

**Краевое государственное бюджетное профессиональное образовательное
учреждение
«Комсомольский-на-Амуре судомеханический техникум
имени Героя Советского Союза В.В Орехова»**

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УР
_____/ С.Г. Зеленкова
« ____ » _____ 2015г.

**СБОРНИК МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

**ПМ 01 Сборка, монтаж, регулировка и ремонт узлов и механизмов
оборудования, агрегатов, машин, станков и другого электрооборудования
промышленных организаций**

МДК 01.01. Основы слесарно-сборочных и электромонтажных работ

МДК 01.02 Организация работ по сборке, монтажу и ремонту
электрооборудования промышленных предприятий

для профессии СПО **140446.03 Электромонтер по ремонту и обслуживанию
электрооборудования**

Преподаватель Е.А. Смишко

Рассмотрены и одобрены на заседании цикловой комиссии профессионального цикла
электротехнических профессий

Протокол № 2 « 12 » октября 2015 год

Председатель комиссии _____ Е. А. Смишко

г. Комсомольск-на-Амуре
2015 г.

Автор:

Смишко Е. А., преподаватель комсомольского-на-Амуре судомеханического техникума имени Героя Советского Союза В.В Орехова

Рецензент:

Белинская С.А., методист комсомольского-на-Амуре судомеханического техникума имени Героя Советского Союза В.В Орехова

ПМ 01 Сборка, монтаж, регулировка и ремонт узлов и механизмов оборудования, агрегатов, машин, станков и другого электрооборудования промышленных организаций

МДК 01.01. Основы слесарно-сборочных и электромонтажных работ

МДК 01.02 Организация работ по сборке, монтажу и ремонту электрооборудования промышленных предприятий

Методические рекомендации к лабораторно – практическим занятиям для студентов средних профессиональных учебных заведений, для профессии СПО 140446.03 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования - количество с.

Настоящее пособие предназначено для студентов средних профессиональных учебных заведений, обучающихся по профессии 140446.03 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования очного и заочного отделений. Данное пособие рекомендуется для успешного выполнения практических занятий как одного из важных видов занятий в СПО для формирования умений, навыков в области сборки, монтажа, регулировки и ремонта узлов и механизмов оборудования, агрегатов, машин, станков и другого электрооборудования промышленных организаций.

Методические указания включают в себя учебную цель, перечень образовательных результатов, заявленных во ФГОС СПО третьего поколения, задачи, обеспеченность занятия, краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме, вопросы для закрепления теоретического материала, задания для практической (лабораторной) работы студентов и инструкцию по ее выполнению, методику анализа полученных результатов, порядок и образец отчета о проделанной работе, приведены список литературы и справочные материалы.

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	3
1. ЦЕЛИ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ	6
2. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	7
2.1. Перечень практических работ.....	7
2.2. Укрупненные требования к знаниям и умениям студентов после проведения практических занятий по данной дисциплине	10
2.3. Примерная структура практической работы.....	10
2.4. Правила выполнения практических занятий.....	11
2.5. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
2.7. Критерии оценки работ	12
2.8. Критерии оценки умений / компетенций.....	13
3. ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	14
МДК 01.01. Основы слесарно-сборочных и электромонтажных работ	14
Тема 1. Слесарно-сборочные работы	14
Практическая работа № 1 ЭМ – 1 – 14 Тема «Подбор инструментов для разметки плоских и объемных заготовок и контроля качества разметки. Подбор инструмента для правки и гибки листового металла и стального проката».....	14
Практическая работа № 2 ЭМ – 1 – 14 Тема «Подбор инструмента для рубки и резки металла с учетом припуска на обработку»	18
Практическая работа № 3 ЭМ – 1 – 14 Тема «Подбор инструмента для опилования плоских и криволинейных поверхностей и контроля качества поверхностей. Подбор инструмента для обработки отверстий простой и сложной формы в зависимости от требуемой степени точности»	24
Практическая работа № 4 ЭМ – 1 – 14 Тема «Изучение разъемных соединений»	29
Практическая работа № 5 ЭМ – 1 – 14 Тема «Изучение неразъемных соединений»	33
Практическая работа № 6 ЭМ – 1 – 14 Тема «Подбор инструмента для изготовления резьбовой пары и контроля качества резьбы. Подбор инструмента для выполнения неразъемных соединений в соответствии с техническим заданием»	37
Практическая работа № 1 Тема «Составление эскизов по образцам деталей» № 7 ЭМ – 1 – 14	42
Практическая работа № 8 ЭМ – 1 – 14 Тема Разработка технологического процесса сборки изделия Цель занятия: научиться разрабатывать технологический процесс сборки изделия	45
Тема 1.2. Основы электромонтажных работ	49
Практическая работа № 9 ЭМ – 1 – 14 Тема «Операции и требования при электромонтажных работах»	49
Практическая работа № 2 Тема «Определение характеристики кабелей и проводов по их марке» № 14 ЭМ – 1 – 14	51

Практическая работа № 3 Тема «Применение пайки в электромонтажных работах» № 15 ЭМ – 1 – 14	60
Тема 4. Монтаж электропроводок.	63
Практическая работа № 4 Тема «Разметка трасс электропроводок» № 10 ЭМ – 1 – 14.....	63
Практическая работа № 5 Тема «Разметка мест установки светильников» № 11 ЭМ 1 – 14 ...	69
Практическая работа № 6 Тема «Разметка мест монтажа установочных аппаратов» № 12 ЭМ – 1 – 14.....	71
Практическая работа 7 «Тема: Расчет токов плавких вставок предохранителей» № 13 ЭМ – 1 – 14.....	74
Практическая работа № 16 ЭМ – 1 – 14 Тема «Виды электромонтажных работ и их необходимое оснащение»	76
Практическая работа № 17 ЭМ - 1 – 14 Тема «Инструменты для заготовки проводов»	85
Практическая работа № 18 ЭМ – 1 – 14 Тема «Электросварка жил проводов и кабелей»	88
Практическая работа № 19 ЭМ – 1 – 14 Тема «Опрессовка алюминиевых и медных жил установочных проводов и кабелей наконечниками».....	96
Практическая работа № 20 ЭМ – 1 – 14 Тема «Соединение алюминиевых и медных жил болтовыми и винтовыми зажимами»	104
Практическая работа 8 Тема «Монтаж тросовых проводок»	109
Практическая работа 9 Тема «Монтаж электропроводок в жилых и общественных зданиях»	116
Практическая работа 10 Тема «Монтаж электропроводок в трубах».....	130
МДК 01.02 Организация работ по сборке, монтажу и ремонту электрооборудования промышленных организаций	141
Тема 1. Монтаж и ремонт внутренних электрических сетей.....	141
Практическая работа 1 Тема « Исследование искусственного освещения в рабочих помещениях»	141
Практическая работа 2 Тема «Монтаж квартирного щитка и счётчика электрической энергии» № 1 ЭМ – 1 – 14.....	149
Практическая работа № 3 Тема «Чтение и монтаж схем электроустановок» № 2 ЭМ – 1 – 14	161
Практическая работа № 4 Тема «Монтаж коммутационных аппаратов, распределительных устройств и вторичных цепей в установках напряжением до 1000 В» № 4 ЭМ -1-14	167
Практическая работа 5 Тема «Проверка исправности люминесцентных ламп и пускорегулирующей аппаратуры» № 5 ЭМ-1 – 14.....	178
Тема 2 Монтаж и ремонт пускорегулирующей аппаратуры напряжением до 1000В.....	183
Практическая работа 6 Тема «Изучение устройства и принципа работы автоматических выключателей».....	183
Практическая работа 7 Тема «Изучение теплового реле».....	186
Практическая работа 8 Тема «Техника чтения планов и схем электроустановок»	189
Практическая работа 9 Тема «Проверка распределительных устройств» № 6 ЭМ – 1 - 14	192
Практическая работа 10 Тема «Проверка контактной системы» № 5 ЭМ – 1 – 14	197

Практическая работа 11 Тема «Проверка магнитного пускателя»	202
Практическая работа 12 Тема «Проверка и регулировка электромагнитного контактора переменного тока»	206
Тема 3. Монтаж и ремонт электрических машин	211
Практическая работа 13 Тема «Монтаж электрических двигателей» № 7 ЭМ- 1 – 14.....	211
Практическая работа № 14 Тема «Изучение способов сушки изоляции обмоток электродвигателей» № 8 ЭМ – 1 – 14	220
Практическая работа № 15 Тема «Методы исследования температуры обмоток электродвигателей постоянного тока по их сопротивлению» № 9 ЭМ – 1 – 14	227
Практическая работа № 16 Тема «Разборка и дефектация асинхронного короткозамкнутого двигателя при ремонте» № 10 ЭМ – 1 – 14	231
Практическая работа № 17 Тема «Изучение способов центровки валов электрических машин» № 11 ЭМ – 1 – 14.....	239
Практическая работа № 18 Тема «Определение отдельных фаз обмоток трехфазного электродвигателя и маркировка выводов» № 12 ЭМ – 1 – 14	246
Практическая работа № 19 Тема «Управление реверсивным асинхронным электроприводом».	250
Тема 4. Монтаж и ремонт трансформаторов.....	255
Практическая работа № 20 Тема «Определение группы соединения обмоток силового трансформатора» № 13 ЭМ – 1 – 14	255
Практическая работа № 21 Тема «Составление технологических карт по монтажу трансформаторов» № 16 ЭМ – 1 – 14	265
Практическая работа № 22 Тема «Фазировка трансформатора на параллельную работу» № 15 ЭМ – 1 – 14.....	268
Практическая работа № 23 «Составление технологических карт определения неисправностей силовых трансформаторов» № 14 ЭМ – 1 – 14	274
Практическая работа № 24 Тема «Заполнение технологической карты ремонта трансформаторов без разборки активной части» № 17 ЭМ – 1 – 14	279
Практическая работа № 25 Тема «Заполнение технологической карты ремонта трансформаторов с разборкой активной части» № 18 ЭМ – 1 – 14	283
Тема 5 Монтаж и ремонт кабельных и воздушных линий	288
Практическая работа 26 Тема «Заполнение технологической карты прокладки кабеля в траншее» № 19 ЭМ – 1 – 14	288
Практическая работа № 27 Тема «Заполнение технологической карты ремонта концевых заделок кабеля» № 20 ЭМ – 1 – 14.....	290
Практическая работа № 28 Тема «Заполнение технологической карты ремонта защитных оболочек кабеля» № 21 ЭМ – 1 – 14	292
Практическая работа № 29 Тема «Монтаж воздушных линий электропередачи напряжением 0,38 кВ» № 22 ЭМ 1 – 14.....	295
Тема 2.7. Аппараты и распределительные устройства в сетях напряжением выше 1000 В	314
Практическая работа № 30 Тема «Составление бланков оперативных переключений»	314

1. ЦЕЛИ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ

Составляющей частью профессионального модуля 01 Сборка, монтаж, регулировка и ремонт узлов и механизмов оборудования, агрегатов, машин, станков и другого электрооборудования промышленных организаций входящего в обязательную часть программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих по профессии 140446.03 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования, являются междисциплинарные курсы:

- МДК 01.01. Основы слесарно-сборочных и электромонтажных работ
- МДК 01.02 Организация работ по сборке, монтажу и ремонту электрооборудования промышленных предприятий

По учебному плану профессии предусмотрено при освоении МДК 01.01. «Основы слесарно-сборочных и электромонтажных работ» выполнение практических работ в объеме 10 часов в I семестре (1 курс)

МДК 01.02 «Организация работ по сборке, монтажу и ремонту электрооборудования промышленных предприятий» выполнение практических работ в объеме 30 часов (II семестр (1 курс) – 19 часов, III семестр (2 курс) – 10 часов, IV семестр (2 курс) – 1 час.)

В процессе обучения у студентов возникает много проблем с точки зрения усвоения междисциплинарного курса, так как учебных пособий, объединяющих в себе содержание всего курса в целом, нет. Данные методические указания ознакомят студентов правильно разбираться в производственных ситуациях.

Методические указания разработаны для реализации требований ФГОС СПО профессии 140446.03 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования к уровню подготовки будущих выпускников.

Целью данных указаний является оказание помощи студентам при выполнении практических работ. Данное пособие рекомендуется для успешного выполнения практических занятий для формирования умений, навыков в области сборки, монтажа, регулировки и ремонта узлов и механизмов оборудования, агрегатов, машин, станков и другого электрооборудования промышленных организаций.

В пособии методика составления технологических карт при монтаже объектов электроснабжения сельскохозяйственных организаций, проектирования и расчета внутренних проводок и их защит, токоведущих частей распределительных устройств трансформаторных подстанций и др., приведены список литературы и справочные материалы.

2. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

2.1. Перечень практических работ

Оглавление

<i>МДК 01.01. Основы слесарно-сборочных и электромонтажных работ</i>	14
Тема 1. Слесарно-сборочные работы	14
<i>Практическая работа № 1 ЭМ – 1 – 14 Тема «Подбор инструментов для разметки плоских и объемных заготовок и контроля качества разметки. Подбор инструмента для правки и гибки листового металла и стального проката».</i>	14
<i>Практическая работа № 2 ЭМ – 1 – 14 Тема «Подбор инструмента для рубки и резки металла с учетом припуска на обработку»</i>	18
<i>Практическая работа № 3 ЭМ – 1 – 14 Тема «Подбор инструмента для опиливания плоских и криволинейных поверхностей и контроля качества поверхностей. Подбор инструмента для обработки отверстий простой и сложной формы в зависимости от требуемой степени точности»</i>	24
<i>Практическая работа № 4 ЭМ – 1 – 14 Тема «Изучение разъемных соединений»</i>	29
<i>Практическая работа № 5 ЭМ – 1 – 14 Тема «Изучение неразъемных соединений»</i>	33
<i>Практическая работа № 6 ЭМ – 1 – 14 Тема «Подбор инструмента для изготовления резьбовой пары и контроля качества резьбы. Подбор инструмента для выполнения неразъемных соединений в соответствии с техническим заданием»</i>	37
<i>Практическая работа № 1 Тема «Составление эскизов по образцам деталей» № 7 ЭМ – 1 – 14</i>	42
<i>Практическая работа № 8 ЭМ – 1 – 14 Тема Разработка технологического процесса сборки изделия Цель занятия: научиться разрабатывать технологический процесс сборки изделия</i>	45
Тема 1.2. Основы электромонтажных работ	49
<i>Практическая работа № 9 ЭМ – 1 – 14 Тема «Операции и требования при электромонтажных работах»</i>	49
<i>Практическая работа № 2 Тема «Определение характеристики кабелей и проводов по их марке» № 14 ЭМ – 1 – 14</i>	51
<i>Практическая работа № 3 Тема «Применение пайки в электромонтажных работах» № 15 ЭМ – 1 – 14</i>	60
Тема 4. Монтаж электропроводок	63
<i>Практическая работа № 4 Тема «Разметка трасс электропроводок» № 10 ЭМ – 1 – 14</i>	63
<i>Практическая работа № 5 Тема «Разметка мест установки светильников» № 11 ЭМ 1 – 14</i> ...	69
<i>Практическая работа № 6 Тема «Разметка мест монтажа установочных аппаратов» № 12 ЭМ – 1 – 14</i>	71

Практическая работа 7 «Тема: Расчет токов плавких вставок предохранителей» № 13 ЭМ – 1 – 14.....	74
Практическая работа № 16 ЭМ – 1 – 14 Тема «Виды электромонтажных работ и их необходимое оснащение»	76
Практическая работа № 17 ЭМ - 1 – 14 Тема «Инструменты для заготовки проводов»	85
Практическая работа № 18 ЭМ – 1 – 14 Тема «Электросварка жил проводов и кабелей»	88
Практическая работа № 19 ЭМ – 1 – 14 Тема «Опрессовка алюминиевых и медных жил установочных проводов и кабелей наконечниками».....	96
Практическая работа № 20 ЭМ – 1 – 14 Тема «Соединение алюминиевых и медных жил болтовыми и винтовыми зажимами»	104
Практическая работа 8 Тема «Монтаж тросовых проводов»	109
Практическая работа 9 Тема «Монтаж электропроводок в жилых и общественных зданиях»	116
Практическая работа 10 Тема «Монтаж электропроводок в трубах».....	130
МДК 01.02 Организация работ по сборке, монтажу и ремонту электрооборудования промышленных организаций	141
Тема 1. Монтаж и ремонт внутренних электрических сетей.....	141
Практическая работа 1 Тема « Исследование искусственного освещения в рабочих помещениях»	141
Практическая работа 2 Тема «Монтаж квартирного щитка и счётчика электрической энергии» № 1 ЭМ – 1 – 14.....	149
Практическая работа № 3 Тема «Чтение и монтаж схем электроустановок» № 2 ЭМ – 1 – 14.....	161
Практическая работа № 4 Тема «Монтаж коммутационных аппаратов, распределительных устройств и вторичных цепей в установках напряжением до 1000 В» № 4 ЭМ -1-14	167
Практическая работа 5 Тема «Проверка исправности люминесцентных ламп и пускорегулирующей аппаратуры» № 5 ЭМ-1 – 14.....	178
Тема 2 Монтаж и ремонт пускорегулирующей аппаратуры напряжением до 1000В.....	183
Практическая работа 6 Тема «Изучение устройства и принципа работы автоматических выключателей».....	183
Практическая работа 7 Тема «Изучение теплового реле».....	186
Практическая работа 8 Тема «Техника чтения планов и схем электроустановок»	189
Практическая работа 9 Тема «Проверка распределительных устройств» № 6 ЭМ – 1 - 14	192
Практическая работа 10 Тема «Проверка контактной системы» № 5 ЭМ – 1 – 14	197
Практическая работа 11 Тема «Проверка магнитного пускателя».....	202
Практическая работа 12 Тема «Проверка и регулировка электромагнитного контактора переменного тока»	206
Тема 3. Монтаж и ремонт электрических машин	211
Практическая работа 13 Тема «Монтаж электрических двигателей» № 7 ЭМ- 1 – 14.....	211
Практическая работа № 14 Тема «Изучение способов сушки изоляции обмоток электродвигателей» № 8 ЭМ – 1 – 14	220

Практическая работа № 15 Тема «Методы исследования температуры обмоток электродвигателей постоянного тока по их сопротивлению» № 9 ЭМ – 1 – 14	227
Практическая работа № 16 Тема «Разборка и дефектация асинхронного короткозамкнутого двигателя при ремонте» № 10 ЭМ – 1 – 14	231
Практическая работа № 17 Тема «Изучение способов центровки валов электрических машин» № 11 ЭМ – 1 – 14.....	239
Практическая работа № 18 Тема «Определение отдельных фаз обмоток трехфазного электродвигателя и маркировка выводов» № 12 ЭМ – 1 – 14	246
Практическая работа № 19 Тема «Управление реверсивным асинхронным электроприводом».	250
Тема 4. Монтаж и ремонт трансформаторов	255
Практическая работа № 20 Тема «Определение группы соединения обмоток силового трансформатора» № 13 ЭМ – 1 – 14	255
Практическая работа № 21 Тема «Составление технологических карт по монтажу трансформаторов» № 16 ЭМ – 1 – 14	265
Практическая работа № 22 Тема «Фазировка трансформатора на параллельную работу» № 15 ЭМ – 1 – 14.....	268
Практическая работа № 23 «Составление технологических карт определения неисправностей силовых трансформаторов» № 14 ЭМ – 1 – 14	274
Практическая работа № 24 Тема «Заполнение технологической карты ремонта трансформаторов без разборки активной части» № 17 ЭМ – 1 – 14	279
Практическая работа № 25 Тема «Заполнение технологической карты ремонта трансформаторов с разборкой активной части» № 18 ЭМ – 1 – 14.....	283
Тема 5 Монтаж и ремонт кабельных и воздушных линий	288
Практическая работа 26 Тема «Заполнение технологической карты прокладки кабеля в траншее» № 19 ЭМ – 1 – 14	288
Практическая работа № 27 Тема «Заполнение технологической карты ремонта концевых заделок кабеля» № 20 ЭМ – 1 – 14.....	290
Практическая работа № 28 Тема «Заполнение технологической карты ремонта защитных оболочек кабеля» № 21 ЭМ – 1 – 14	292
Практическая работа № 29 Тема «Монтаж воздушных линий электропередачи напряжением 0,38 кВ» № 22 ЭМ 1 – 14.....	295
Тема 2.7. Аппараты и распределительные устройства в сетях напряжением выше 1000 В	314
Практическая работа № 30 Тема «Составление бланков оперативных переключений»	314

2.2. Укрупненные требования к знаниям и умениям студентов после проведения практических занятий по данной дисциплине

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения профессионального модуля должен:

иметь практический опыт:

- выполнения слесарных, слесарно-сборочных и электромонтажных работ;
- проведения подготовительных работ для сборки электрооборудования;
- сборки по схемам приборов, узлов и механизмов электрооборудования;

уметь:

- выполнять ремонт осветительных электроустановок, силовых трансформаторов, электродвигателей;
- выполнять монтаж осветительных электроустановок, трансформаторов, комплексных трансформаторных подстанций;
- выполнять прокладку кабеля, монтаж воздушных линий, проводов и тросов;
- выполнять слесарную и механическую обработку в пределах различных классов точности и чистоты;
- выполнять такие виды работ, как пайка, лужение и другие;
- читать электрические схемы различной сложности;
- выполнять расчеты и эскизы, необходимые при сборке изделия;
- выполнять сборку, монтаж и регулировку электрооборудования промышленных предприятий;
- ремонтировать электрооборудование промышленных предприятий в соответствии с технологическим процессом;
- применять безопасные приемы ремонта;

знать:

- технологические процессы сборки, монтажа, регулировки и ремонта;
- слесарные, слесарно-сборочные операции, их назначение;
- приемы и правила выполнения операций;
- рабочий (слесарно-сборочный) инструмент и приспособления, их устройство, назначение и приемы пользования;
- наименование, маркировку, свойства обрабатываемого материала;
- требования безопасности выполнения слесарно-сборочных и электромонтажных работ.

2.3. Примерная структура практической работы.

- Тема практической работы
- Наименование работы
- Цель практической работы

- Место проведения
- Оснащение рабочего места (список материалов и оборудования для проведения занятия)
- Ход проведения работы
- Задание для отчета /содержание отчета
- Список контрольных вопросов и заданий.
- Литература

2.4. Правила выполнения практических занятий

Студент должен:

1. Строго выполнять весь объем домашней подготовки, указанный в описаниях соответствующих лабораторных / практических работ.
2. Знать, что выполнению каждой работы предшествует проверка готовности студента, которая производится преподавателем до выполнения работы.
3. Строго соблюдать правила техники безопасности при работе с действующим электротехническим оборудованием и персональными компьютерами.
4. Выполнить систему индивидуальных заданий (вариантов), дифференцированных по уровню сложности:
 - а) определенное количество задач для самостоятельного решения, равных по трудности. Оценивается количество правильно решенных /выполненных за определенное время задач (заданий);
 - б) задачи (задания) разной трудности. Оценка ставится за трудность решенной задачи.
5. Выполнить практическую с максимальной долей самостоятельности, следуя указаниям инструкционно-технологической карты.
Допускается работа малыми группами (бригадами), каждая из которых выполняет одно задание.
6. Использовать указанную в инструкционно-технологической карте литературу и другие источники.
7. Правильно оформить задания в тетради. (оформлять в электронном виде)
7. Ответить на контрольные вопросы.
8. Знать, что после выполнения работы представляется отчет о проделанной работе с обсуждением полученных результатов и выводов.

2.5. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям необходимо проработать рекомендуемую тему по лекциям и литературным источникам, а также:

1. Законспектировать к практической работе теоретический материал,

отсутствующий в лекциях.

2. К практическому занятию студент обязан:

- а) иметь при себе конспекты лекций, учебники, тетрадь для практических занятий;
- б) выполнить задания из плана подготовки к предстоящему практическому занятию.

2.6. Контроль конечного уровня усвоения знаний

Контроль знаний студентов, полученных на практическом занятии, является наиболее ответственной частью занятия, так как определяет степень достижения цели.

Преподаватель проводит индивидуальное собеседование со студентами, проверяет задания, выводы, заключения или другие материалы, позволяющие оценить качество усвоения материала, приобретения практических навыков. К заключительному собеседованию преподаватель может рекомендовать контрольные вопросы, задачи, тестовые задания.

При выполнении лабораторных работ контроль знаний проводится с помощью тестирования на компьютере с использованием специальной тестовой оболочки или индивидуального собеседования по вопросам темы работы.

Выполнение студентом лабораторных / практических занятий, правильность ответов на поставленные вопросы контролируются преподавателем во время занятий и при контрольном опросе по теме раздела (просматривается тетрадь для практических занятий).

Если студент пропустил практическое занятие по уважительным или неуважительным причинам, он должен самостоятельно проработать данную тему, предоставить преподавателю краткий конспект ответов на вопросы, поставленные к данной теме (отчет по практической работе, выполненной самостоятельно). Во время консультации ответить на дополнительные вопросы по пропущенной теме работы.

2.7. Критерии оценки работ

Оценка «5» – работа выполнена в полном объеме и без замечаний.

Оценка «4» – работа выполнена правильно с учетом 2-3 незначительных ошибок исправленных самостоятельно по требованию преподавателя.

Оценка «3» – работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущена существенная ошибка.

Оценка «2» – допущены две (и более) существенные ошибки в ходе работы, которые студент не может исправить даже по требованию преподавателя или работа не выполнена.

2.8. Критерии оценки умений / компетенций

По итогам каждого практического занятия студент получает «зачтено» или «незачтено». Преподаватель должен оценить сформированные умения / компетенции. Что в конечном итоге должно быть представлено в портфолио студента на экзамене в соответствующем семестре для допуска к итоговой аттестации по дисциплине (см. табл.1 Критерии оценки сформированности умений / компетенций).

Таблица 1. Критерии оценки сформированности умений / компетенций

№	Оцениваемые умения/ компетенции	Метод оценки	Критерии оценки	
			Зачтено	Незачтено
1	Отношение к работе, умение организовать свою работу ОК 1-2	Наблюдение руководителя	Все материалы представлены в указанный срок, не требуют дополнительного времени на завершение	В отведенное для работы время не уложился
2	Умение использовать полученные ранее знания для решения конкретных задач ОК 2, 5	Просмотр результатов	Без дополнительных пояснений использует умения навыки, полученные при изучении дисциплин «Физика», «Математика», «Электротехника»	Не способен использовать знания при выполнении задания
3	Умение отвечать на вопросы, пользоваться специальной электротехнической терминологией ОК 6	Собеседование	Грамотно отвечать на поставленные вопросы, используя специальную терминологию. Четкая уверенность в ответах	Не владеет требуемым объемом знаний, ограниченный запас слов
4	Способность выполнять расчеты параметров электрических схем, учитывая методику их расчетов ОК 3 ПК 1.4	Просмотр материалов	Без затруднений выполняет вычисления	Не способен выполнять расчеты. Большое число ошибок в расчетах
5	Умение обобщать, анализировать и делать выводы ОК 3-4	Собеседование	Аналитический характер изложения, выводы конкретны	Анализ и выводы отсутствуют или поверхностны
6	Оформление работы, качество таблиц, соблюдение правил графического изображения элементов электрических схем ОК 2 - 3	Проверка работы	Все оформлено согласно требованиям	Работа выполнена небрежно. Требования не выполнены
7	Умение читать принципиальные, электрические и монтажные схемы и собирать их ПК 1.3	Проверка собранных схем	Схемы собраны самостоятельно, с незначительными подсказками со стороны преподавателя	Схемы собраны неверно, только при участии преподавателя
8	Умение пользоваться электроизмерительными приборами и	Проверка собранных схем	Приборы подключены верно, результаты измерений в пределах	Приборы подключены с ошибками, результат измерений

	приспособлениями ПК 1.3	и результатов полученных измерений	допустимых погрешностей	получен несамостоятельно
9	Умение проводить сращивание, спайку и изоляцию проводов и контролировать качество выполняемых работ ПК 1.3	Проверка собранных схем	Соединения элементов схем выполнено правильно	Соединение проводов произведено некачественно
10	Знание основных правил эксплуатации электрооборудования и способов экономии электроэнергии ПК 1.3 – 1.4	Собеседование и просмотр материалов	Работа выполнена грамотно, без нарушений ПТЭ и ПТБ	Работа выполнена с нарушениями ПТЭ и ПТОРМ

3. ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

МДК 01.01. Основы слесарно-сборочных и электромонтажных работ

Тема 1. Слесарно-сборочные работы

Практическая работа № 1 ЭМ – 1 – 14 Тема «Подбор инструментов для разметки плоских и объемных заготовок и контроля качества разметки. Подбор инструмента для правки и гибки листового металла и стального проката».

Цель работы: научиться выбирать инструменты для разметки плоских и объемных заготовок в соответствии с чертежом; определять базы; контролировать качество разметки; научиться подбирать инструмент для правки и гибки листового металла и стального проката.

Оборудование, инструменты и приспособления:

Линейки металлические измерительные; чертилки; циркули; транспортиры; кернеры; слесарные молотки массой 200гр, 400-600 г; разметочные центроискатели; штангенрейсмус; раствор медного купороса; сталь листовая -заготовки 200х100 мм толщиной 2-4 мм; заготовка (поковка) молотка слесарного; фасонная сталь в виде полос и прутков; трубы стальные (обрезки длиной 400-600мм;

Основные теоретические сведения

Прежде чем приступить к разметке, заготовку тщательно осматривают, проверяя, нет ли на ней раковин, трещин или других дефектов. Определяют возможность изготовления из нее детали требуемых размеров, сравнивая их с размерами заготовки. После этого поверхности заготовки, роса или быстросохнущими лаками. Окраска поверхности делает более четко видимыми разметочные риски. Наиболее распространена меловая краска, изготавливаемая из порошка мела, разведенного в воде, с добавлением небольшого

количества льняного масла и столярного клея.

Затем определяют базы для разметки, т. е. те линии или поверхности, от которых откладывают размеры для нанесения остальных линий разметки. Базы выбирают с учетом конструктивных особенностей детали и условий ее работы в составе целого изделия. При плоскостной разметке базами служат наружные обработанные кромки заготовок, оси симметрии и центровые линии, которые наносят в первую очередь. Определив базовую линию, на поверхность заготовки чертилкой с помощью линейки или угольника наносят остальные линии разметки. Вначале примерно посередине заготовки, параллельно ее боковой стороне проводят продольную осевую линию. Затем циркулем или чертилкой с помощью линейки или угольника наносят характерные точки контура детали согласно чертежу, откладывая размеры от осевой линии по перпендикуляру, и соединяют эти точки прямыми контурными рисками.

При нанесении прямых рисок разметки линейку или угольник плотно прижимают к заготовке пальцами левой руки так, чтобы между линейкой (угольником) и заготовкой не было просвета. Чертилку берут в правую руку, как карандаш, и, не прерывая движения, проводят риску необходимой длины. Проводя риски, чертилку плотно прижимают к линейке (угольнику), отклоняя от нее на небольшой угол. Не рекомендуется проводить риску несколько раз по одному и тому же месту, так как это может привести к ее раздваиванию. Линии, по которым будет проводиться обработка, накернивают. Острые кернера ставят точно на риску с легким наклоном от себя. Перед нанесением удара по бойку кернер переводят в вертикальное положение. Для накернивания используют молотки небольших размеров массой 100... 150 г. Расстояния между лунками (кернами) могут быть различными (от 5 до 150 мм), в зависимости от формы риски и размеров детали. На прямых линиях лунки ставят реже, а на кривых и ломаных — чаще. Если деталь имеет отверстия и радиусные закругления, то двумя взаимно перпендикулярными линиями намечают каждый центр будущего отверстия и центры дуг закруглений и накернивают эти центры. Затем раствором циркуля, равным радиусу дуги окружности или закругления, проводят кривые контурные риски. Для этого острие одной (неподвижной) ножки циркуля устанавливают в сделанное кернером углубление и, слегка прижимая обе ножки к поверхности детали, другой (подвижной) ножкой прочерчивают дугу заданной длины. При этом циркуль слегка наклоняют в сторону движения.

При разметочных работах часто требуется найти центр на торце цилиндрической детали. Для этого обычно используют кернер-центроискатель. Установив его на торец детали и придерживая в вертикальном положении левой рукой, правой наносят удар молотком по головке кернера. Выполнение плоскостной разметки упрощается при применении специальных шаблонов.

Шаблон прикладывают к заготовке так, чтобы он не выступал за ее края, или выбирают такое его положение на размечаемом листе металла, при котором можно наиболее экономно раскроить материал. Прижав шаблон к заготовке левой рукой или струбциной, обводят контур шаблона чертилкой со всех сторон, не сдвигая его. Пространственная разметка выполняется в следующем порядке. Подготавливая заготовку к разметке, ее очищают от грязи и окалины и осматривают со всех сторон. Изучив чертеж, измеряют заготовку и сравнивают ее размеры с размерами, указанными на чертеже (припуски на обработку должны быть равномерными со всех сторон). Особое внимание при этом обращают на диаметры литых отверстий и межцентровое расстояние. При необходимости отверстия в заготовке закрывают деревянными пробками (заглушками), к торцам которых в центральной части отверстия прикрепляют небольшие (размером примерно 15X15 мм) кусочки белой жести, чтобы можно было наметить центр отверстия. Если заготовка имеет цилиндрическую форму, то центроискателем находят ее центры с обеих сторон и намечают их кернером. На необработанные места заготовки наносят слой мелового раствора, а обработанные окрашивают лаком или раствором медного купороса. После просушки заготовку устанавливают на разметочную плиту. При определении установочных баз руководствуются следующими правилами: установочной базой заготовок с обработанными плоскими поверхностями обычно является наибольшая обработанная поверхность; в качестве установочных баз заготовок с отверстиями или цилиндрической формы принимают ось отверстия или заготовки и плоскую поверхность, параллельную оси. Заготовку устанавливают на разметочной плите с помощью различных подкладок, клиньев, домкратов по угольнику и рейсмусу так, чтобы установочные базы были строго параллельны или перпендикулярны плите. При выборе разметочных баз придерживаются следующих правил: разметочной базой заготовок с обработанными поверхностями служит наибольшая обработанная поверхность; в качестве разметочной базы заготовок с отверстиями или цилиндрической формы принимают ось отверстия или заготовки; разметочной базой симметричных заготовок является ось симметрии. Согласно чертежу с помощью рейсмуса, чертилки и угольника с широким основанием намечают все горизонтальные и вертикальные риски. Размеры отсчитывают по вертикальной линейке или штанге штангенрейсмуса от измерительной (разметочной) базы. Затем основные разметочные линии накернивают. При необходимости заготовку устанавливают на вторую установочную базу и производят разметку от нее. В процессе разметки рабочие части (острие) разметочных инструментов притупляются и их необходимо затачивать на заточных станках. Перед работой на станке нужно проверить зазор между подручником станка и периферией шлифовального круга (зазор не должен превышать 2...3 мм). Чертилку берут обеими руками и, опираясь

левой рукой на подручник, располагают ее острие под небольшим углом к боковой поверхности шлифовального круга. Слегка вращая стержень чертилки, затачивают ее на длине 12...15 мм. Кернер затачивают на периферии шлифовального круга, располагая его острие под углом 50...60° к горизонтальной оси круга и также слегка поворачивая инструмент. Перед заточкой разметочного циркуля его ножки сводят вместе и затачивают их на длине 15...20 мм так, чтобы острия обеих ножек сходились в одной точке. Основным возможным видом брака при разметке является несоответствие размеров размеченной заготовки данным чертежа. Причиной этого могут быть неточность измерительного инструмента, неточность установки заготовки на плите или невнимательность работающего.

Ход работы:

Подбор инструментов для разметки плоских и объемных заготовок и контроля качества разметки.

1. Тщательно осмотрите заготовки для разметки (не должно быть раковин, пузырей, трещин, заусенцев, острых углов). Выявленные дефекты запишите.
2. Изучите чертеж детали, особенности конструкции, размеры и ее назначение. Измерьте заготовку и выявите возможность удаления дефектов при обработке

Чертеж для заготовки №1 Чертеж для заготовки №2

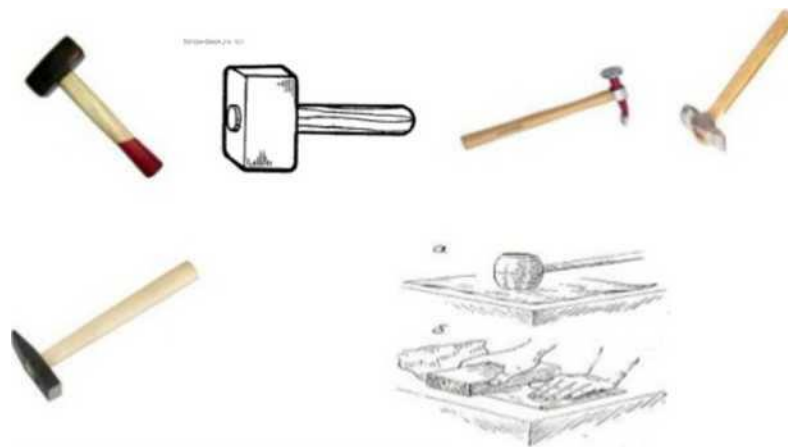
3. Наметьте план разметки и запишите способ ее выполнения и порядок; определите поверхности - базы, от которых надо откладывать размеры.
4. Проверьте припуски в соответствии с чертежом.
5. Выберите инструменты для разметки. Проверьте соответствие их размеров и углов заточки размечаемой заготовке. Результаты занесите в таблицу №1.

Таблица №1

Заготовка №1	Материал	Инструменты		Угол заточки
		Для разметки	Для контроля	
Заготовка №2	Материал	Инструменты		Угол заточки
		Для разметки	Для контроля	

Подбор инструмента для правки и гибки листового металла и стального проката.

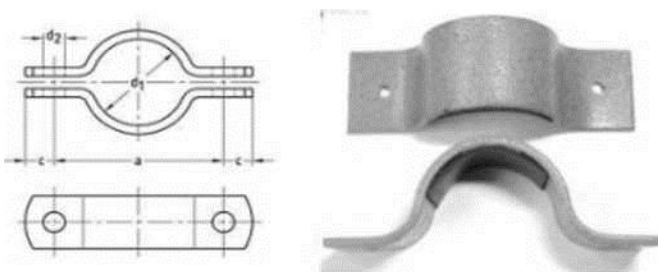
1. Подберите инструмент для правки стальной полосы, прутка, тонкого листового металла и рихтовки закаленных деталей. Укажите массу молотков и форму ударной части.



2. Дайте ответы на контрольные вопросы:

- 2.1. Какими должны быть рукоятка молотка и боек?
- 2.2. Почему при обработке тонкого листового металла на нем появляются забоины и вмятины?
- 2.3. В чем особенности правки закаленных деталей?
- 2.4. Как проверить качество правки?
- 2.5. Что такое наклеп материала и когда он образуется?
- 2.6. В чем особенности гибки труб в холодном и горячем состоянии?
- 2.7. Каким берется припуск на загиб при гибке деталей под прямым углом без закруглений с внутренней стороны?

Поберите инструменты для изготовления и гибки хомута из листовой стали 1,5 мм :



Составьте план выполнения работы.

3. Дайте ответы на вопросы:

- 4.1. Как рассчитать длину заготовки и разметить ее?
- 4.2. Каким выбирают диаметр оправки?
- 4.3. Какими инструментами выполняют окончательное формирование хомута?

Практическая работа № 2 ЭМ – 1 – 14 Тема «Подбор инструмента для рубки и резки металла с учетом припуска на обработку»

Цель занятия: ознакомиться с инструментами для рубки и резки металла; изучить основные положения из теории резания металлов, правила и приёмы выполнения работ; научиться подбирать инструменты с учетом припуска на обработку.

Оборудование, инструменты и приспособления:

Молотки слесарные массой 400-600 г; зубила с прямым и закругленным лезвием; крейцмейсели; ножовочные полотна с крупным и мелким шагом, длиной 250-300 мм и различными углами заострения; ножовки слесарные с цельной и раздвижной рамками; ручные ножницы по металлу правые и левые, с криволинейными лезвиями и различной длины; заготовки из листовой низкоуглеродистой стали толщиной 0,5-

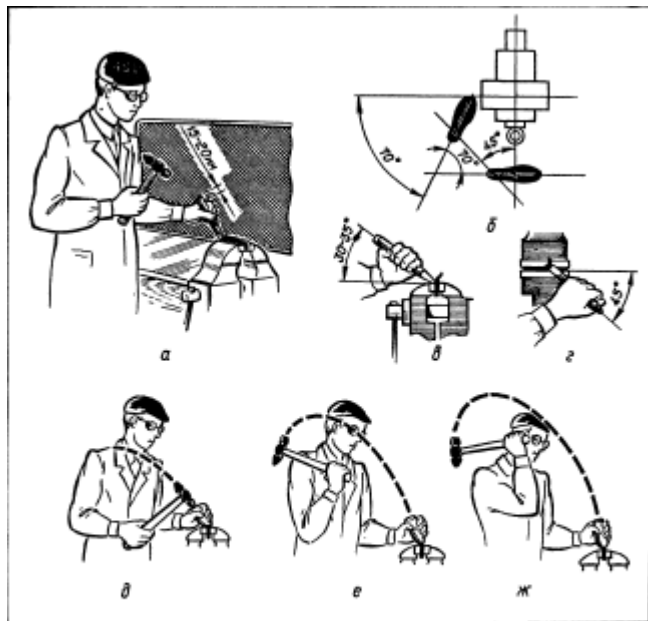


Рис. 66. Техника рубки:

а — положение корпуса работающего; б — положение ног; в — наклон зубила к обрабатываемой поверхности; г — наклон зубила к продольной оси губок; д — кистевой удар; е — локтевой удар; ж — плечевой удар.

4мм, заготовки из конструкционной стали различного сечения; линейки масштабные.

