защита имеет собственное время действия порядка 0,02 - 0,04 с. Чувствительность, т. е. способность защиты реагировать только на те повреждения и аномальные режимы, на которые она рассчитана. Надежность защиты, заключающаяся в ее постоянной готовности, правильном и безотказном действии во всех случаях, для которых она предназначена.

Тепловые реле

Измерительным органом теплового реле является биметаллический элемент, который при нагреве изгибается и переводит контактную систему в отключенное или включенное состояние. Биметаллический элемент представляет собой двухслойную пластинку из металлов с разными температурными коэффициентами линейного расширения (ТКЛР). При нагреве слой термоактивного металла существенно расширяется, в то время как слой термоинертного металла почти не деформируется. Если один конец биметаллической пластинки жестко закрепить, то другой свободный конец ее будет изгибаться.

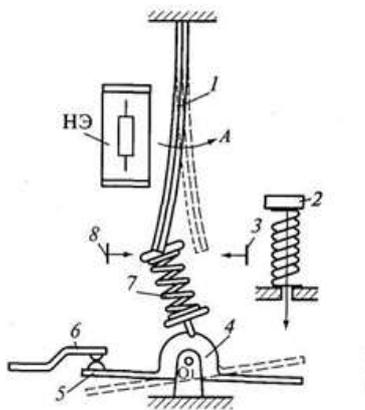


Рис. 1 – Схема теплового реле.

На рис. 1 изображена конструктивная схема теплового реле. Биметаллическая пластина 1 такого реле упирается в верхний конец пружины 7. Нижний конец пружины давит на выступ пластмассовой колодки 4, которая может поворачиваться вокруг оси O1.

В положении, изображенном на рис. 1, движение пластины 1 и верхнего конца пружины влево ограничено упором 8. Сила пружины 7 воздействует на выступ пластмассовой колодки 4 так, что она оказывается повернутой по часовой стрелке, а укрепленный на ней подвижный контакт 5 - замкнутым с неподвижным контактом 6.

При протекании повышенного тока по нагревательному элементу - НЭ (или непосредственно по пластине) биметаллическая пластина 1 нагревается и ее нижний конец перемещается в направлении стрелки А. В результате верхний конец пружины 7 переходит вправо и создаваемая ею сила воздействует на колодку 4 так, что она поворачивается на некоторый угол против часовой стрелки, а контакты 5 и 6 размыкаются. Упоры 3 и 8 ограничивают перемещение нижнего конца пластины 1. Возврат реле в исходное положение происходит самопроизвольно, когда биметаллическая пластинка остынет. В других конструкциях перевод реле в исходное положение осуществляется кнопкой ручного возврата 2.

Принцип действия электронных коммутаторов

Основным аппаратом, производящим замыкание и размыкание главных цепей двигателя при автоматическом управлении, является электромагнитный контактор, представляющий собой выключатель, включаемый и выключаемый при помощи электромагнита. Контакторы обычно применяют одновременно с различными реле, например реле тока, напряжения и др. Контакты реле включают в цепь электромагнитов, что дает возможность производить включение и выключение силовых цепей с током от 10 до нескольких сотен ампер и напряжением до нескольких сотен вольт. Контакторы выполняют как для постоянного, так и для переменного тока, и они могут быть одно- и многополюсными. Контакторы постоянного тока имеют обмотку, питающуюся постоянным током напряжением ПУ или 220 В и потребляют мощность 20... 30 Вт. Обмотки контакторов переменного тока питаются переменным напряжением 127, 220 или 380 В и служат для коммутации цепей переменного тока.

Для автоматического пуска и остановки двигателей применяют магнитные пускатели.

На рис. 2 схематически изображен однополюсный контактор; он состоит из стального сердечника 1, на который надета катушка 2.