Основные теоретические сведения

Большое значение при рубке металла имеют рабочая поза (положение корпуса и ног работающего), держание (хватка) инструмента и техника нанесения ударов молотком. Рабочая поза должна создавать наибольшую устойчивость тела при ударе (правильное расположение центра тяжести). Корпус работающего должен быть выпрямлен и обращен вполборота (45°) к оси тисков, левая нога выставлена на полшага вперед, а угол, образованный линиями осей ступней, составляет

$60...75^\circ$ (рис. 66, а, б). Зубило берут левой рукой за среднюю часть на расстоянии 15...20 мм от края ударной части. Устанавливают зубило так, чтобы режущая кромка находилась на линии снятия стружки (линии среза), а продольная ось стержня зубила составляла угол $30...35^\circ$ с обрабатываемой поверхностью и угол 45° с продольной осью губок тисков (рис. 66, в, г). Молоток берут правой рукой за рукоятку на расстоянии 15...20 мм от ее конца. Крепко сжимая рукоятку всеми пальцами, наносят достаточно сильные удары по центру бойка зубила. Удар может быть кистевым, локтевым или плечевым (рис. 66, д, е, ж). При кистевом ударе изгибается только запястье правой руки. Во время замаха слегка разжимают пальцы (кроме большого и указательного), затем пальцы сжимают и наносят удар. Кистевыми ударами выполняют рубку и снимают тонкий слой мягкого металла. При локтевом ударе правую руку сгибают в локте. Для получения сильного удара руку разгибают быстро. Такими ударами рубят металл наиболее часто. В плечевом ударе участвуют плечо, предплечье и кисть руки. При этом создается большой замах и удар максимальной силы. Плечевым ударом снимают толстый слой металла. Сила удара должна соответствовать характеру работы. При этом учитывается масса молотка и длина его рукоятки. Чем тяжелее молоток и длиннее рукоятка, тем сильнее удар. Для рубки металла в тисках используют прочные массивные тиски. Рубка производится по уровню губок тисков или выше этого уровня (по намеченным

рискам). По уровню губок тисков рубят листовой и полосовой металл, выше уровня (по рискам) — заготовки с широкими поверхностями. Детали из хрупких металлов

(чугун, бронзу) рубят от края к середине, чтобы избежать скалывания краев детали. В конце рубки силу удара молотком по зубилу уменьшают. Разрубание металла зубилом на плите или на наковальне ведут по разметке, устанавливая зубило вертикально. Перемещая его в процессе рубки, часть лезвия оставляют в уже прорубленной канавке. Этот прием обеспечивает ровность линии разреза. При рубке полосового металла по уровню губок тисков сначала размечают линию (риску) разреза, затем закрепляют заготовку в тисках так, чтобы риска находилась на уровне губок, а сама заготовка не выступала за их правый торец. Приняв правильную рабочую позу и установив зубило режущей кромкой на линии среза, локтевыми ударами разрубают заготовку, заканчивая рубку кистевыми ударами. Слой металла на широкой плоскости срезают следующим образом: размечают заготовку и устанавливают ее в тисках; срубают фаски (скосы) под углом 30...45° на передней и задней кромках плоскости заготовки; прорубают крейцмейселем ряд канавок на всей плоскости заготовки, а затем срубают оставшиеся выступы зубилом. При рубке металла на плите заготовку размечают, кладут на плиту, надрубают сначала с одной стороны, применяя локтевые или плечевые удары в зависимости от толщины заготовки, а затем по риске с обратной стороны. Надрубленную заготовку осторожно переламывают в тисках или на кромке плиты. В процессе работы режущая часть зубила притупляется. Зубила затачивают на заточном станке. Инструмент накладывают на подручник так, чтобы режущая кромка под необходимым углом касалась периферийной поверхности круга. Затем медленно, с легким нажимом передвигают его по всей ширине абразивного круга, поворачивая то одной, то другой стороной. Чтобы не допускать перегрева режущей кромки, не следует сильно прижимать затачиваемый инструмент к абразивному кругу, а затачиваемую часть нужно периодически охлаждать в воде с добавлением 5% соды. Угол заточки проверяют специальным шаблоном, имеющим угловые вырезы 70, 60, 45 и 35°. 1

Приемы разрезания металла ножницами. После разметки линий разрезов подбирают ножницы нужного вида в зависимости от толщины и свойств разрезаемого материала, а также от характера линии разрезов. Ручные ножницы берут правой рукой: большой палец кладут на верхнюю ручку ножниц, указательным, средним и безымянным охватывают нижнюю ручку снизу, а мизинец располагают между ручками (им раздвигают ножницы во время резания). Разводят лезвия ножниц примерно на 3/4 их длины.левой рукой берут разрезаемый лист металла и закладывают его между лезвиями ножниц так, чтобы он был перпендикулярен к ним, а режущие кромки находились

строго против линии разреза. Сжимая рукоятки, разрезают лист, следя за тем, чтобы лезвия ножниц не сходились полностью, так как это приводит к разрыву металла в конце смыкания лезвий. При раскрывании ножниц лист передвигают «на себя».

При разрезании металла рычажными ножницами разрезаемый лист вставляют между ножами так, чтобы линия разметки находилась точно против кромки верхнего ножа, а лист был перпендикулярен ножу. Поддерживая лист левой рукой в горизонтальном положении, правой рукой нажимают рычаг вниз, не доводя ножи до полного сжатия на 4...5 мм. Затем поднимают рычаг вверх, продвигают разрезаемый лист «на себя» и продолжают разрезание. 1

Перед разрезанием металла электроножницами их подключают к электросети и проверяют работу на холостом ходу. Ножницы берут правой рукой за рукоятку и подводят ножи к линии разметки; включают электродвигатель и, поддерживая лист левой рукой, выполняют разрезание по разметке.

Приемы разрезания заготовок ножовкой. Приступая к работе ножовкой, заготовку прочно закрепляют в тисках так, чтобы место разреза было как можно ближе к губкам тисков, что исключает вибрацию заготовки при разрезании. На месте разреза напильником намечают риску.

Затем принимают необходимую рабочую позу (рис. 67, а, б). Рукоятку ножовки охватывают пальцами правой руки: конец рукоятки при этом должен упираться в середину ладони, а большой палец — лежать на рукоятке сверху, вдоль нее.левой рукой берут рамку ножовки так, чтобы большой палец находился внутри рамки, а остальные охватывали барашек и натяжной винт. Резание начинают с плоскости (с некоторым наклоном ножовки), а не с ребра, так как в последнем случае зубья полотна могут выкрошиться. Перемещая ножовку от себя (рабочий ход), делают нажим, при обратном ходе ножовку слегка приподнимают, чтобы полотно не затупилось. Практика показывает, что высокая производительность резания достигается при 40—50 двойных ходах ножовки в минуту. Тонкие листы и медные трубки при разрезании зажимают между деревянными брусками и разрезают вместе с ними, при этом трубки не мнутся, а лист не вибрирует. Для выполнения длинных разрезов ножовочное полотно поворачивают на 90° (рис. 67, в).

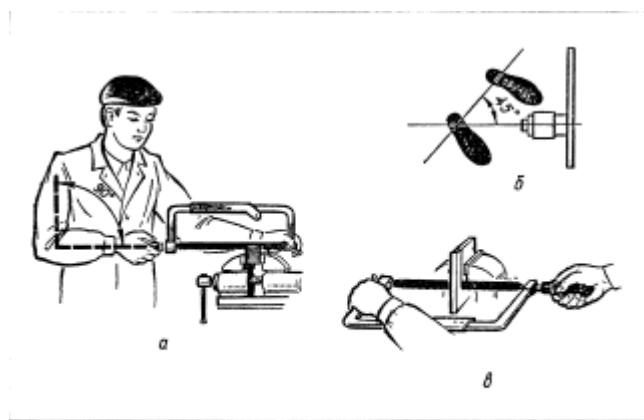


рис. 67. Разрезание металла ножовкой:
а — положение корпуса работающего и хвата инструмента; б — положение юг; в — резание ножовкой с полотном, повернутым на 90°.

Ход работы:

Подбор инструмента для рубки металла с учетом припуска на обработку

1. Внимательно осмотрите заготовку для рубки. Запишите в тетрадь её размеры и материал.
2. Подберите и проверьте молоток. Полученные вами результаты занесите в таблицу №1.

Таблица №1.

Параметры	Соответствие требованиям
1.Плотность и прочность насадки молотка на рукоятку	
2.Правильность расклинивания рукоятки молотка в отверстии стальными клиньями	
3.Овальность сечения рукоятки с равномерным утолщением к концу	
4.Отсутствие сучков, трещин и отколов	
5.Гладкость и небольшая выпуклость поверхности бойка молотка	
6.Отсутствие трещин и отколов носка и бойка молотка	
7.Соответствие массы молотка (40 г на 1мм ширины зубила)	
8.Соответствие длины рукоятки молотка (500-600мм)	

- 3.Подберите и проверьте зубило.

- 3.1. Измерьте и запишите длину зубила, ширину режущей кромки.



- 3.2. Проверьте угол заточки зубила с помощью шаблона.

Пользуясь справочными данными, определите угол заострения режущей части зубила в соответствии с материалом заготовки:

- Для твердых материалов (твердая сталь, бронза, чугун) -70 градусов;
- Для материалов средней твердости (сталь) -60 градусов;
- Для мягких материалов (медь, латунь) -45 градусов;
- Для алюминиевых сплавов -35 градусов.

- 3.3 Проверьте степень закалки зубила. Напильником проведите по закаленной части зубила. Если закалка выполнена хорошо, напильник не снимает стружку, на закаленной части останутся едва заметные риски.

- 3.4.Заполните таблицу №2.

Таблица №2

Параметры зубила	Соответствие требованиям
1 .Отсутствие трещин и отколов	
2. Закругленность и отсутствие задигов боковых сторон и средней части	
3.Гладкость и выпуклость вершины ударной части	
4.Сужение ударной части кверху	
5.Угол заострения	
6.Степень закалки	

4. Составьте алгоритм выполнения задания. Укажите припуск на обработку.

5. Задание:

Из листовой стали толщиной 3 мм необходимо вырубить заготовку в соответствии с чертежом с последующим опилованием контура напильником. В какой последовательности вы будете выполнять работу и каким должен быть припуск на

опиливание.

6. Дайте письменный ответ на контрольные вопросы:

6.1. Чем отличается черновая и чистовая рубка?

6.2. В каких случаях при рубке используют крейцмейсель?

6.3. Какое влияние на качество работы оказывает форма лезвия зубила?

6.4. Почему ударная часть зубила сделана суживающейся кверху, а вершина ее закруглена?

6.5. При каких видах работ используют кистевой, локтевой и плечевой удары молотком?

Подбор инструмента для резки металла с учетом припуска на обработку

1. Внимательно осмотрите заготовки для резки (листовая сталь, уголок). Запишите в тетрадь её размеры и материал.

2. Изучите справочный материал:

Основные размеры наиболее ходовых ножовочных полотен из стали марок У10, У10А, У12, У1 2А, а также У 8, У8 А, У 9.

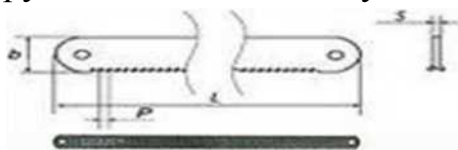
Длина l, мм	250	300	350
Высота Б, мм	13	16	15
Толщина h, мм	0.65	0.8	0.8
Шаг зубьев s, мм	0.8: 1.0: 1.25	1.0: 1.25: 1.3: 1,6	0.8: 1.0

Наиболее часто используются ножовочные полотна длиной 250-300 мм, высотой 13 и 16 мм, толщиной 0,65 и 0,8 мм.

Выбор шага ножовочного полотна для различных материалов

Листовое железо, тонкостенные детали	0.8
Кабели, тонкостенные трубы, тонкий профильный прокат	1.0
Угловой профильный стальной прокат, стальные трубы, медь, латунь, алюминий	1.25
Чугун, мягкая сталь, асбест	1.6

Для слесарных работ пользуются преимущественно ножовочными полотнами с шагом 1,25 мм, при котором на длине 25 мм насчитывается около 20 зубьев. Чем толще разрезаемая заготовка, тем крупнее должны быть зубья.



3. Выберите ножовочное полотно.

Измерьте длину полотна, толщину, высоту' и шаг. Результаты занесите в таблицу №3.

Таблица №3.

Длина полотна, мм	
Толщина полотна, мм	
Высота полотна, мм	
Шаг, мм	

4. Выберите ножницы по металлу.

В зависимости от конфигурации разрезаемого металла выберите тип ножниц (правые, левые, ножницы с криволинейными режущими



лезвиями)

Выберите длину ножниц, измерьте и запишите в тетрадь длину ножниц и длину режущей части (измеряют от острых концов до шарнира).

5. Дайте письменный ответ на контрольные вопросы:

5.1.Каким должен быть угол заострения зубьев для резки более твердых материалов и мягких материалов?

5.2.Для чего и как делается разводка ножовочных полотен?

5.3.Какими бывают рамки для ножовок и как их выбирают?

5.4.Чем можно разрезать лист стали толщиной 2 мм?

5.5.Какой припуск на обработку вы оставите при резке металла ножовкой и ручными ножницами?

5.6.Как исправить ножовочное полотно с поломанными зубьями?

Практическая работа № 3 ЭМ – 1 – 14 Тема «Подбор инструмента для опилования плоских и криволинейных поверхностей и контроля качества поверхностей. Подбор инструмента для обработки отверстий простой и сложной формы в зависимости от требуемой степени точности»

Цель занятия: ознакомиться с инструментами для опилования металла; изучить правила и приёмы выполнения работ; научиться подбирать инструменты для опилования и контроля качества поверхности; научиться подбирать инструменты для обработки отверстий в зависимости от требуемой степени точности.

Оборудование, инструменты и приспособления:

Напильники плоские, круглые, трехгранные, квадратные, полукруглые с насечкой №1,2, 3, 4, 5 разной длины; штангенциркули с точностью отсчета 0,1 мм; линейки лекальные; линейки масштабные; угольники слесарные 90 град.; сверла различных размеров; чертилки, кернеры; зенковки; зенкеры; развертки.

Объекты работ: заготовки из конструкционной стали с обработанными и необработанными плоскими и криволинейными поверхностями и сопряженными под углом 90 град. (размеры сторон заготовок по длине от 50 до 150 мм, по ширине до 60 мм, толщина от 5 до 20 мм.).

Основные теоретические сведения

При опиловании заготовку закрепляют в тисках, при этом опиловаемая поверхность должна выступать над уровнем губок тисков на 8... 10 мм. Чтобы предохранить заготовку от вмятин при зажиме, на губки тисков надевают нагубники из мягкого материала.

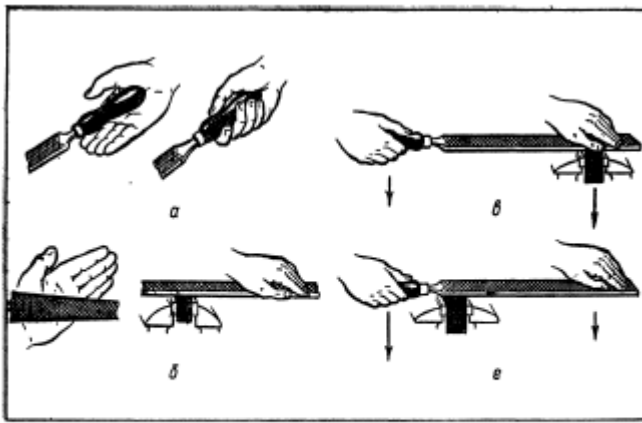


Рис. 68. Хватка напильника и балансировка в процессе опилования:
а — хватка правой рукой; б — хватка левой рукой; в — силы нажима в начале движения; г — силы нажима в конце движения.

Рабочая поза при опиливании такая же, как при разрезании металла ножовкой. Правой рукой берут ручку напильника так, чтобы она упиралась в ладонь руки, четыре пальца охватывали ручку снизу, а большой палец помещался сверху (рис. 68, а). Ладонь левой руки накладывают почти поперек напильника на расстоянии 20...30 мм от его носка (рис. 68, б). В процессе опилования необходимо

координировать усилия нажима на напильник (балансировка), т. е. постепенно увеличивать во время рабочего хода небольшой вначале нажим правой руки на ручку и одновременно уменьшать более сильный вначале нажим левой руки на носок напильника (рис. 68, в, г).

Длина напильника должна превышать размер обрабатываемой поверхности заготовки на 150...200 мм. Наиболее рациональным темпом опилования считается 40—60 двойных ходов в минуту.

Опиливание начинается, как правило, с проверки припуска на обработку, который должен обеспечить изготовление детали по размерам, указанным на чертеже, проверив размеры заготовки, определяют базу, т. е. поверхность, относительно которой следует выдерживать размеры детали и взаимное расположение ее поверхностей. Если степень шероховатости поверхностей на чертеже не указана, то заготовки опиляют только драчевым напильником. При необходимости получить более ровную поверхность опилование заканчивают личным напильником. В практике ручной обработки металлов встречаются следующие виды опилования: опилование плоскостей, плоских сопряженных под углом и параллельных поверхностей деталей; опилование криволинейных (выпуклых или вогнутых) поверхностей; распиливание и припасовка поверхностей.

Опиливание плоских поверхностей. Опиливание широких плоских поверхностей наиболее сложно. Для получения правильно опиленной прямолинейной поверхности основное внимание должно быть сосредоточено на обеспечении прямолинейности движения напильника. Опиливание ведут перекрестным штрихом (с угла на угол) под углом 35...40° к боковым сторонам тисков. При опиливании по диагонали не следует выводить напильник на углы заготовки, так как при этом уменьшается площадь опоры напильника и снимается большой слой металла — образуется так называемый «завал» края обрабатываемой поверхности.

Правильность плоской поверхности проверяют лекальной линейкой «на

просвет», накладывая ее вдоль, поперек и по диагонали обработанной поверхности. Поверочная линейка по длине должна перекрывать проверяемую поверхность. В случае опилования параллельных плоских поверхностей их параллельность проверяют, измеряя расстояния между поверхностями в нескольких местах — они должны быть везде одинаковыми. Для обработки узких плоскостей на тонких деталях применяют продольное и поперечное опилование. При опиловании поперек заготовки напильник соприкасается с меньшей поверхностью, по ней проходит больше зубьев, что позволяет снять большой слой металла. Однако в этом случае положение напильника неустойчивое и легко «завалить» края поверхности. Кроме этого, образованию «завалов» может способствовать изгиб тонкой пластинки во время рабочего хода напильника. Продольное опилование создает лучшую опору для напильника и исключает вибрацию пластин, но снижает производительность обработки. Для улучшения условий опилования узких плоских поверхностей и повышения производительности труда применяют специальные приспособления: опилочные призмы, универсальные наметки, наметки-рамки, специальные кондукторы и др. Простейшим из них является наметка-рамка (рис. 69, а). Ее применение исключает образование «завалов» обрабатываемой поверхности. Лицевая сторона наметки-рамки тщательно обработана и закалена до высокой твердости. Размеченную заготовку вставляют в рамку, слегка прижимая ее винтами к внутренней стенке; добиваются совпадения риски на заготовке с внутренним ребром рамки, после чего окончательно закрепляют винты. Затем рамку зажимают в тисках и опиливают узкую поверхность заготовки. Обработку ведут до тех пор, пока напильник не коснется верхней плоскости рамки. Поскольку эта плоскость обработана с высокой точностью, то и опиливаемая поверхность будет точной и не потребует дополнительной проверки лекальной линейкой. При обработке плоскостей, расположенных под углом 90° , сначала опиливают поверхность, принимаемую за базовую, добиваясь ее плоскостности, затем — поверхность, перпендикулярную базовой. Наружные углы обрабатывают плоским напильником. Контроль осуществляют внутренним углом угольника. Угольник прикладывают к базовой плоскости и, прижимая к ней, перемещают до соприкосновения с проверяемой поверхностью. Отсутствие просвета указывает, что перпендикулярность поверхностей обеспечена. Если световая щель сужается или расширяется, то угол между поверхностями больше или меньше 90° . Внутренние углы обрабатывают следующим образом. Размечают заготовку, используя в качестве баз наружные поверхности. Они же будут базами и при контроле. Затем ножовкой вырезают лишний металл, оставляя припуск на опилование около 0,5 мм. Если стороны внутреннего угла должны сходиться без закругления, в нем просверливают отверстие диаметром 2...3 мм или делают неглубокий пропил под углом 45° (обработать внутренний угол без

закругления внутри практически невозможно). Опиливая стороны угла, в первую очередь добиваются их плоскостности, а затем перпендикулярности. Опиливание поверхностей по внутреннему углу ведут так, чтобы ко второй поверхности было обращено ребро напильника, на котором нет насечки. Правильность внутреннего угла контролируют также угольником. Поверхности, расположенные под углом больше или меньше 90° , опиливают аналогичным образом. Наружные углы обрабатывают плоским напильником, внутренние — ромбическим, трехгранным и др. Контроль обработки ведут угломерами или специальными шаблонами.

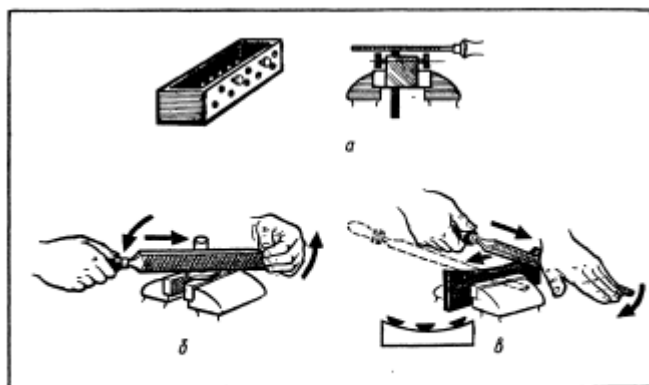


Рис. 69. Опиливание заготовок: а — плоских поверхностей с помощью наметки-рамки; б — выпуклых поверхностей; в — вогнутых поверхностей.

Опиливание криволинейных поверхностей. При обработке криволинейных поверхностей, кроме обычных приемов опиления, применяют и специальные. Выпуклые криволинейные поверхности можно обрабатывать, используя прием раскачивания напильника (рис. 69, б): в начале перемещения напильника его носок касается заготовки, а ручка

опущена; по мере продвижения напильника носок опускается, а ручка приподнимается; во время обратного хода движения напильника противоположное. Вогнутые криволинейные поверхности в зависимости от радиуса кривизны обрабатывают круглыми или полукруглыми напильниками. Напильник совершает сложное движение — вперед и в сторону с поворотом вокруг своей оси (рис. 69, в).

В процессе обработки криволинейных поверхностей заготовку обычно периодически пережимают, с тем чтобы обрабатываемый участок располагался под напильником.

При изготовлении партии деталей целесообразно изготовить специальный копир, подобный наметке-рамке, лицевая часть которого имеет форму криволинейной поверхности. В этом случае копир с закрепленной в нем заготовкой зажимают в тисках и ведут опиление до тех пор, пока напильник не коснется закаленной поверхности копира.

Ход работы

Повторите материал (учебник «Общий курс слесарного дела»).

1. Дайте письменный ответ на вопросы:

1.1. Как подразделяют напильники по числу насечек на 1 см. длины?

1.2. Что называют припуском на обработку?

1.2. Начертите в тетради таблицу и запишите ответы в незаполненные графы.

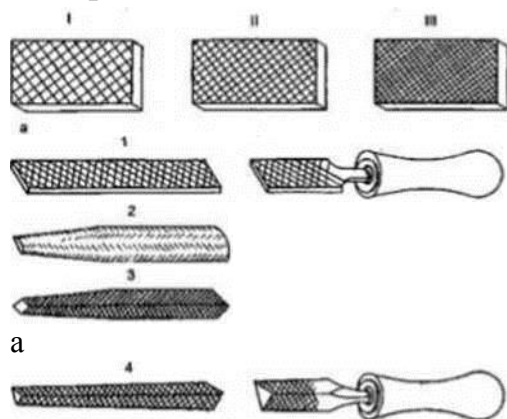
Таблица №1

Обработка	Вид напильника	Помер насечки	Припуск на обработку	Слой, снимаемый за 1 рабочий ход	Точность обработки
Черновая					
Чистовая					
Отделочная					

2.3. Как выбирается длина напильника в зависимости от вида обработки и размера опиливаемой поверхности?

3. Внимательно осмотрите заготовки, произведите необходимые измерения.

4. Выберите напильники по профилю, по длине, по насечке. Результаты выбора обоснуйте. Зарисуйте профили выбранных напильников, запишите их длину и номера насечки.



б

5. Выберите инструменты для контроля качества опиленной поверхности. Заполните таблицу.

Таблица №2

Вид контроля	Инструмент для контроля
Прямолинейность	
Параллельность опиленной поверхности	
Сопряжение под углом 90 град.	
Размеры	

1. Составьте алгоритм выполнения опиливания по разметке и заданным размерам (в соответствии с чертежом). Рассчитайте припуск на обработку.

2. Дайте письменные ответы на контрольные вопросы:

2.1. Как предупредить забивание напильника стружкой?

2.2. Как отличить новый напильник от старого?

2.3. Назовите виды брака при опиливании и его причины.

2.4. Какие правила необходимо соблюдать, чтобы продлить срок службы напильника?

Подбор инструмента для обработки отверстий простой и сложной формы в зависимости от требуемой степени точности

1. Пользуясь справочным материалом, подберите инструменты для изготовления сквозных отверстий под крепежные болты Мб в заготовке из чугуна.

Таблица №3 Углы заточки сверл в зависимости от твердости обрабатываемого материала

Материал	Угол заточки сверла, град.
Сталь и чугун средней твердости	116-118
Стальные поковки	125
Латунь и бронза	130-140
Алюминий	130-140
Пластмассы	50-60

Таблица № 4 Величина разбивки отверстий сверлами, мм.

Диаметр сверла	5	10	15	20	25
Разбивка отверстия	0.08	0.12	0,2	0.28	0.35

2. Выберите инструмент для зенкования отверстий под коническую головку болта или заклепки.

3. Пользуясь таблицей, определите диаметр сверла с учетом припуска на зенкерование, если диаметр зенкера 30 мм.

Таблица №5

Диаметр зенкера, мм	5-24	25-35	35-45	46-55	56-65	66-76
Припуск на зенкерование, мм	1,0	1,5	1 2,0	2,5	3,0	3,5

3.1 Каких классов точности и шероховатости поверхности можно достичь при обработке отверстий зенкерованием?

3.2. Выберите инструменты для изготовления отверстия диаметром 32 мм в сплошном материале с дальнейшим его развертыванием. Воспользуйтесь справочным материалом таб. №6

Таблица №6

Диаметр отверстия, мм	3-6	6-18	18-30	30-50
Припуск на развертывание, мм	0,2	0,3	0.4	0.5

Обратите внимание, что отверстия 30 мм и более сверлят в два приема. Для диаметра 32мм первое сверло диаметром 15 мм, второе сверло диаметром 30мм.

Практическая работа № 4 ЭМ – 1 – 14 Тема «Изучение разъемных соединений»

Цель работы: изучить достоинства и недостатки разъемных соединений.

Материалы, оборудование: справочные данные.

Основные теоретические сведения

Разъёмными называют соединения, разборка которых происходит без нарушения целостности составных частей изделий. Наиболее распространёнными в машиностроении видами разъёмных соединений являются: резьбовые, шпоночные, шлицевые, клиновые, штифтовые и профильные.

Резьбовым называют соединение составных частей изделия с применением детали, имеющей резьбу.

Резьба получается прорезанием на поверхности стержня канавок при движении плоской фигуры – профиля резьбы (треугольника, трапеции и т.д.)

- 1) универсальность,
- 2) высокая надёжность,
- 3) малые габариты и вес крепёжных резьбовых деталей,
- 4) способность создавать и воспринимать большие осевые силы,
- 5) технологичность и возможность точного изготовления.

Недостатки резьбовых соединений

- 1) значительная концентрация напряжений в местах резкого изменения поперечного сечения;
- 2) низкий КПД подвижных резьбовых соединений.

Классификация резьб

1) По форме поверхности, на которой образована резьба (рис.1):

- цилиндрические;
- конические.

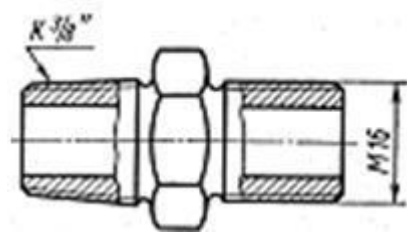


Рисунок 1 Виды резьбы по форме поверхности

2) По форме профиля резьбы:

- треугольные (рис.2.а),
- трапециидальные (рис.2.б),
- упорные (рис. 2.в),
- прямоугольные (рис. 2.г)
- круглые (рис. 2.д).



Рисунок 2 Формы профиля резьбы

3) По направлению винтовой линии: правая и левая.

4) По числу заходов: однозаходные, многозаходные (заходность определяется с торца по количеству сбегающих витков).

5) По назначению:

- крепёжные,
- крепёжно-уплотняющие,
- резьбы для передачи движения.

Шпоночные соединения

Шпоночными соединениями называют разъёмные соединения составных частей изделий с применением шпонок. Шпоночные соединения состоят из вала, шпонки и

ступицы колеса. Шпонка представляет собой стальной брус, который вставляется в пазы вала и ступицы. Она служит для передачи вращающего момента между валом и ступицей колеса, шкива, звездочки. Шпоночные соединения широко применяются во всех отраслях машиностроения при малых нагрузках и необходимости легкой сборки, разборки. По мере роста нагрузок применение шпоночных соединений сокращается.

Достоинства шпоночных соединений

- 1) простота конструкции;
- 2) легкость сборки и разборки соединения.

Недостатки шпоночных соединений

- 1) шпоночные пазы ослабляют вал и ступицу насаживаемой детали (уменьшается сечение детали);
- 2) шпоночное соединение трудоемко в изготовлении.

Типы шпонок

- 1) Призматические шпонки (рис.3)

- со скругленными торцами;
- с плоскими торцами;
- с одним плоским, а другим скругленным торцом

- 2) Сегментные шпонки (рис.3)

- 3) Клиновые шпонки (рис.3).

- 4) Тангенциальные шпонки (рис. 3).

Шпоночные соединения подразделяют на напряжённые и ненапряжённые.

Ненапряженные соединения получают с помощью призматических и сегментных шпонок. Напряженные соединения получают с помощью применения клиновых и тангенциальных шпонок.

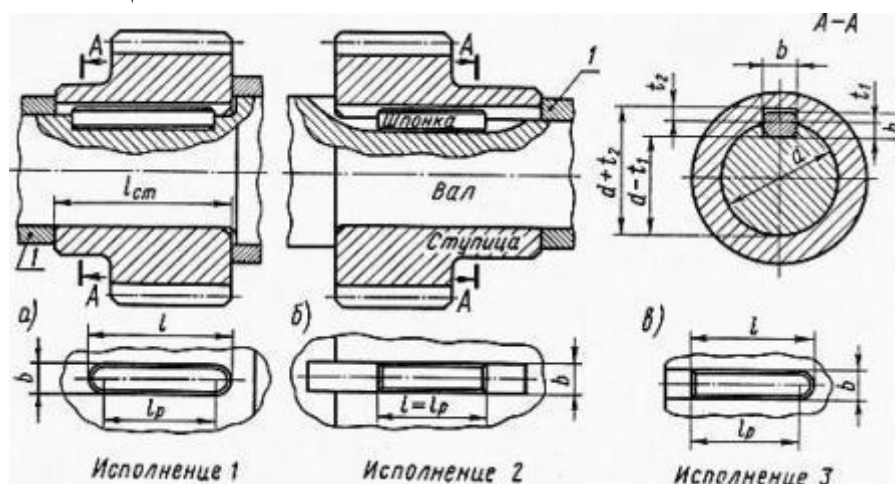


Рисунок 3

Шлицевые соединения

Шлицевые соединения образуются выступами – зубьями на валу и соответствующими впадинами - шлицами в ступице. Рабочими поверхностями являются боковые грани зубьев. Шлицевое соединение условно можно

рассматривать как многошпоночное. Шлицевые соединения широко распространены в машиностроении. Их размеры также стандартизованы.

Достоинства шлицевых соединений

Шлицевых соединений по сравнению со шпоночными соединениями:

- 1) лучшее центрирование деталей на валу;
- 2) уменьшение числа деталей соединения;
- 3) при одинаковых габаритах передают больший вращающий момент за счет большей поверхности контакта;
- 4) высокая надежность при динамических и реверсивных нагрузках;
- 5) меньшее ослабление вала (расчет на прочность ведется по внутреннему диаметру).

Недостатки шлицевых соединений

- 1) сложная технология;
- 2) повышенная точность изготовления;
- 3) высокая стоимость.

Классификация шлицевых соединений

1) По характеру соединения:

- неподвижные (рис.4.а);
- подвижные (блок шестерен коробки передач).

2) По форме зубьев:

- прямобоочные (рис. 4.а),
- эвольвентные (рис .4.а),
- треугольные (рис. 4..б).

3) По способу центрирования детали относительно вала:

- по наружному диаметру, по внутреннему диаметру, по боковым поверхностям зубьев.

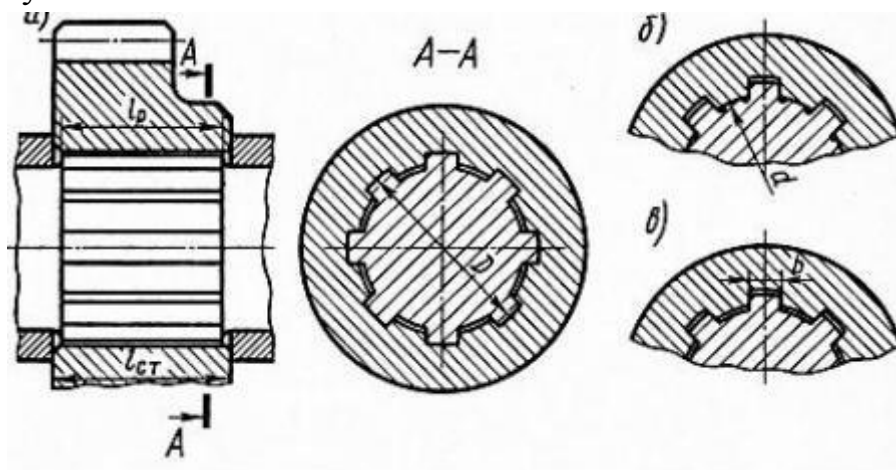


Рисунок 4 Шлицевые соединения

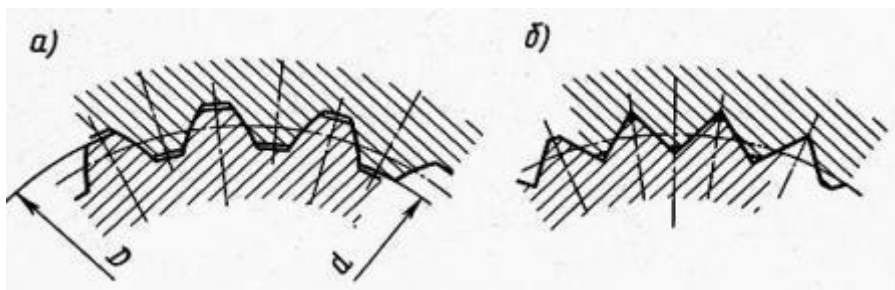


Рисунок 4 Форма шлицов

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с информацией о видах соединений
2. Изучить достоинства и недостатки
3. Составить отчет
4. Ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Описать достоинства и недостатки каждого вида.
3. Выводы по работе.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Какие виды резьбовых соединений существуют?
2. Для чего применяются шпонки?
3. Какие преимущества у шлицевых соединений?

Практическая работа № 5 ЭМ – 1 – 14 Тема «Изучение неразъемных соединений»

Цель работы: изучить виды неразъемных соединений

Материалы, оборудование: технические условия соединений.

Основные теоретические сведения

Сварное соединение – неразъёмное соединение, выполненное сваркой, т.е. путём установления межатомных связей между свариваемыми частями при нагревании или пластическом деформировании.

Сварные соединения являются наиболее распространёнными и совершенными из неразъёмных соединений, так как лучше других обеспечивают условия равнопрочности, снижения массы и стоимости конструкции.

Металл соединяемых сваркой деталей – основной; металл, предназначенный для введения в сварочную ванну в дополнение к расплавленному основному, называется присадочным; переплавленный присадочный металл, введённый в сварочную ванну, называется наплавленным. Участок соединения, образовавшийся в результате кристаллизации металлической сварочной ванны, называется сварным швом.

Преимущества сварного соединения

- невысокая стоимость соединения, благодаря малой трудоёмкости и простоте сварного шва;
- сравнительно небольшая масса;
- сечение детали не ослабляется отверстием;
- герметичность автоматизации процесса сварки.

Недостатки сварного соединения

- появление коробления, остаточных напряжений после сварки;
- недостаточная надёжность при вибрационных ударных нагрузках.
- трудность контроля качества;
- квалификация рабочего.

Клепанные соединения

Заклёпочным называется соединение деталей с применением заклёпок – крепёжных деталей из высокопластичного материала, состоящих чаще всего из стержня и закладной головки; конец стержня расклёпывается для образования замыкающей головки.

Заклёпочное изделие является неразъёмным и неподвижным, так как в нём отсутствует возможность относительного движения составных частей. Ряды поставленных заклёпок образуют заклёпочный шов. Применяют для изделий из листового, полосового материала или профильного проката в конструкциях, работающих в условиях ударных или вибрационных нагрузок (авиация, водный транспорт, металлоконструкции мостов, подкрановых балок и т.д.) при небольших толщинах соединяемых деталей из материалов, не допускающих нагрева или не свариваемых.

Достоинства клепаных соединений

- 1) хорошо работают в конструкциях, подверженных вибрациям и повторным динамическим нагрузкам, где сварные соединения недостаточно надёжны;
- 2) применяют для соединения материалов, не свариваемых или трудносвариваемых, недопускающих нагрев при сварке, коробящихся или меняющих механические характеристики.

Недостатки клепаных соединений

- 1) повышенная металлоёмкость;
- 2) трудоёмкость изготовления;
- 3) невысокая технологичность.

Критерии работоспособности заклёпочных соединений

Критерием работоспособности клёпаных соединений является прочность, причём при расчётах предполагается, что напряжения в сечениях распределены равномерно.

Клеевые соединения

Клеевым называется неразъёмное соединение составных частей изделия с применением клея. Действие клеев основано на образовании межмолекулярных связей между клеевой плёнкой и поверхностями склеенных материалов. Применяют

для соединения металлических, неметаллических и разнородных материалов. Клеевые соединения применяют в таких ответственных конструкциях, как летательные аппараты и мосты.

Достоинства клеевых соединений

- 1) возможности соединения практически всех конструкционных материалов в любых сочетаниях, любой толщины и конфигурации;
- 2) герметичность;
- 3) коррозионная стойкость соединений;
- 4) не создают концентрации напряжений,
- 5) не вызывают коробления деталей;
- 6) надёжно работают при вибрационных нагрузках;
- 7) клеевые соединения дешевле;
- 8) клеевые конструкции при прочих равных условиях обладают меньшей массой.

Недостатки клеевых соединений

- 1) сравнительно невысокая прочность, в особенности при неравномерном отрыве;
- 2) относительно невысокая долговечность некоторых клеев («старение»);
- 3) низкая теплостойкость;
- 4) необходимость соблюдения мер по технике безопасности (установка приточно-вытяжной вентиляции);
- 5) для большинства соединений требуется нагрев, сжатие и длительная выдержка соединяемых деталей.

Пайка — это такая техника, при которой твердые металлические детали очень прочно, неподвижно и герметично соединяют друг с другом с помощью расплавленного металла. Этот метод был открыт египтянами 5 тыс. лет назад. Все без исключения упомянутые в этой книге металлы можно паять.

Пайка и сварка очень тесно связаны между собой

В отличие от сварки, в результате которой края металлических деталей расплавляются и при остывании образуют очень плотное соединение, при пайке соединяемые металлические детали только нагреваются, но остаются твердыми. В качестве соединительного средства (припоя) используют металлические сплавы, которые плавятся при нагревании и, сплавляясь с нагретыми поверхностями, соединяют детали. Чтобы предохранить зачищенные поверхности соединяемых деталей от окисления, используют паяльный флюс.

При пайке температура плавления припоя ниже температуры плавления соединяемых деталей, в то время как при сварке эти температуры очень близкие. Качественно выполненное пайкой соединение иногда выдерживает даже более высокие механические нагрузки, чем основной материал. Определенные виды спаянных соединений можно даже сгибать и перекручивать. Спаянные и сварные соединения, как и клеевые соединения, являются неразъемными.

Сейчас металл в строительстве и быту в значительной мере вытеснен

синтетическими материалами (трубопроводы, легкие строительные конструкции, емкости, посуда и т. п.). Поэтому к пайке обращаются уже не так часто, как раньше. Она, однако, не потеряла своего значения как техника соединения металлов, прежде всего в случаях ремонта металлических предметов.

Основные понятия

Для пайки наиболее важно определить необходимый припой и паяльный флюс. При пайке место спайки следует нагреть до такого состояния, чтобы начал плавиться припой, а не металл соединяемых деталей. Припой — это сплав, который при нагреве сначала размягчается, и лишь при дальнейшем повышении температуры становится жидким. Интервал между этими температурами называют зоной плавления припоя. Рабочая температура — это такая температура, при которой происходит сплавление жидкого припоя с нагретыми металлическими деталями. Этот процесс может начинаться при температуре припоя, превосходящей температуру его плавления.

Время пайки — это промежуток времени от начала нагревания места спайки до затвердения припоя. В этот промежуток времени происходит и собственно процесс пайки. На время пайки влияет качество паяльного флюса, который наносят на место спайки перед нагреванием, но в целом процедура занимает 4—5 минут. Паяльный инструмент должен выделять достаточно тепла, чтобы 2 мин нагрева было достаточно для расплавления припоя и его схватывания с металлом. В противном случае возможен недопустимый перегрев флюса и детали.

Различают мягкую, твердую и высокотемпературную пайку. Последняя не используется в работах по дому. Техника пайки твердым и мягким припоем одинакова, разница только в том, что при мягкой пайке рабочая температура не превосходит 450°C, а при твердой пайке температура выше 450°.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с видами неразъемных соединений
2. Изучить достоинства и недостатки каждого вида
3. Определить практическое применение каждого способа.
4. Составить отчет
5. Ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Отметить достоинства и недостатки каждого способа соединения.
3. Указать области применения.
4. Выводы по работе.
5. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Где в электромонтажных работах используются данные способы соединений?
2. Какие способы не требуют больших экономических затрат?

3. Какие способы дают наиболее прочное соединение?
4. Какие способы сокращают время монтажа проводок?

Практическая работа № 6 ЭМ – 1 – 14 Тема «Подбор инструмента для изготовления резьбовой пары и контроля качества резьбы. Подбор инструмента для выполнения неразъемных соединений в соответствии с техническим заданием»

Цель занятия: ознакомиться с инструментами для нарезания резьб; подбирать инструменты для нарезания внутренней и наружной резьбы и осуществлять контроль качества резьб; научиться подбирать инструмент для выполнения неразъемных соединений в соответствии с техническим заданием.

Оборудование, инструменты и приспособления:

Метчики; плашки круглые; воротки и плашкодержатели; сверла; молотки; кернеры; чертилки; измерительные линейки; зенковки; резьбомеры; штангенциркули с точностью отсчета 0,1 мм; напильники разные №2-3; детали из листовой стали толщиной 3-5 мм; справочные таблицы.

Основные теоретические сведения:

Нарезание внутренней резьбы. Для нарезания внутренней резьбы метчиком вначале готовят отверстие под резьбу. Диаметр отверстия должен быть несколько больше внутреннего и меньше наружного диаметра резьбы. Если же диаметр отверстия точно соответствует внутреннему диаметру резьбы, то материал, выдавливаемый при нарезании, давит на зубья метчика, из-за большого трения они нагреваются и к ним прилипают частицы металла.

В результате резьба получается с рваными гребешками (нитками) и, кроме того, возможна поломка метчика. Вместе с тем нельзя делать отверстия под резьбу и слишком большого диаметра, так как в этом случае резьба получится неполной. На практике диаметр отверстия под резьбу определяют по формулам: $d_{0TB} = d - S$ (для стали и латуни) и $d_{mB} = d - 1,15$ (для чугуна и бронзы), где d — наружный диаметр резьбы; S — шаг резьбы. Более точно можно подобрать сверло, пользуясь справочными таблицами. Полученное отверстие под резьбу зенкуют на глубину 1... 1,5 мм конической зенковкой с углом 90°. После подготовки отверстия подбирают комплект метчиков в соответствии с размером резьбы. Рабочую часть первого (чернового) метчика смазывают маслом и вставляют его заборной частью в отверстие так, чтобы ось метчика совпала с осью отверстия. Затем на хвостовик метчика надевают вороток. Прижимая левой рукой вороток к метчику, правой вращают вороток по ходу (направлению) резьбы до тех пор, пока метчик не врежется на несколько ниток и не займет устойчивого положения. После этого вороток берут за рукоятки обеими руками и вращают, перехватывая через каждые поворота.

Для облегчения работы и получения чистой резьбы вороток вращают вначале на один-два оборота вперед, затем на полоборота назад и т. д. Благодаря такому возвратно-вращательному движению метчика стружка ломается, получается короткой

(дробленной), а процесс резания значительно облегчается. Закончив нарезание, вращением воротка в обратную сторону метчик вынимают из отверстия. Аналогичными приемами окончательно нарезают резьбу вторым (чистовым) метчиком, а если комплект метчиков состоит из трех штук, то вторым и третьим (чистовым) метчиками. При нарезании резьбы в глухих отверстиях, в мягких и вязких металлах (медь, алюминий, бронза и др.) метчик необходимо периодически вывертывать из отверстия и очищать канавки от стружки. Глухое отверстие под резьбу нужно сверлить на глубину, несколько большую, чем длина нарезаемой части,

с таким расчетом, чтобы рабочая часть метчика немного выходила за пределы нарезаемой части. Если такого запаса не будет, то резьба получится неполной. В процессе нарезания надо следить, чтобы не было перекоса метчика. Особенно осторожно надо нарезать резьбу в мелких и глухих отверстиях. Качество резьбы проверяют калибром-пробкой или соответствующим болтом.

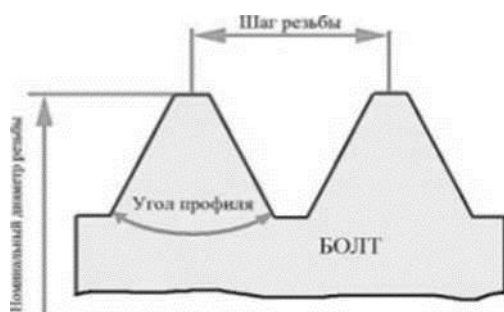
Нарезание наружной резьбы. При выборе диаметра стержня под наружную резьбу руководствуются теми же соображениями, что и при выборе отверстия под внутреннюю. Резьбу хорошего качества можно получить в том случае, если диаметр стержня будет несколько меньше наружного диаметра нарезаемой резьбы. Если диаметр стержня сделать значительно меньше требуемого, то резьба получится неполной; если же диаметр будет больше, то плашка или не будет навинчиваться на стержень, или во время нарезания ее зубья от перегрузки сломаются. Диаметр стержня под резьбу выбирают по таблицам. При нарезании резьбы плашкой вручную заготовку закрепляют в тисках так, чтобы выступающий над уровнем губок тисков конец стержня был на 20...25 мм больше длины нарезаемой части. Для лучшего врезания плашки на конце стержня делают фаску и смазывают его маслом. Плашку закрепляют в плашкодержателе стопорными винтами; накладывают ее на конец стержня и, нажимая головку плашкодержателя одной рукой, вращают его другой по направлению резьбы до полного врезания плашки. При этом необходимо следить за тем, чтобы она была перпендикулярна стержню: плашка должна врезаться в стержень без перекоса. Затем нарезают резьбу на заданную длину, вращая плашкодержатель по направлению резьбы на один-два оборота вперед и на полоборота назад. Закончив нарезание, обратным вращением снимают плашку со стержня. Точность резьбы проверяют резьбовым калибром или соответствующей гайкой. Нарезание резьбы раздвижными призматическими плашками с помощью

крупнов производят в следующем порядке. Заготовку закрепляют в вертикальном положении в тисках и делают на конце стержня фаску. Плашки устанавливают в клупп. Клупп надевают на конец стержня и плотно сдвигают плашки винтами. Смазав стержень и плашки маслом, клупп вращают по направлению резьбы на один-два оборота вперед и пол оборота назад. Сделав первый проход до конца нарезаемой части стержня, клупп обратным вращением ставят в исходное положение на конце стержня. Снова поджимают плашки винтами и проходят резьбу вторично. Проверив резьбу калибром или гайкой, проходы повторяют до получения резьбы нужного размера.

Нарезание резьбы вручную — малопроизводительная и трудоемкая операция. Для механизации этого процесса применяют такие ручные механизированные инструменты, как электрорезьбонарезатели, пневматические резьбонарезатели и электро- и пневмосверлилки, оснащенные специальными насадками для нарезания резьбы. По устройству они аналогичны известным механизированным инструментам для получения и обработки отверстий (рис. 74, 75). При нарезании как внутренней, так и наружной резьбы могут возникнуть следующие виды брака: «нечистая», или «рваная», резьба (из-за отсутствия или недостаточного количества смазки, перекоса метчика или плашки, в результате того, что диаметр отверстия меньше или диаметр стержня больше требуемого); резьба неполного профиля (или диаметр отверстия больше, или диаметр стержня меньше требуемого). При несоответствии диаметра отверстия или стержня размеру нарезаемой резьбы, перекосах метчика или плашки инструмент может сломаться.

Ход работы

1. Повторите материал (учебник «Общий курс слесарного дела» стр. 111-119).
2. Выпишите в тетрадь основные типы резьбы и их обозначение. Зарисуйте профили резьбы и укажите основные элементы: угол профиля, диаметр и шаг.
3. Пользуясь справочным материалом (Приложение 1) и теоретическими знаниями,



подберите инструменты для нарезания внутренней и наружной резьбы М8 для изготовления резьбовой пары болт-гайка.

Если просверлить под резьбу отверстие диаметром, точно соответствующим внутреннему диаметру резьбы, то материал, выдавливаемый при нарезании, будет давить на зубья метчика, от чего

они в результате большого трения сильно нагреваются и к ним прилипают частицы металла. Резьба может получиться с рваными нитками, а в некоторых случаях возможна поломка метчика.

При сверлении отверстия слишком большого диаметра резьба получится неполной. Просверленное отверстие, в котором нарезают резьбу метчиком, должно быть

раззенковано на глубину 1-1,5 мм для лучшего ввода метчика. Размеры отверстий под резьбу указываются в таблицах. При отсутствии таблиц можно подобрать сверло под метрическую резьбу по следующей приближенной формуле: $D = d - 1,1 s$, где D - диаметр сверла, d - наружный диаметр резьбы, s - шаг резьбы в мм.

При нарезании резьбы плашками диаметр стержня должен быть на 0,1 -ОД мм меньше наружного диаметра нарезаемой резьбы.

4. Составьте технологическую карту на изготовление резьбовой пары - болта и гайки М8 из стального стержня и шестигранника.

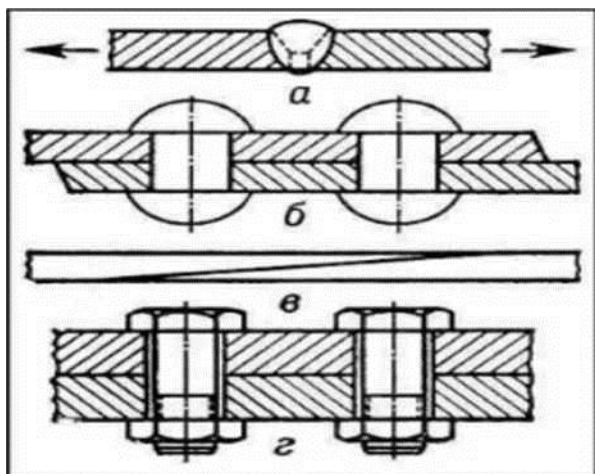
Результаты оформите в виде таблицы:

Операции и переходы	Оборудование и приспособления	Инструменты	
		Режущий	Измерительный
1.Измерение заготовки для болта (диаметр стержня, длину нарезаемой части)			
2. Снятие фаски на торце стержня			
3.Закрепление стержня в тисках и смазывание его маслом			
4.Установка плашки и нарезание резьбы с ее калибровкой			
5.Контроль качества резьбы			
6.Подбор диаметра сверла под нарезание резьбы			
7.Разметка заготовки, сверление отверстия			
8.Зенкование отверстия на глубину 1-1,5 мм			
9.Смазывание рабочей части метчика и отверстия			
10.Установка метчика и нарезание резьбы (1,2 и 3 метчиками)			
11. Контроль качества резьбы			
12. Проверка качества резьбовой пары			

Подбор инструмента для выполнения неразъемных соединений в соответствии с техническим заданием

1. На представленных рисунках выберите чертежи неразъемных соединений.

Определите тип этих соединений, зарисуйте и подпишите название соединения.



2. Определите типы заклепочных швов в зависимости от расположения соединяемых заготовок

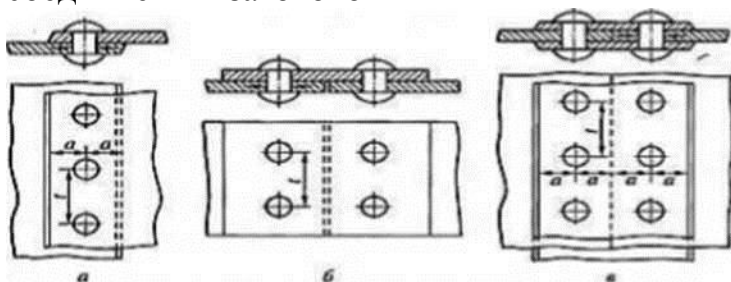


Рис. 5.16. Типы заклепочных швов в зависимости от расположения соединяемых заготовок;

3. Подберите инструменты для выполнения неразъемного соединения в соответствии с техническим заданием:

выполнить соединение заклепками с потайными головками внахлест двух листов толщиной 5 мм каждый. Размеры листов 100x100 мм.

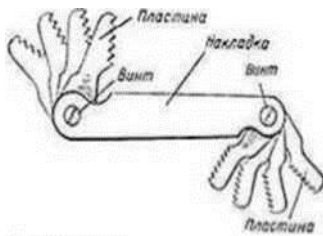
Для выполнения задания используйте справочные материалы (Приложение 2)

Приложение 1

Таблица: Размеры отверстий под метрическую резьбу

Размер метрической резьбы	Диаметр отверстия
2,1	1,6
2,5	2,2
3	2,5
4	3,3
5	4,2
6	5,0
7	6,0
8	6,7
10	8,3
12	10,2





Резьбовой калибр Резьбомер

Приложение 2

2. Шаг t между заклепками и расстояние a от центра заклепки до кромки детали: в однорядных швах $t = 3d$; $a = 1,5 d$; в двухрядных швах $t = 4d$; $a = 1,5 d$ (d - диаметр заклепки).

2.2 Таблица для подбора сверла, соответствующего диаметру заклепки:

Диаметр заклепки, мм	2,0	2,3	2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0
Диаметр сверла, мм	2,1	2,4	2,7	3,1	3,6	4,1	5,2	6,2	7,2

2.3 Таблица для подбора массы слесарного диаметра заклепки:

Диаметр заклепки, мм.	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	16,0-8,0
Масса молотка, г.	100	ИХ)	200	200	400	400	500

Практическая работа № 1 Тема «Составление эскизов по образцам деталей» № 7 ЭМ – 1 – 14

Цель работы: изучить методы составления эскизов по образцам деталей

Материалы, оборудование: образцы деталей, измерительные инструменты (штангенциркули, измерительные линейки), карандаши, бумага.

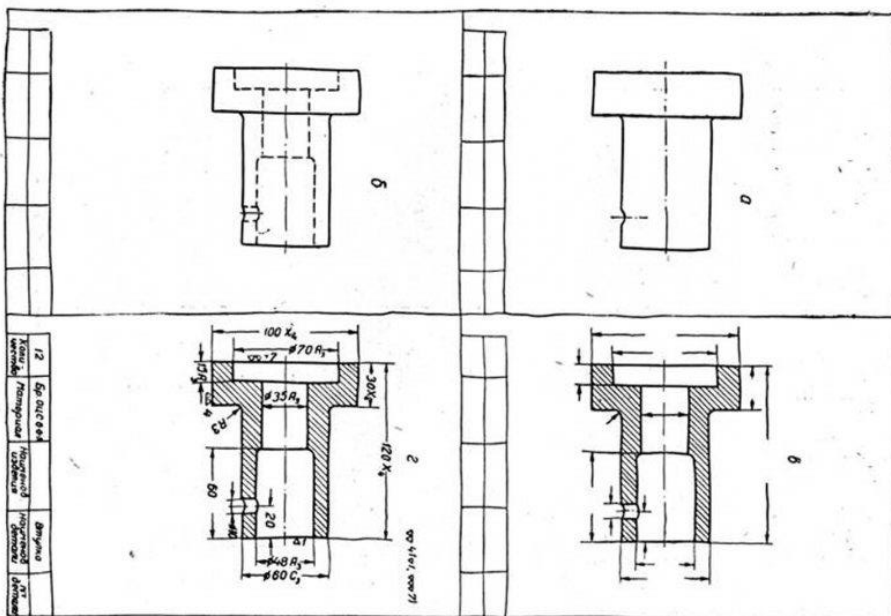
Основные теоретические сведения

Эскиз нужно делать полно и аккуратно, чтобы в нём мог разобраться всякий технически грамотный человек. Не рекомендуется чертить эскиз в очень мелком масштабе. Величина изображения на эскизе должна быть такой, чтобы можно было проставить все необходимые размеры.

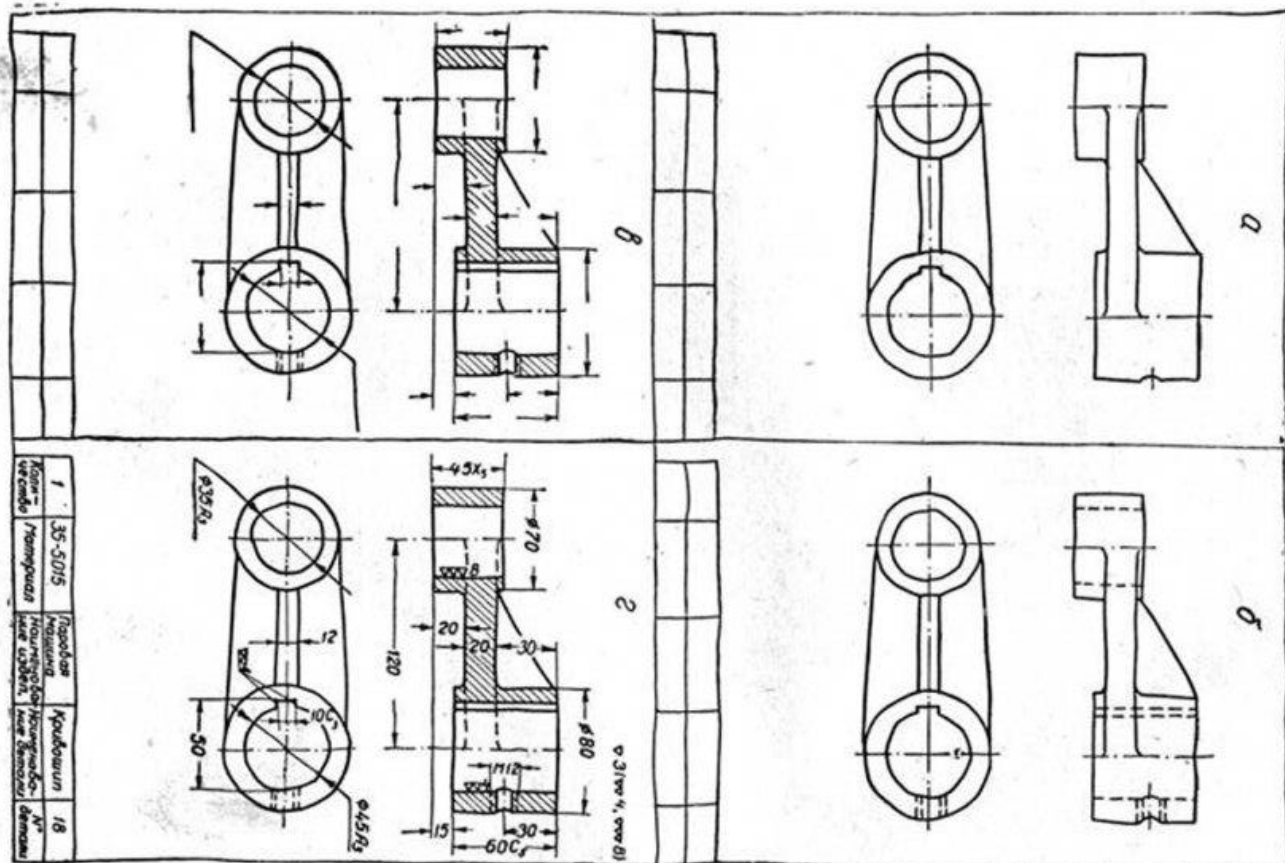
При **составлении эскизов** следует придерживаться определённого порядка.

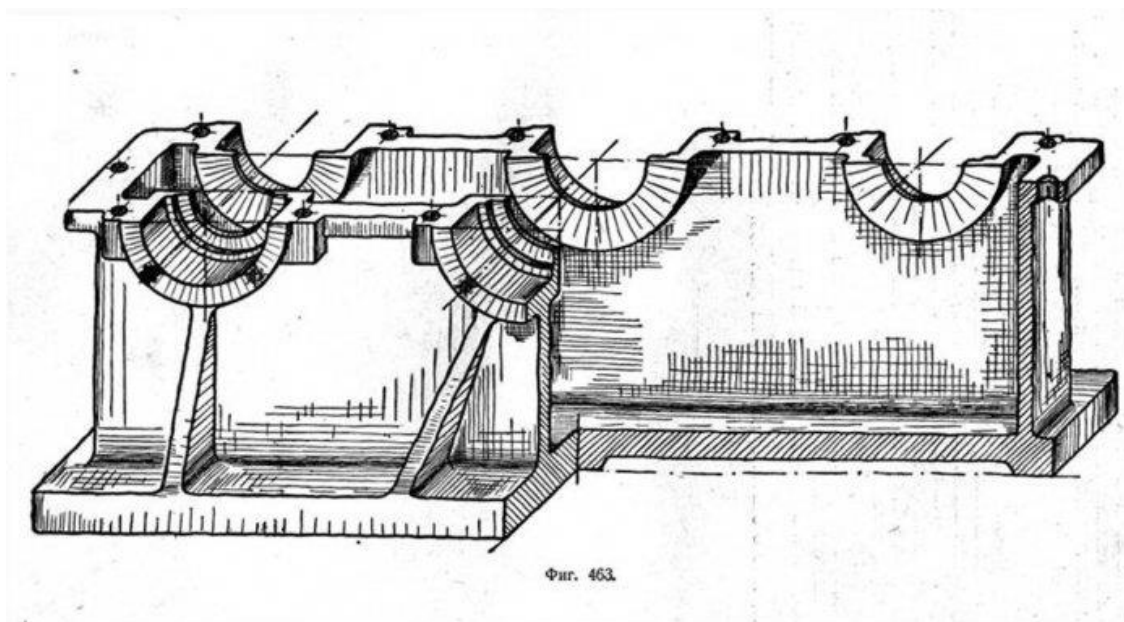
Прежде чем приступить к снятию эскиза с натуры, необходимо внимательно осмотреть деталь со всех сторон. Затем поставить её в рабочее положение, т. е. в такое положение, которое она занимает в машине. Принять это положение за главный вид (вид спереди) и потом решить вопрос, сколько проекций следует вычертить, чтобы ясно представить форму и размеры детали, а также, как расположить эти проекции на листе.

Выполнение эскиза нужно начинать с проведения центровых и осевых линий, затем нужно провести контурные линии наружных очертаний формы, линии невидимого контура (внутренних очертаний), выполнить разрезы, провести размерные линии, обмерить деталь и проставить размеры, знаки обработки и отделки поверхностей и, наконец, записать все сведения о детали в рамке (штампе).



Приведём примеры составления эскизов, выполненных по этапам построения.
Пример 1. Втулка (фиг. 461). Втулка имеет сквозное ступенчатое отверстие, переходящее в выточку во фланце. Деталь представляет собою тело вращения. Следовательно, достаточно изобразить её в одной проекции.





Фиг. 463.

Проводим осевую линию и обводим наружное очертание втулки (фиг. 461, а). Обводим внутреннее очертание втулки (фиг. 461, б), выполняем разрез и наносим размерные линии (фиг. 461, в). Обмеряем деталь и вписываем размеры в подготовленные размерные линии. Затем проставляем знаки обработки поверхностей и допуски (фиг. 461, г).

Пример 2. Кривошип. Кривошип состоит из двух цилиндрических втулок, соединённых между собою поперечиной с ребром. В одном из сквозных отверстий втулки имеется шпоночный паз, а с противоположной стороны—отверстие с резьбой (фиг. 462). Решаем, что кривошип достаточно вычертить в двух проекциях. Удобнее начать эскизирование с вычерчивания плана. Проводим осевую и центровые линии для обоих отверстий. Вычерчиваем вид в плане и главный вид (фиг. 462, а), далее показываем на обоих видах внутренние очертания детали штриховыми линиями (фиг. 462, б). Затем выполняем разрез детали и штрихуем места детали, попавшие в плоскость разреза (фиг. 462, в). Наносим размерные линии, обмеряем деталь и проставляем размеры (фиг. 462, г) и допуски и, наконец, в рамке записываем все необходимые данные о детали. Иногда при эскизировании деталей сложной формы пользуются наглядными изображениями, выполненными по правилам аксонометрии. Образец такого эскиза представлен на фиг. 463.

Порядок выполнения работы:

1. Осмотреть деталь и определить наименование; материал; поверхности, ограничивающие элементы детали; главное изображение и достаточное количество других видов (разрезов, сечений), необходимых для полного отображения формы детали.
2. Выбрать приблизительный масштаб, определить на глаз основные пропорции детали, провести осевые линии изображения, наметить места изображений в виде прямоугольников или от меток на осевых линиях.

3. Тонкими линиями выполнить все проекции детали, необходимые разрезы и сечения.
4. Определить, какие размеры следует указать; провести выносные и размерные линии.
5. Измерить элементы образца детали и поставить размеры над размерными линиями. Нанести обозначения и размеры стандартизованных элементов детали: резьб, конусностей, фасок и т. д.
6. Обвести контурные линии, указать технические требования, оформить эскиз полностью.
7. Проверить правильность выполнения эскиза.
8. Составить отчет
9. Ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Отметить методы составления эскизов по образцам деталей
3. Выводы по работе.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое разрез и сечение?
2. Как условно обозначается резьба на чертеже?
3. Как прочесть чертеж детали?

Список литературы

1. Евдокимов Ф.Е., Теоретические основы электротехники. М., ИЦ «Академия», 2010 год.
2. Макиенко Н. И. Общий курс слесарного дела. — М.: Высшая школа, 2012 год
3. Соколовский Г.Г., Электроприводы переменного тока с частотным регулированием, учебник. ИЦ «Академия», 2006 год.
4. Никитин Е.М. Краткий курс теоретической механики для ВТУЗов DJVU. М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", 2011. - 400 с.
5. Шишмарев В.Ю., Средства измерений, учебник. ИЦ «Академия», 2006 год.

Практическая работа № 8 ЭМ – 1 – 14 Тема Разработка технологического процесса сборки изделия

Цель занятия: научиться разрабатывать технологический процесс сборки изделия
Исходные данные: сборочный чертеж несложного изделия и его описание.

Основные теоретические сведения:

Прочитать сборочный чертеж — это значит представить форму и конструкцию изделия, понять его назначение, принцип работы, порядок сборки, а также выявить форму каждой детали в данной сборочной единице.

При чтении сборочного чертежа рекомендуется придерживаться следующей последовательности:

1. Изучить содержание основной надписи, выяснив название сборочной единицы и масштаб ее изображения.
2. Рассмотреть на сборочном чертеже виды, разрезы, сечения и представить форму и размеры изображенного на нем изделия.
3. Используя спецификацию, определить, из скольких деталей состоит изделие, выяснить название каждой из них и материал, из которого они изготовлены.
4. Определить форму каждой детали, рассмотрев их изображения на сборочном чертеже.
5. Выявить виды соединений деталей, использованные в изделии.
6. Установить принцип работы и последовательность сборки изделия.

В качестве примера рассмотрим чтение чертежа сборочной единицы «Съемник» (рис. 237).

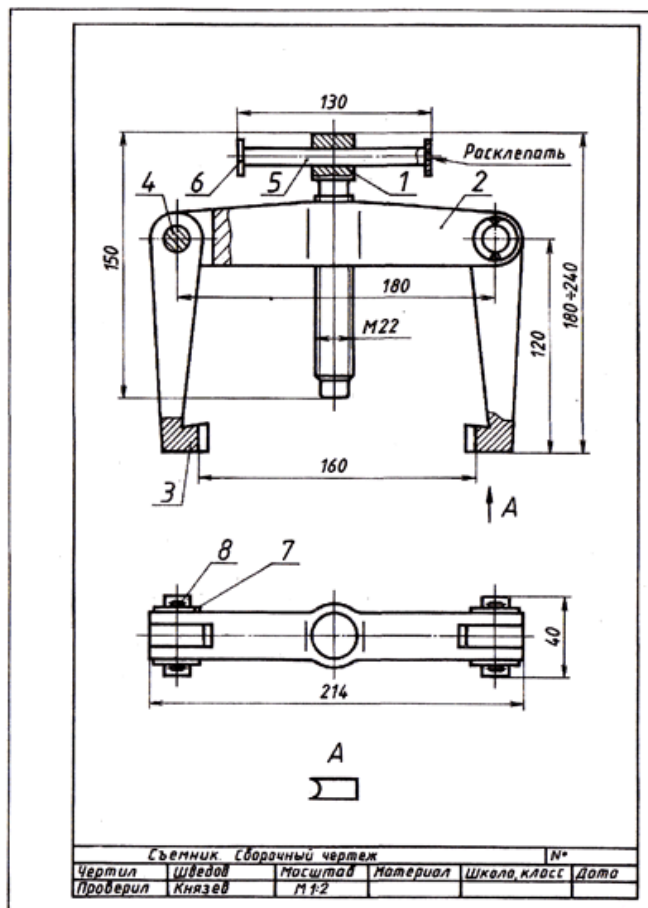


Рис. 237. Съемник. Сборочный чертеж

Поз.	Наименование	Кол.	Материал	Примечание
	<u>Детали</u>			
1	Винт нажимной	1	Сталь 45	
2	Траверса	1	Сталь 45	
3	Лапа	2	Сталь 45	
4	Ось	2	Сталь 35	
5	Рукоятка	1	Сталь Ст.3	
6	Кольцо	2	Сталь Ст.3	
	<u>Стандартные изделия</u>			
7	Шайба 15	4	Сталь 35	
8	Шплинт 3×25	4	Сталь Ст.3	
Съемник. Сборочный чертеж				№
Чертил	Шведов	Масштаб	Материал	Школа, класс
Проверил	Князев			Дата

Рис. 238. Спецификация изделия «Съемник»

Съемником называется приспособление, используемое для снятия втулок, шкивов, зубчатых колес, дисков с концов валов.

Чертеж съемника выполнен в масштабе 1:2. Изделие на сборочном чертеже представлено видом спереди, содержащим местные разрезы, видом сверху и дополнительным видом по стрелке А. На виде сверху рукоятка (поз. 5) и кольцо (поз. 6) не показаны. Изображения на сборочном чертеже дают не только общее представление о сборочной единице, форма которой напоминает коромысло, но и уточняют форму каждой детали, входящей в нее.

Изделие имеет следующие габаритные размеры: высота показана двумя размерами 180^А-240 мм, которые определяют ход винта; длина изделия — 214 мм и ширина — 40 мм.

Съемник состоит из 17 деталей: одного нажимного винта (поз. 1), одной траверсы (поз. 2), двух лап (поз. 3), двух осей (поз. 4), одной рукоятки (поз. 5), двух колец (поз. 6), четырех шайб (поз. 7), четырех шплинтов (поз. 8). Все детали изготовлены из стали.

Используя номера позиций, находим изображение детали под номером 1.

Рассмотрев изображение винта нажимного, приходим к выводу, что его форма представляет собой сочетание четырех цилиндров, соосно расположенных относительно друг друга. При этом в крайнем из них выполнено сквозное цилиндрическое отверстие, а на среднем нарезана метрическая резьба. Так последовательно описывается форма всех деталей изделия.

Данная сборочная единица имеет три вида соединений:

- подвижное резьбовое соединение винта нажимного (поз. 1) и траверсы (поз. 2);
- свободное подвижное соединение винта нажимного (поз. 1) и рукоятки (поз. 5) и свободное подвижное шарнирное соединение траверсы (поз. 2) и лапы (поз. 3);

— неподвижное неразъемное соединение рукоятки (поз. 5) и кольца (поз. 6), которое осуществлено с помощью расклепывания конца рукоятки.

Рассмотрим принцип работы съемника. При снятии детали с вала ее захватывают лапами (поз. 3) за торец. Винт (поз. 1) вращают до момента снятия детали с вала.

Выясним, в какой последовательности производят сборку съемника:

- в отверстие головки винта вставляют рукоятку с закрепленным на ней кольцом,
- другое кольцо насаживают на второй конец рукоятки и расклепывают последний;
- в каждый из пазов траверсы вставляют лапу и соединяют ее с помощью оси, на которую надевают шайбу и устанавливают шплинт, предотвращая ось от выпадения.

Порядок выполнения работы:

1. Внимательно изучить описание изделия и его сборочный чертеж.
2. Определить по чертежу все детали, входящие в сборочную единицу, способы их соединения между собой.
3. Выбрать базовую деталь для сборки.
4. Наметить операции сборки и их последовательность.
5. Подобрать необходимый для сборки изделия монтажный инструмент.

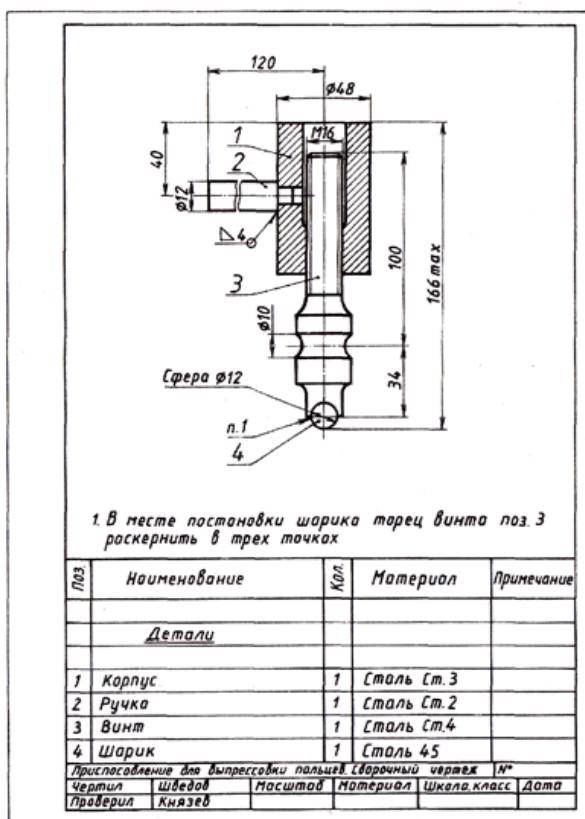


Рис. 239. Приспособление для выпрессовки пальцев.
Сборочный чертеж

Палец — сплошной или пустотелый цилиндрический стержень длиной до трех его наибольших диаметров, предназначенный для шарнирного соединения двух деталей.

Вопросы и задания

1. В какой последовательности читается сборочный чертеж?

2. Прочитайте сборочный чертеж «Приспособление для выпрессовки пальцев» (рис. 239).

Тема 1.2. Основы электромонтажных работ

Практическая работа № 9 ЭМ – 1 – 14 Тема «Операции и требования при электромонтажных работах»

1. Цель работы:

1.1. Закрепить знания по видам электромонтажных работ.

1.2. Закрепить знания технологии выполнения разметки.

По окончании выполнения практических заданий обучающийся должен продемонстрировать способности, умения и степень владения следующими профессиональными и общими компетенциями:

- ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.
- ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.
- ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

Задание

Используя результаты практической работы № 3 выполните следующие задания:

1. Прочитайте краткие теоретические сведения.

3. В проекте своего помещения используя все виды выполните разметку трассы электропроводки.

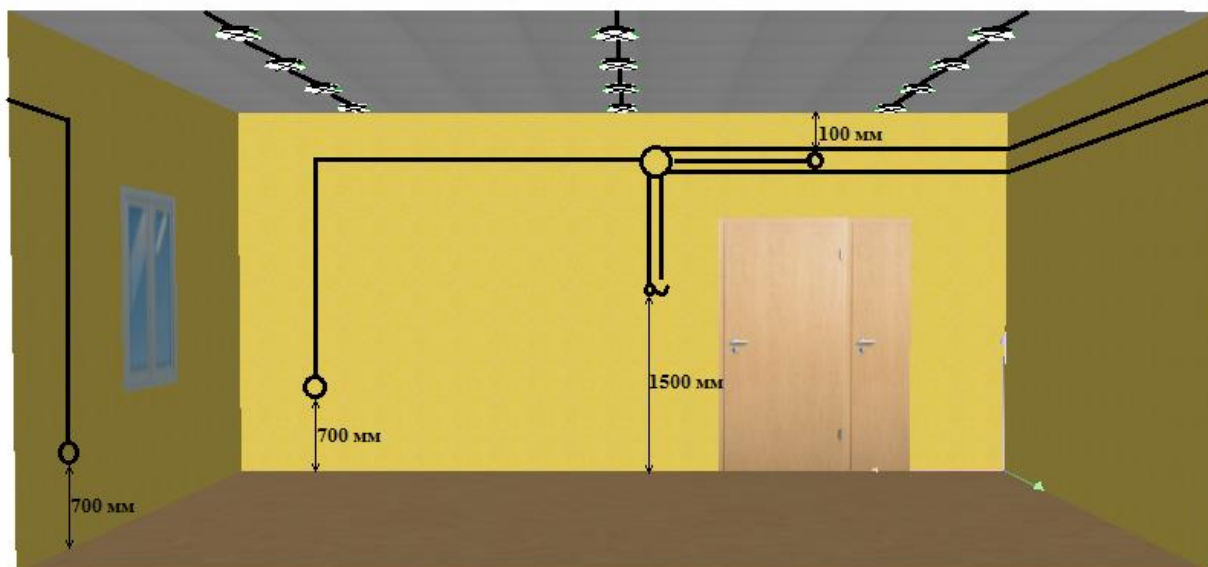
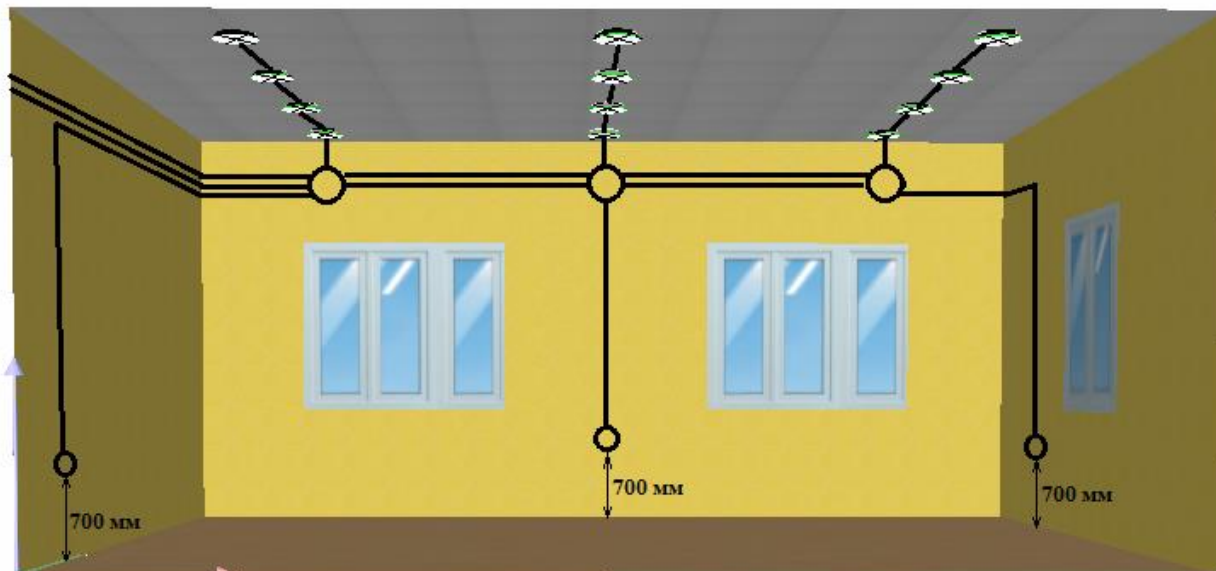
4. Опишите технологию разметки трассы электропроводки.

5. Заполните таблицу оснащения электромонтажных работ при монтаже электропроводки.

Таблица 2 Оснащение электромонтажных работ при работ при монтаже электропроводки.

Материалы	Оборудование	Приспособления

Пример



1. В соответствии с планом произвести разметку трассы электропроводки, места установки разветвительных коробок, розеток и выключателей.

Розетки устанавливаются на расстоянии 1 м от пола, выключатели – 1,7 м от пола, не менее 0,1 м от косяка двери, разветвительные коробки – 0,1 м от потолка.

2. Отметить места установки светильников с помощью шеста с отвесом.

Материалы	Оборудование	Метизы
ППВнг 3×1,5 – провод медный плоский с поливинилхлоридной изоляцией негорючий трёхжильный с сечением жилы 1,5 Труба из ПВХ на 1,5 Кабель-канал 15×10 JOTU	Светильник НБП 100 IP44 – 3шт. Одноклавишный выключатель АЕ 2010 – 3шт. Разветвительная коробка- 3шт.	Закладные Саморезы Соединительные изолирующие зажимы (СИЗ) Клей эпоксидный Припой ПОС - 40

4.Содержание отчета.

Отчёт должен содержать

4.1. Дату проведения практической работы

4.2. Название практической работы.

4.3. Заполненную таблицу № 1

5. Список литературы:

1. Учебник «Конструкционные и электротехнические материалы», под ред. В.А.Филикова, 2010г.

2. Учебник «Электроматериаловедение», под ред. Н.Г.Дроздова и Н.В.Никулина, 2012г

Практическая работа № 2 Тема «Определение характеристики кабелей и проводов по их марке» № 14 ЭМ – 1 – 14 .

1.Цель работы:

1.1. Закрепить знания по условному обозначению марок кабелей и проводов согласно ГОСТ 16442-80, ТУ16.71-277-98, ТУ 16.К71-335-2004

1.2. Закрепить знания по определению основных свойств конструктивных элементов кабелей и проводов

2.Пояснение к работе

2.1. Краткие теоретические сведения.

Расшифровка (маркировка) сокращений, применяемых для обозначений силовых кабелей с ПВХ (виниловой) и резиновой изоляцией (по ГОСТ 16442-80, ТУ16.71-277-98, ТУ 16.К71-335-2004)

А - (первая буква) алюминиевая жила, если буквы нет - жила медная.

АС - Алюминиевая жила и свинцовая оболочка.

АА - Алюминиевая жила и алюминиевая оболочка.

Б - Броня из двух стальных лент с антикоррозийным покрытием.

Бн - То же, но с негорючим защитным слоем (не поддерживающим горение).

б – Без подушки.

В - (первая (при отсутствии А) буква) ПВХ изоляция.

В - (вторая (при отсутствии А) буква) ПВХ оболочка.

Г - В начале обозначения - это кабель для горных выработок, в конце обозначения - нет защитного слоя поверх брони или оболочки («голый»).

г - Водозащитные ленты герметизации металлического экрана (в конце обозначения).

2г - Алюмополимерная лента поверх герметизированного экрана .

Шв - Защитный слой в виде выпрессованного шланга (оболочки) из ПВХ.

Шп - Защитный слой в виде выпрессованного шланга (оболочки) из полиэтилена.

Шпс – Защитный слой из выпрессованного шланга из самозатухающего полиэтилена.

К – Броня из круглых оцинкованных стальных проволок, поверх которых наложен защитный слой. Если стоит в начале обозначения – контрольный кабель.

С – Свинцовая оболочка.

О - Отдельные оболочки поверх каждой фазы.

Р – Резиновая изоляция.

НР - Резиновая изоляция и оболочка из резины, не поддерживающей горение.

П - Изоляция или оболочка из термопластичного полиэтилена.

Пс - Изоляция или оболочка из самозатухающего не поддерживающего горение полиэтилена.

Пв - Изоляция из вулканизированного полиэтилена.

ББГ - Броня профилированной стальной ленты.

нг - Не поддерживающий горение.

LS - Low Smoke - низкое дымо- и газовыделение.

КГ - Кабель гибкий.

Кабель с БПИ - бумажной пропитанной изоляцией (по ГОСТ 18410-73):

А - (первая буква) алюминиевая жила, при ее отсутствии - жила медная по умолчанию. Если в середине обозначения после символа материала жилы, то алюминиевая оболочка.

Б – Броня из плоских стальных лент (после символа материала оболочки).

АБ - Алюминиевая броня.

СБ - (первая или вторая (после А) буква) свинцовая броня.

С – Материал оболочки свинец.

О – Отдельно освинцованная жила.

П - Броня из плоских стальных оцинкованных проволок.

К - Броня из круглых стальных оцинкованных проволок.

В – Изоляция бумажная с обедненной пропиткой (в конце обозначения) через тире.

б – Без подушки.

л - В составе подушки дополнительная 1 лавсановая лента.

2л - В составе подушки дополнительная двойная лавсановая лента.

Г - Отсутствие защитного слоя («голый»).

н – Негорючий наружный слой. Ставится после символа брони.

Шв - Наружный слой в виде выпрессованного шланга (оболочки) из поливинилхлорида.

Шп – Наружный слой в виде выпрессованного шланга (оболочки) из полиэтилена.

Швпг – Наружный слой из выпрессованного шланга из поливинилхлорида пониженной горючести.

(ож) – Кабели с однопроволочными жилами (в конце обозначения).

У - Изоляция бумажная с повышенной температурой нагрева (в конце обозначения).

Ц – Бумажная изоляция, пропитанная нестекающим составом. Ставится впереди обозначения.

Контрольный кабель (по ГОСТ 1508-78):

А - (первая буква) алюминиевая жила, при ее отсутствии - жила медная по умолчанию.

В - (вторая (при отсутствии А) буква) ПВХ изоляция.

В - (третья (при отсутствии А) буква) ПВХ оболочка.

П - Изоляция из полиэтилена.

Пс - Изоляция из самозатухающего полиэтилена.

Г - Отсутствие защитного слоя («голый»).

Р – Резиновая изоляция.

К - (первая или вторая (после А) буква) - кабель контрольный.

Кроме КГ - кабель гибкий.

Ф – Изоляция из фторопласта.

Э – В начале обозначения – кабель силовой для особо шахтных условий , в середине или в конце обозначения - кабель экранированный.

Подвесные провода:

А - Алюминиевый голый провод.

АС - Алюминиево-Стальной (чаще употребляется слово «сталеалюминевый») голый провод.

СИП - Самонесущий Изолированный Провод.

нг - Не поддерживающий горения.

Силовые, установочные провода и шнуры соединительные:

А — Алюминий, отсутствие в марке провода буквы А означает, что токоведущая жила из меди.

П (или Ш) – вторая буква, обозначает провод (или шнур).

Р – Резиновая изоляция.

В – Изоляция из ПВХ.

П – Полиэтиленовая изоляция.

Н – Изоляция из наиритовой резины.

Число жил и сечение указывают следующим образом: ставят черточку; записывают число жил; ставят знак умножения; записывают сечение жилы.

В марках проводов и шнуров могут быть и другие буквы, характеризующие другие элементы конструкции:

Д — Двойной провод .

О — Оплетка.

Т — Для прокладки в трубах.

П — Плоский с разделительным основанием.

Г — Гибкий.

Монтажные провода:

М – Монтажный провод (ставится в начале обозначения).

Г - Многопроволочная жила (отсутствие буквы указывает на то, что жила однопроволочная).

Ш - Изоляция из полиамидного шелка.

Ц - Изоляция пленочная.

В - Поливинилхлоридная изоляция.

К - Капроновая изоляция.

Л – Лакированный.

С - Обмотка и оплетка из стекловолокна.

Д - Двойная оплетка.

О - Оплетка из полиамидного шелка.

Э – Экранированный.

МЭ - Эмалированный.

Расшифровка (маркировка) некоторых особых аббревиатур:

КСПВ - Кабели для Систем Передачи в Виниловой оболочке.

КПСВВ - Кабели Пожарной Сигнализации, с Виниловой изоляцией, в Виниловой оболочке.

КПСВЭВ - Кабели Пожарной Сигнализации, с Виниловой изоляцией, с Экраном, в Виниловой оболочке.

ПНСВ - Провод Нагревательный, Стальная жила, Виниловая оболочка.

ПВ-1, ПВ-3 - Провод с Виниловой изоляцией. 1, 3 - класс гибкости жилы.

ПВС - Провод в Виниловой оболочке Соединительный.

ШВВП - Шнур с Виниловой изоляцией, в Виниловой оболочке, Плоский.

ПУНП - Провод Универсальный Плоский.

ПУГНП - Провод Универсальный Плоский Гибкий.

Расшифровка (маркировка) Кабели и провода зарубежного производства

Силовой кабель:

N – Обозначает что кабель изготовлен согласно немецкому стандарту VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker — Союз германских электротехников).

Y – Изоляция из ПВХ.

H - Отсутствие в ПВХ-изоляции галогенов (вредных органических соединений).

M - Монтажный кабель.

C – Наличие медного экрана.

RG – Наличие брони.