При включении тока в катушке якорь 6 притягивается к сердечнику и замыкает главные линейные притирающиеся контакты: 3 - неподвижный и 4 - подвижный. Пружина 5 обеспечивает надежность прикосновения контактов. Вспомогательные блок-контакты 7 и 8 служат для цепей обмоток других контакторов, реле и цепей сигнализации. Число вспомогательных контактов может быть различно, причем они могут быть размыкающими или замыкающими

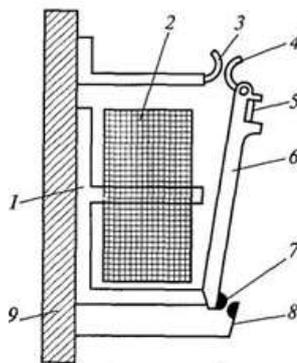


Рис. 2 - Схема однополюсного контактора

При выключении катушки якорь под действием собственного веса (при вертикальном расположении контактора) отпадает и выключает цепь тока; одновременно размыкаются контакты 7 и 8. Включение контакторов может осуществляться специальными замыкателями. Все детали контактора монтируются на изолирующей основе 9. Выбор контакторов производится исходя из напряжения в цепи главных контактов и блок-контактов, а также значения и длительности протекания тока нагрузки. Эти данные приводятся в каталогах и справочниках.

Магнитные пускатели

Магнитным пускателем называется электрический аппарат, предназначенный для пуска и отключения короткозамкнутых асинхронных двигателей.

Существует много видов автоматических схем управления электрическими двигателями, пуск и остановка которых осуществляются при помощи кнопок. Такие схемы выполняются в виде отдельных устройств, называемых магнитными пускателями. Магнитный пускатель - это один из видов контакторов, предназначенный для пуска трехфазных асинхронных двигателей.

Автоматические выключатели

Автоматические выключатели – это устройства, которые предназначаются для защитного отключения цепей постоянного и переменного тока в случаях короткого замыкания, токовой перегрузки, снижения напряжения или его исчезновения. В отличие от плавких предохранителей автоматические выключатели имеют более точный ток отключения, могут многократно использоваться, а также при трехфазном исполнении при срабатывании предохранителя какая – то из фаз (одна либо две) могут остаться под напряжением, что является тоже аварийным режимом работы (особенно при питании трехфазных электродвигателей).

На рис. 3 дана условная конструктивная схема универсального автомата в упрощенном изображении. Автомат коммутирует электрическую цепь, подсоединяемую к выводам а и б. В указанном положении автомат отключен и силовая электрическая цепь разомкнута. Чтобы включить автомат, необходимо повернуть по часовой стрелке рукоятку 3. При этом создается усилие, которое, перемещая рычаги 4 и 5 вправо, будет поворачивать основную несущую деталь 6 автомата вокруг неподвижной оси О по часовой стрелке. В результате замыкаются и включают цепь тока сначала дугогасительные 8 и 10, а затем главные 7 и 11 контакты автомата. После этого вся система остается в крайнем правом положении, в котором фиксируется и удерживается специальной защелкой (на рисунке не показана).

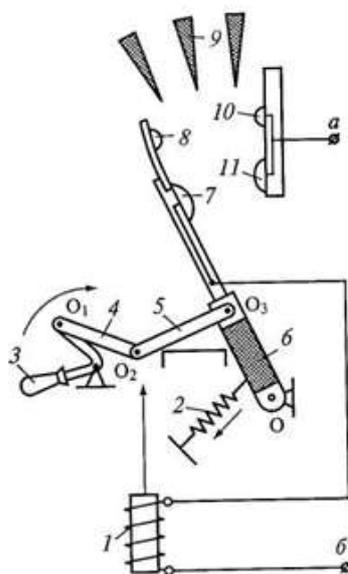


Рис. 3 - Конструктивная схема универсального автомата

Отключающая пружина 2 взводится при включении автомата. При подаче команды на отключение она отключает автомат. Когда по катушке 1 электромагнитного расцепителя протекает ток короткого замыкания, на его якоре создается электромагнитная сила, переводящая рычаги 4 и 5 вверх за мертвую точку, в результате чего автомат пружиной 2 отключается автоматически. При этом контакты размыкаются и возникающая на них дуга выдувается в дугогасительную камеру 9 и гасится в ней. Система рычагов 4 и 5 выполняет функции механизма свободного расцепления, который в реальных автоматах имеет более сложное устройство. Механизм свободного расцепления позволяет автомату отключаться в любой момент времени, в том числе и в процессе включения, когда включающая сила воздействует на подвижную систему автомата. Если рычаги 4 и 5 переведены вверх за мертвую точку, то жесткая связь между приводной и подвижной системами нарушается. Мертвая точка соответствует такому положению рычагов, когда прямые линии O1O2 и O2O3, соединяющие оси вращения, совпадают по направлению друг с другом. В этом случае автомат немедленно отключается за счет действия возвратной пружины 2, независимо от того, воздействует ли включающая сила на приводимую систему автомата или нет.