FROR - кабель итальянского производства, имеет специфические обозначения согласно итальянскому стандарту CEI UNEL 35011:

F - corda flessibile - гибкая жила.

R - polivinilcloruro - PVC - ПВХ-изоляция

O - anime riunite per cavo rotondo - круглый, не плоский кабель.

R - polivinilcloruro - PVC - ПВХ-оболочка.

Контрольный кабель:

Y – ПВХ-изоляция.

SL - Кабель контрольный.

Li - Многожильный проводник выполнен по немецкому стандарту VDE (см.выше).

Кабель безгалогеновый огнестойкий :

N - Изготовлен по немецкому стандарту VDE (см.выше).

NX – Изоляция из сшитой резины.

C - Медный экран.

FE 180 - При пожаре целостность изоляции, при использовании кабеля без крепежной системы, сохраняется в течение 180 минут.

E 90 - В случае пожара работоспособность кабеля при прокладке вместе с крепежной системой сохраняется в течение 90 минут.

Монтажные провода:

H - Гармонизированный провод (одобрение HAR).

N - Соответствие национальному стандарту.

05 -Номинальное напряжение 300/500 В.

07 - Номинальное напряжение 450/750 В.

V - ПВХ изоляция.

K – Гибкая жила для стационарного монтажа.

Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена:

N – Изготовлен согласно немецкому стандарту VDE (см.выше).

Y – ПВХ изоляция.

2Y – Изоляция из полиэтилена.

2X – Изоляция из сшитого полиэтилена.

S - Медный экран.

(F) - Продольная герметизация.

(FL) - Продольная и поперечная герметизация.

E - Трехжильный кабель.

R - Броня из круглых стальных проволок.

Как расшифровать марку кабеля?

Возьмем для примера очень распространенный кабель: АВВГ (ож)-0,66 кВ 4х35 и разберем его маркировку.

4х35 - данный кабель имеет 4 жилы, по 35 кв.мм. каждая. Количество жил у большинства групп кабелей от 1 до 5. Но у контрольных, к примеру, от 4 до 37.

Каждая жила имеет сечение. У кабеля диапазон сечений от 1,5 до 800 кв. мм. для низковольтного кабеля.

0,66 кВ - напряжение. У данного кабеля оно составляет 660 В. Кабели бывают низковольтными (0,38 -1 кВ), на среднее (6-35кВ) и высокое (110-500кВ) напряжение.

(ож) - исполнение – одножильное. Это значит, что жила монолитная, цельнотянутая. В случае, если в марке «ож» отсутствует, то это значит, по умолчанию, что исполнение многопроволочное (мп) или многожильное (мн).

Г – гибкий или небронированный.

В – винил. Оболочка из поливинилхлоридного (ПВХ) пластика.

В – винил. Изоляция из поливинилхлоридного (ПВХ) пластика.

А – алюминий. Алюминиевая токопроводящая жила.

Все буквенные маркировки начинаются от жилы. Если стоит буква А, то токопроводящая жила – алюминиевая. Если буква А отсутствует, то токопроводящая жила изготовлена из меди.

В зависимости от группы использования в маркировке кабелей могут встречаться следующие символы:

- АВВГ- П. Плоский, изолированные жилы уложены параллельно в одной плоскости.

- АВВГз. С заполнением, заполнение из резиновой смеси.

- АВВГнг-LS. нг- негорючий, ПВХ пластикат пониженной горючести. LS - «лоу смокинг» (пониженное дымовыделение), ПВХ пониженной пожароопасности.

- АВБбШв.

Б – броня из стальных лент

Ш- шланг защитный из ПВХ пластиката.

в - винил. Изоляция из поливинилхлоридного (ПВХ) пластиката.

- АСБ2лГ, АСКл, ЦСБ.

С – свинцовая оболочка.

2л – две лавсановые ленты

Г – голый. Защитный покров из двух стальных оцинкованных лент.

К - защитный покров из круглых стальных оцинкованных проволок.

Ц – изоляция бумажная, пропитанная нестекаемым составом.

- АКВВГЭ.

К – контрольный

Э – экран общий из алюминиевой фольги поверх скрученных жил

- АПвБбШп.

П – изоляция из силанольносшитого полиэтилена.

п – наружная оболочка из полиэтилена.

- АПвПу2г.

у – усиленная оболочка из полиэтилена

2г – «двойная герметизация», изоляция из сшитого полиэтилена с алюминиевой лентой поверх герметизированного экрана.

КГ – кабель гибкий.

Расшифровка маркировки проводов.

Теперь рассмотрим вопрос, как расшифровать маркировку проводов. Провода также, как и кабели маркируют буквами, после которых цифрами записывают число и площадь сечения токопроводящих жил. При обозначении провода принята следующая структура. В центре ставится буква П, обозначающая провод. Перед буквами П может стоять буква А, обозначающая, что провод изготовлен из алюминиевых токопроводящих жил; если буквы А нет, то токопроводящие жилы изготовлены из меди.

Вслед за буквой П стоит буква, характеризующая материал, из которого выполнена изоляция провода:

Р — резиновая изоляция,

В — ПВХ (поливинилхлоридная) изоляция

П — изоляция из полиэтилена

Если провод имеет оплетку из хлопчатобумажной пряжи, покрытой лаком, то это обозначается буквой Л, а если пряжа пропитана противогнилостным составом, то буква в марке провода опускается. Букву Л ставят на последнем месте в обозначении марки провода.

Провода для электрических установок марки

ПВ имеют цифровые индексы 1; 2; 3 и 4. Данные цифры обозначают степень гибкости проводов. Чем выше, тем провод более гибкий.

Провода для воздушных ЛЭП расшифровываются следующим образом:

СИП – самонесущий изолированный провод. Изоляция из светостабилизированного сшитого полиэтилена.

СИП-1 - с неизолированной нейтралью

СИП-2 - с изолированной нейтралью

СИП-4 - с равными по сечению изолированными жилами.

А – неизолированный провод, скрученный из алюминиевых проволок

АС – неизолированный провод, состоящий из стального сердечника и алюминиевых прово

3.Задание

3.1. Прочитайте краткие теоретические сведения.

3.2. Перечертите таблицу № 1 на чистый лист бумаги.

3.3. Перепишите из таблицы №1 столбец варианта, заданного преподавателем.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Марка	ААБВ 3× 95,	КВВГ 11× 2,5,	КУГВЭВ 61× 0,35	СРГ 3× 16,	КНРБ 19× 1,5,	КУГВВЭ 61×0,7	АСБГВ 4×25,	АКВВБГ 11×2,5,	КУПВ 37× 1,5
	АПВ 2,5- 120	АППВ 2,5- 6	АПР 2,5- 120	АППР 2,5-6	АПРН 2,5-120	ПВ-1 0,5-95	ПВ-2 2,5- 95	ППВ 0,75-4	ПР 0,75- 120
	ШВВП 0,35- 0,75	ШРО 0,35- 1	ШВЛ 0,5 - 0,75	ШПВ- 1 0,35- 0,75	ШПВ- 2	ШВВП 0,35-0,75	ШРО 0,35-1	ШПВ-1 0,35-0,75	ШПВ- 2
Вариант	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Марка	ВР Г 4×16,	АКУГВВЭ 61×0,7	АКНРБ 19× 1,5,	АВВГ 2,5-50	АНРГ 4-300	АВРГ 4-300	ВВГ 2,5-50	ВРГ 1-240	НРГ 1-240
	ПВС 0,5-2,5	ПРС 0,5- 4	ПУНП 1,5-4	МГШ 0,05- 0,12	МГШВ 0,12- 1,5	ТРП 0,4-0,5	АПВ 2,5-120	АППВ 2,5-6	АПР 2,5- 120
	ШВВП 0,35- 0,75	ШРО 0,35- 1	ШВЛ 0,5 - 0,75	ШПВ- 1 0,35- 0,75	ШПВ- 2	ШВВП 0,35-0,75	ШВЛ 0,5 - 0,75	ШПВ-1 0,35-0,75	ШПВ- 2

Таблица № 1

ВАРИАНТ № 1 (пример заполнения таблицы)

№ п/п	Марка кабельной продукции	Назначение	Полная характеристика
	ААБВ 3× 95	Силовой кабель	ААБВ 3× 95- силовой кабель, с алюминиевыми жилами, алюминиевой оболочке, с обеднённопропитаной изоляция для вертикальных прокладок, бронированный, трёхжильный, сечение жилы 95 мм ²

3.4. В соответствующей графе позиции таблицы № 1 расшифруйте условное буквенное и цифровое обозначение заданных марок проводов и кабелей.

4.Содержание отчета.

Отчёт должен содержать

4.1. Дату проведения практической работы

4.2. Название практической работы.

4.3. Заполненную таблицу № 1

Литература

1. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: Учеб. пособие для вузов / П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.В. Девятков и др. Под ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат, 2009. - 160 с.

2. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Технология электромонтажных работ: Учеб. пособие для проф. учеб. заведений. – М.: Высш. шк.; Изд. центр «Академия», 2012. – 301 с.

Эталоны ответов.

ААБВ 3× 95- силовой кабель, с алюминиевыми жилами, алюминиевой оболочке, с обеднённопропитаной изоляцией для вертикальных прокладок, бронированный, трёхжильный, сечение жилы 95 мм²

КВВГ 11× 2,5, контрольный кабель, с медными жилами, в ПВХ изоляции, в виниловой оболочке, голый, 11 жил сечением 2,5 мм.

КУГВЭВ 61× 0,35- кабель управления, медный, с виниловой изоляцией и в виниловой оболочке, экранированный, 61 жила сечением 0,35 мм²

СРГ 3× 16 силовой медный кабель, в свинцовой оболочке, с резиновой изоляцией, голый трёхжильный сечение 16 мм² ,

КНРБ 19× 1,5 контрольный кабель, с резиновой изоляцией, в резиновой негорючей оболочке, бронированный, 19 жил сечением 1,5 мм²,

КУГВВЭ 61×0,7 – кабель управления голый, с виниловой изоляцией, в виниловой оболочке, экранированный, 61 жила сечением 0,7 мм²

АСБГВ 4×25- алюминиевый силовой кабель в свинцовой оболочке бронированный, в виниловой изоляции, без защитных покровов четырёхжильный, сечение жилы 25 мм²,

АКВВБГ 11×2,5- алюминиевый контрольный кабель, с виниловой изоляцией и виниловой оболочкой, бронированный, без защитных покровов, 11 жил сечением 2,5 мм²,

КУПВ 37× 1,5- кабель управления, с полиэтиленовой изоляцией, в виниловом шланге, 37 жил сечением 1,5 мм²

АВВГ 2,5-50 1; 2; 3; 4 Кабель силовой, с алюминиевыми жилами, поливинилхлоридной изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке

АВРГ4-300 2,5-300 1; 2; 3; 4 Кабель силовой, с алюминиевыми жилами, резиновой изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке .

АНРГ 4-300 2,5-300 1; 2; 3; 4 Кабель силовой, с алюминиевыми жилами, резиновой изоляцией, в резиновой маслостойкой и негорючей оболочке.

ВВГ 1,5-50 2,5-50 1; 2; 3; 4 Кабель силовой, с медными жилами, поливинилхлоридной изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке

ВРГ 1-240 1; 2; 3; 4 Кабель силовой, с медными жилами, резиновой изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке.

НРГ 1-240 1; 2; 3; 4 Кабель силовой, с медными жилами, резиновой изоляцией, в резиновой маслостойкой и негорючей оболочке

ШВЛ 0,5 - 0,75 2; 3 Шнур гибкий, со скрученным жилами, в поливинилхлоридной оболочке

ШПВ-1 0,35-0,75 2 Шнур гибкий, со скрученными жилами, в поливинилхлоридной оболочке

ШПВ-2 0,35-0,75 2 Шнур гибкий, со скрученными жилами, в поливинилхлоридной оболочке

ШВВП 0,35-0,75 2; 3 Шнур повышенной гибкости, плоский, в поливинилхлоридной изоляции, в поливинилхлоридной оболочке

ШРО 0,35-1 2; 3 Шнур гибкий, со скрученным жилами, в резиновой изоляции, в оплетке из хлопчатобумажной или синтетической пряжи.

АПВ 2,5-120 1 Провод с алюминиевой жилой, поливинилхлоридной изоляцией

АППВ 2,5-6 2; 3 Провод с алюминиевыми жилами, поливинилхлоридной изоляцией, плоский, с разделительным основанием

АПР 2,5-120	1	Провод с алюминиевой жилой, резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом.
АППР 2,5-6	2; 3	Провод с алюминиевыми жилами, резиновой изоляцией.
АПРН 2,5-120	1	Провод с алюминиевой жилой, резиновой изоляцией, в негорючей оболочке.
ПВ-1 0,5-95	1	Провод с медной жилой, поливинилхлоридной изоляцией.
ПВ-2 2,5-95	1	Провод с медной жилой, поливинилхлоридной изоляцией, гибкий.
ППВ 0,75-4	2; 3	Провод с медными жилами, поливинилхлоридной изоляцией, плоский, с разделительным основанием.
ПР 0,75-120	1	Провод с медной жилой, резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом .
ПВС 0,5-2,5	2; 3	Провод гибкий, со скрученными с медными жилами, поливинилхлоридной изоляцией, поливинилхлоридной оболочкой.
ПРС 0,5-4	2; 3	Провод гибкий, со скрученными с медными жилами, резиновой изоляцией, резиновой оболочкой.
ПУНП (ПБПП)	1,5-4 2; 3	Провод с медной жилой, поливинилхлоридной изоляцией, поливинилхлоридной оболочкой.
МГШ0,05-0,12	1	Провод монтажный, гибкий с медной жилой, с шелковой изоляцией.
МГШВ 0,12-1,5	1	Провод монтажный, гибкий, с медной жилой, с комбинированной шелковой и поливинилхлоридной изоляцией.
ТРП 0,4-0,52		Провод с медной жилой, полиэтиленовой изоляцией, с разделительным основанием.

Практическая работа № 3 Тема «Применение пайки в электромонтажных работах» № 15 ЭМ – 1 – 14 .

Цель работы. Ознакомиться с технологией пайки оконцевателей и наконечников гибких проводов.

Порядок выполнения работы.

1. Изучить устройство электропаяльника, схему включения, технологию пайки.
2. Выполнить пайку наконечников для лабораторных проводов.

Содержание работы и методика ее выполнения. Пайка в электромонтажных работах обладает рядом преимуществ по сравнению со сваркой или склеиванием. При пайке в отличие от сварки соединяемые детали не нагреваются до высоких температур, не изменяется их структура, изделия не коробятся, применяемое оборудование доступнее и дешевле сварочного. Соединению пайкой поддаются любые металлы и сплавы. В отличие от склеенных паяные соединения не боятся ни жары, ни холода, ни влаги, обладают превосходной электропроводностью. Способов пайки известно много. Наиболее распространена пайка паяльником. Чтобы лучше и удобнее было работать, новаторы применяют новые конструкции паяльников,

расширяющие технологические возможности пайки.

Ленинградские инженеры И. Помазанов и П. Тихомиров предложили вмонтировать в ручку паяльника вместе с кнопочным ключом T полупроводниковый диод D (рис.58). При разомкнутом ключе паяльник остается нагретым, температура его достаточна для нормальной работы. Когда ключ замкнут, в нагреватель поступает полная мощность, паяльник работает в форсированном режиме.

Для пайки проводов с медными жилами и электротехнических изделий из меди и ее сплавов пользуются оловянно-свинцовым припоями ПОС-40, ПОС-50, ПОС-61, имеющими температуру плавления 180—300°C.

Для растворения окисных пленок и предохранения металла от окисления применяют флюсы. Известны активные и бескислотные флюсы. Активные флюсы интенсивно растворяют пленки во время пайки, но способствуют окислению металлов в процессе эксплуатации. К активным (или кислотным) флюсам относятся хлористый цинк $ZnCl_2$ (1 часть цинка и 5 частей 25%-ной соляной кислоты) и нашатырь.

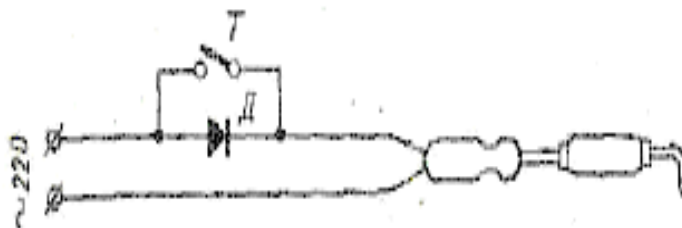
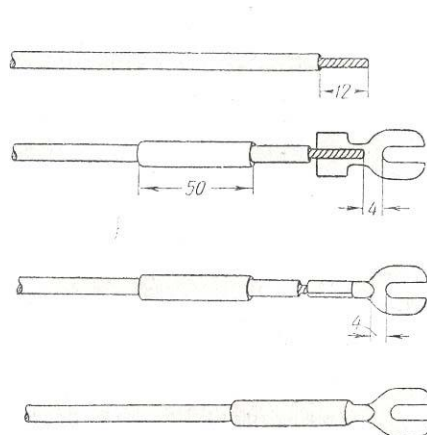


Рис.58. Схема включения паяльника.

Рис.59. Последовательность операций при пайке наконечников.

В качестве бескислотных флюсов используют канифоль (для соединения медных, изделий), стеарин или парафин (для пайки изделий из свинца, например пластин аккумуляторов).

Оконцевание гибких проводов сечением до 2,5 мм² выполняют без наконечников при помощи пайки. Для подсоединения к патронам, выключателям, розеткам шнуровых проводов их концы зачищают, скручивают петлей по шаблону (диаметр стержня-шаблона берут на 0,5 мм больше диаметра винта) и пропаивают.

В схемах вторичной коммутации и силовых цепях для увеличения механической прочности, повышения надежности электрического соединения оконцевание гибких проводов выполняют при помощи стандартных наконечников, припаиваемых к концам жил.

На рисунке 59 показана последовательность операций изготовления лабораторных проводов с разомкнутыми наконечниками. Работу необходимо выполнять в такой последовательности. С концов провода ножом или клещами КСИ-1 снять изоляцию. Место соединения провода и наконечника зачистить ножом и напильником до блеска. На провод поверх изоляции надеть две трубки ПВХ длиной 50 мм.

Наконечники обжать плоскогубцами и опрессовать молотком. При этом не следует скручивать между собой отдельные проволочки жилы. Выступающие за трубку наконечника проволочки жилы обрезать ножом, оставив 3—5 мм для пайки. Нагреть паяльник до температуры 300—350°C в форсированном режиме (2—3 мин.). Конец паяльника нужно очистить от окалины ножом или напильником и облудить с канифолью и припоем. Пайку выполнять при разомкнутом ключе Т. Место пайки смочить флюсом, припой на изделии расплавить облуженным паяльником, прогреть в течение 2—5с до равномерного растекания припоя по наконечнику и зафиксировать изделие в неподвижном положении до охлаждения. Высококачественная пайка имеет однородную структуру и ровный монолитный шов. После застывания припоя на горячие наконечники напрессовать полихлорвиниловые трубки.

Брак при пайке бывает, если паяльник не прогрет. Недостаточный нагрев затрудняет плавление припоя, и получается плохое качество соединения. При этом плавится лишь внешний слой припоя, образуются заметные неровности шва, изделие не спаяно, а «приморожено», соединение непрочное.

Работа необлуженным паяльником не обеспечивает смачивания изделия, расплавленным припоем. Незачищенные детали не облуживаются.

Железные детали можно лудить только при помощи активных флюсов.

Перегрев паяльника и детали ведет к быстрому окислению жала, поверхности изделия, припоя и затрудняет пайку. Качество работы определяют по внешнему виду шва. Сомнительные паяные соединения подвергают переделке.

Работу следует оценивать по пятибалльной системе.

Содержание отчета. Начертить электрическую схему включения паяльника с диодом, нарисовать изготовленные в лаборатории провода. К отчету приложить готовые изделия -5 проводников, пригодных для использования в практических работах.

Контрольные вопросы.

1. Каковы преимущества и недостатки пайки перед сварными и клееными соединениями?
2. Каково назначение флюсов при пайке?
3. Как выполняют окончевание гибких проводов?
4. Как расшифровать марку припоя ПОС-40?
5. Как залудить паяльник?

Литература

1. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: Учеб. пособие для вузов / П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.В. Девятков и др. Под ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат, 2009. - 160 с.

2. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Технология электромонтажных работ: Учеб. пособие для проф. учеб. заведений. – М.: Высш. шк.; Изд. центр «Академия», 2012. – 301 с.

Тема 4. Монтаж электропроводок.

Практическая работа № 4 Тема «Разметка трасс электропроводок» № 10 ЭМ – 1 – 14

Цель: научиться определять и размечать места установки аппаратов, приборов, щитков, ящиков, коробок, опорных крепежных конструкций и деталей, а также размечать отверстия, гнезда, борозды и трассы электропроводок.

Теоретические сведения.

Разметка — ответственный вид электромонтажных работ. В условиях производства эту работу обычно поручают высококвалифицированным электромонтажникам, которых строго контролируют инженерно-технические работники.

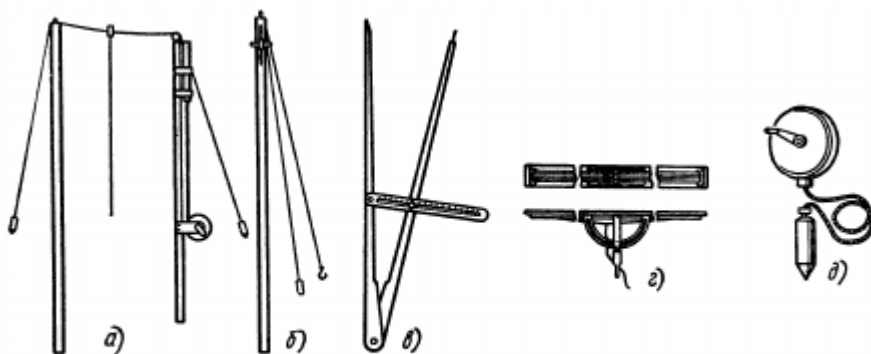
Выполняют разметку в определенной последовательности. Вначале изучают чертежи рабочего проекта. Затем исследуют место, где будут выполняться работы, сравнивая его с чертежами, при этом обращают внимание на создание безопасных условий. Подготавливают необходимые инструменты, приспособления и материалы. Определяют места установки электрооборудования и вводов, размечают места для гнезд, отверстий, ниш, установки закладных деталей для закрепления электрооборудования.

Разметку следует производить мелом, простым мягким карандашом, углем или чертилкой. Линии надо наносить с помощью приспособлений и шнура, натертого порошковым мелом, углем или синькой. Точки крепления на размеченных линиях трасс и осях разметки отмечают поперечными линиями. При этом линии должны быть видны как во время работы пробивным инструментом, так и во время монтажа.

Сквозные отверстия, гнезда, борозды необходимо размечать, указывая их наружные очертания (круг, квадрат, прямоугольник) и размеры.

Инструменты и приспособления: разметочный циркуль, линейка-рамка,

разметочный шнур с отвесом, два шеста со шнуром, шест с отвесом, рулетка, подмости-столики, стремянка или приставная лестница.



Инвентарные разметочные приспособления:

а — два шеста со шнуром, б — шест с отвесом, в — разметочный циркуль, г — линейка-рамка, д — разметочный шнур с отвесом

Материалы: краситель для шнура (мел, уголь, синька), простой карандаш М4-М6, ролики, изоляторы, отрезки защищенных проводов и кабелей, ответвительные коробки, крепежные детали, конструкции для установки изоляторов, обтирочная ветошь.

Разметка электропроводки изолированными проводами на роликах

Наибольшее расстояние, мм, между точками

крепления незащищенных изолированных проводов (при их прокладке на роликах): при сечении жил до 10 мм² — 800, при 16—25 мм² — 1000.

Наименьшее расстояние между осями проводов при сечении жил до 10 мм² — 35 мм, при 16—25 мм² — 50 мм

Разметка электропроводки на изоляторах

Наибольшее расстояние, м, между точками

крепления незащищенных изолированных про-

водов (при прокладке их на изоляторах)

должно быть: по

стенам и потолкам внутри помещений при сечении жил до 2,5 мм² — 1, от 4 до 10 мм² — 2, от 16 до 25 мм² — 2,5, от 35 до 70 мм² — 3, при 95 мм² и более — 6

по стенам при наружной электропроводке при всех сечениях жил — 2 по фермам, между стенами или опорами при сечении медных жил

до 2,5 мм² — 6, при 4 мм² — 12, от 6 мм² и более — 16—25, при сечении алюминиевых жил 2,5 мм² — 2,5, от 4 до 6 мм² — 6, при 10 мм² — 12, от 16 мм² и более — 16—25

Наименьшее расстояние, мм, между осями проводов должно быть при сечении жил до 25 мм² — 70, от 35 до 50 мм² — 100, от 70 мм² и более — 150

Расстояние от изолятора до смежной стены при переходе проводов с одной поверхности на другую и от концевого изолятора до прохода через стену должно быть равным 1,5—2-кратной высоте изолятора. Трассы

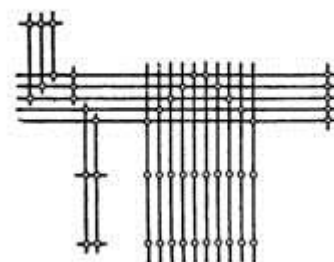
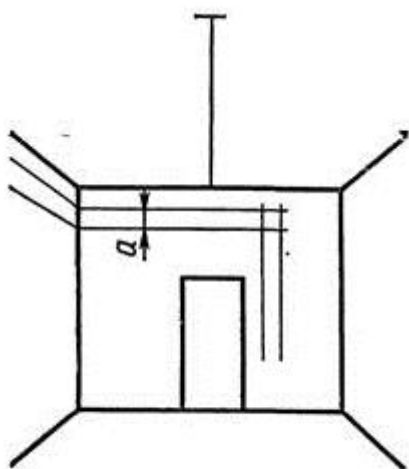
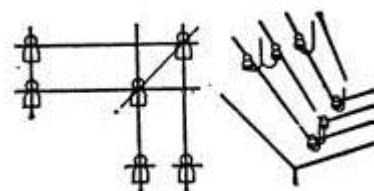
электропроводок незащищенными

изолированными проводами следует прокладывать на высоте не менее 2,5 м от уровня пола или площадки обслуживания.

В помещениях без повышенной опасности и при напряжении

42 В допускается снижение высоты

прокладки до 2 м



Провода, прокладываемые в производственных помещениях, должны защищаться от механических повреждений от пола или площадки обслуживания (в случаях спусков к штепсельным розеткам, аппаратам и щиткам) до высоты не менее 1,5 м. Разметка должна обеспечивать радиус изгиба не менее 3-кратного наружного диаметра провода. Расстояние от провода до поверхности стен и перекрытий должно быть не менее 10 мм



Разметка мест креплений для одного-двух проводов и защищенных кабелей

Расстояние между скобами должно быть:

при горизонтальной прокладке кабелей сече-

нием жил до 4 мм² — не более 500 мм, выше

4 мм² — 1000 мм; при вертикальной прокладке

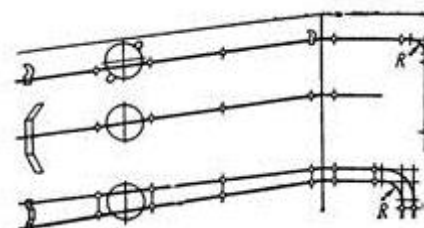
при сечении жил до 4 мм² — 700 мм, выше 4 мм² — 1000 мм

Расстояние от коробки, прибора, прохода до точки крепления кабеля должно быть 50—100

мм. При поворотах трассы точки крепления кабеля берут на расстоянии 10—

15 мм от точек сопряжения радиуса R изгиба

кабеля с прямыми линиями разметки.



Разметка мест креплений пакетов кабелей.

Высота прокладки пакетов кабелей от уров-

ня пола или площадки обслуживания не ре-

гламентируется. Разметка должна обеспечи-

вать наименьший допустимый радиус изгиба

для защищенного кабеля типа ВРГ, НРГ, равный 10-кратному наружному диаметру

Разметка электропроводки при общей точке крепления смежных скоб.

При прокладке защищенных проводов и

кабелей на полосах и лентах последние

закрепляют вплотную к основанию по всей

длине трассы, за исключением углов

поворотов. Расстояние между точками

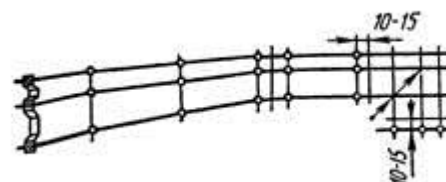
крепления к основанию должно быть не

менее 800—1000 мм, от последнего крепления до конца полосы или ленты —

не более 50—70 мм, а между точками

крепления проводов и кабелей к полосе или ленте — 500 мм

Разметка радиуса изгиба пакетов кабелей



При прокладке защищенных проводов и кабелей по струнам (стальная оцинкованная проволока диаметром 2—4 мм) наибольшее расстояние между точками крепления струны должно быть: при сечении жил защищенных проводов и кабелей 2,5 мм² и диаметре струны 2 мм — не нормируется, между промежуточными креплениями с натяжным устройством — 2 м, без натяжных устройств — 1 м; при сечении жил от 4 до 6 мм² и диаметре струны 3 мм — 4 м, между промежуточными креплениями с натяжным устройством — 3 м, без натяжного устройства — 1,5 м; при сечении жил от 10 до 16 мм² и диаметре струны 4 мм — 6 м, между промежуточными креплениями с натяжным устройством — 4 м, без натяжного устройства — не нормируется.

Задание

3.1. Прочитайте краткие теоретические сведения.

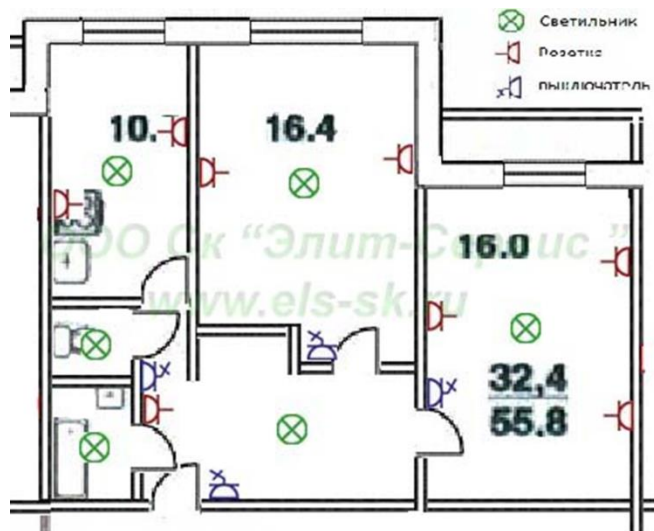
3.2. Изучите план помещения (вариант задан преподавателем)

3.3. В программе DIALux 4.9 сделайте 3 – D проект своего помещения.

3.4. Заполните таблицу оснащения электромонтажных работ при разметке установки электрооборудования.

3.5. Разметьте трасу электропроводки (вид электропроводки задан преподавателем)

Пример



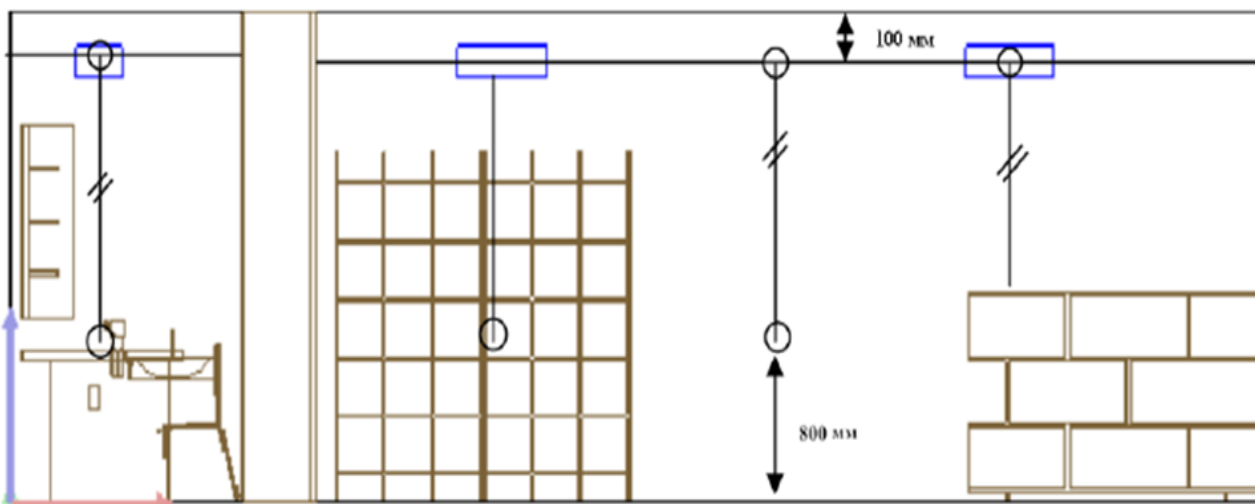
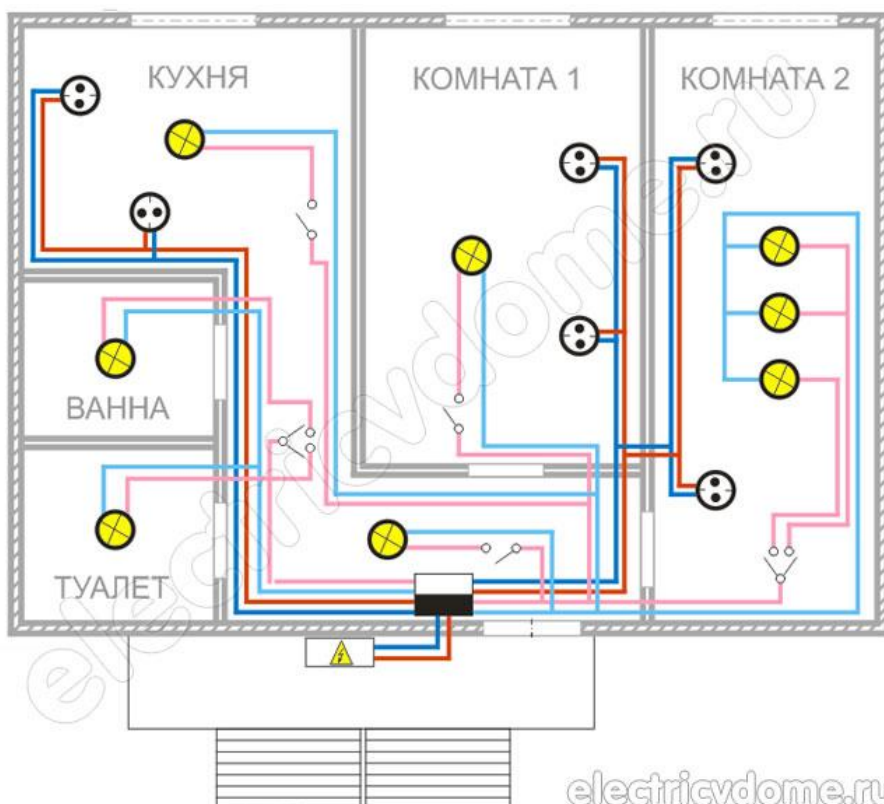


Таблица 1 Оснащение электромонтажных работ при разметке

Инструменты	Материалы:	Приспособления
линейка-рамка, шест с отвесом, два шеста со шнуром, рулетка, разметочный циркуль, масштабная линейка.	краситель для шнура (мел, уголь, синька), простей карандаш М4—М6, обтирочная ветошь.	подмости-столики, стремянка или приставная лестница.

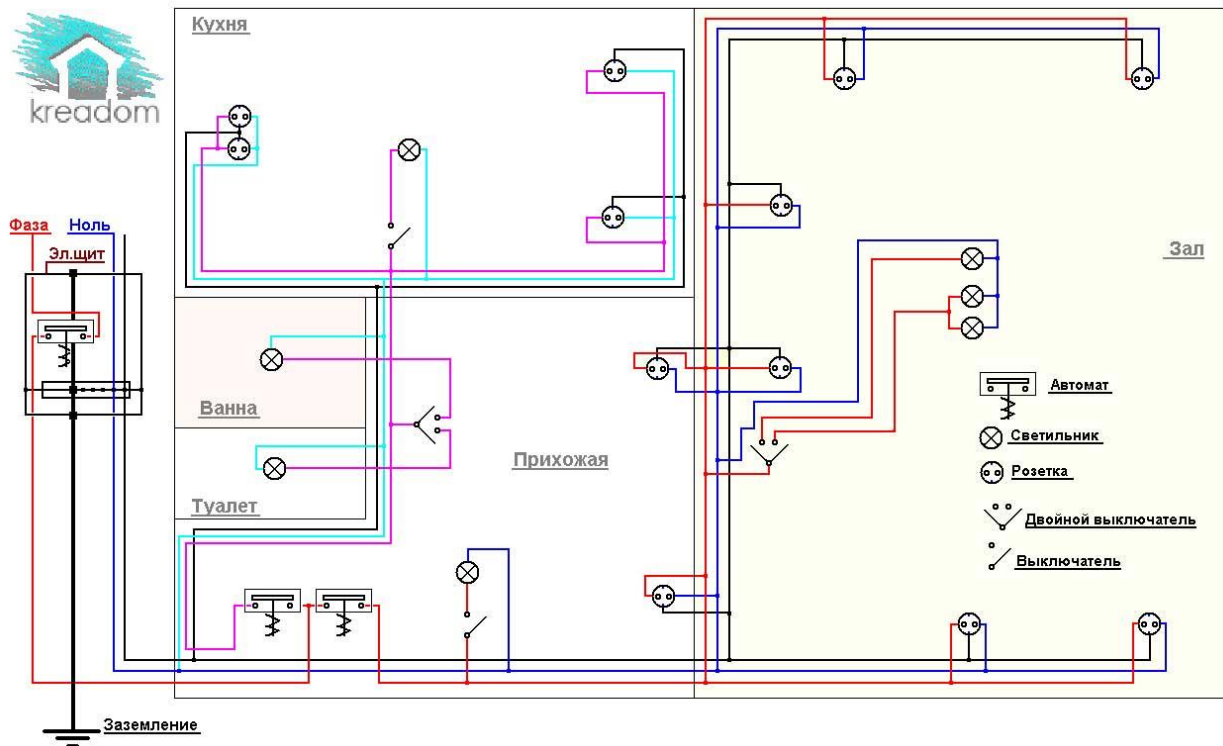
Вариант 1- 6

1	2	3	4	5	6
Кухня	Комната 1	Комната 2	Ванна	Туалет	Коридор



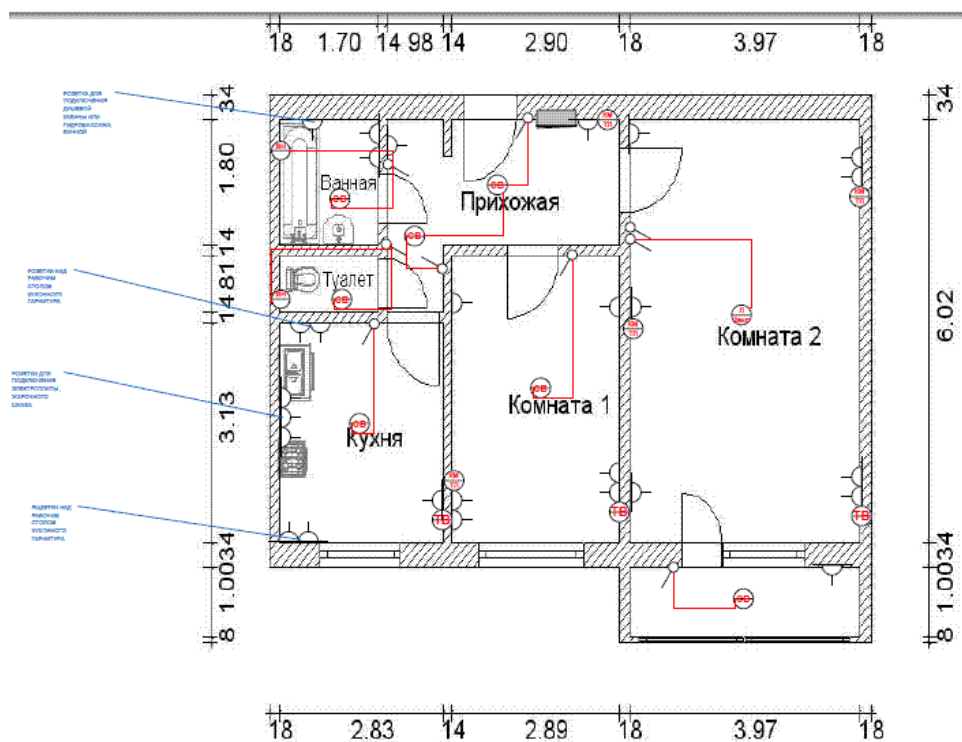
Вариант 7- 11

7	8	9	10	11
Кухня	Зал	Прихожая	Ванна	Туалет



Вариант 12 - 10

12	13	14	15	16	17	18
Кухня	Комната 1	Комната 2	Ванна	Туалет	прихожая	Веранда



4.Содержание отчета.

Отчёт должен содержать

- 4.1. Дату проведения практической работы
- 4.2. Название практической работы.
- 4.3. Заполненную таблицу № 1

Литература

1. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: Учеб. пособие для вузов / П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.В. Девятков и др. Под ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат, 2009. - 160 с.
2. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Технология электромонтажных работ: Учеб. пособие для проф. учеб. заведений. – М.: Высш. шк.; Изд. центр «Академия», 2012. – 301 с.

Практическая работа № 5 Тема «Разметка мест установки светильников» № 11 ЭМ 1 – 14

Цель: научиться размечать места крепления светильников на потолке с помощью приспособлений.

Теоретические сведения.

Требования. Разметка должна обеспечивать правильное расположение светильников в ряду и по высоте без заметных на глаз отклонений.

На поверхностях, имеющих лепные розетки, разрисовку, светильники устанавливают с учетом отделки поверхности в соответствии с требованиями проекта. При отсутствии указаний в проекте разметка должна обеспечивать установку светильников с таким расчетом, чтобы световой поток был направлен вертикально вниз.

Инструменты и приспособления: линейка-рамка, шест с отвесом, два шеста со шнуром, рулетка, разметочный циркуль, масштабная линейка.

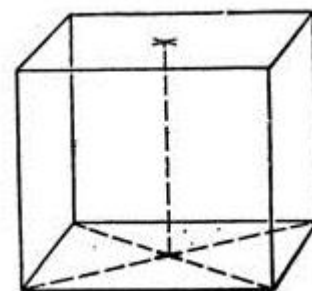
Материалы: краситель для шнура (мел, уголь, синька), простой карандаш М4—Мб, обтирочная ветошь.

Разметка места установки одного светильника

Разметить две диагональные линии на полу

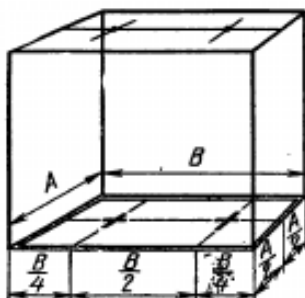
Отметить точку пересечения диагоналей

Перенести точку пересечения диагоналей с пола на потолок с помощью шеста с отвесом, для чего острие шеста установить на потолке с таким расчетом, чтобы отвес расположился точно над точкой пересечения диагональных линий на полу



Разметка мест установки двух светильников.