При отключении автомата первыми размыкаются главные контакты 7 и 11 и весь ток переходит в параллельную цепь контактов 8 и 10 с накладками из дугостойкого материала. На главных контактах дуга не может возникнуть, так как они не должны обгорать, поэтому дугогасительные контакты размыкаются, когда главные контакты расходятся на значительное расстояние.

Порядок выполнения работы:

1. Составить схему с типовыми элементами системы автоматики: реле, контакторы, коммутаторы, автоматические выключатели для запуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
2. Выполнить макетирование составленной схемы с типовыми элементами системы автоматики.

Форма представления результата: выполненная работа.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; правильно и аккуратно выполняет все записи в таблицы, правильно выполняет сравнительный анализ.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов

Практическое занятие № 14

Чтение принципиальных, монтажных и электрических схем простых КИПиА

Цель: Изучить основные неисправности в электрической схеме пуска и реверса электрического двигателя с короткозамкнутым ротором, способы их обнаружения и выяснения причин.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У 5.2.01; У 5.2.02; У 5.2.03;

Материальное обеспечение:

- раздаточный материал

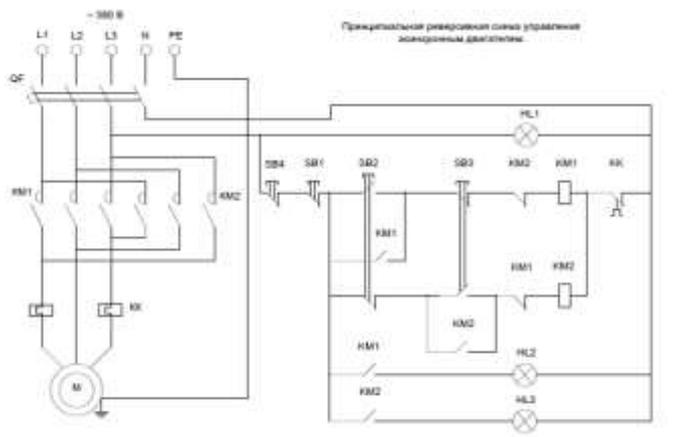
Оборудование: не требуется

Задание:

1. Изучить основные неисправности в электрической схеме пуска и реверса электрического двигателя с короткозамкнутым ротором.
2. Отметить неисправности непосредственно на схеме в местах соответствующих расположению на установке.

Порядок выполнения задания:

- Преподаватель предварительно должен определить виды неисправностей, подлежащих внесению в установки или панель для поиска и устранения;
- Студенты определяют неисправности, пользуясь схемой.
- Отмечают неисправности непосредственно на схеме в местах соответствующих расположению на установке;
- Условные обозначения неисправностей представлены на рисунке 1.



Необходимо выполнить поиск неисправностей, внесенных в установку преподавателем и произвести наладку установки.

В число неисправностей могут входить:

- высокое сопротивление заземлению;
- низкое изоляционное соединение;
- неправильная полярность;
- визуальная неисправность.

Также могут быть включены следующие типы неисправностей:

- Неправильные настройки таймера;

- Неправильные настройки превышения нагрузки;
- Обрыв цепи;
- Высокое переходное сопротивление контактов;
- Перекрестная связь.

	SHORT CIRCUIT	KURZSCHLUSS	COURT CIRCUIT
	OPEN CIRCUIT	UNTERBRECHUNG LEITER	CIRCUIT OUVERT
	LOW RESISTANCE INSULATION FAULT	SCHLECHTER ISOLATIONSWERT	DEFAULT D'ISOLEMENT, RESISTANCE D'ISOLEMENT FAIBLE
SET	INCORRECT SETTING	FALSCH EINSTELLUNG	MAUVAISE CONFIGURATION
	CROSS OVER	VERTAUSCHUNG	INVERSION

Рисунок 1. Условные обозначения неисправностей

Для выполнения требований данного задания, студентам необходимо принести с собой на конкурс собственные контрольные приборы. Приборы должны соответствовать требованиям Принимающей страны в области техники безопасности.

Поиск неисправностей оценивается по найденным или не найденным неисправностям.