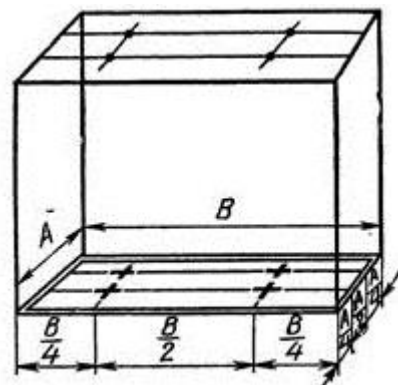
Разметить осевую линию по центру вдоль помещения. На осевой линии отметить точки, расположенные на расстоянии $B/4$ от поперечных стен. Перенести две размеченные точки на пото-



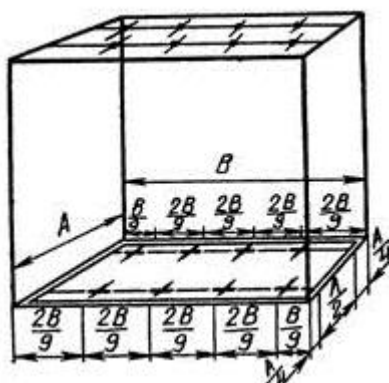
лок с помощью шеста и отвеса. Выполнить разметку в указанной последовательности непосредственно на потолке с помощью линейки-рамки' или двух шестов со шнуром.

Разметка мест установки четырех светильников

Разметить на полу две линии, параллельные продольным стенам, на расстоянии $L/4$. На линиях отметить четыре точки на расстоянии $B/4$ от поперечных стен. Перенести размеченные точки на потолок с помощью шеста и отвеса. Выполнить разметку в указанной последовательности непосредственно на потолке с помощью линейки-рамки или двух шестов со шнуром



Разметка мест установки нескольких светильников в шахматном порядке



Разметить на полу две линии, параллельные продольным стенам, на расстоянии $A/4$. На одной линии отметить точки: первую на расстоянии $B/9$, остальные через каждые $2B/9$. На другой линии повторить разметку в таком же порядке, только начать отсчет от противоположной поперечной стены. Выполнить разметку в указанной последовательности непосредственно на потолке с помощью линейки-рамки или двух шестов со шнуром.

Задание

- 3.1. Прочитайте краткие теоретические сведения.
- 3.2. Изучите план помещения (вариант задан преподавателем)
- 3.3. В программе DIALux 4.9 сделайте 3 – D проект своего помещения.
- 3.4. Заполните таблицу оснащения электромонтажных работ при разметке установки электрооборудования.
- 3.5. Разметьте места установки светильников (вид светильников задан преподавателем)

4.Содержание отчета.

Отчёт должен содержать

- 4.1. Дату проведения практической работы
- 4.2. Название практической работы.
- 4.3. Заполненную таблицу № 1

Литература

1. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: Учеб. пособие для вузов / П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.В. Девятков и др. Под ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат, 2009. - 160 с.

2. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Технология электромонтажных работ: Учеб. пособие для проф. учеб. заведений. – М.: Высш. шк.; Изд. центр «Академия», 2012. – 301 с.

Практическая работа № 6 Тема «Разметка мест монтажа установочных аппаратов» № 12 ЭМ – 1 – 14

Цель: научиться размечать места установки выключателей (переключателей), штепсельных розеток при монтаже внутренних электропроводок.

Теоретические сведения.

Требования. В жилых помещениях квартир и общежитий надо устанавливать не менее одной штепсельной розетки на каждые полные и неполные 6 м² площади, в коридорах квартир — не менее одной розетки на каждые полные и неполные 10 м² площади, а в кухнях — две розетки.

Штепсельные розетки следует также ставить в коридорах гостиниц, общежитий, административных, лечебных и т. п. зданий для включения уборочных машин (электропылесосов, электрополотеров). Линии разметки должны сохраняться после выполнения дыропробивных работ и служить уочными ориентирами при монтаже установочных аппаратов.

Инструменты и приспособления: разметочный шнур, рулетка, масштабная линейка, приспособление для разметки (шаблон), чертилка

или отвертка.

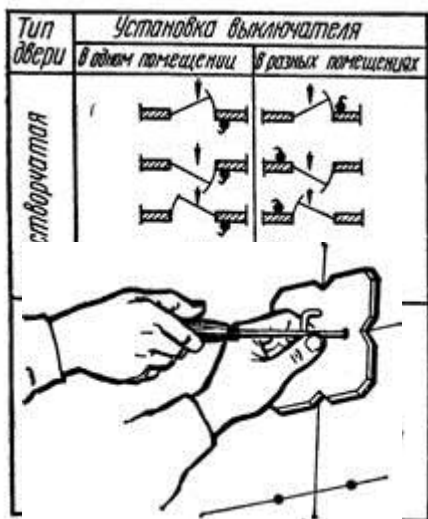
Материалы: краситель для шнура (мел, уголь, синька), простой карандаш М4-М6, образцы выключателей, штепсельных розеток, блоков коммутационных аппаратов.

Способ разметки мест установки выключателей и штепсельных розеток с помощью специального приспособления.

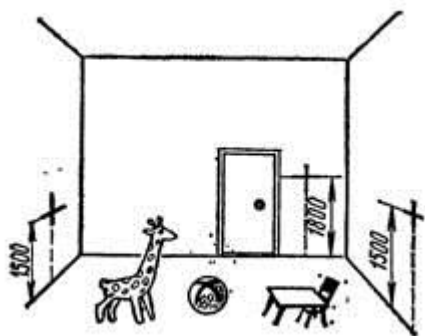
Рекомендуемые места установки выключателей в жилых и общественных зданиях

Выключатели, устанавливаемые у входа в помещение (внутри или вне него), обычно размещают таким образом, чтобы их не закрывала открывающаяся дверь. Выключатели для уборных и ванных комнат ставят вне помещений. Выключатели можно устанавливать также под потолком (их приводят в действие с помощью шнурка). Разметку мест установки выключателей (переключателей) следует производить в соответствии с рекомендациями, показанными на схеме.

Разметка мест установки штепсельных розеток у заземленных частей.



Штепсельные розетки устанавливают на высоте 800—1000 мм от пола. Они должны быть удалены от заземленных частей (трубопроводов, плиток, раковин) и находиться от них на расстоянии не менее 500 мм

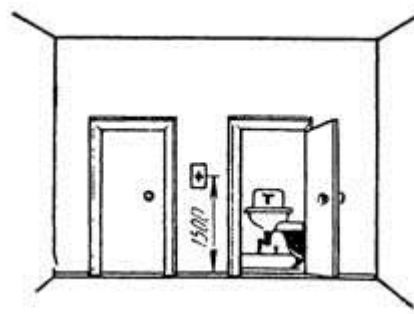


Штепсельные розетки допускается устанавливать над плинтусами или в специальном электротехническом плинтусе в случаях, указанных проектом. Они должны иметь специальное устройство, закрывающее

токопроводящие части при вынутой вилке.

Разметка мест установки выключателей и штепсельных розеток у санитарной кабины квартиры

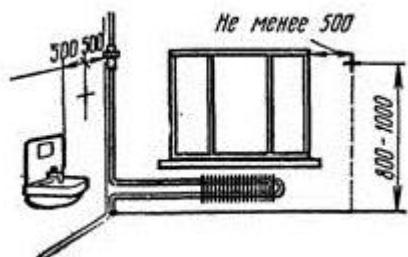
Выключатели ставят вблизи входов в помещения кухонь, уборных, ванных комнат на высоте 1500 мм. Запрещается устанавливать выключатели и штепсельные розетки в ванных комнатах, душевых, раздевалках при душевых (допускается исключение для штепсельных розеток в ванных комнатах, присоединенных через разделяющие трансформаторы). Допускается вместо нескольких выключателей ставить блоки, в которых на одной панели монтируется необходимое количество установочных аппаратов.



Разметка мест установки выключателей и штепсельных розеток в детских учреждениях.

В детских учреждениях и в помещениях для пребывания детей выключатели устанавливают на высоте 1800 мм от пола, а штепсельные розетки — 1500 мм от пола. При открытой электропроводке размечают места установки деревянных или пластмассовых розеток диаметром 55—60 мм, толщиной не менее 10 мм, на которые ставят выключатели или штепсельные розетки защищенного исполнения.

Места крепления защищенных выключателей и штепсельных розеток размечают непосредственно на строительном основании. При установке

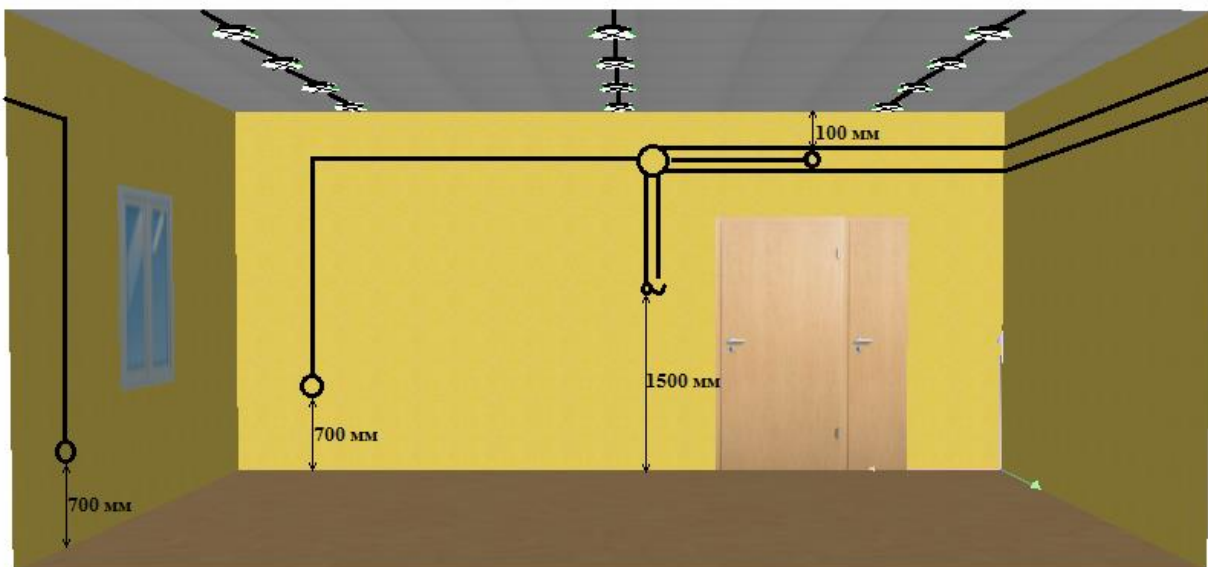
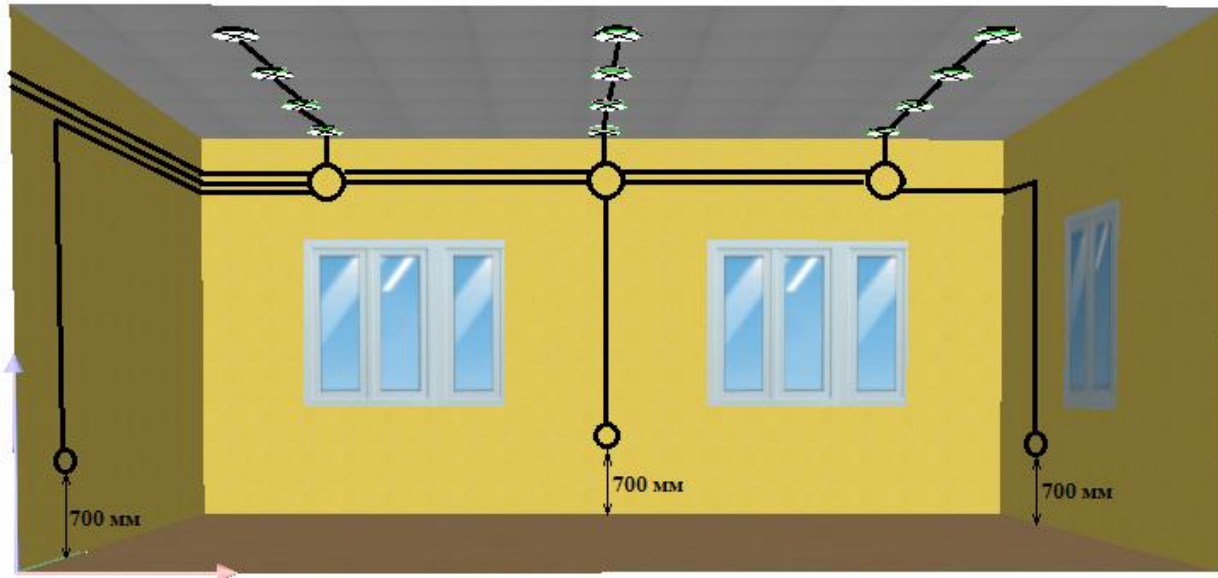


выключателей и штепсельных розеток скрытого исполнения размечают места размещения коробок диаметром 70 мм или коробок прямоугольной формы для монтажа блоков коммутационных аппаратов.

Задание

- 3.1. Прочитайте краткие теоретические сведения.
- 3.2. Изучите план помещения (вариант задан преподавателем)
- 3.3. В программе DIALux 4.9 сделайте 3 – D проект своего помещения.
- 3.4. Заполните таблицу оснащения электромонтажных работ при разметке установки электрооборудования.
- 3.5. Разметьте места монтажа установочных аппаратов (вид установочных аппаратов зависит от типа электропроводки)

Пример



4.Содержание отчета.

Отчёт должен содержать

- 4.1. Дату проведения практической работы
- 4.2. Название практической работы.
- 4.3. Заполненную таблицу № 1

Литература

1. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: Учеб. пособие для вузов / П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.В. Девятков и др. Под ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат, 2009. - 160 с.
2. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Технология электромонтажных работ: Учеб. пособие для проф. учеб. заведений. – М.: Высш. шк.; Изд. центр «Академия», 2012. – 301 с.

Практическая работа 7 «Тема: Расчет токов плавких вставок предохранителей» № 13 ЭМ – 1 – 14

Цель. 1. Научить учащихся правильно рассчитывать ток плавких вставок предохранителей.

Описание работы.

Пример расчета. Линия электрического освещения обеспечивает питание гражданского сооружения с 60 лампами накаливания мощностью до 500 Вт каждая. Линия четырехпроводная, напряжение сети 380/220 В. Провода АПВ проложены в металлической трубе.

Рассчитать и выбрать плавкую вставку предохранителя при $\cos\varphi=1$. При расчете тока плавкой вставки предохранителя необходимо руководствоваться тремя основными условиями.

1. Номинальный ток плавкой вставки $I_{\text{вст}}$ должен быть равен или больше расчетного тока I_p для данного участка электропроводки:

$$I_{\text{вст}} > I_p.$$

Например, если расчетный ток в осветительной сети $I_p = 14$ А, то по шкале номинальных токов плавких вставок (приложение 4) находим ближайшее большее значение тока плавкой вставки $I_{\text{вст}} = 15$ А. Следовательно, условие 1 выполнено, так как $15 > 14$.

2. Если в линию включена силовая нагрузка, например электродвигатель, то номинальный ток плавкой вставки предохранителя $I_{\text{вст}}$ должен быть равен или больше величины пускового тока $I_{\text{пуск}}$ электродвигателя, поделенной на 2,5, т. е.

Например, если пусковой ток $I_{\text{пуск}} = 40$ А, то по формуле находим $I_{\text{вст}} = 40/2,5 = 16$ А. По шкале номинальных токов плавких вставок (приложение 5) находим; $I_{\text{вст}} = 20$ А. Следовательно, условие 2 выполнено, так как $20 > 16$.

Необходимо иметь в виду, что при расчете условие 1 может дать один, а условие 2 — другой результат. Выбирать следует большее значение. Однако при выборе плавких вставок предохранителей осветительных электропроводок, где нет пусковых токов, ориентироваться на условие 2 не следует.

3. Должна быть соблюдена избирательность защиты линий, т. е. каждый предохранитель должен срабатывать только тогда, когда повреждение произойдет

на защищаемом им участке электропроводки. Обычно предохранители с плавкими вставками устанавливают в начале участка и при изменении сечения проводов. Окончательный выбор плавкой вставки предохранителя производят по большему току, полученному при суммировании указанных условий.

Последовательность расчета

1. Определяем расчетный ток по формуле для трех фазной четырех- и трехпроводной сети:

$$I_p = K_s P_y / 1,73 U_{\text{л}} = 500 \times 60 / 1,73 \times 380 = 45,7 \text{ А}$$

где $P_y = P_{\text{н}} \times 60 = 500 \times 60 = 30\,000 \text{ Вт}$ — установленная мощность;

$K_s = 1$ — коэффициент спроса;

$U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$ — линейное напряжение.

2. Из формулы $I_{\text{вст}} > I_p = 45,7$ по шкале номинальных токов плавких вставок (приложение 4) находим ток плавкой вставки: $I_{\text{вст}} = 60 \text{ А}$.

3. Выбираем предохранитель **НПН-60**.

Задание.

1. Рассчитать ток плавкой вставки предохранителя для защиты электрической сети. В жилом доме к групповому этажному щитку освещения напряжением 220 В подключены четыре квартиры, потребляемая мощность осветительных и нагревательных токоприемников которых соответственно равна: 2,4; 1,2; 2,8; 3 кВт.

2. Рассчитать ток плавкой вставки, если лебедка Т-224В имеет электродвигатель с короткозамкнутым ротором мощностью 7 кВт, $n = 0,86$, коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,87$, кратность пускового тока $K=6$, напряжение трехфазной сети $U = 380 \text{ В}$, пуски электро двигателя редкие.

(Ответ: 35 А.)

3. Выбрать плавкие предохранители для защиты цепи осветительной нагрузки. Мощность всех ламп накаливания $P=1900 \text{ Вт}$. Напряжение сети 220 В.

(Ответ: 10 А.)

4. Рассчитать плавкие вставки и выбрать предохранители для асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором типа 4А71В4УЗ с легкими условиями пуска, мощностью $P = 0,75 \text{ кВт}$; данные электродвигателя см. в приложении 9.

(Ответ: Предохранитель ГТР-2 на 15 А с плавкой вставкой на 6 А.)

5. При монтаже для защиты асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором типов 4А71В2УЗ, 4А90В2УЗ и 4А100В2УЗ, присоединяемых к сети $U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$, возникла необходимость рассчитать плавкие вставки и выбрать предохранители для каждого двигателя отдельно.

Оформление отчета.

Отчет должен содержать:

1. Наименование и цель практической работы, фио студента, группу.
2. Условие задачи, задание.

3. Решение задачи.
4. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Назначение и применение предохранителей?
2. Графическое и буквенное обозначение предохранителей?
3. Основные элементы устройства предохранителей?

Литература

1. Атабеко в В. Б. Монтаж электрических сетей и силового электрооборудования. — М.: Высшая школа, 2009, гл. VI, § 32, 33,34
2. Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание и ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий .- М. Академия. 2009г
3. Макаренко Е.Ф. Обслуживание и ремонт электрооборудования станций и подстанций . М. Академия. 2009г

Практическая работа № 16 ЭМ – 1 – 14 Тема «Виды электромонтажных работ и их необходимое оснащение»

1.Цель работы:

- 1.1. Закрепить знания по видам электромонтажных работ.
- 1.2. Закрепить знания по определению инструментов, материалов, оборудования, приборов.

По окончании выполнения практических заданий обучающийся должен продемонстрировать способности, умения и степень владения следующими профессиональными и общими компетенциями:

- ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.
- ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.
- ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

2.Пояснение к работе

2.1. Краткие теоретические сведения.

Электромонтажные работы это комплекс мероприятий в который входят такие виды работ как :

1. Разметка (нанесение проектных данных на объект монтажа);
2. Строительные работы (пробивка отверстий, гнезд и борозд в стенах и прочие.);
3. Установка несущих конструкций (монтаж коробов, стоек, мачт и прочих систем крепления.);
4. Прокладка кабельных линий;
5. Установка монтажных, распределительных коробок, установка закладных

деталей;

6. Сборка схем (зачистка кабелей, соединение жил, сварка жил, изоляция), а также работы по сборке электрощитового и прочего коммутационного оборудования;
7. Наладка (проверка правильности собранных схем, проверка целостности изоляции кабелей, проверка работоспособности аппаратуры защиты и прочей коммутационной аппаратуры, пробные запуски оборудования, и иные работы связанные с наладкой электротехнического оборудования);
8. Установка приборов (розетки, выключатели, переключатели, светильники, вентиляторы и другое оборудование);
9. Пуск смонтированной системы

Разметочные работы - Выполнение электромонтажных работ

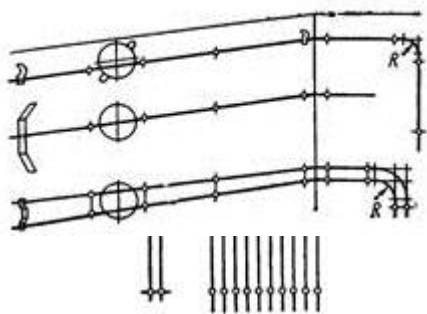
Разметка — ответственный вид электромонтажных работ. В условиях производства эту работу обычно поручают высококвалифицированным электромонтажникам, которых строго контролируют инженерно-технические работники.

Выполняют разметку в определенной последовательности. Вначале изучают чертежи рабочего проекта. Затем исследуют место, где будут выполняться работы, сравнивая его с чертежами, при этом обращают внимание на создание безопасных условий. Подготавливают необходимые инструменты, приспособления и материалы. Определяют места установки электрооборудования и вводов, размечают места для гнезд, отверстий, ниш, установки закладных деталей для закрепления электрооборудования.

В рабочих чертежах проекта указывают расстояние от пола, потолка, колонн, ферм или других конструктивных элементов зданий и сооружений. При выполнении разметки используют и маркшейдерские отметки по высоте.

После определения мест установки электрооборудования размечают трассы электропроводок. Трассы открытых электропроводок наносят окрашенным шнуром параллельно стенам и потолкам с учетом архитектурных линий помещений и сооружений. На трассах размечают места выполнения соединений, отверстий, ответвлений, проходов, обходов, креплений. Места креплений начинают размечать с конечных, а заканчивают промежуточными точками. Трассы скрытых электропроводок по перекрытиям размечают по кратчайшим расстояниям, а по стенам строго вертикально или горизонтально.

Разметку следует производить мелом, простым мягким карандашом, углем или чертилкой. Линии надо наносить с помощью приспособлений и шнура, натертого порошковым мелом, углем или синькой. Точки крепления на размеченных линиях трасс и осях разметки отмечают поперечными линиями. При этом линии должны быть видны как во время работы пробивным инструментом, так и во время монтажа. Сквозные отверстия, гнезда, борозды необходимо размечать, указывая их наружные очертания (круг, квадрат, прямоугольник) и размеры.



Наибольшее расстояние, мм, между точками крепления незащищенных изолированных проводов (при их прокладке на роликах): при сечении жил до 10 мм^2 — 800, при 16 — 25 мм^2 — 1000. Наименьшее расстояние между осями проводов при сечении жил до 10 мм^2 — 35 мм, при 16 — 25 мм^2 — 50 мм

Разметка электропроводки изолированными проводами на роликах

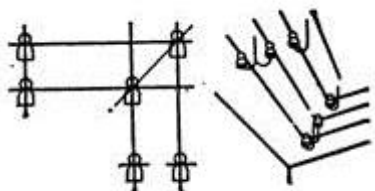
Наибольшее расстояние, м, между точками крепления незащищенных изолированных проводов (при прокладке их на изоляторах) должно быть: по стенам и потолкам внутри помещений при сечении жил до $2,5 \text{ мм}^2$ — 1, от 4 до 10 мм^2 — 2, от 16 до 25 мм^2 — 2,5, от 35 до 70 мм^2 — 3, при 95 мм^2 и более — 6 по стенам при наружной электропроводке при всех сечениях жил — 2 по фермам, между стенами или опорами при сечении медных жил до $2,5 \text{ мм}^2$ — 6, при 4 мм^2 — 12, от 6 мм^2 и более — 16—25, при сечении алюминиевых жил $2,5 \text{ мм}^2$ — 2,5, от 4 до 6 мм^2 — 6, при 10 мм^2 — 12, от 16 мм^2 и более — 16—25. Наименьшее расстояние, мм, между осями проводов должно быть при сечении жил до 25 мм^2 — 70, от 35 до 50 мм^2 — 100, от 70 мм^2 и более — 150

Разметка электропроводки на изоляторах

Расстояние от изолятора до смежной стены при переходе проводов с одной поверхности на другую и от концевого изолятора до прохода через стену должно быть равным 1,5—2-кратной высоте изолятора

Трассы электропроводок незащищенными изолированными проводами следует прокладывать на высоте не менее 2,5 м от уровня пола или площадки обслуживания. В помещениях без повышенной опасности и при напряжении 42 В допускается снижение высоты прокладки до 2 м

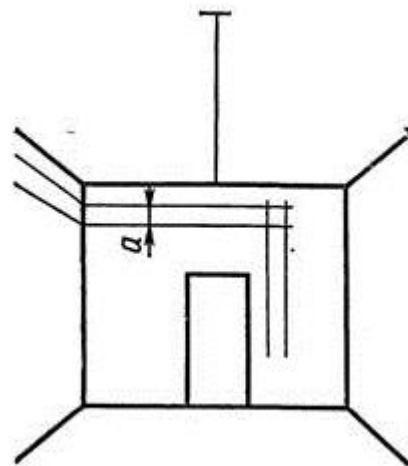
Провода, прокладываемые в производственных помещениях, должны защищаться от механических повреждений от пола или площадки обслуживания (в случаях спусков к штепсельным розеткам, аппаратам и щиткам) до высоты не менее 1,5 м. Разметка

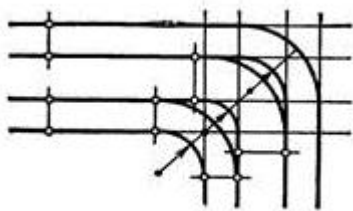


должна обеспечивать радиус изгиба не менее 3-кратного наружного диаметра провода.

Расстояние от провода до поверхности стен и перекрытий должно быть не менее 10 мм

Расстояние между скобами должно быть: при





горизонтальной прокладке кабелей сечением жил до 4 мм² — не более 500 мм, выше 4 мм² — 1000 мм; при вертикальной прокладке при сечении жил до 4 мм² — 700 мм, выше 4 мм² — 1000 мм

Разметка мест креплений для одного-двух проводов и

защищенных кабелей

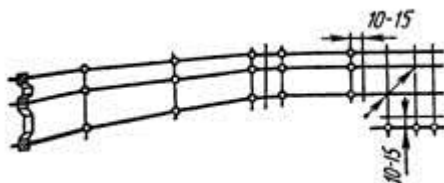
Расстояние от коробки, прибора, прохода до точки крепления кабеля должно быть 50—100 мм. При поворотах трассы точки крепления кабеля берут на расстоянии 10—15 мм от точек сопряжения радиуса R изгиба кабеля с прямыми линиями разметки

Высота прокладки пакетов кабелей от уровня пола или площадки обслуживания не регламентируется. Разметка должна обеспечивать наименьший допустимый радиус изгиба для защищенного кабеля типа ВРГ, НРГ, равный 10-кратному наружному диаметру

Разметка мест креплений пакетов



каб
еле



и

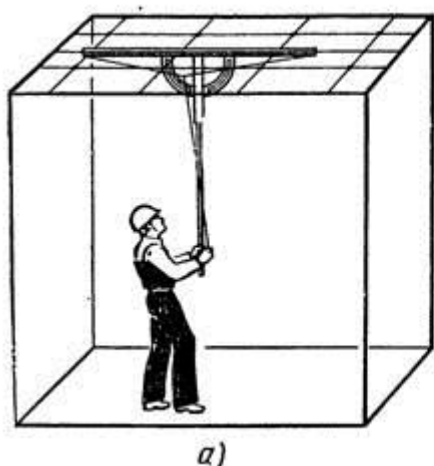
При прокладке защищенных проводов и кабелей на полосах и лентах последние закрепляют вплотную к основанию по всей

длине трассы, за исключением углов поворотов. Расстояние между точками крепления к основанию должно быть не менее 800—1000 мм, от последнего крепления до конца полосы или ленты — не более 50—70 мм, а между точками крепления проводов и кабелей к полосе или ленте — 500 мм

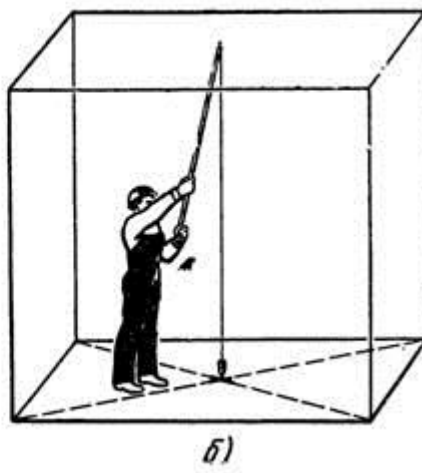
Разметка электропроводки при общей точке крепления смежных скоб

При прокладке защищенных проводов и кабелей по струнам (стальная оцинкованная проволока диаметром 2—4 мм) наибольшее расстояние между точками крепления струны должно быть: при сечении жил защищенных проводов и кабелей 2,5 мм² и диаметре струны 2 мм — не нормируется, между промежуточными креплениями с натяжным устройством — 2 м, без натяжных устройств — 1 м; при сечении жил от 4 до 6 мм² и диаметре струны 3 мм — 4 м, между промежуточными креплениями с натяжным устройством — 3 м, без натяжного устройства — 1,5 м; при сечении жил от 10 до 16 мм² и диаметре струны 4 мм — 6 м, между промежуточными* креплениями с натяжным устройством — 4 м, без натяжного устройства — не нормируется /

Разметка радиуса изгиба пакетов кабелей



а)



б)

Способы разметки мест установки светильников:

а — с помощью линейки-рамки непосредственно на потолке, б — с помощью шеста с отвесом переносом разметки с пола на потолок

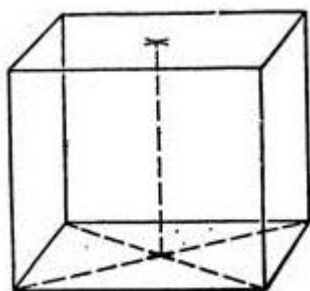
Разметка мест установки светильников

Разметка должна обеспечивать правильное расположение светильников в ряду и по высоте без заметных на глаз отклонений. На поверхностях, имеющих лепные розетки, разрисовку, светильники устанавливают с учетом отделки поверхности в соответствии с требованиями проекта. При отсутствии указаний в проекте разметка должна обеспечивать установку светильников с таким расчетом, чтобы световой поток был направлен вертикально вниз.

Разметить две диагональные линии на полу Отметить точку пересечения диагоналей Перенести точку пересечения диагоналей с пола на потолок с помощью шеста с отвесом, для чего острие шеста установить на потолке с таким расчетом, чтобы отвес расположился точно над точкой пересечения диагональных линий на полу

Разметка места установки одного светильника

Разметить осевую линию по центру вдоль помещения



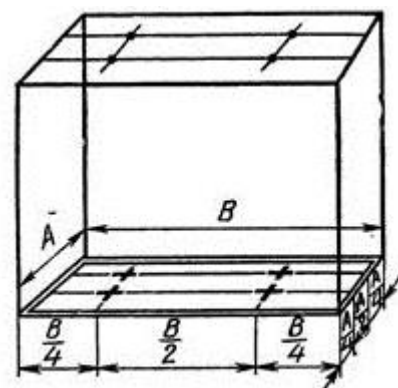
На осевой линии отметить точки, расположенные на расстоянии $B/4$ от поперечных стен Перенести две размеченные точки на потолок с помощью шеста и отвеса Выполнить разметку в указанной последовательности непосредственно на потолке с помощью линейки-рамки' или двух шестов со шнуром

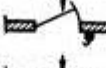
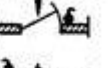
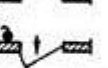
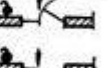
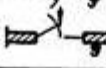
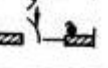
Разметка мест установки двух светильников

светильников

Разметить на полу две линии, параллельные продольным стенам, на расстоянии $L/4$ На линиях отметить четыре точки на расстоянии $B/4$ от поперечных стен

Перенести размеченные точки на потолок с помощью



Тип двери	Установка выключателя	
	В одном помещении	В разных помещениях
Одностворчатая		
		
		
Двухстворчатая		
		
		

шеста и отвеса

Выполнить разметку в указанной последовательности непосредственно на потолке с помощью линейки-рамки или двух шестов со шнуром

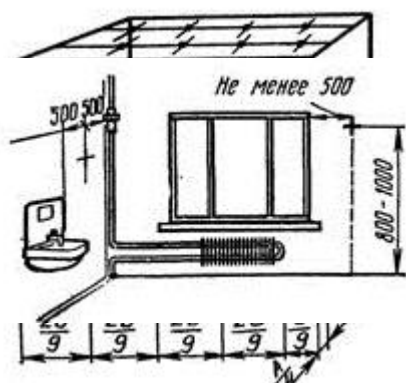
Разметка мест установки четырех светильников

Разметить на полу две линии, параллельные продольным стенам, на расстоянии $L/4$. На одной линии отметить точки: первую на расстоянии $B/9$, остальные через каждые $2B/9$. На другой линии повторить разметку в таком же порядке, только начать отсчет от противоположной поперечной стены

Выполнить разметку в указанной последовательности непосредственно на потолке с помощью линейки-рамки или двух шестов со шнуром

Разметка мест установки нескольких светильников в шахматном порядке

Способ разметки мест установки выключателей и штепсельных розеток с помощью специального приспособления.



В жилых помещениях квартир и общежитий надо

устанавливать не менее одной

штепсельной розетки на

каждые полные и неполные 6

m^2 площади, в коридорах

квартир — не менее одной

розетки на каждые полные и

неполные $10 m^2$ площади, а в

кухнях — две розетки. Штепсельные розетки следует

также ставить в коридорах гостиниц, общежитий, административных, лечебных и т. п. зданий для включения уборочных машин (электропылесосов, электрополотеров).

Линии разметки должны сохраняться после выполнения дыропробивных работ и служить точными ориентирами при монтаже установочных аппаратов.

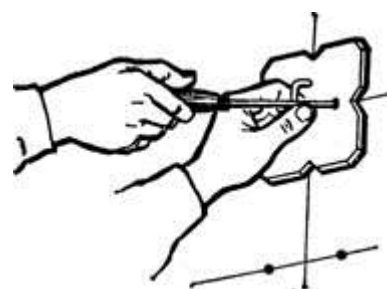
Выключатели, устанавливаемые у входа в помещение (внутри или вне него), обычно размещают таким образом, чтобы их не закрывала открывающаяся дверь.

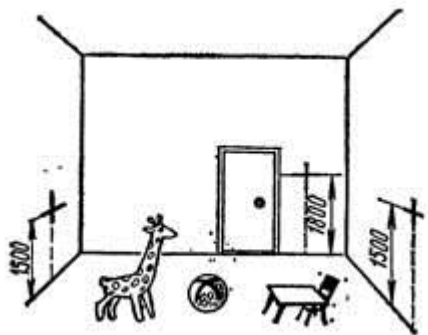
Выключатели для уборных и ванных комнат ставят вне помещений. Выключатели можно устанавливать также под потолком (их приводят в действие с помощью шнурка)

Разметку мест установки выключателей (переключателей) следует производить в соответствии с рекомендациями, показанными на схеме

Рекомендуемые места установки выключателей в жилых и общественных зданиях

Штепсельные розетки устанавливают на высоте 800—1000 мм от пола. Они должны быть удалены от заземленных частей (трубопроводов, плиток, раковин) и находиться от них на расстоянии не менее 500 мм Штепсельные розетки





допускается устанавливать над плинтусами или в специальном электротехническом плинтусе в случаях, указанных проектом. Они должны иметь специальное устройство, закрывающее токопроводящие части при вынутой вилке

Разметка мест установки штепсельных розеток у заземленных частей

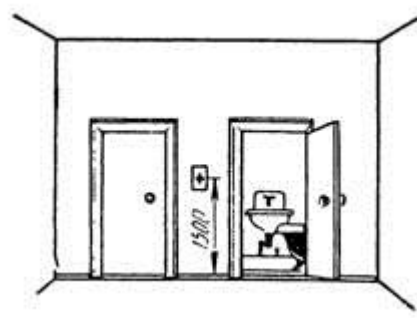
Выключатели ставят вблизи входов в помещения кухни, уборных, ванн на

высоте 1500 мм. Запрещается устанавливать выключатели и штепсельные розетки в ванных комнатах, душевых, раздевалках при душевых (допускается исключение для штепсельных розеток в ванных комнатах, присоединенных через разделяющие трансформаторы) Допускается вместо нескольких выключателей ставить блоки, в которых на одной панели монтируется необходимое количество установочных аппаратов

Разметка мест установки выключателей и штепсельных розеток у санитарной кабины квартиры

В детских учреждениях и в помещениях для пребывания детей выключатели устанавливают на высоте 1800 мм от пола, а штепсельные розетки — 1500 мм от пола.

При открытой электропроводке размечают места установки деревянных или пластмассовых розеток диаметром 55—60 мм, толщиной не менее 10 мм, на которые ставят выключатели или штепсельные розетки защищенного исполнения



Места крепления защищенных выключателей и штепсельных розеток размечают непосредственно на строительном основании

При установке выключателей и штепсельных розеток скрытого исполнения размечают места размещения коробок диаметром 70 мм или коробок прямоугольной формы для монтажа блоков коммутационных аппаратов

3.Задание

- 3.1. Прочитайте краткие теоретические сведения.
- 3.2. Изучите план помещения (вариант задан преподавателем)
- 3.3. В программе DIALux 4.9 сделайте 3 – D проект своего помещения.
- 3.4. Заполните таблицу оснащения электромонтажных работ при разметке установки электрооборудования.

Пример

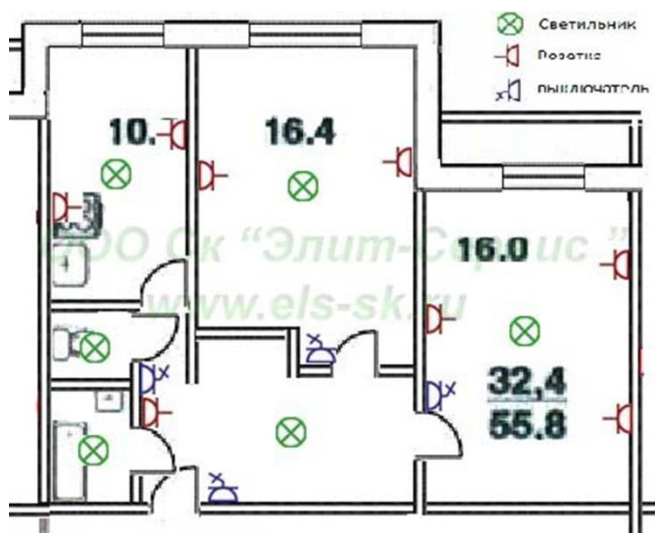


Таблица 1 Оснащение электромонтажных работ при разметке

Инструменты	Материалы:	Приспособления
линейка-рамка, шест с отвесом, два шеста со шнуром, рулетка, разметочный циркуль, масштабная линейка.	краситель для шнура (мел, уголь, синька), простой карандаш М4—М6, обтирочная ветошь.	подмости-столики, стремянка или приставная лестница.

Вариант 1- 6

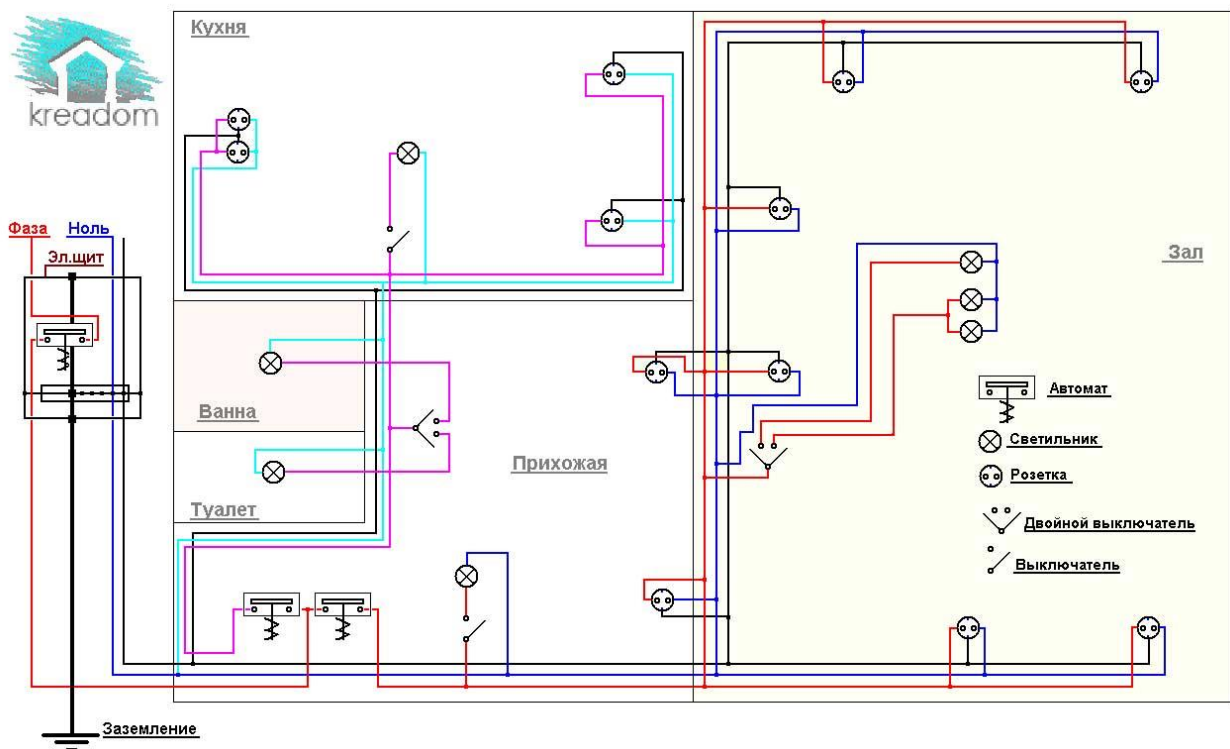
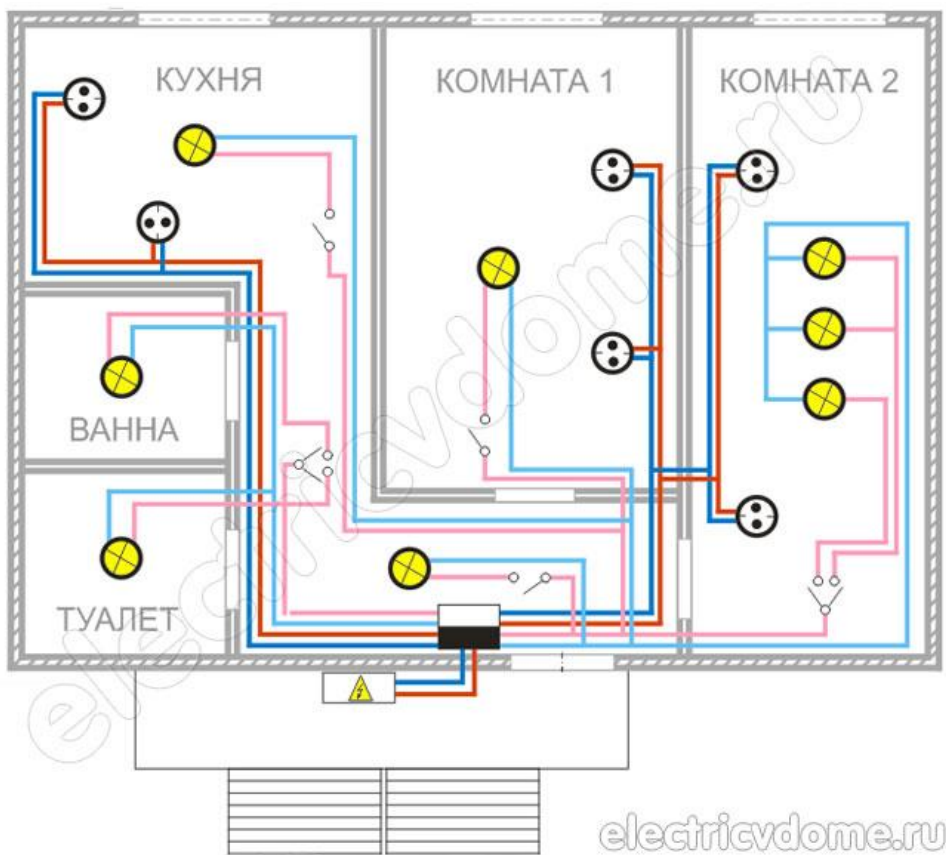
1	2	3	4	5	6
Кухня	Комната 1	Комната 2	Ванна	Туалет	Коридор

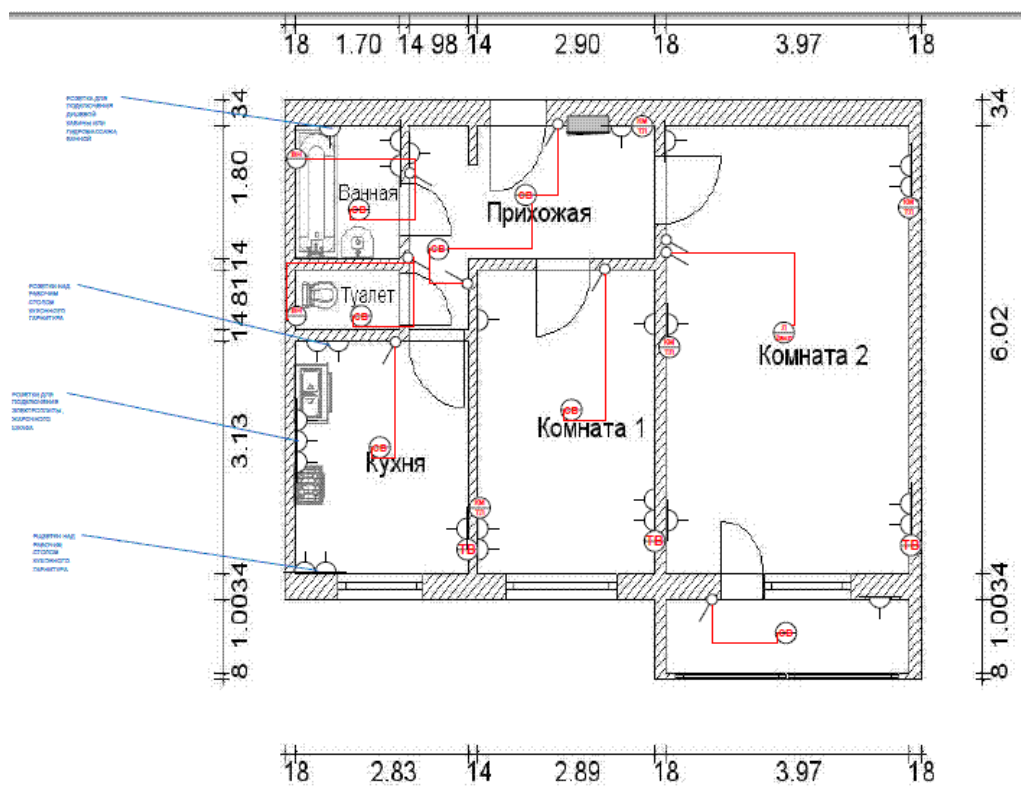
Вариант 7- 11

7	8	9	10	11
Кухня	Зал	Прихожая	Ванна	Туалет

Вариант 12 - 10

12	13	14	15	16	17	18
Кухня	Комната 1	Комната 2	Ванна	Туалет	прихожая	Веранда





4. Содержание отчета.