Форма представления результата: выполненная работа.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; правильно и аккуратно выполняет все записи в таблицы, правильно выполняет сравнительный анализ.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов

Лабораторное занятие № 15

Электромонтаж контрольно-измерительных приборов массовой концентрации газа, защиты и сигнализации о превышении предельно-допустимой концентрации

Цель: освоить чтение принципиальных схем; в соответствии со схемой соединений производить прозвонку проводов и сборку схем.

Выполнив задания, Вы будете:
уметь:

- У 5.2.01; У 5.2.02; У 5.2.03;

Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы

Оборудование: Комплект оборудования для подготовки слесаря КИПиА

Задание:

1. Изучите устройство и технические характеристики приборов массовой концентрации газа, защиты и сигнализации о превышении предельно-допустимой концентрации
2. Соберите схему, выполните проверку работоспособности схемы.

Порядок выполнения работы:

- 1 Изучить теоретический материал достаточный для выполнения лабораторной работы. Ответить на контрольные вопросы и получить у преподавателя допуск проведению лабораторной работы.
2. Согласно рисунка выполнить электрические соединения модулей и электроустановочных устройств.

Форма представления результата: выполненная работа.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; правильно и аккуратно выполняет все записи в таблицы, правильно выполняет сравнительный анализ.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов

Лабораторное занятие № 16

Калибровка электронных приборов измерения давления, разряжения, давления-разряжения, разности давления с моделью автоматического калибратора

Цель: Проведение испытаний стандартных образцов и средств измерений, а также технических систем и устройств с измерительными функциями, приборов измерения давления, разряжения, давления-разряжения, разности давления

Выполнив задания, Вы будете:

уметь:

- У 5.2.01; У 5.2.02; У 5.2.03;

Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению работы,

Оборудование: Комплект оборудования для подготовки слесаря КИПиА

Задание:

- 1 Произвести настройку датчика серии МЕТРАН 22 ДИ
- 2 Произвести калибровку аналогового выхода
- 3 Произвести калибровку сенсора

Порядок выполнения работы:

Настройка и калибровка датчика

Настройка и калибровка датчика проводится после выполнения ремонтных работ или в случае необходимости.

Настройка датчика включает следующие операции: настройка выходных параметров датчика:

- установка единиц измерения, установка характеристики выходного сигнала; перенастройка диапазона измерений;

- настройка времени усреднения выходного сигнала (демпфирование);

- калибровка аналогового выхода.

Калибровка аналогового выхода предусматривает:

- калибровка «нуля» — операция устанавливает точное соответствие (при помощи образцовых средств) начального значения выходного сигнала тока цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) номинальному значению.

При калибровке происходит параллельное смещение характеристики ЦАП и не изменяется ее наклон; калибровка «наклона» ЦАП — операция устанавливает точное соответствие (при помощи образцовых средств) верхнего значения выходного сигнала тока цифро-аналогового преобразователя номинальному значению. При калибровке происходит коррекция наклона характеристики ЦАП; калибровка сенсора. Калибровка сенсора предусматривает калибровку нижнего предела измерений (НПИ) и верхнего предела измерений (ВПИ). Сенсор состоит из измерительного блока и платы аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Давление подается в камеру измерительного блока, преобразуется в деформацию чувствительного элемента и изменение электрического сигнала.

Во время прохождения производственной практики мною была выполнена поверка датчика, результаты поверки приведены в протоколе представленном ниже.

Форма представления результата: заполненный протокол калибровки прибора.

Критерии оценки:

Оценка 5 «отлично» ставится, если учащийся:

а) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения слесарных или электромонтажных работ;

б) самостоятельно и рационально выбрал необходимое оборудование, инструменты;

в) в отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи и сделал вывод;

г) соблюдал технику безопасности при выполнении работы.

Оценка 4 «хорошо» ставится в том случае, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но:

а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;

б) было допущено 2 – 3 недочета или одна негрубая ошибка.

Оценка 3 «удовлетворительно» ставится, если работа выполнена не полностью, объем выполненной части таков, что позволяет получить правильный результат и выводы, и если в ходе работы были допущены следующие ошибки:

а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большой погрешностью;

б) две ошибки не принципиального значения для данной работы, но повлиявших на результат выполнения;

в) не выполнен или выполнен неверно вывод по работе.

Оценка 2 «неудовлетворительно» ставится, если:

а) работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

- б) слесарные или электромонтажные работы производились неправильно;
- в) в ходе работы или в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «удовлетворительно».