Отчёт должен содержать

- 4.1. Дату проведения практической работы
- 4.2. Название практической работы.
- 4.3. Заполненную таблицу № 1

5. Список литературы:

1. Учебник «Конструкционные и электротехнические материалы», под ред. В.А.Филикова, 2010г.
2. Учебник «Электроматериаловедение», под ред. Н.Г.Дроздова и Н.В.Никулина, 2012г

Практическая работа № 17 ЭМ - 1 – 14 Тема «Инструменты для заготовки проводов»

1. Цель работы:

- 1.1. Закрепить знания по видам электромонтажных работ.
- 1.2. Закрепить знания по определению инструментов, материалов, оборудования, приборов.

По окончании выполнения практических заданий обучающийся должен продемонстрировать способности, умения и степень владения следующими профессиональными и общими компетенциями:

- ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.
- ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

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

2. Пояснение к работе

2.1. Краткие теоретические сведения.

Расчет электропроводки

Сначала все промеряем и посчитаем. Полученные цифры следует умножить на 1,15 или 15%. Это стандартный запас при технических расчетах.

Если вы не можете все промерить и надо знать "хотя бы примерно", то можете пользоваться простым приближением: площадь помещений (в квадратных метрах) умножается на 2! То есть для стандартной двухкомнатной квартиры общей площадью 50-53 м² потребуется около 100 м кабеля. Как ни страшно это звучит. А уж если в бой вступает дизайнер, то готовьтесь умножать на 3, а иногда на 5. Обычно он сам все посчитает и "порадует" Вас.

А что если используется несколько типов проводов? Тут, к сожалению, имеется риск. Попробуйте брать из расчета 1:2. Одна часть на освещение, две части на электроснабжение. Если требуется проложить отдельный кабель до стиральной машины, кондиционера или электроплиты, то придется вымерять длины по конкретной траектории.

Чаще всего, делая расчет электропроводки в доме, электрики предлагают купить трехжильные провода или кабели с алюминиевыми или медными жилами, заключенными в поливинилхлоридную изоляцию. Такие материалы идеальны для скрытой проводки — они не нагреваются и могут служить десятилетиями. Для открытого способа монтажа эти провода и кабели тоже подойдут, однако, данный метод в настоящее время практически не используется, разве что в случае, когда невозможно продолбить стену.

В таблице вы найдете данные о типе провода и предельной для него силе тока и использовать эту информацию при своих расчетах.

Сечение кабеля, мм ²	Монтаж открытым способом						Монтаж в трубе					
	Медная			Алюминиевая			Медная			Алюминиевая		
	Ток, А	Мощность, кВт		Ток, А	Мощность, кВт		Ток, А	Мощность, кВт		Ток, А	Мощность, кВт	
		220 В	380 В		220 В	380 В		220 В	380 В		220 В	380 В
0,5	11	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,75	15	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	17	3,7	6,4	-	-	-	14	3	5,3	-	-	-
1,5	23	5	8,7	-	-	-	15	3,3	5,7	-	-	-
2	26	5,7	9,8	21	4,6	7,9	19	4,1	7,2	14	3	5,3
2,5	30	6,6	11	24	5,2	9,1	21	4,6	7,9	16	3,5	6
4	41	9	15	32	7	12	27	5,9	10	21	4,6	7,9
6	50	11	19	39	8,5	14	34	7,4	12	26	5,7	9,8
10	80	17	30	60	13	22	50	11	19	38	8,3	14
16	100	22	38	75	16	28	80	17	30	55	12	20
25	140	30	53	105	23	39	100	22	38	65	14	24
35	170	37	64	130	28	49	135	29	51	75	16	28

Задание

Используя результаты практической работы № 4 выполните следующие задания:

1. Прочитайте краткие теоретические сведения.
2. Рассчитайте необходимое количество провода и его сечение.
3. Определите марку провода.
3. Укажите инструмент необходимый для заготовки проводов.

Таблица 3 Инструмент необходимый для заготовки проводов

Инструмент	Назначение

Пример

Размер помещения:

- длина помещения, м 22,2
- ширина помещения, м 10,9
- высота подвеса, м 2,8
- площадь помещения, м. кв $S = 241,98$ м. кв

Устанавливаемое электрооборудование :

Телевизоры 140Вт

Радио и пр. Аппаратура 100Вт

Компьютер 400Вт

Периферия компьютера 400Вт

- мощность для розеток, кВт 1,18
- мощность для освещения, кВт 0,464

сечение провода электропроводки , мм.кв 2,5

Электропроводка выполняется скрыто в штробе под штукатуркой проводом медным 3х-жильным сечением 2,5 кв. мм марки ППВнг – 500 м

Таблица 3 Инструмент необходимый для заготовки проводов

Инструмент	Назначение
Плоскогубцы.	для скручивания, перекусывания проводов

4.Содержание отчета.

Отчёт должен содержать

- 4.1. Дату проведения практической работы
- 4.2. Название практической работы.
- 4.3. Заполненную таблицу № 1

5. Список литературы:

- 1.Учебник «Конструкционные и электротехнические материалы», под ред. В.А.Филикова, 2010г.
- 2.Учебник «Электроматериаловедение», под ред. Н.Г.Дроздова и Н.В.Никулина,

Практическая работа № 18 ЭМ – 1 – 14 Тема «Электросварка жил проводов и кабелей»

Краткие теоретические сведения.

Электросварка позволяет надежно оконцовывать, соединять и выполнять ответвление алюминиевых жил. Строительными нормами и правилами предусматривается применение электродуговой сварки плавящимся и неплавящимся (вольфрамовым) электродом в защитном газе и электросварки контактным разогревом. Электросварку плавящимся электродом в защитном газе используют для оконцевания жил (сечением 16—240 мм²) наконечниками ШАС проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ. Для оконцевания жил (сечением 50—240 мм²) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 35 кВ рекомендуются наконечники ЛАТ, для оконцевания жил (сечением 300—1500 мм²) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ — наконечники ЛАС. Электродуговую сварку неплавящимся электродом в защитном газе используют для оконцевания жил (сечением 16—240 мм²) проводов напряжением 2 кВ и кабелей до 1 кВ наконечниками ШАС и жил сечением 70—240 мм² наконечниками ЛАТ.

Электросварку контактным разогревом с помощью полуавтоматического аппарата В КЗ применяют для соединения и ответвления жил суммарным сечением до 12,5 мм² проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ, а с помощью угольного электрода в клещах — для соединения и ответвления однопроволочных жил суммарным сечением до 10 мм² проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ.

Указанные способы оконцевания, соединения и ответвления жил проводов и кабелей можно включать в упражнения для учащихся.

Как уже отмечалось, электросварку плавящимся и неплавящимся электродом относят к специальным работам, выполнение которых в условиях мастерских училища организовать сложно и дорого из-за необходимости специальных рабочих постов с вентиляционной вытяжкой, защитой работающего и окружающих от вредного влияния электрических лучей и брызг расплавленного металла, а также из-за использования газового хозяйства наряду с дорогостоящим электросварочным оборудованием. Кроме того, на эти упражнения за весь курс обучения может быть отведено не более 2—3 ч, что недостаточно.

Электросварка контактным разогревом—это способ, доступный всем электромонтажникам (прошедшим обучение), широко распространенный в электромонтажной практике, поэтому он должен быть изучен в мастерских училища и на объектах базового предприятия.

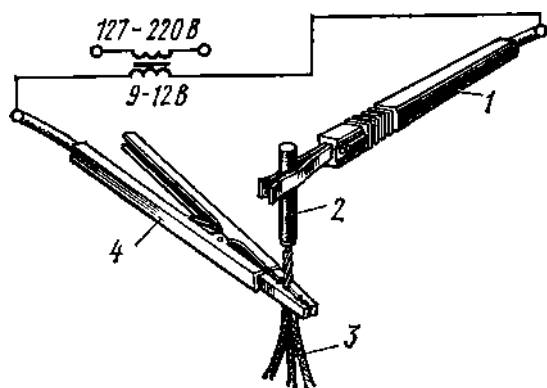
Электросварка контактным разогревом позволяет образовать цельнометаллический монолит в месте соединения алюминиевых, медных проводников и медных проводников с алюминиевыми. Температура, необходимая для электросварки,

получается благодаря повышенному выделению тепла в места ухудшенного контакта (угольный электрод — сплавляемый проводник).

Электросварку ведут с применением флюса, который раскисляет окисную пленку алюминия и защищает его от окисления во время сварки. В клещах с использованием обоймы и в аппарате ВКЗ-1 пленка окиси ломается и смешивается с алюминием жил механическим путем (без помощи флюса).

В электромонтажной практике наибольшее распространение имеет флюс ВАМИ, состоящий из 50% хлористого калия, 30% хлористого натрия и 20% криолита. Температура плавления флюса 630°C . Флюс ВАМИ менее активно растворяет пленку, чем другие флюсы, менее гигроскопичен и в меньшей степени опасен в отношении коррозии алюминия, быстро плавится и в первой фазе сварки покрывает поверхность металла жидкой пленкой, которая образует в дальнейшем твердую корку шлака. Этот флюс применяется во всех случаях соединения и оконцевания проводов и кабелей с алюминиевыми жилами при условии последующей защиты мест сварки.

Перед употреблением порошок флюса достают из герметических банок и разводят водой до консистенции густой сметаны. На 100 мас. ч. порошкообразного флюса берут 30—40 мас. ч. воды. Не следует применять избыточное количество флюса, так как при этом увеличивается опасность коррозии, а процесс сварки не улучшается. Если соединение не выполняется в кабельных муфтах, то требуется специальная



защита от коррозии. Место сварки после обработки обильно покрывают влагостойким лаком, изолируют лентой и покрывают каждый слой ленты этим же лаком. В качестве влагостойких лаков применяют глифталевый ГФ-95, асфальтовый изоляционный, поливинилхлоридный, эмалевый и др.

Соединение алюминиевых жил

электросваркой с помощью угольного электрода и держателя

1 — электрододержатель, 2 — угольный электрод, 3 — алюминиевые однопроволочные провода, 4 — токопроводящий зажим

Область применения: лучший способ для соединения алюминиевых жил (сечением до 10 мм^2) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ.

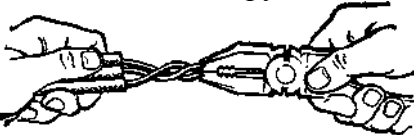
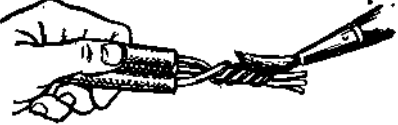
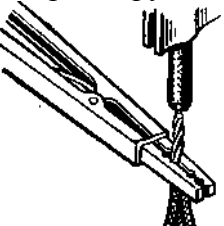
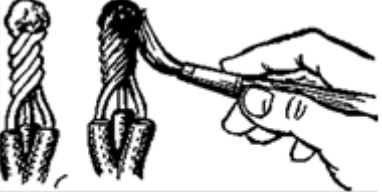
Учебные цели: изучить способ электросварки жил мелких сечений с применением флюса; научиться соблюдать правила техники безопасности при выполнении электросварочных работ методом местного разогрева; научиться подготавливать жилы и флюс для электросварки; освоить приемы электросварки, обработки места сварки изолировки.

Требования. Соединение (ответвление) должно иметь хороший электрический

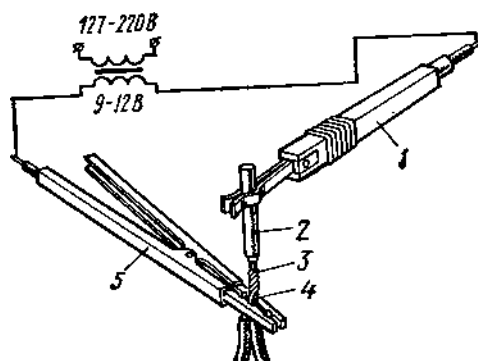
контакт, а также быть надежным. У места сварки не должно быть подплавления жил и нарушения изоляции.

Инструменты и приспособления: клещи для снятия изоляции КСИ-1, МБ-1, монтерский нож, комбинированные плоскогубцы, волосяная кисточка, щетка из кардоленты, понижающий трансформатор напряжением 127—220—12 В мощностью 0,5 кВ-А, угольный электрод с электрододержателем и токоподводящий зажим.

Материалы: липкая изоляционная лента и изолирующие колпачки, бензин, влагостойкий лак, наждачная бумага или стеклянная шкурка, чистая тряпочка или ветошь, флюс ВАМИ, разведенный водой до консистенции густой сметаны.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
Снятие изоляции	Снять изоляцию специальными клещами или монтерским ножом на расстоянии 25—30 мм от конца жил. Лезвие ножа должно быть расположено под углом к концу жилы во избежание ее надреза
Зачистка жил и скрутка 	Зачистить жилы до металлического блеска щёткой из кардоленты или наждачной бумагой Скрутить зачищенные жилы пассатижами
 Покрытие флюсом	Смазать концы скрученных жил на расстоянии 5—6 мм от их торцов тонким слоем флюса ВАМИ с помощью волосяной кисточки, не допуская попадания флюса на изоляцию
Сварка скрутки 	Расположить жилы вертикально, зажать в держателе. Прижать к жилам угольный электрод и удерживать его до расплавления алюминия и образования сварного шарика. После этого надо отключить сварочный аппарат, а не отрывать электрод во избежание разбрызгивания расплавленного металла
 Обработка места сварки	Удалить остатки флюса и шлаков щеткой из кардоленты Промыть место сварки бензином и покрыть влагостойким лаком Убедиться, что в месте сварки и на жилах не осталось флюса и шлаков
Изолировка 	Надеть на место сварки и оголенную часть жил полиэтиленовые колпачки или изолировать их липкой изоляционной лентой

Соединение алюминиевых жил с медными электросваркой с помощью угольного электрода



1 — электрододержатель, 2 — угольный электрод, 3 — алюминиевая жила, 4 — медная жила, 5 — токоподводящий держатель

Область применения: лучший способ для соединения алюминиевых жил (сечением 2,5—10 мм²) с медными (сечением 2,5—4 мм²) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ.

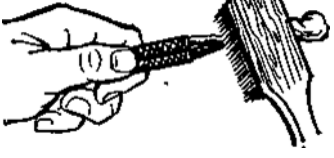
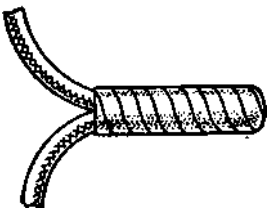
Учебные цели: изучить способ электросварки алюминиевых жил с медными с помощью флюса; закрепить умение соблюдать правила техники безопасности при выполнении электросварочных работ методом местного разогрева; научиться подготавливать жилы и флюс для электросварки; освоить приемы электросварки, обработки места сварки и изолировки.

Требования. Соединение (ответвление) должно иметь хороший электрический контакт. У места сварки не должно быть подплавления жил и нарушения изоляции.

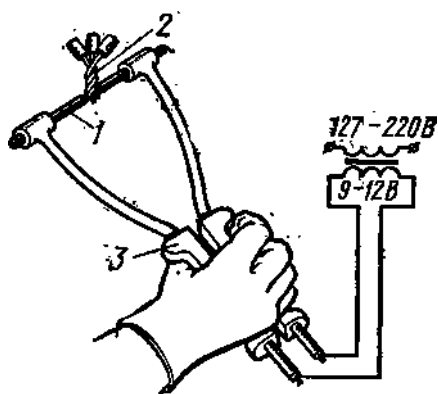
Инструменты и приспособления: клещи для снятия изоляции КСИ-1, МБ-1, монтерский нож, комбинированные плоскогубцы, волосяная кисточка, щетка из кардоленты, понижающий трансформатор напряжением 127—220—12 В мощностью 0,5 кВ-А, угольный электрод с электрододержателем и токоподводящий зажим.

Материалы: липкая изоляционная лента и изолирующие колпачки, бензин, влагостойкий лак, наждачная бумага или стеклянная шкурка, чистая тряпочка или ветошь, флюс ВАМИ, разведенный водой до консистенции густой сметаны.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
Снятие изоляции	Снять изоляцию с конца алюминиевой жилы на расстоянии 60 мм, а с медной — на расстоянии 20—30 мм с помощью специальных клещей или монтерским ножом Зачистить оголенную часть жил до металлического блеска щеткой из кардоленты, наждачной бумагой или стеклянной шкуркой
Скрутка жил	Скрутить зачищенные жилы пассатижами так, чтобы на медную жилу были навиты 3—4 витка алюминиевой жилы. При этом медная жила должна выступать из-под витков на 3—4 мм Можно зачистить алюминиевую и медную жилы на одинаковую длину (25—30 мм), сложить вместе и на них навить 3—4 витка алюминиевой проволоки

Покрытие флюсом	Покрыть концы скрученных жил на расстоянии 5—6 мм от их торцов разведенным флюсом ВАМИ с помощью волосяной кисточки, не допуская попадания флюса на изоляцию
Сварка скрутки	Расположить жилы вертикально Зажать жилы в держателе Прижать угольный электрод к выступающему концу медной жилы Отвести электрод после расплавления выступающего конца медной жилы и 1—2 витков алюминиевой. При этом соединение продолжает некоторое время плавиться, образуя монолитный шарик
Обработка места сварки 	Очистить место сварки от остатков флюса и шлаков щеткой из кардоленты, промыть бензином и покрыть влагостойким лаком
Изолировка 	Убедиться, что место сварки очищено от флюса и шлаков. Надеть на место сварки и оголенную часть жилы полиэтиленовые колпачки или изолировать их тремя слоями липкой изоляционной ленты, каждый слой которой покрывают лаком

Соединение алюминиевых жил в клещах с двумя угольными электродами



1 — угольный электрод, 2 — скрутка алюминиевых жил,

3 — двух - электродные клещи

Область применения: лучший способ для соединения ответвления алюминиевых жил (суммарным сечением до 10 мм²) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ.

Учебные цели: изучить способ электросварки жил

мелких сечений с помощью флюса; научиться соблюдать правила техники безопасности при выполнении электросварочных работ методом местного разогрева; научиться подготавливать жилы и флюс для электросварки; освоить приемы электросварки, обработки места сварки и изолировки.

Требования. Соединение (ответвление) должно иметь хороший электрический контакт и надежную герметизацию. У места сварки не должно быть подплавления жил и нарушения изоляции.

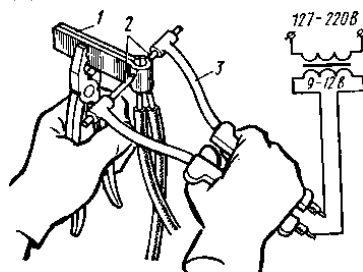
Инструменты и приспособления: клещи для снятия изоляции КСИ-1, МБ-1, монтерский нож, комбинированные плоскогубцы, волосяная кисточка, щетка из кардоленты, понижающий трансформатор напряжением 127—220—12 В мощностью 0,5 кВ-А, двухэлектродные клещи.

Материалы: липкая изоляционная лента и изолирующие колпачки, бензин,

влагостойкий лак, наждачная бумага или стеклянная шкурка, чистая тряпочка или ветошь, флюс, разведенный до консистенции сметаны.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
Снятие изоляции	Удалить изоляцию специальными клещами или монтерским ножом на расстоянии 25—30 мм от конца жил. Лезвие ножа должно быть направлено под углом к концу жилы во избежание ее надрезания
Зачистка жилы и скрутка	Зачистить жилы до металлического блеска щеткой из кардоленты или наждачной бумагой Скрутить зачищенные жилы пассатижами, не допуская скручивания жил, находящихся в изоляции
Покрытие флюсом	Смазать концы скрученных жил на расстоянии 5—6 мм от их торцов тонким слоем разведенного флюса ВАМИ с помощью волосяной кисточки, не допуская попадания флюса на изоляцию
Сварка скрутки	Расположить подготовленные концы жил вертикально — концами вниз Замкнуть и раскалить концы угольных электродов. Отключить клещи Прижать раскаленные электроды клещей к торцам жил и удерживать их в этом положении до расплавления жил и появления шарика расплавленного алюминия Отвести электроды клещей
Обработка места сварки	Удалить остатки флюса и шлаков щеткой из кардоленты. Промыть место сварки бензином и покрыть влагостойким лаком, предварительно убедившись в отсутствии флюса и шлаков
Изолировка	Надеть на место сварки и оголенную часть жил полиэтиленовые колпачки или изолировать их липкой изоляционной лентой

Соединение алюминиевых жил электросваркой клещами с применением обойм



- 1 — обойма из стальной полоски,
2 — угольные электроды, 3 — двух электродные клещи

Область применения: для соединения и ответвления алюминиевых жил (суммарным сечением до 10 мм²)

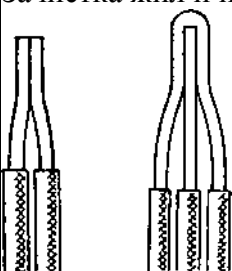
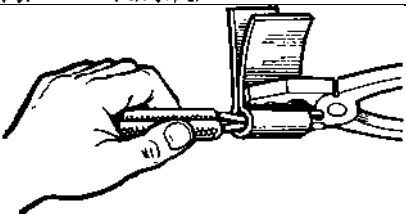
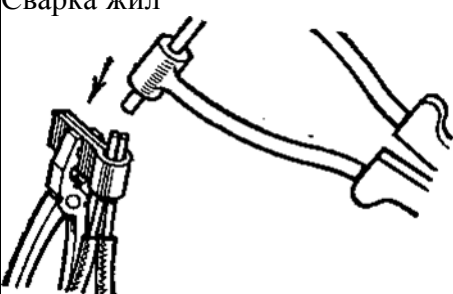
проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ.

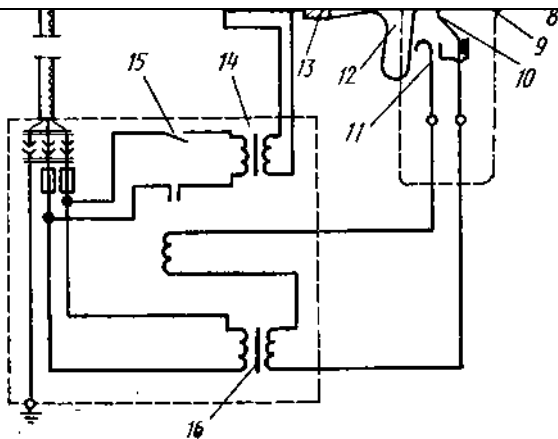
Учебные цели: изучить способ электросварки жил мелких сечений без применения флюса в стальных обоймах; научиться подготавливать жилы и обоймы для электросварки; освоить приемы электросварки и изолировки.

Требования. Соединение должно иметь хороший электрический контакт и надежную герметизацию. У места сварки не должно быть подплавления жил и нарушений изоляции.

Инструменты и приспособления: клещи для снятия изоляции КСИ-1, МБ-1, монтерский нож, комбинированные плоскогубцы, ножницы по металлу, волосяная кисточка, щетка из кардоленты, понижающий трансформатор напряжением 127—220—12 В мощностью 0,5 кВ·А, двухэлектродные клещи.

Материалы: стальные полоски толщиной 0,3—0,5 мм и размером 15X150 мм, липкая изоляционная лента и изолирующие колпачки, бензин, влагостойкий лак, наждачная бумага или стеклянная шкурка, чистая тряпочка или ветошь, флюс ВАМИ, разведенный водой до консистенции сметаны.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
Снятие изоляции	Удалить изоляцию специальными клещами или монтерским ножом на расстоянии 25—30 мм от конца жил. Лезвие ножа должно быть направлено под углом к концу жилы во избежание ее надрезания
Зачистка жил и изгибание 	Зачистить жилы до металлического блеска щеткой из кардоленты или наждачной бумагой Изогнуть жилы клещами КУ-1, комбинированными плоскогубцами или пассатижами, как показано на эскизе. Жилы должны плотно прилегать друг к другу
 Установка обоймы	Подготовить стальную полоску толщиной 0,3—0,5 мм и размером 15x150 мм Обернуть жилы* стальной полоской, образующей обойму, чтобы торцы жил выступали из обоймы на 2 мм. Сжать обойму плоскогубцами и удерживать ее вертикально концами жил вверх
 Сварка жил	Зажать верхнюю часть обоймы между электродами клещей Расплавить концы жил (начало плавления определяется по осадке металла в обойме), после чего разжать клещи и легким ударом электрода осадить верхние концы жил, выступающие из обоймы
Снятие обоймы	Удалить обойму после полного остывания металла
Обработка места сварки	Зачистить место сварки щеткой из кардоленты и покрыть соединение влагостойким лаком При соединении жил открыто прокладываемых проводов и их ответвлений разогнуть жилы у места сварки с учетом расположения изоляционной опоры, к которой будет крепиться жила соединения, выполняемые в коробках, ящиках, изолируют полиэтиленовыми колпачками, а при открытой прокладке проводов — липкой изоляционной лентой



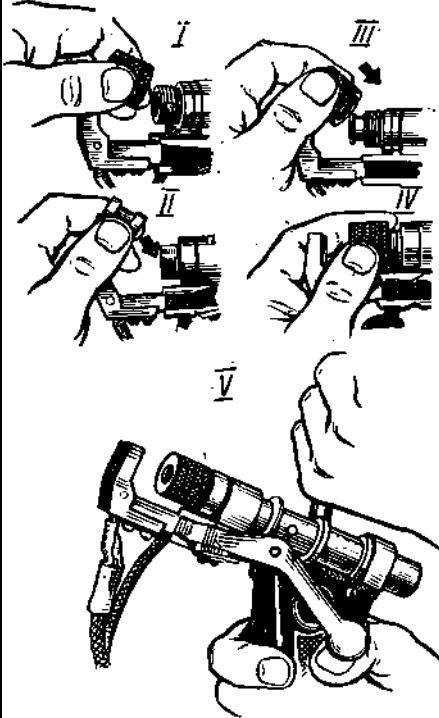
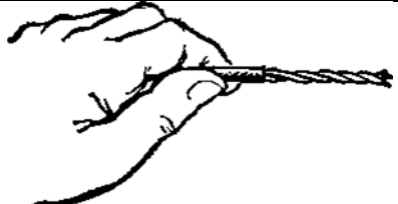
Соединение алюминиевых жил электросваркой с помощью аппарата В КЗ-1 без применения флюса

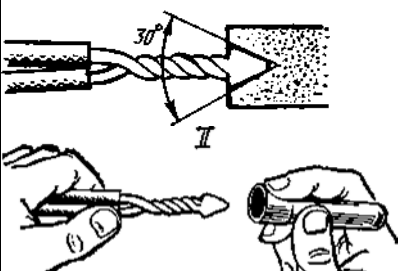
1 — губки зажима провода, 2 — угольный

электрод, 3, 7 — передняя и задняя стойки с отверстиями, 4, 6 — передний и задний бортики стержня, 5 — полый стержень подачи, 8 — пружина подачи, 9 — сварочный пистолет, 10,11 — контакты отключения и включения, 12 — спусковой рычаг, 13 — основание сварочного пистолета, 14 — сварочный трансформатор 220/10 В, 15 — реле включения, 16 — трансформатор в цепи управления 220/36 В

Область применения: лучший способ для соединения и ответвления алюминиевых жил (суммарным сечением до 12,5 мм²) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ при стендовой заготовке.

Учебные цели: изучить устройство и принцип действия полуавтоматического аппарата ВКЗ-1; с его помощью освоить приемы выполнения электросварки без применения флюса.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
Изучение устройства и принципа действия аппарата ВКЗ-1	Принцип сварки в полуавтоматическом аппарате ВКЗ-1 заключается в том, что при движении угольного электрода пленка окиси ломается, а расплавленный алюминий жил перемешивается, чем и обеспечивается надежный электрический контакт
Подготовка аппарата к сварке 	Отвернуть зажимную гайку-колпачок (I) Вставить угольный электрод (II) Надеть гайку-колпачок (III) Навинчивая гайку-колпачок, плотно прижать угольный электрод (IV) Сжать пружину подачи с помощью рычага— взвести аппарат (V) Благодаря проделанным операциям аппарат подготовлен к автоматической электросварке после нажатия спускового рычага Полуавтоматические аппараты могут иметь и другую конструкцию. Чаще всего их используют при заготовке электропроводок в мастерских, на заготовительных участках
 Подготовка концов жил	Удалить изоляцию с концов жил на длине 35—40 мм клещами или монтерским ножом Зачистить жилы до металлического блеска щеткой из кардоленты или наждачной бумагой Скрутить зачищенные жилы пассатижами

Разжатие губок зажима проводов 	Разжать губки зажима проводов нажатием большого пальца правой руки на рычаг аппарата и, не ослабляя нажима на рычаг, удерживать губки зажима проводов в открытом состоянии Убедиться, что контактные поверхности между губками чистые и обеспечивают хороший электрический контакт
Обработка места сварки и изолировка I 	Проверить качество соединения, зачистить место сварки щеткой из кардоленты (I) Покрыть соединение влагостойким лаком. Надеть на соединение полиэтиленовый колпачок (II) или изолировать его с помощью липкой изоляционной ленты

Порядок выполнения работы:

1. Выбрать провод и определить способ соединения алюминиевых жил электросваркой.
2. Выбрать технологические базы и определить необходимые технологические операции и их последовательность.
3. Выбрать технологическое оснащение (рабочий и контрольно-измерительный инструмент, приспособления, станки) для каждой операции.
4. Описать технологическую последовательность соединения алюминиевых жил электросваркой.
5. Составить отчет

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Описать технологическую последовательность соединения алюминиевых жил электросваркой.
3. Выводы по работе.

Практическая работа № 19 ЭМ – 1 – 14 Тема «Опрессовка алюминиевых и медных жил установочных проводов и кабелей наконечниками».

Краткие теоретические сведения.

Соединение, ответвление и окоццевание медных и алюминиевых жил опрессовкой широко распространено в электромонтажной практике. Опрессовка может выполняться способами местного вдавливания, сплошного и комбинированного обжатия. При опрессовке жила провода или кабеля вводится в трубчатую часть наконечника или специальную гильзу и сжимается с помощью матрицы и пуансона.

Контактное давление, создаваемое при этом между гильзой и жилой, обеспечивает надежное электрическое соединение.

При опрессовке способом местного вдавливания зубьями пуансона в одном или нескольких местах создается большое давление в одном месте и цаплучщий электрический контакт (рис. 9,а).

При опрессовке сплошным обжатием большое давление, а следовательно, и хороший электрический контакт создаются на всем протяжении обжатия (рис. 9,б).

Комбинированное обжатие (рис. 9, в) позволяет улучшить электрический контакт между жилой и трубчатой частью наконечника или гильзы благодаря тому, что в условиях сплошного обжатия создается дополнительно большое давление в месте вдавливания зуба пуансона.

Надежность контактного соединения во всех случаях достаточно⁷ высока, если правильно определена область применения, точно выбра-

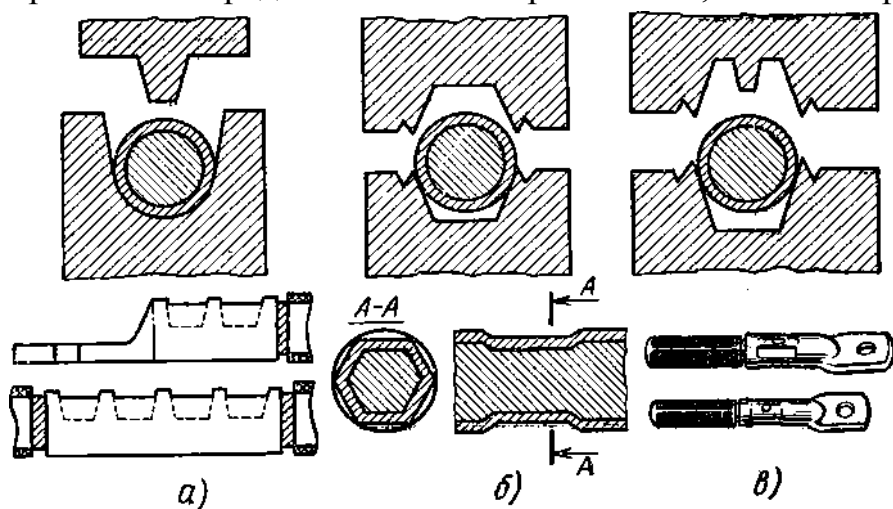


Рис. 9. Способы опрессовки:

а — местным вдавливанием, б, в — сплошным и комбинированным обжатием
ны наконечник или гильза, рабочие инструменты, тщательно подготовлены поверхности и правильно произведена опрессовка.

Строительные нормы и правила указывают, что для оконцевания алюминиевых жил (сечением от 16 до 240 мм²) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 35 кВ следует применять трубчатые наконечники, для жил сечением 2,5 мм² проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ — кольцевые наконечники (пистоны).

Для соединения алюминиевых жил (сечением от 16 до 240 мм²) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ рекомендуются гильзы по ГОСТ 9691[^]-68, а для соединения и ответвления жил сечением

2,5— 10 мм²—гильзы ГАО, для соединения медных жил (сечением от 16 до 240 мм²) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ — **гильзы по ГОСТ 7388—70.**

Для оконцевания медных жил (сечением от 0,75 до 240 мм²) проводов напряжением до 2 кВ кабелей до 35 кВ надо использовать наконечники по ГОСТ 7386—70, а многопроволочных жил (сечением 1— 2,5 мм²) проводов напряжением 2 кВ и кабелей до 1 кВ — наконечники (пистоны) по ГОСТ 9688—76.

Допускается применять ответвления жил сечением $2,5 \text{ мм}^2$ проводов напряжением до 2 кВ опрессовкой в фольге гребенчатыми матрицей и пуансоном. Для опрессовки используют различные инструменты и механизмы, показанные в табл. 1.

Учащиеся из курса специальной технологии должны знать, как устроены и эксплуатируются эти механизмы и инструменты. Большую помощь оказывают упражнения, организованные в мастерских. Если нет возможности оснастить мастерские показанными в таблице механизмами и инструментами, в учебном процессе используют те из них, которые применяются на базовых предприятиях. Можно, например, использовать пресс-клещи ПК-1 и ПК-2. Они уже не выпускаются (заменены на ПК-1М и ПК-2М), но еще употребляются при монтаже и в училищах.

При выборе способа опрессовки (местным вдавливанием, сплошным или комбинированным обжатием) достаточно освоить приемы выполнения одним из них, так как несмотря на внешние отличия при выполнении опрессовки этими способами большинство операций однотипны. Опрессовка сплошным или комбинированным обжатием требует использования мощных прессов с большим усилием, что иногда удорожает процесс обучения. Для опрессовки местным вдавливанием можно применять всевозможные клещи, которые в большом количестве имеют базовые предприятия и училища. Кроме того, способ местного вдавливания наиболее широко распространен при выполнении электромонтажных работ. Поэтому при изучении учащимися приемов и способов опрессовки жил проводов и кабелей можно отдать предпочтение способу местного вдавливания. По мере оснащения мастерских прессами и инструментами для сплошного или комбинированного обжатия эти способы также используют в учебном процессе. Опрессовке алюминиевых жил посвящены три инструкционные карты, в которых рассмотрено соединение и ответвление жил сечением $2,5—10 \text{ мм}^2$, оконцевание жил сечением $16—240 \text{ мм}^2$ и соединение жил этих же сечений.

Опрессовка медных жил показана на примере оконцевания много- проволочных жил сечением $1—2,5 \text{ мм}^2$, ответвления в фольге гребенчатыми матрицей и пуансоном, оконцевания и соединения жил сечением $16—240 \text{ мм}^2$.

При работе с инструментами необходимо соблюдать общие правила техники безопасности, а также правила, приведенные в инструкциях по эксплуатации прессов, клещей и других инструментов.

Наименование механизма и инструмента	Тип	Область применения
Пресс-клещи	ПК-2	Соединение и ответвление алюминиевых жил сечением $2,5—10 \text{ мм}^2$ в гильзах ГАО Соединение и оконцевание медных жил сечением до 10 мм^2 в гильзах и наконечниках

Пресс-клещи	ПК-2М	Соединение и ответвление алюминиевых жил в гильзах ГАО-4 и ГАО-5 Соединение и оконцевание медных жил сечением 4—6 мм ² Оконцевание медных жил сечением 1,5— 2,5 мм ² в кабельных кольцевых наконечниках П
Пресс-клещи	ПК-1	Соединение и оконцевание жил сечением 16— 50 мм ²
Пресс-клещи	ПК-1М	Соединение, ответвление и оконцевание алюминиевых жил сечением 16—35 мм ² в гильзах ГАО-5—ГАО-8, ГА и наконечниках ТА и ТАМ
Гидравлические и монтажные клещи	ГКМ	Соединение, ответвление и оконцевание алюминиевых жил сечением до 15 мм ² в гильзах ГАО и ГА и наконечниках ТА и ТАМ Соединение и оконцевание медных жил сечением до 10 мм ² в гильзах ГМ и наконечниках Т, обжатие в кольцевых наконечниках П
Ручной механический пресс	РМП-7	Соединение и оконцевание алюминиевых жил при опрессовке вдавливанием: двузубым для сечений 16—120 мм ² и однозубым для сечений 16—240 мм ² Соединение и оконцевание медных жил сечением 16—240 мм ² при опрессовке однозубым вдавливанием
Механический пресс	ПМ-7	Соединение и оконцевание алюминиевых и медных жил сечением 16—240 мм ²
Гидравлический пресс	РГП-7М	Соединение и оконцевание алюминиевых жил при опрессовке вдавливанием: двузубым для сечений 16—120 мм ² и однозубым для сечений 16—240 мм ² Соединение и оконцевание медных жил сечением 16—240 мм ² при опрессовке однозубым вдавливанием
Гидравлический пресс	МИ-2	Соединение и оконцевание алюминиевых жил сечением до 300 мм ² , медных — до 240 мм ²
Гидравлический пресс с электроприводом	пгэм	Соединение и оконцевание алюминиевых и медных жил сечением 16—240 мм ² Опрессование овальных соединений на медных и алюминиевых проводах сечением 16— 185 мм ² и сталеалюминиевых проводах воздушных линий электропередачи сечением 35— 185 мм ²
Пресс гидравлический ручной	ПГР-20М1	Соединение и оконцевание алюминиевых жил изолированных проводов и кабелей сечением 16— 240 мм ² способом комбинированного обжатия и скругления секторных алюминиевых жил сечением 5—240 мм ²

Опрессовка однопроволочных алюминиевых жил в гильзах ГАО

Пресс-клещи ГKM (а),

опрессованное

соединение с односторонним (б) и

дву-

сторонним (в) заполнением гильзы и матрицы (з):

1 — блок пуансонов, 2 — матрица, 3 — бугель, 4 — корпус, 5 — резервуар для рабочей жидкости, 6 — ручка

Область применения: лучший способ для соединения и ответвления алюминиевых жил

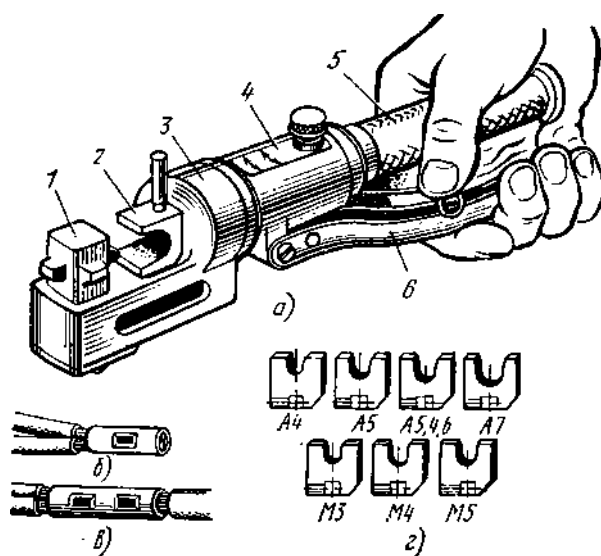
(сечением 2,5—10 мм²) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ.

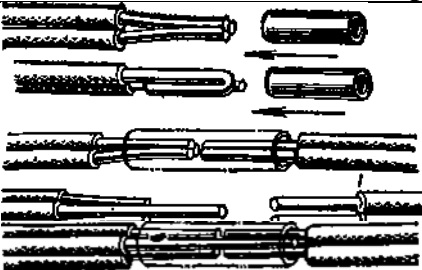
Учебные цели: изучить устройство и правила эксплуатации пресс-клещей ГKM или ПК-1М (ПК-1), ПК-2М (ПК-2); научиться подбирать гильзы с одно- и двусторонним заполнением в зависимости от суммарного сечения соединяемых жил и условий соединения; освоить приемы и способы опрессовки алюминиевых жил сечением 2,5—10 мм² в гильзах ГАО.

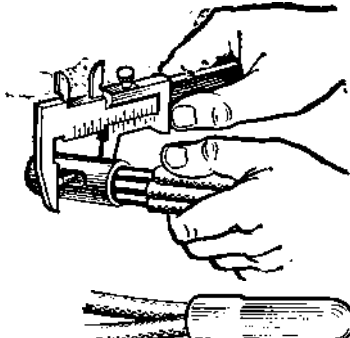
Требования. Лунки от вдавливания должны располагаться на одной линии вдоль оси гильзы, а остаточная толщина в месте вдавливания соответствовать данным, приведенным в таблице в конце карты.

Инструменты и приспособления: пресс-клещи ГKM или ПК-1М (ПК-1), ПК-2М (ПК-2), инструмент или приспособление для определения глубины вдавливания, комбинированные плоскогубцы, монтерский нож, стальная щетка из кардоленты, стальной ершик, кусачки, клещи для снятия изоляции КСИ-1, МБ-1.

Материалы: наждачная бумага или стеклянная шкурка, изоляционная лента, влагостойкий лак, чистая тряпочка или ветошь, бензин, кварцевазелиновая паста, изолирующие колпачки.



Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
 Определение суммарного сечения жил и выбор гильзы с одно- или двусторонним вводом проводов	Выбрать гильзы по таблице. При суммарном сечении рабочих жил меньше номинального внутреннего диаметра гильзы вводят дополнительные жилы, как показано на рисунке
Подбор инструмента для опрессовки и установка его в механизме	Рабочий инструмент выбрать по таблице

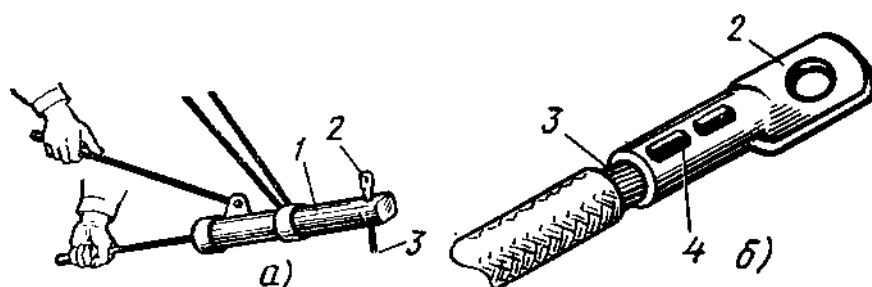
Снятие изоляции с концов жил, зачистка и смазка их	Снять изоляцию с помощью специальных клещей или ножом Зачистить оголенные участки жил наждачной бумагой или стеклянной шкуркой под слоем технического вазелина или кварцевазелиновой пасты Протереть зачищенные жилы и смазать их немедленно чистой кварцевазелиновой пастой Подготовить необходимое количество от-резков жил длиной чуть больше гильзы для заполнения пустот, зачистить и смазать их кварцевазелиновой пастой
Зачистка внутренней поверхности гильзы	Зачистить внутреннюю поверхность гильзы до блеска поступательными движениями ершика, смазанного техническим вазелином Протереть гильзу снаружи и изнутри тканью, смоченной бензином
Смазка внутренней поверхности гильзы	После протирки внутренней поверхности гильзы немедленно смазать ее кварцевазелиновой пастой Кварцевазелиновую пасту наносят с помощью чистой, сухой палочки поступательно-круговыми движениями
Вставка подготовленной жилы в гильзу	Проверить заполнение гильзы жилами. При необходимости дополнительно заполнить гильзу жилами, изогнув нужное их количество, или вставить отрезки жил в гильзу так, чтобы внутри нее не было пустот
Опрессовка гильз	Одностороннюю гильзу опрессовать одним вдавливанием, а двустороннюю — двумя. При работе пользуются инструкцией по применению пресс-клещей и строго соблюдают правила техники безопасности
Изолировка места опрессовки 	Остаточная толщина в месте опрессовки должна соответствовать данным, приведенным в таблице. При недостаточной глубине вдавливания опрессовку следует повторить и убедиться, что матрица и пуансон выбраны правильно Проверка качества опрессовки Изолировать место опрессовки полиэтиленовым колпачком К-1, К-П при использовании гильз ГАО-4-1 и ГАО-5-1 или липкой изоляционной лентой с перекрытием заводской изоляции жил

Выбор гильз ГАО для опрессовки алюминиевых жил сечением 2,5—10 мм

Суммарное сечение жил, мм ²	Тип гильзы	Маркировка инструмента в зависимости от Применяемого механизма			Остаточная толщина в месте оп-
		ГКМ	ПК-1М	ПК-2М	

		матрица	пуансон	матрица	пуансон	матрица	пуансон	
7,5 15	ГАО-4-1 ГАО-4-2	A4	A4	—	—	A4	A4	3,5
13 26	ГАО-5-1 ГАО-5-2	A5	A5	A5	A5	A5	A5	4,5
20,5 41	ГАО-6-1 ГАО-6-2	A5,4; 6	A5,4; 6; 7	1 A5,4; A6	1A5,4; 6; 7; 8	—	—	4,5
3'>,5 65	ГАО-8-1 ГАО-8-2	—	—	1A8		—	—	6,3

Оконцевание алюминиевых жил опрессовкой в трубчатых наконечниках



Опрессовка наконечника (а) и готовое окончевание (б);
1 — механизм для опрессовки, 2 — алюминиевый

или медно - алюминиевый

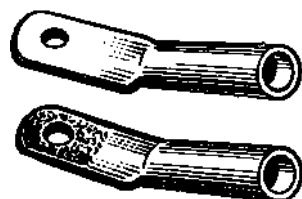
наконечник, 3 — алюминиевая жила, 4 — лунка от вдавливания

Область применения: лучший способ для соединения алюминиевых жил (сечением 16—240 мм²) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 35 кВ трубчатыми алюминиевыми и медно-алюминиевыми наконечниками.

Учебные цели: изучить устройство и правила эксплуатации пресс- клещей и механизмов; научиться подбирать наконечники, матрицы и пуансоны в зависимости от сечения и типа жилы; освоить приемы и способы опрессовки алюминиевых жил сечением 16—70 мм² алюминиевыми наконечниками.

Требования. Лунки от вдавливания должны располагаться соосно и симметрично относительно трубчатой части наконечника.

Инструменты и приспособления:



гидравлический пресс или пресс - клещи, комбинированные плоскогубцы, монтерский нож, стальная щетка из кардоленты, стальной ершик, инструмент для измерения глубины вдавливания, лопатка для пасты.

Материалы: кабельные алюминиевые или медно-алюминиевые наконечники, кварцевазелиновая паста, изоляционная лента, наждачная бумага или стеклянная шкурка, чистая тряпочка или ветошь, влагостойкий лак, бензин.

Выбор наконечника	Подобрать наконечник по таблице, приведенной в конце карты, в зависимости от сечения и типа жилы

Зачистка внутренней поверхности наконечника	Зачистить внутреннюю трубчатую часть наконечника до блеска поступательными движениями стального ершика Наконечник снаружи и изнутри протереть тканью, смоченной бензином
Смазка внутренней поверхности наконечника	Смазать внутреннюю поверхность наконечника кварцевазелиновой пастой с помощью палочки
Снятие изоляции	Снять изоляцию с концов жил на расстоянии, равном длине трубчатой части наконечника, надрезая ее ножом, расположенным наклонно к оси жилы
Зачистка концов жил	Зачистить оголенную часть жилы до блеска щеткой из кардоленты Протереть зачищенную часть жилы тканью, смоченной бензином
Смазка подготовленных концов жил	После протирки бензином немедленно смазать зачищенную часть концов жил кварцевазелиновой пастой с помощью специальной лопатки
Надевание наконечника	Надеть наконечник на подготовленную часть жилы до упора Удалить излишки кварцевазелиновой пасты
Опрессовка наконечника	Вставить трубчатый наконечник в ложе матрицы и опрессовать его двумя вдавливаниями (при двузубом инструменте в один прием, при однозубом — в два)
Проверка качества опрессовки	Остаточная толщина в месте опрессовки должна соответствовать величине, приведенной в таблице. Для измерения можно использовать и другой инструмент или приспособление
Изолировка оконцевания	Наложить липкую изоляционную ленту с 50%-ным перекрытием тремя слоями. Каждый слой покрыть влагостойким лаком В лунки от вдавливания рекомендуется укладывать комочки изоляционной ленты, покрытые влагостойким лаком

Выбор пуансонов и матриц для опрессовки алюминиевых и медно-алюминиевых наконечников

Сечение, мм ⁸ , и тип алюминиевых жил	Наконечники		Пуансоны	Матрицы	Остаточная толщина в месте опрессовки, мм (+0,3 мм)
	алюминиевые	медно-алюминиевые			
16Н	ТА-5,0	ТАМ-5,4		А5,4	4,5
25Н; 25СО	ТА-7	ТАМ-7	А5,4; 7; 8	А7	6
35Н; 35СО	ТА-8	ТАМ-8		А8	7
50Н; 50СО; 70СО	ТА-9	ТАМ-9	А9	А9	8
70Н; 95СО	ТА-11	ТАМ-11	АН; 12	А11	9
70С	І ТА-12 І	І ТАМ-12		А12	

Порядок выполнения работы:

1. Выбрать провод и определить способ оконцевания алюминиевых жил опрессовкой.
2. Выбрать технологические базы и определить необходимые технологические операции и их последовательность.
3. Выбрать технологическое оснащение (рабочий и контрольно-измерительный инструмент, приспособления, станки) для каждой операции.
4. Описать технологическую последовательность оконцевания алюминиевых жил опрессовкой.

5. Составить отчет

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Описать технологическую последовательность оконцевания алюминиевых жил опрессовкой.
3. Выводы по работе.

Практическая работа № 20 ЭМ – 1 – 14 Тема «Соединение алюминиевых и медных жил болтовыми и винтовыми зажимами»

Цель работы: изучить устройство винтовых зажимов для подсоединения алюминиевых и медных жил; научиться подсоединять алюминиевые и медные жилы к контактным выводам электрооборудования; научиться выбирать винт, размеры шайб-звездочек в зависимости от сечения жил, пользуясь справочной таблицей, приведенной в конце карты.

Инструменты и приспособления: отвертка размером 135X0,3 мм, кусачки, монтерский нож, универсальные клещи КУ-1 или пассатижи и круглогубцы, клещи для снятия изоляции КСИ-1, МБ-1.

Материалы: кварцевазелиновая паста, шайбы-звездочки, пружинящие разрезные шайбы, винты М4—М8, гайки, выводы счетчиков, катушек или другого электрооборудования, наждачная бумага или стеклянная шкурка, отрезки установочных проводов и кабелей.

Основные теоретические сведения

Строительными нормами и правилами предусматривается подсоединение однопроволочных алюминиевых жил (сечением 2,5—10 мм²), изогнутых в кольцо, для проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 35 кВ (допускается сечение жил от 16 до 120 мм²) и однопроволочных медных жил (сечением 0,75—10 мм²), изогнутых в кольцо, для проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ.

Ответвление от неразрезных магистралей с алюминиевыми жилами допускается применять для проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ при сечении неразрезных магистралей от 4 до 150 мм² и ответвлений от 2,5 до 95 мм², а ответвление от неразрезных магистралей с медными жилами—только для проводов напряжением до 2 кВ при сечении жил неразрезных магистралей от 4 до 150 мм² и ответвлений от 1,5 до 95 мм².

При подсоединении однопроволочных жил к плоским и штыревым винтовым зажимам соблюдают ряд правил. Винтовые зажимы должны иметь ограничивающую шайбу-звездочку или другое устройство, препятствующее «выдавливанию» жилы, стандартную разрезную пружинящую шайбу и противокоррозионное гальваническое покрытие. Для зачистки жил используют кварцевазелиновую пасту (50% по массе кварцевый песок или молотый кварц и 50% технический вазелин без кислот и щелочей) или технический нейтральный вазелин

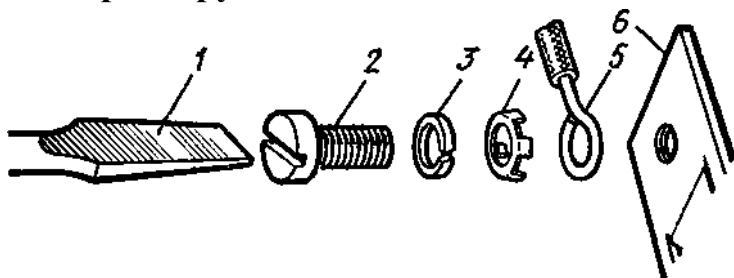
и стеклянную шкурку или наждачную бумагу.

Для изучения этой подтемы учащимся достаточно выполнить присоединения алюминиевых и медных жил способами, показанными в инструкционной карте 19. В качестве ограничивающего устройства все способы предусматривают шайбу-звездочку. Технологическая последовательность выполнения упражнений показана в инструкционной карте 20 на примере соединения медной и алюминиевой жил в люстровом зажиме с той лишь разницей, что ограничивающее устройство изготовлено в виде корытца. Изучив эту инструкционную карту и выполнив упражнения, учащиеся должны сами разработать технологию изготовления винтового соединения способом, предложенным мастером.

В инструкционной карте 21 показана технология выполнения ответвления без разрезания магистральной жилы. Здесь используется другое устройство, препятствующее выдавливанию жилы.

Можно предложить учащимся упражнения по подсоединению однопроволочных алюминиевых жил сечением 16—70 мм² к выводам электрооборудования или шинам, а инструкционные карты разработать самостоятельно. При выполнении упражнений надо соблюдать общие правила безопасности труда.

Присоединение алюминиевых жил проводов и кабелей к контактнм выводам электрооборудования



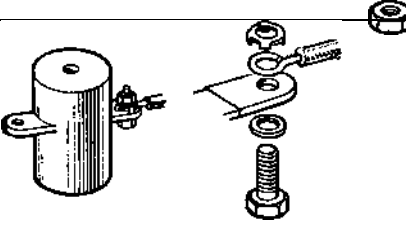
Устройство винтового зажима:

1 — отвертка, 2 — винт, 3 — пружинящая шайба, 4 — шайба-звездочка, 5 — алюминиевая жила, 6 — контактный вывод

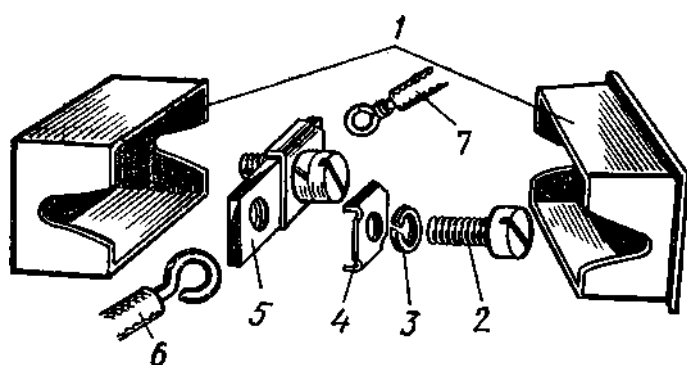
Область применения: лучший способ для оконцевания однопроволочных алюминиевых жил (сечением 2,5—10 мм²) изгибанием в кольцо проводов напряжением 2 кВ и кабелей до 35 кВ.

Требования. Детали винтовых зажимов должны соответствовать данным, приведенным в таблице, жилу необходимо тщательно зачистить и смазать кварцевазелиновой пастой, а соединение надежно зажать.

Эскизы и способы присоединения	Инструктивные указания и пояснения
Подсоединение провода к наборному винтовому зажиму	Определить сечение подсоединяемой жилы Выбрать винт, гайку, шайбу-звездочку, пружинящую разрезную шайбу в зависимости от сечения подсоединяемой жилы. Если жилу подсоединяют к выводу счетчика или другого аппарата (электрооборудования), проверяют с помощью таблицы соответствие размеров зажима и сечения выбранной жилы

 Подсоединение провода к выводу катушки  Подсоединение провода к выводу счетчика	Снять специальными клещами или монтерским ножом изоляцию с конца подсоединяемой жилы на расстоянии, достаточном для изгибания кольца под винт плюс 2—3 мм Зачистить оголенный конец жилы стеклянной шкуркой под слоем кварцевазелиновой пасты Изогнуть подготовленный конец жилы в кольцо с помощью специальных клещей или круглогубцев Расположить жилу так, чтобы изгиб кольца был направлен по часовой стрелке Установить детали винтового зажима в последовательности, показанной на рисунках Прижать кольцо к выводу через шайбу-звездочку и разрезную пружинящую шайбу, плотно завернув винт или гайку с помощью отвертки или пассатижей

Соединение проводов сети с медными проводами осветительной арматуры



Устройство винтового зажима:

1 — корпус зажима, 2 — винт, 3 — пружинящая шайба, 4 — деталь, ограничивающая выдавливание алюминиевой жилы, 5 — основание зажима (планка), 6 — электропровод осветительной арматуры

Область применения: для подсоединения

осветительной арматуры к медным и алюминиевым жилам проводов и кабелей с резиновой и пластмассовой изоляцией.

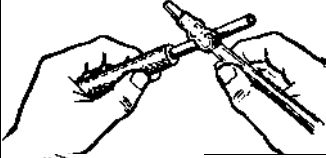
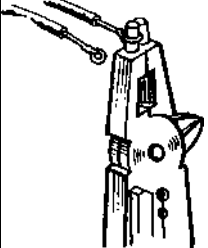
Учебная цель: научиться подсоединять осветительную арматуру к сети с помощью люстровых зажимов.

Требования. Винтовые зажимы должны иметь гальваническое покрытие, постоянно нажимающий пружинящий элемент и ограничивающие бортики против «выдавливании» алюминия из-под контактной поверхности.

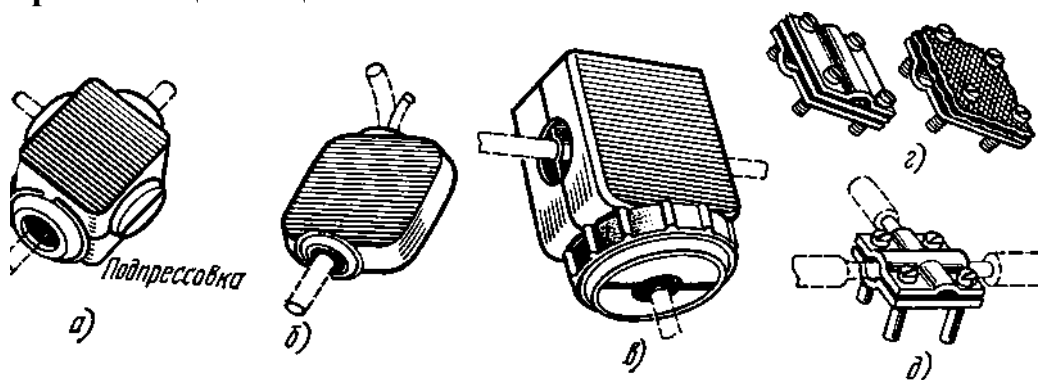
Инструменты и приспособления: отвертка размером 135X0,3 мм, кусачки, универсальные клещи КУ-1 или круглогубцы, монтерский нож, пассатижи, клещи для снятия изоляции КСИ-1, МБ-1.

Материалы: винтовой зажим КЛ-2,5 или другой, кварцевазелиновая паста, наждачная бумага или стеклянная шкурка, отрезки установочных проводов и кабелей с алюминиевыми и медными жилами.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения

	Измерить диаметр контактного винта. Определить длину жилы, необходимую для изгибания замкнутого колечка. Удалить с помощью специальных клещей или монтерским ножом изоляцию с конца подключаемой жилы на найденном расстоянии плюс еще 2—3 мм
Снятие изоляции. Зачистка и смазка жилы 	Зачистить оголенную часть жилы до металлического блеска стеклянной шкуркой или наждачной бумагой под слоем вазелина или кварцевазелиновой пасты. Покрыть немедленно после зачистки слоем чистой кварцевазелиновой пасты. Этот слой должен равномерно распределяться по всей зачищенной части жилы
 Изгибание жилы	Изогнуть подготовленный конец жилы «колечком» под диаметр винта клещами или круглогубцами. При стендовой заготовке проводов колечки изгибают с помощью механизма
Подсоединение провода	Плотно прижать подготовленное кольцо к планке винтом через ограничивающее приспособление и пружинящую шайбу с помощью отвертки
Закрытие зажима	Уложить зажим с подсоединенными проводами в основание его корпуса и закрыть крышкой. Зажим не изолирует, так как корпус изготавливают из изоляционного материала

Ответвление от магистральных проводов с алюминиевыми и медными жилами при помощи специальных сжимов



Сжимы для ответвления проводов сечением 1—25, 1—2,5 и 4,95 мм² от магистралей с сечением жил соответственно 4—35, 4—10 и 50—150 мм² (а, б, в), комплект пластин сжимов (г) и готовое отверстие (д)

Область применения: удовлетворительный способ для подсоединения к неразрезным магистралям (сечением 4—150 мм²) ответвительных жил (сечением 2,5—95 мм²) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ.

Учебные цели: изучить устройство винтовых сжимов для выполнения ответвлений от магистралей; научиться выполнять ответвления от неразрезных магистралей;

научиться выбирать магистральные ответвительные сжимы в зависимости от задания с помощью таблицы, приведенной в конце карты.

Инструменты и приспособления: набор отверток, кусачки, пассати- жы, монтерский нож, гаечные ключи, клещи для снятия изоляции КСИ-1, БМ-1.

Материалы: стеклянная шкурка или наждачная бумага, кварцевазелиновая паста, магистральные ответвительные сжимы.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
Выбор сжима	Подобрать ответвительный сжим, пользуясь таблицей, в соответствии с сечением магистральных и ответвительных жил проводов Определить сечения магистрального и ответвительного проводов Снять пластмассовый корпус сжима и измерить величину контактной части Отметить на магистральном и ответвительном проводе расстояние, равное контактной части сжима плюс 3— 4 мм
Снятие изоляции с жил	Снять изоляцию на отмеченном участке с помощью ножа, который надо держать под углом к жиле во избежание ее надрезания Зачистить оголенные участки жил стеклянной шкуркой или наждачной бумагой, смазанной кварцевазелиновой пастой, до металлического блеска Протереть зачищенные места сухой чистой тряпочкой и сразу же нанести тонкий слой чистой кварцевазелино- вой пасты, которая должна равномерно распределяться по всей поверхности жил
Подготовка жил	Разобрать контактную часть сжима Протереть все детали тряпочкой, смоченной в бензине Проверить состояние гальванического покрытия и исправность каждой детали Установить сжим на магистральный провод и «наживить» винты (болты) с помощью отвертки или гаечного ключа Ввести в контактную часть сжима жилу ответвительного провода перпендикулярно магистрали
Установка сжима на магистральный провод	
Подсоединение ответвительного провода	Плотно зажать жилы между пластинами сжима винтами с помощью отвертки. Затяжку винтов производят по диагонали постепенно, за 2—3 приема, во избежание перекоса Удалить излишки кварцевазелиновой пасты
Затяжка винтов сжима	
Установка пластмассового корпуса	Удалить кусачками подпрессовку в пластмассовом корпусе, закрыть смонтированный сжим двумя его половинками и стянуть их пружинящими или резьбовыми кольцами

	Сечение жил проводов, мм ²		Сечение жил проводов, мм ²

Тип	магистраль ных	ответвительных	Тип	магистраль ных	ответвитель ных
У730м У731м	4—10	1,6—2,5 4—10	У858м У859м У860м	60-70	4—10 16—35 50
У732м У733м У734м	16—35	1,5—2,5 4—10 16-25	У870 У871		16—35 50—70
У739	4—10	1,5—2,5	У872	95—150	95

Порядок выполнения работы:

1. Выбрать провод и определить способ присоединения к контактным выводам электрооборудования.
2. Выбрать технологические базы и определить необходимые технологические операции и их последовательность.
3. Выбрать технологическое оснащение (рабочий и контрольно-измерительный инструмент, приспособления, станки) для каждой операции.
4. Описать технологическую последовательность присоединения к контактным выводам электрооборудования.
5. Составить отчет

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Описать технологическую последовательность присоединения к контактным выводам электрооборудования.
3. Выводы по работе.

Практическая работа 8 Тема «Монтаж тросовых проводок»

Цель работы

Ознакомиться с устройством электропроводок, выполняемых проводами, монтируемыми на тросе.

Научиться оформлять заказы и технические документы на тросовые проводки.

Получить практические навыки выполнения одного из способов монтажа тросовых проводок.

Задание к работе

1. Изучить технологию монтажа тросовых электропроводок, образцы материалов и инструмента для их монтажа.
2. Проверить исправность светильников и ламп на стенде.
3. Собрать тросовую проводку, присоединить светильники, занулить трос, измерить сопротивление изоляции проводов и проверить непрерывность цепи зануления.
4. Под руководством преподавателя подключить тросовые проводки к сети и проверить на световой эффект.

Общие сведения

Тросовыми называют электропроводки, у которых провода или кабели укреплены на натянутом несущем стальном тросе [1, 2].

В сельском хозяйстве тросовые электропроводки применяют в производственных помещениях всех типов, в животноводческих и хозяйственных постройках и в наружных установках как для осветительных, так и для силовых сетей.

Проводки на собственном несущем тросе (рис. 4.1, а) выполняют специальными тросовыми проводами марок АРТ, АВТ-1; АВТС-1 и другими, содержащими в своей конструкции многопроволочный трос, вокруг которого навиты 2...4 изолированных проводника. Для отыскания одноименных жил в процессе монтажа на изоляции проводов имеется отличительная маркировка в виде полосок.

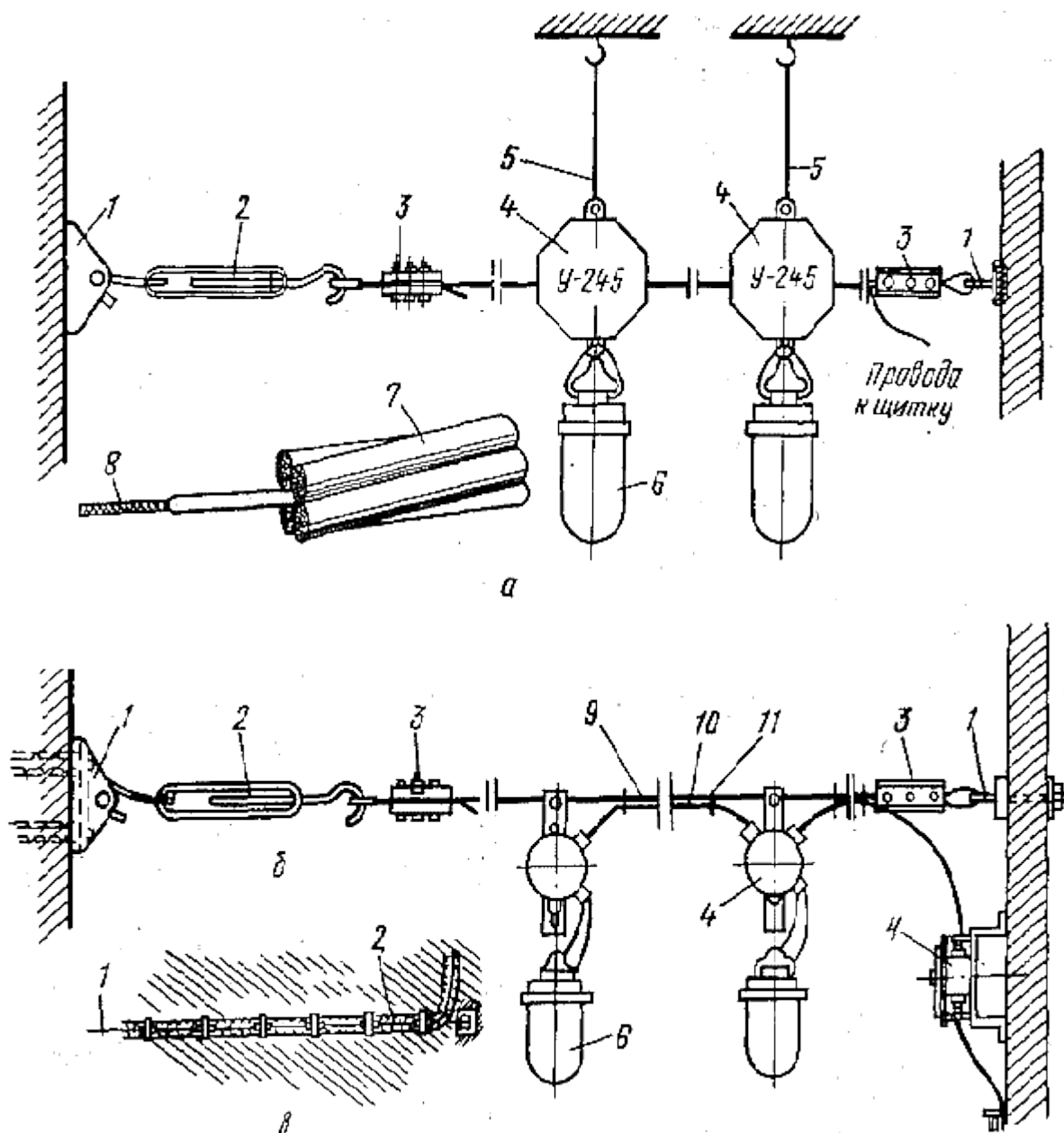


Рис. 4.1. Виды проводок:

а - тросовая;

б - кабельная: 1 - анкерное крепление; 2 - натяжная муфта; 3 - тросовый зажим; 4 - ответвительная коробка; 5 - струнная подвеска; 6 - светильник; 7 - провод АРТ; 8 -

трос; 9 - несущий трос; 10 - кабель; 11 - крепление кабеля к тросу;

в - струнная: 1 - струна; 2 - провод

Проводки с креплением проводов и кабелей непосредственно к натянутому тросу или проволоке (рис. 4.1, б) выполняют незащищенными проводами марок АПВ, АПРВ, ПВ и другими, а также кабелями – АВРГ, АВВГ, ВРГ и др. Разновидность таких проводок – струнные электропроводки (рис. 4.1, в). Струну изготавливают из стальной проволоки диаметром 2...4 мм. Ее закрепляют вплотную к строительным основаниям, например, привариванием к закладным деталям или пристреливанием. Струнные проводки применяют для монтажа проводов по железобетонным стенам, балкам и другим конструкциям, где крепление проводок другими способами затруднено.

Методы заготовки тросовых проводок. При больших объемах работ по монтажу тросовых проводок организуют их централизованное изготовление на технологических линиях.

Для изготовления тросовых проводок составляют замерочные эскизы, где указывают: марку, площадь сечения и число жил проводов или кабелей; общую длину и размеры отдельных участков проводок; марку и диаметр несущего троса; способы закрепления проводов к тросу; типы концевых анкерных креплений, промежуточных подвесов и другие сведения (рис. 4.2).

В условиях электромонтажного участка заготовку тросовых проводок организуют в мастерской, оснащенной инструментом и приспособлениями для работы.

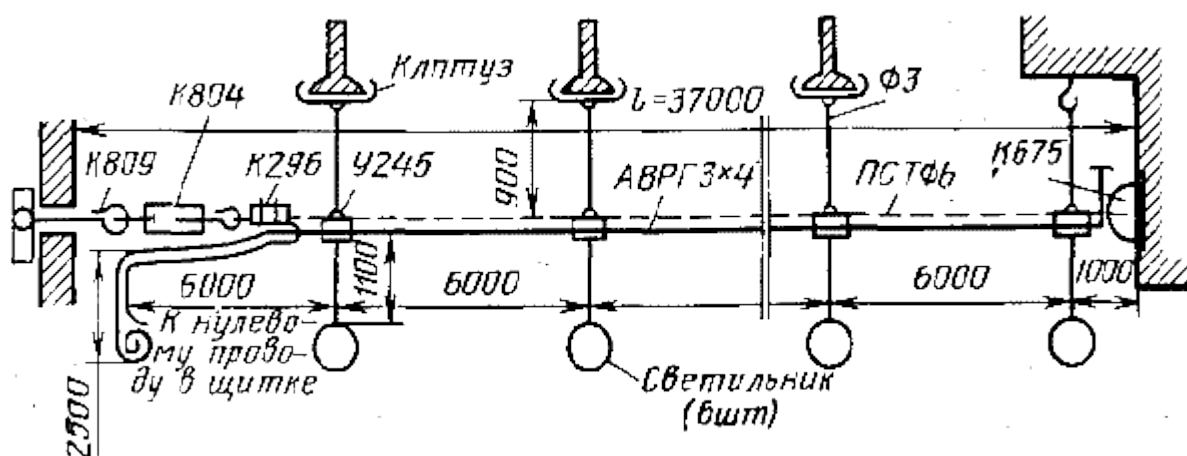


Рис. 4.2. Пример составления замерочного эскиза осветительной тросовой электропроводки

Отрезок или часть несущего троса приспособлениями натягивают между противоположными стенами на высоте 1,2...1,5 м. На верстаке при помощи механизмов для резки, зачистки и оконцевания проводов и тросов по замерочному эскизу нарезают отрезки проводов и кабелей. Предварительно подготовленные провода и материалы укладывают на передвижной монтажный столик, расположенный под тросом. Электромонтер, перемещаясь со столиком вдоль троса,

собирает проводку в соответствии с эскизом. По мере готовности проводку наматывают на барабан и в таком виде доставляют на объект.

В специализированных электромонтажных организациях создают технологические линии для поточной заготовки проводов, оснащенные более производительными механизмами.

Технология монтажа проводов. Монтаж тросовых проводов выполняют в две стадии.

На первой стадии по фактическим замерам на объекте составляют замерочные эскизы и выдают задания на заготовку проводов. В зависимости от условий и сложности монтажа проводки выполняют полностью с установкой ответвительных коробок и светильников (без стекла) или секциями со светильниками или без них. В качестве несущего троса рекомендуют использовать многопроволочные оцинкованные тросы диаметром 3...6,5 мм. Допускается использовать оцинкованную проволоку, а также горячекатаную проволоку (катанку) диаметром 5...8 мм, спрессованную слоем поливинилхлорида или защищенную другим антикоррозийным покрытием. Материал и диаметр несущего троса выбирают в соответствии с проектом.

Концевое крепление троса к строительным основаниям называют анкерным, оно воспринимает усилие натяжения троса. Анкерные крепления различают по конструкции: болтовой анкер с крюком; анкеры для крепления дюбелями или привариванием; анкер для крепления к металлическим фермам и др. Конструкцию анкера выбирают в зависимости от строительного основания.

Соединение несущего троса с анкером выполняют через натяжную муфту, которая предназначена для натяжения и регулирования стрелы провеса троса. В качестве натяжной муфты можно использовать болтовой анкер с удлиненной резьбой.

Трос закрепляют на крюке муфты или анкера болтовым зажимом при помощи коуша, а проволоку – стальной обоймой или закручиванием. На конец троса или проволоки устанавливают заземляющий наконечник для присоединения нулевого защитного проводника (рис. 5.3).

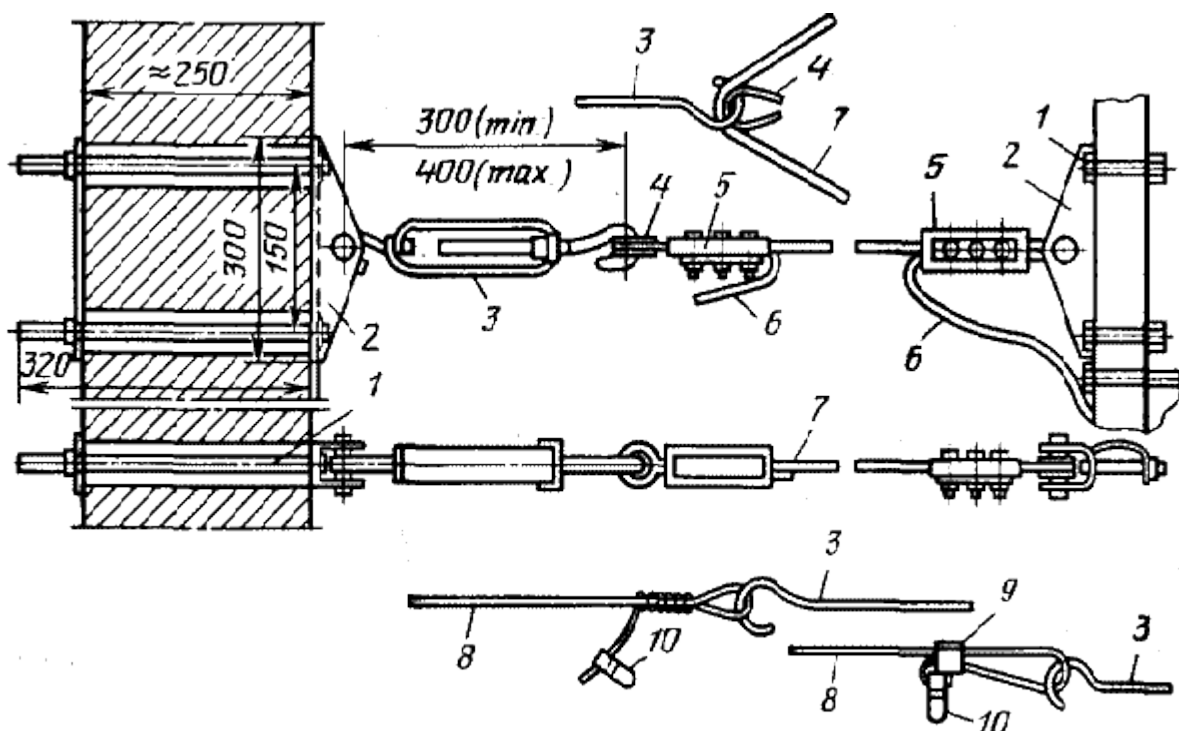


Рис. 4.3. Технология крепления анкеров и тросов:

1 - шпилька; 2 - анкер К300; 3 - натяжная муфта К-679;

4 - коуш; 5 - тросовый зажим; 6 - конец троса для зануления;

7 - трос; 8 - проволока; 9 - обойма; 10 – наконечник для зануления

Крепление проводов и кабелей к тросу выполняют стальными полосками с пряжками или пластмассовыми перфорированными лентами (рис. 4.4). Расстояние между креплениями не более 500 мм. Кабели и провода на тросе и в местах перехода их с троса на конструкции зданий должны быть разгружены от механических усилий.

Ответвительные коробки для присоединения светильников к проводам и кабелям крепят к монтажной полосе или к пластине, которые подвешивают на трос. Можно крепить коробки при помощи скоб непосредственно к тросу. Для ответвления от тросовых проводов устанавливают специальные тросовые коробки типа У-245 [3]. Ответвление проводов в коробке выполняют только ответвительными сжимами без разрезания провода (рис. 5.5). Светильники подвешивают к пластинам или коробкам на подвесах. Подвешивать светильники на проводах не допускается.

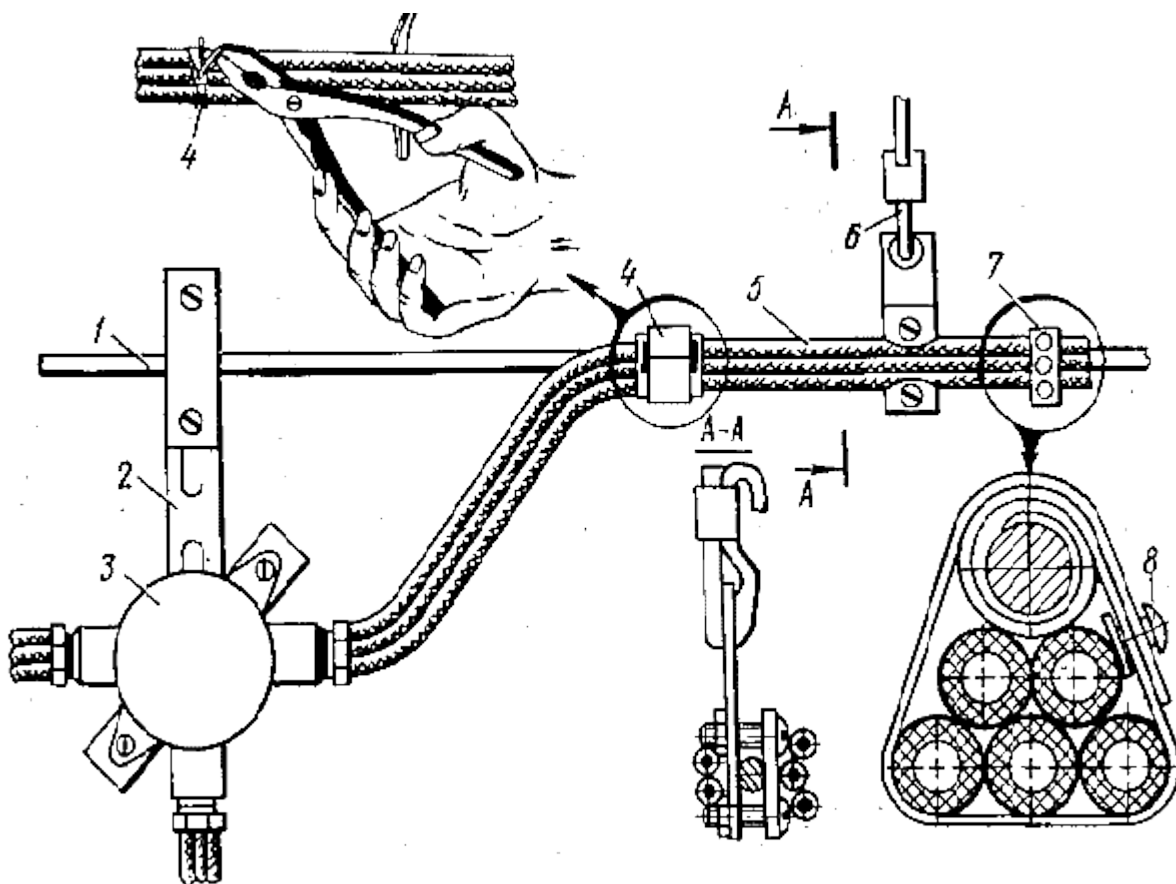


Рис. 4.4. Технология крепления проводов и коробок к тросу.

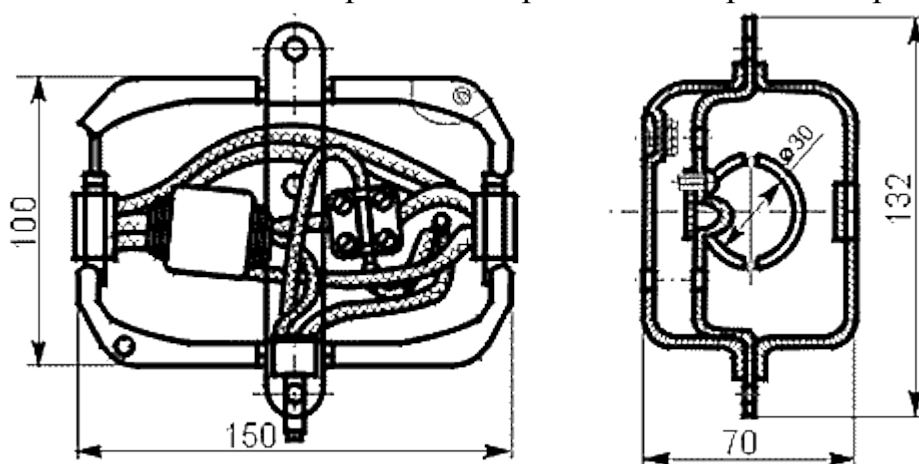


Рис. 4.5. Коробка У245

1 - трос; 2 - монтажная полоса; 3 - ответвительная коробка; 4 - пряжка; 5 - провода; 6 - тросодержатель; 7 - пластмассовая лента; 8 - кнопка

На второй стадии монтажа заготовленные в мастерских секции проводок доставляют на объект, раскатывают на полу вдоль линии расположения светильников и временно подвешивают на подставках высотой 1,2.... 1,5 м для осмотра проводки, выпрямления проводов и подключения светильников. Подготовленную проводку поднимают и одним концом крепят к анкерной конструкции, натягивают вручную или полиспастом и крепят другой конец к противоположному анкеру.

В сетях с глухозаземленной нейтралью несущий трос зануляют в двух точках на концах линий – соединением троса и нулевого провода гибкой перемычкой.

Окончательно полиспастом или лебедкой натягивают трос. Стрелу провеса троса контролируют динамометром или прямым замером (визированием) так, чтобы она была в пределах от $\frac{1}{40}$ до $\frac{1}{60}$ длины пролета (для пролетов 6 м рекомендуют стрелу 100...150 мм, а для пролетов 12 м – 200...250 мм. Стрелу провеса регулируют натяжными муфтами.

По завершении монтажа до установки ламп в светильники измеряют сопротивление изоляции электропроводки (норма 0,5 МОм). Затем элементы светильников испытывают на стендах (рис. 5.6, а, б). После установки ламп и защитных стекол электропроводки опробывают под напряжением на световой эффект.

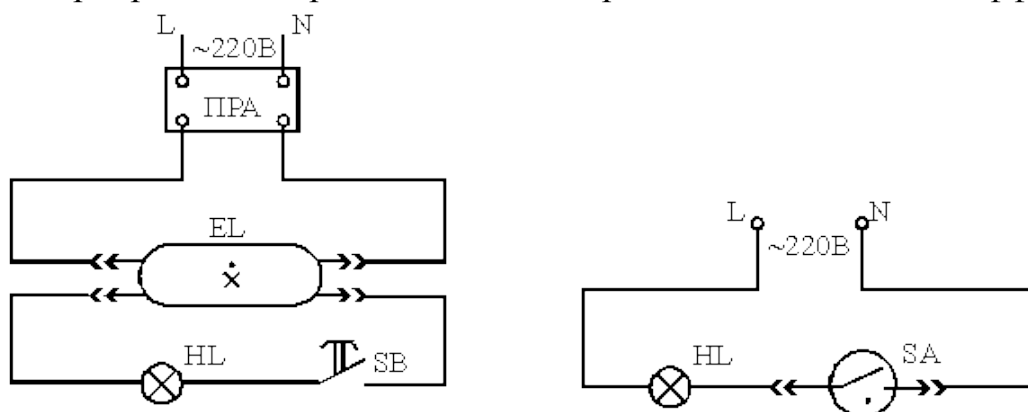


Рис. 4.6. Электрические схемы стендов:

а – для проверки люминесцентных ламп и пускорегулирующей аппаратуры (ПРА):

EL – люминесцентная лампа;

HL – лампа накаливания; SB – кнопка;

б – для проверки стартеров ламп накаливания:

SA - стартер; HL - лампа накаливания

Порядок выполнения работы

1. Изучите технологию монтажа тросовых электропроводок, образцы материалов и инструмента для их монтажа.
2. Составьте замерочный эскиз и принципиальную схему на тросовую проводку для размещения ее на лабораторном стенде (см. рис. 4.1, 4.2).
3. Составьте принципиальную электрическую схему осветительной установки, расположенную на стенде.
4. Составьте схему соединения оборудования осветительной установки для монтажа тросовой проводки на стенде.
5. Проверьте исправность светильников, ПРА и ламп, предложенных преподавателем.
6. Проведите испытания сопротивления изоляции светильников и ламп, предназначенных для монтажа на стенде.
7. Соберите тросовую проводку, присоедините светильники, занулите трос, измерьте сопротивление изоляции проводов и проверьте непрерывность цепи зануления.

8. Под руководством преподавателя подключите тросовые проводки к сети и проверьте на световой эффект.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Замерочный эскиз и принципиальная схема на тросовую проводку, расположенную на лабораторном стенде.
3. Принципиальная электрическая схема и схема соединения осветительной установки стенда.
4. Результаты испытаний сопротивления изоляции проводов и светильников.

Контрольные вопросы

1. Перечислите способы выполнения тросовых электропроводок.
2. Каков порядок составления замерочного эскиза проводок и сведений, содержащихся в нем?
3. Расскажите последовательность сборки тросовой проводки в мастерских.
4. Опишите технологию крепления проводов и коробок к тросу.
5. Опишите технологию соединения магистральных (тросовых) проводов и проводов светильника в коробке У-245.
6. Расскажите технологию монтажа тросовой проводки в коровнике.
7. Назовите требования, предъявляемые к стреле провеса и занулению несущего троса.
8. Как измеряют сопротивление изоляции тросовых электропроводок?
9. Как определить, исправен ли стартер?
10. Как определить, исправна ли люминесцентная лампа?

Литература

1. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: Учеб. пособие для вузов / П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.В. Девятков и др. Под ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат, 2009. - 160 с.
2. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Технология электромонтажных работ: Учеб. пособие для проф. учеб. заведений. – М.: Высш. шк.; Изд. центр «Академия», 2012. – 301 с.

Практическая работа 9 Тема «Монтаж электропроводок в жилых и общественных зданиях»

Цель работы

Ознакомиться с видами электропроводок и способами прокладки проводов, материалами, арматурой и инструментом.

Освоить элементы инженерной подготовки производства работ и технологию монтажа электропроводок.

Научиться на практике собирать узлы схем электропроводок.

Задание к работе

1. Изучить образцы проводов, установочной арматуры, инструмент.
2. Изучить технологию монтажа электропроводок в кабельных каналах и коробах.
3. Выполнить на модели электропроводки однокомнатной квартиры монтаж узлов электропроводки (соединить провода в коробках, подключить арматуру и светильники, подключить электропроводку к квартирному щитку).
4. Проверить сопротивление изоляции проводов.
5. Под руководством преподавателя подключить квартирный щиток к сети и осуществить включение электрооборудования квартиры.

Общие сведения

Электропроводкой называется совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими защитными конструкциями и деталями.

Электропроводки разделяют на виды [1]:

открытая – проложенная по поверхности стен, потолков, по фермам и т. п. При открытой электропроводке применяют различные способы прокладки проводов и кабелей: непосредственно по поверхности стен и потолков, на струнах, тросах, роликах, изоляторах, в трубах, коробах, на лотках, в электротехнических плинтусах и т. п.;

скрытая – проложенная внутри конструктивных элементов зданий (в стенах, полах, фундаментах, перекрытиях). При скрытой электропроводке провода и кабели прокладывают в замкнутых каналах и пустотах строительных конструкций, в заштукатуриваемых бороздах, под штукатуркой, замоноличиванием в строительных конструкциях, в трубах и т. п.

Питание электроприемников жилых зданий должно выполняться от сети 380/220 В с системой заземления TN-S или TN-C-S (рис. 8.1) [3].

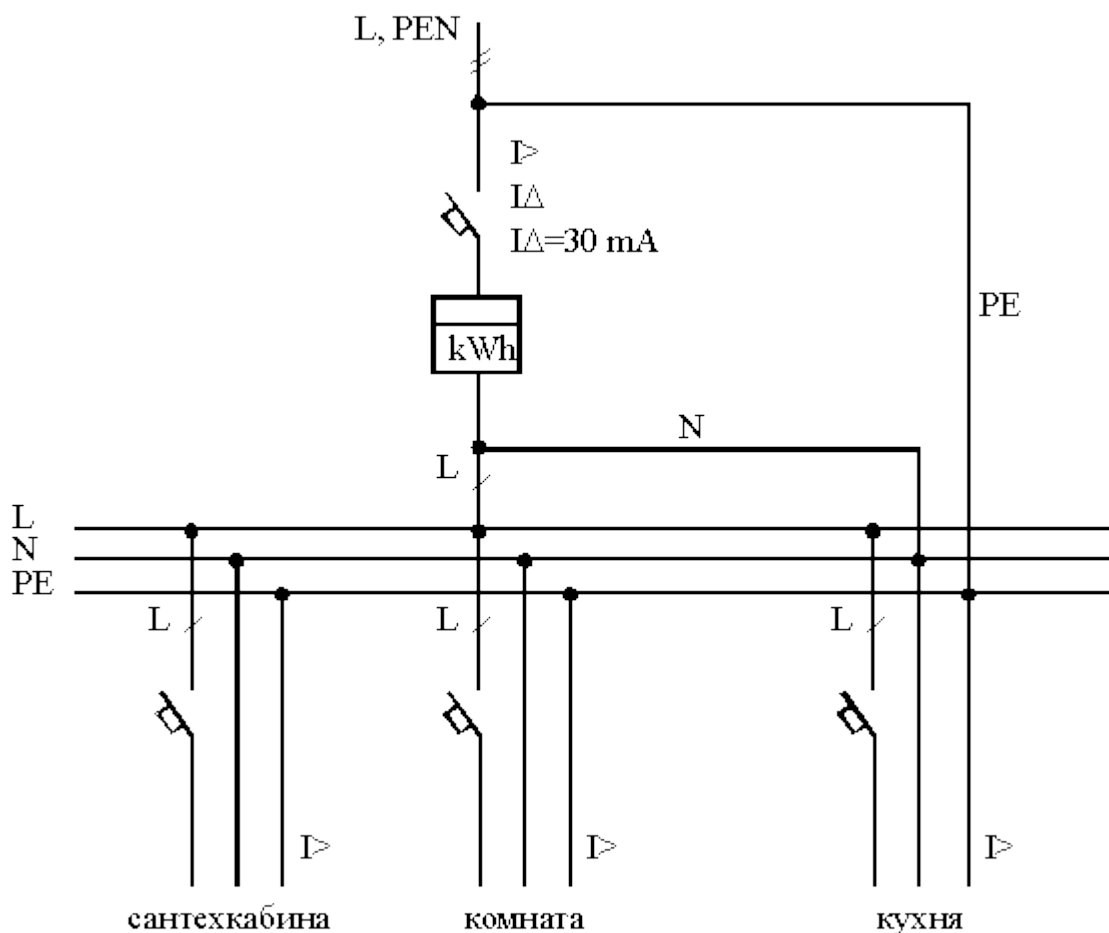


Рис. 8.1. Пример схемы электроснабжения квартиры системой TN-C-S.

В соответствии с ПУЭ [2] в зданиях следует применять кабели и провода с медными жилами.

Питающие и распределительные сети, как правило, должны выполняться кабелями и проводами с алюминиевыми жилами, если их расчетное сечение равно 16 мм^2 и более.

Во всех зданиях линии групповой сети, прокладываемые от групповых, этажных и квартирных щитков до светильников общего освещения, штепсельных розеток и стационарных электроприемников, должны выполняться трехпроводными (фазный – L, нулевой рабочий – N и нулевой защитный – PE проводники).

Нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не допускается подключать на щитках под общий контактный зажим.

Сечения проводников (табл. 8.1) должны отвечать требованиям п. 7.1.45 ПУЭ [2].

Таблица 8.1

Наименьшие допустимые сечения кабелей и проводов электрических сетей в жилых зданиях

Наименование линий	Наименьшее сечение кабелей и проводов с медными жилами, мм^2
Линии групповых сетей	1,5
Линии от этажных до квартирных щитков и к расчетному счетчику	2,5

Линии распределительной сети (стояки) для питания квартир	4

Электропроводку в помещениях следует выполнять сменяемой: скрыто – в каналах строительных конструкций, замоноличенных трубах; открыто – в электротехнических плинтусах, коробах и т.п.

В технических этажах, подпольях, неотапливаемых подвалах, чердаках, вентиляционных камерах, сырых и особо сырых помещениях электропроводку рекомендуется выполнять открыто.

В зданиях со строительными конструкциями, выполненными из негорючих материалов, допускается несменяемая замоноличенная прокладка групповых сетей в бороздах стен, перегородок, перекрытий, под штукатуркой, в слое подготовки пола или в пустотах строительных конструкций, выполняемая кабелем или изолированными проводами в защитной оболочке.

Электрические сети, прокладываемые за непроходными подвесными потолками и в перегородках, рассматриваются как скрытые электропроводки и их следует выполнять: за потолками и в пустотах перегородок из горючих материалов – в металлических трубах, обладающих локализационной способностью, и в закрытых коробах; за потолками и в перегородках из негорючих материалов – в выполненных из негорючих материалов трубах и коробах, а также кабелями, не распространяющими горение. При этом должна быть обеспечена возможность замены проводов и кабелей.

Для обеспечения безопасности и выбора электрооборудования для ванн и душевых помещений основываются по ГОСТ Р 50571.12-96 [4] на следующих размерах зон.

Зона 0 представляет собой внутренний объем ванны или душевого поддона.

Зона 1 ограничивается:

- внешней вертикальной плоскостью ванны или душевого поддона или вертикальной плоскостью на расстоянии 0,60 м от душевого разбрызгивателя – для душа без поддона;
- полом и горизонтальной плоскостью на расстоянии 2,25 м над полом.

Зона 2 ограничивается:

- внешней вертикальной плоскостью зоны 1 и параллельной ей вертикальной плоскостью на расстоянии 0,60 м;
- полом и горизонтальной плоскостью на расстоянии 2,25 м над полом.

Зона 3 ограничивается:

- внешней вертикальной плоскостью зоны 2 и параллельной ей вертикальной плоскостью на расстоянии 2,40 м;
- полом и горизонтальной плоскостью над полом на расстоянии 2,25 м.

В саунах, ванн комнатах, санузлах, душевых, как правило, должна применяться скрытая электропроводка. Допускается открытая прокладка кабелей. В саунах,

ванных комнатах, санузлах, душевых не допускается прокладка проводов с металлическими оболочками, в металлических трубах и металлических рукавах. В саунах для зон 3 и 4 должна использоваться электропроводка с допустимой температурой изоляции 170 °С.

В ванных комнатах, душевых и санузлах должно использоваться только то электрооборудование, которое специально предназначено для установки в соответствующих зонах указанных помещений по ГОСТ Р 50571.11-96 [4], при этом должны выполняться следующие требования:

электрооборудование должно иметь степень защиты по воде не ниже чем:

- в зоне 0 – IPX7;
- в зоне 1 – IPX5;
- в зоне 2 – IPX4 (IPX5 – в ваннах общего пользования);
- в зоне 3 – IPX1 (IPX5 – в ваннах общего пользования);
- в зоне 0 могут использоваться электроприборы напряжением до 12 В, предназначенные для применения в ванне, причем источник питания должен размещаться за пределами этой зоны;
- в зоне 1 могут устанавливаться только водонагреватели;
- в зоне 2 могут устанавливаться водонагреватели и светильники класса защиты 2,
- в зонах 0, 1 и 2 не допускается установка соединительных коробок, распределительных устройств и устройств управления.

Установка штепсельных розеток в ванных комнатах, мыльных помещениях бань, помещениях, содержащих нагреватели для саун, а также в стиральных помещениях прачечных не допускается, за исключением ванных комнат квартир и номеров гостиниц. В ванных комнатах квартир и номеров гостиниц допускается установка штепсельных розеток в зоне 3, присоединяемых к сети через разделительные трансформаторы или защищенных устройством защитного отключения, реагирующим на дифференциальный ток, не превышающий 30 мА. Любые выключатели и штепсельные розетки должны находиться на расстоянии не менее 0,6 м от дверного проема душевой кабины.

Рекомендуется применять УЗО для групповых линий штепсельных розеток с током срабатывания не более 30 мА, при этом должны выполняться требования селективности. Рекомендуется применять комбинированные аппараты: автоматический выключатель-УЗО. В некоторых случаях ПУЭ обязывает установку УЗО.

Если устройство защиты от сверхтока не обеспечивает время автоматического отключения 0,4 с при номинальном напряжении 220 В и установка (квартира) не охвачена системой уравнивания потенциалов, установка УЗО является обязательной.

Обязательной является установка УЗО с номинальным током срабатывания не более 30 мА для групповых линий, питающих розеточные сети, находящиеся вне помещений и в помещениях особо опасных и с повышенной опасностью.

На вводе в здание должна быть выполнена система уравнивания потенциалов путем объединения следующих проводящих частей [2, 4, 5]:

- основной (магистральный) защитный проводник;
- основной (магистральный) заземляющий проводник или основной заземляющий зажим;
- стальные трубы коммуникаций зданий и между зданиями;
- металлические части строительных конструкций, молниезащиты, системы центрального отопления, вентиляции и кондиционирования (рис. 8.2).

Рекомендуется по ходу передачи электроэнергии повторно выполнять дополнительные системы уравнивания потенциалов.

Для ванных и душевых помещений дополнительная система уравнивания потенциалов является обязательной и должна предусматривать, в том числе, подключение сторонних проводящих частей, выходящих за пределы помещений. Если отсутствует электрооборудование с подключенными к системе уравнивания потенциалов нулевыми защитными проводниками, то систему уравнивания потенциалов следует подключить к РЕ шине на вводе. Нагревательные элементы, замоноличенные в пол, должны быть покрыты заземленной сеткой или заземленной металлической оболочкой, подсоединенными к системе уравнивания потенциалов. В качестве дополнительной защиты для нагревательных элементов рекомендуется использовать УЗО на ток до 30 мА. Не допускается использовать для саун, ванных и душевых помещений системы местного уравнивания потенциалов.

Однофазные двух- и трехпроводные линии, а также трехфазные четырех- и пятипроводные линии при питании однофазных нагрузок, должны иметь сечение нулевых рабочих (N) проводников, равное сечению фазных проводников.

Трехфазные четырех- и пятипроводные линии при питании трехфазных симметричных нагрузок должны иметь сечение нулевых рабочих (N) проводников, равное сечению фазных проводников, если фазные проводники имеют сечение до 16 мм² по меди и 25 мм² по алюминию, а при больших сечениях – не менее 50 % сечения фазных проводников.

Сечение PEN проводников должно быть не менее сечения N проводников и не менее 10 мм² по меди и 16 мм² по алюминию независимо от сечения фазных проводников.

Сечение РЕ проводников должно равняться сечению фазных при сечении последних до 16 мм², 16 мм² при сечении фазных проводников от 16 до 35 мм² и 50 % сечения фазных проводников при больших сечениях.

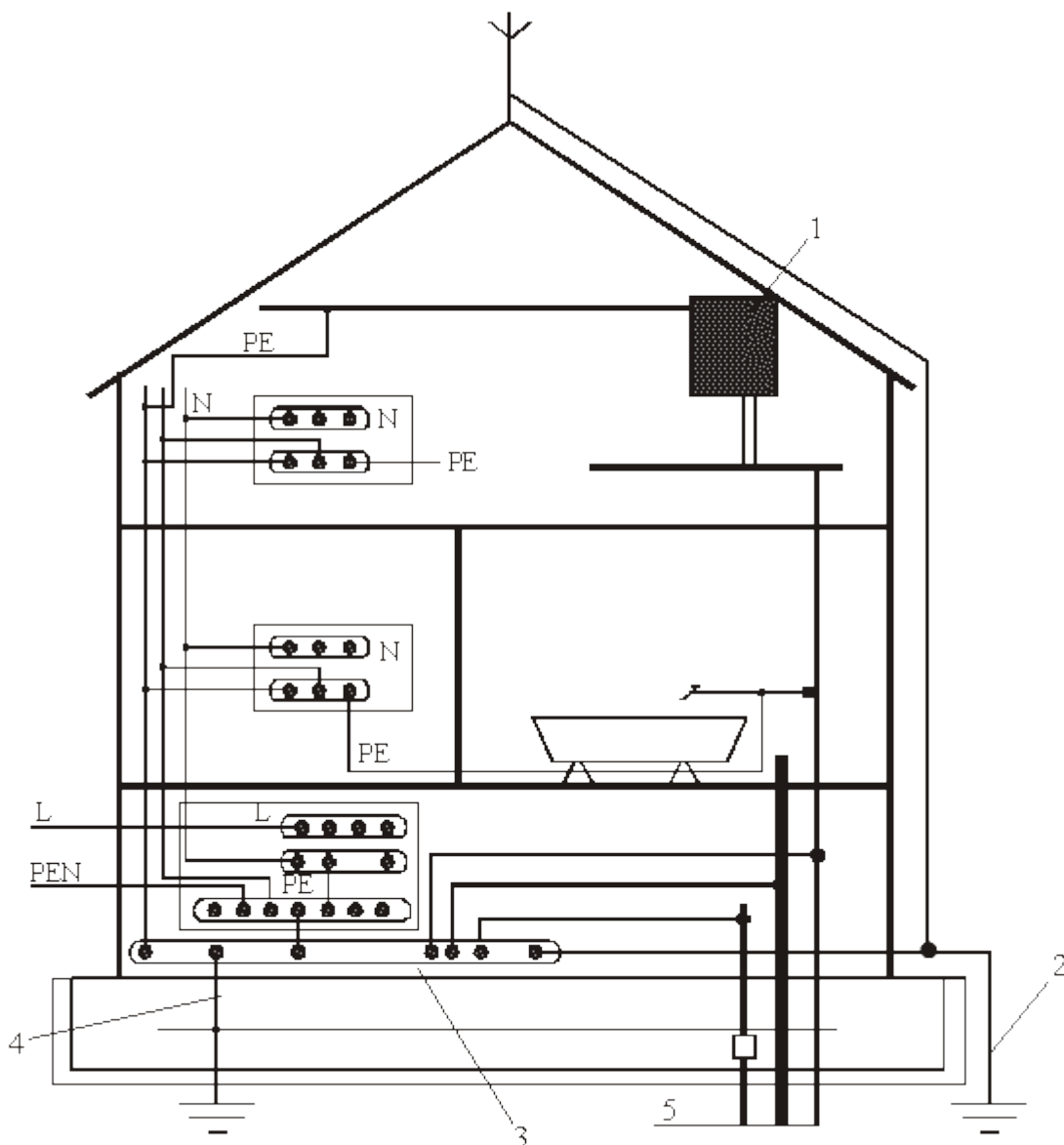


Рис. 8.2. Пример выполнения системы уравнивания потенциалов электроустановки здания:

1 – водонагреватель; 2 – заземлитель молниезащиты;
3 – главная заземляющая шина; 4 – естественный заземлитель (арматура фундамента здания); 5 – металлические трубы водопровода, канализации

Сечение РЕ проводников, не входящих в состав кабеля, должно быть не менее $2,5 \text{ мм}^2$ – при наличии механической защиты и 4 мм^2 – при ее отсутствии.

Любые выключатели и штепсельные розетки должны находиться на расстоянии не менее $0,6 \text{ м}$ от дверного проема душевой кабины.

В зданиях при трехпроводной сети должны устанавливаться штепсельные розетки на ток не менее 10 А с защитным контактом.

Штепсельные розетки, устанавливаемые в квартирах, жилых комнатах общежитий, а также в помещениях для пребывания детей в детских учреждениях (садах, яслях, школах и т.п.), должны иметь защитное устройство, автоматически закрывающее гнезда штепсельной розетки при вынутой вилке.

Минимальное расстояние от выключателей, штепсельных розеток и элементов электроустановок до газопроводов должно быть не менее 0,5 м.

Выключатели рекомендуется устанавливать на стене со стороны дверной ручки на высоте до 1 м, допускается устанавливать их под потолком с управлением при помощи шнура.

В помещениях для пребывания детей в детских учреждениях (садах, яслях, школах и т.п.) выключатели следует устанавливать на высоте 1,8 м от пола.

В саунах, ванных комнатах, санузлах, мыльных помещениях бань, парилках, стиральных помещениях прачечных и т.п. установка распределительных устройств и устройств управления не допускается.

В помещениях умывальников и зонах 1 и 2 (ГОСТ Р 50571.11-96 [6]) ванных и душевых помещений допускается установка выключателей, приводимых в действие шнуром.

Отключающие аппараты сети освещения чердаков, имеющих элементы строительных конструкций (кровлю, фермы, стропила, балки и т.п.) из горючих материалов, должны быть установлены вне чердака.

Над каждым входом в здание должен быть установлен светильник.

Домовые номерные знаки и указатели пожарных гидрантов, установленные на наружных стенах зданий, должны быть освещены. Питание электрических источников света номерных знаков и указателей гидрантов должно осуществляться от сети внутреннего освещения здания, а указателей пожарных гидрантов, установленных на опорах наружного освещения, – от сети наружного освещения.

Противопожарные устройства и охранная сигнализация, независимо от категории по надежности электроснабжения здания, должны питаться от двух вводов, а при их отсутствии – двумя линиями от одного ввода. Переключение с одной линии на другую должно осуществляться автоматически.

Устанавливаемые на чердаке электродвигатели, распределительные пункты, отдельно устанавливаемые коммутационные аппараты и аппараты защиты должны иметь степень защиты не ниже IP44.

Установочные провода. Провода, предназначенные для электропроводок, называют установочными. По конструкции установочные провода делят на: защищенные, имеющие поверх электрической изоляции металлическую оболочку для защиты от механических повреждений, и незащищенные – изоляция не защищена от повреждений.

Наиболее часто для проводок применяют одножильные провода марок ПВ, плоские провода марок ППВ, ППВС, кабели ВВГ и др.

Для электропроводок применяют электроустановочные изделия: выключатели, штепсельные розетки, патроны и коробки.

Аппаратуру управления и защиты сетей, учета электроэнергии устанавливают в щитках и шкафах различного назначения.

Основной документ на выполнение монтажа электропроводок – утвержденная проектно-сметная документация.

Технические условия на монтаж электропроводок. Скрытая и открытая прокладка электропроводок по нагреваемым поверхностям не допускается. Расстояние от открыто проложенных внутри зданий проводов и кабелей, а также от распаечных коробок скрытых проводок до стальных трубопроводов при параллельной прокладке должно быть не менее 100 мм, а при пересечении не менее 50 мм. Расстояние до трубопроводов с горючими жидкостями и газами соответственно не менее 400 мм и 100 мм.

Открытые электропроводки должны прокладываться с учетом архитектурных линий помещений (карнизов, плинтусов и т. п.). Опорные конструкции (кронштейны, скобы) электропроводок должны закрепляться на строительных конструкциях зданий без ослабления их прочности, а незащищенные провода должны крепиться к конструкциям с применением изоляционных прокладок.

Проходы проводов и кабелей через несгораемые стены и перекрытия должны выполняться в отрезках пластмассовых труб, а через сгораемые – в отрезках стальных труб, которые после прокладки проводок уплотняют легкоъемными материалами (шлаковатой и т. п.). Заготовку элементов электропроводок из проводов, кабелей, труб следует выполнять в мастерских электромонтажных участков.

Установка выключателей, предохранителей, автоматических выключателей в нулевых рабочих проводниках запрещена.

Патроны и пробочные аппараты должны подключаться так, чтобы винтовая гильза оставалась без напряжения. Все остальные аппараты, в том числе и установленные в щитках, подключают в сеть на неподвижные контакты. Штепсельные розетки подключают так, чтобы фазный провод присоединялся к контакту левого гнезда, а нулевой провод к правому. Соединения и ответвления проводов монтируют только в ответвительных коробках сваркой или болтовыми зажимами.

До подачи напряжения в электропроводках проверяют сопротивление изоляции, которое должно быть не менее 0,5 МОм между каждым проводом и землей и между двумя любыми проводами.

Подготовка электромонтажных работ. Такие работы должны выполняться индустриальными методами с максимальным использованием механизации. Для этого составляют проект производства работ (ППР), где предусматривают монтаж электропроводок в две стадии.

На первой стадии выполняют работы по комплектованию материалов и изготовлению отдельных узлов электросети – магистрали, стояки, элементы групповых проводок, а также проверяют в ходе строительства выполнение строительной организацией борозд и отверстий для электропроводок, ниш и проемов для щитов, закладных деталей для крепления оборудования и проводок.

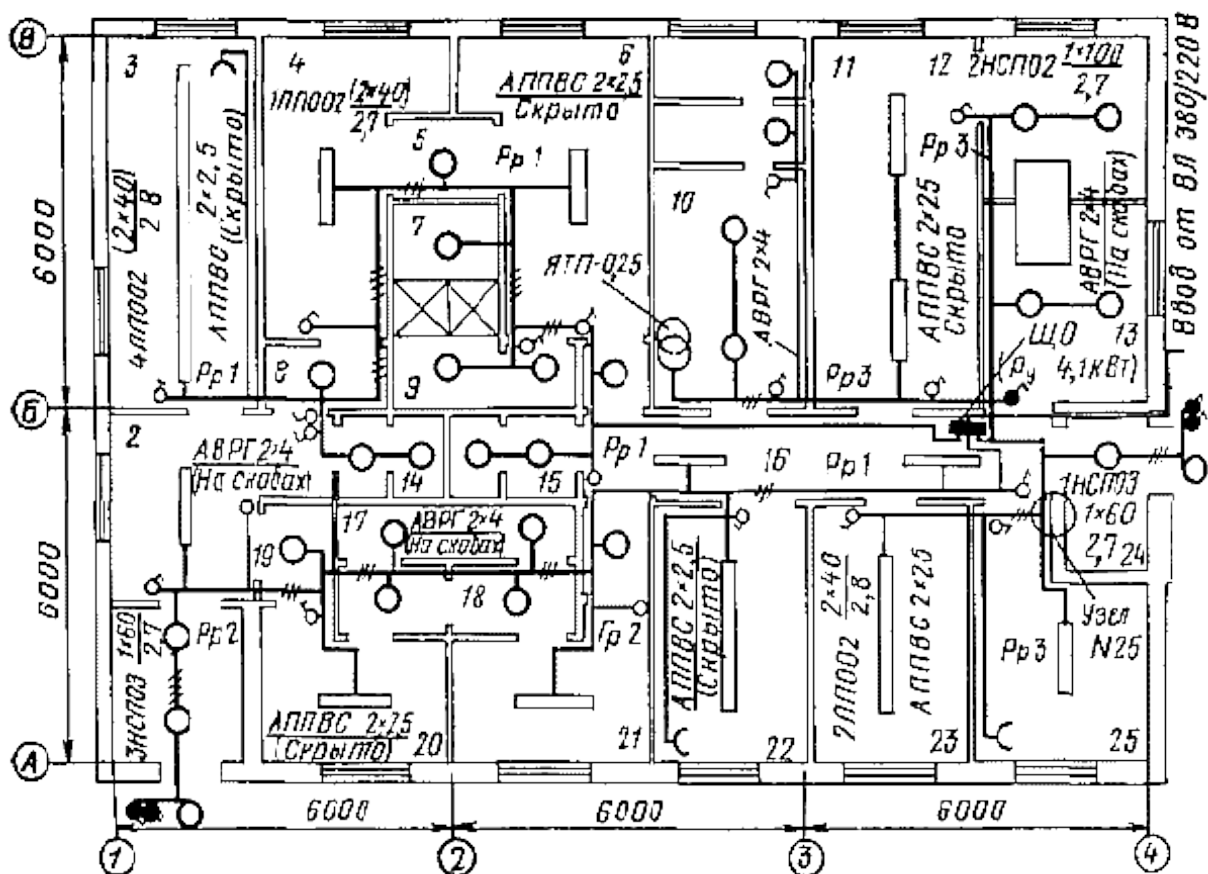
На второй стадии выполняют работы непосредственно на объекте в монтажной зоне: прокладывают узлы электропроводок, устанавливают и подключают выключатели, щитки, светильники, испытывают проводники под напряжением. ППР должен содержать план размещения электропроводок в помещениях, принципиальные схемы, схемы электрических соединений (монтажные схемы), рабочие чертежи и эскизы узлов электропроводок, подлежащих изготовлению в монтажно-заготовительной мастерской, спецификации на оборудование, материалы и инструмент, сметы.

Схемой электрических проводок на плане называется чертеж, на котором представлено расположение элементов электроустановки относительно строительных конструкций здания или сооружения. Размеры щитков, линий электропроводки, электроустановочных изделий, как правило, не соизмеримы с размерами помещений, поэтому их на планах изображают не в масштабе, а при помощи условных графических изображений [7, 8].

Чтение электрической схемы установки на плане заключается в том, что по условным графическим изображениям на плане определяют тип и конструктивные особенности токоприемников, осветительных приборов и ламп, линий рабочего и аварийного освещения, число проводов в линии, наличие штепсельных соединений, выключателей и щитов, а по проставленным размерам определяют место их расположения в здании или сооружении. Условные графические изображения электрооборудования и проводки на плане приведены в приложении 1.

Электрическая схема проводок на плане (рис. 8.1) обязательно сопровождается расчетно-монтажной схемой, где дано обозначение и тип устанавливаемого оборудования и пускозащитной аппаратуры, марки и способы прокладки проводов, другие расчетные данные, необходимые для монтажа и наладки электроустановки. Схему электропроводок на плане (см. рис. 9.3) и монтажную схему для расчета освещения (рис. 8.4) всегда читают совместно.

Рис. 8.3. Электрическая схема осветительной электропроводки на плане санитарного пропускника



Групповой щиток					Групповая линия			Токотприемники			Расчетные данные			
№ по табл. №, тип, Р _у , Р _р , кВт, I _р , А	№ группы	тип автомата	ток термодв. расцепителя	ток электро-механического расцепителя	марка, число жил, площадь сечения провода	способ прокладки	длина, м	светильники, шт.	штепсельные розетки, шт.	выключатели, шт.	мощность, кВт	ток, А	потери напряжения, %	фаза
ЩО32-21 АЗ114 P _у =4кВт P _р =3,4кВт I _р =6,9А	1	АЕ-103У	15		АВРГ 2х4 На скобах 16 АППВС 2х2,5 Скрыто 50		16	1	7	1,4	6,3	0,6	А	
	2	АЕ-103У	15		АВРГ 2х4 На скобах 10 АППВС 2х2,5 Скрыто 53		16	1	8	1,38	6,2	0,7	В	
	3	АЕ-103У	15		АВРГ 2х4 На скобах 27 АППВС 2х2,5 Скрыто 41		15	1	10	1,32	6,0	0,2	С	
	ЯТП-0,25												24	

Рис. 8.4. Принципиальная монтажная схема для расчета осветительной электропроводки санитарного пропускника

Технология монтажа плоских проводов скрыто под штукатуркой. Технология определяет последовательность и содержание монтажных операций. При скрытой прокладке проводов под штукатуркой выполняют следующие технологические операции.

Разметка – включает разметку мест ввода, установки группового и квартирного щитка, линий прокладки проводов, а также мест установки светильников, ответвительных коробок, штепсельных розеток, выключателей.

Заготовка трасс проводов – включает заготовку отверстий для прохода проводов через стены; сверление или пробивание вручную гнезд под коробки для ответвления проводов, установку выключателей и розеток; пробивку борозд при помощи

электромолотка или электрофрезы; установку конструкций: крюков для светильников, коробок под выключатели и для ответвления проводов и других крепежных элементов.

Прокладка проводов предусматривает: правку проводов путем протягивания провода через сухую тряпку, зажатую в руке электромонтажника (рис. 8.5, а); заготовку концов проводов и протягивание их в коробки (рис. 8.5, б); изгибание проводов на поворотах (рис. 8.5, в); прокладку проводов в готовых бороздах (рис. 8.5, г); прокладку проводов по стенам с "примораживанием" их алебастровым раствором (рис. 8.5, д).

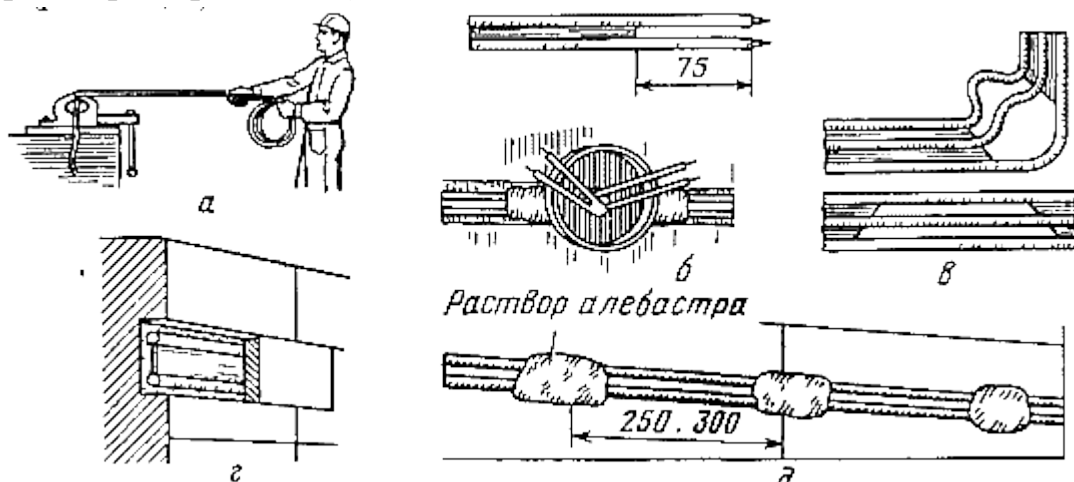


Рис. 8.5. Прокладка проводов скрытых электропроводок:

а - правка провода; б - протягивание проводов в коробку; в - изгибание проводов; г - прокладка в борозде; д - "примораживание" провода алебастровым раствором

Запрещается крепить провода скрытых электропроводок гвоздями. Прозвонку и подключение проводов выполняют после затвердевания алебастрового раствора в местах крепления проводов и коробок. Работы выполняют в следующей последовательности: заготавливают кольца на концах жил проводов в ответвительных коробках; проверяют схему проводки путем прозвонки; присоединяют жилы к винтовым зажимам коробки; закрывают коробку. Мастер (бригадир) обязан до оштукатуривания стен и заделки борозд составить исполнительную схему проводок и акт на скрытые работы по монтажу электропроводок. По окончании штукатурных работ необходимо проверить жилы электропроводок на обрыв, присоединить и установить выключатели, штепсельные розетки, светильники.

Монтаж скрытых электропроводок узловым методом. Монтаж электропроводок в жилых типовых зданиях рекомендуют вести узловым методом с изготовлением узлов на стендах в мастерских.

При подготовке заказа на стендовую заготовку необходимо проверить соответствие проекту фактических размеров помещений и их расположение.

На схеме электропроводок на плане выделяют узлы для размещения ответвительных коробок так, чтобы отходящие проводники протягивались не более чем через одно

отверстие в стене. Затем вычерчивают эскизы всех узлов с указанием числа и длины проводов, отходящих от узловой коробки до установочной арматуры.

Например, для помещения № 25 (см. рис. 9.3 в осях А–Б и 3–4) последовательность составления схемы соединений узла № 25 показана на рисунке 9.6, а, б, в. По схеме составляют спецификацию материалов.

Монтаж электропроводки в жилых, общественных, административных и бытовых зданиях может производиться **с использованием кабельных каналов и коробов** [9, 10].

Электропроводка, монтируемая в коробе, может выполняться по стенам, плинтусам и полу помещения (рис. 9.7), не нарушая его эстетичного вида, даже после проведения ремонта помещения. Проводка может быть также смонтирована в коробах для бетонных полов или в коробах под фальшполом.

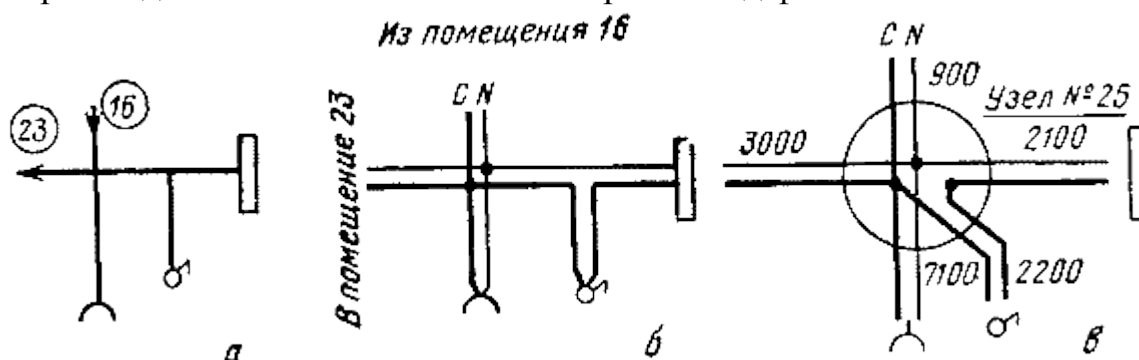


Рис. 8.6. Схемы соединения осветительной электропроводки в узле № 25:
а - однолинейная; б - многолинейная; в - соединение проводов в узловой коробке.

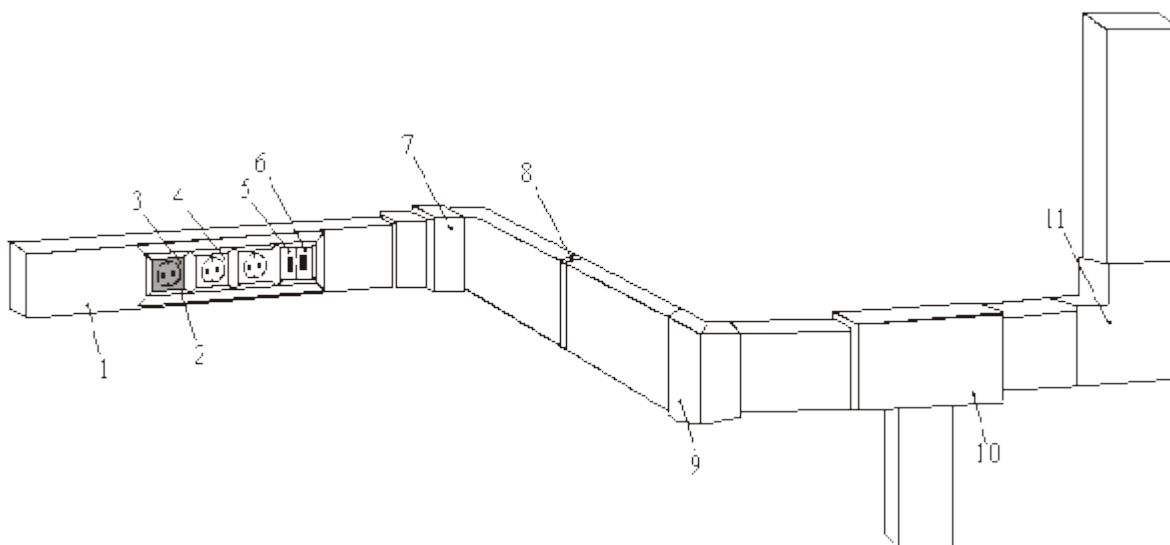


Рис. 8.7. Организация рабочего места в административном помещении на основе коробов:

1 – короб ТА-GN с направляющими; 2 – рамка-суппорт PDA-DN под электроустановочные изделия ДКС, серия «VIVA»; 3, 4 – розетка силовая; 5 – телефонная розетка RJ-11; 6 – компьютерная розетка RJ-45; 7 – внутренний изменяемый угол NIAV; 8 – соединение GAN на стык; 9 – внешний изменяемый угол NEAV; 10 – тройник/отвод NTAN; 11 – плоский угол NPAN

Преимущества этого вида электропроводки [9]:

- предельная быстрота установки «рабочего места»: рамки - суппорты монтируются простым защелкиванием. Без дополнительного крепежа в них защелкиваются электроустановочные изделия;
- нет необходимости использовать в коробе дополнительные установочные коробки, т.к. рамки - суппорты являются единственными компонентами, необходимыми для установки силовых, телефонных и компьютерных розеток в короб;
- экономичность системы при использовании розеток серии «VIVA» за счет присоединения кабеля к боковой, а не задней, части розеток. Таким образом, в коробе остается больше свободного места и появляется возможность использовать короб меньшего размера;
- специальные элементы на углах рамки - суппорта вырезаются для более надежного и эстетичного крепления крышки короба и рамки;
- наличие разделителей и крышек для них позволяет создавать обособленные отделения внутри короба и разделять различные сети. Крышка короба покрыта специальной пленкой для защиты от грязи и пыли при монтаже. Кроме того, на пленке показаны основные аксессуары и инструкции по монтажу. Система крепления крышки на канале исключает возможность самопроизвольного отсоединения крышки, а также снятия крышки руками без специального инструмента или отвертки. Внутренние и внешние изменяемые углы ($70-120^{\circ}$) для качественного монтажа при неровных стенах. Короба и аксессуары выдерживают удары, равные 6 Дж. Широкий ассортимент коробов (16 типоразмеров) и миниканалов (9 типоразмеров). Возможность монтажа электроустановочных изделий «DKC» серии «VIVA» (45x50 мм), «Mosaic 45» (45x45 мм) и «Gewiss 20 System» (45x46,5 мм).
- Возможность соединения со всеми линиями коробов из гаммы серии «ИНЛАЙНЕР».

Монтаж электропроводки открытым способом в цветных плинтус-кабель-каналах Rehau. Известный производитель ПВХ-изделий – компания Rehau разработала систему специальных герметичных двухкамерных коробов, позволяющих совместно развести по дому и электросети и трубопроводы, а также модификации только для электропроводки [10].

Порядок выполнения работы

1. Составьте однолинейную схему соединения электропроводки однокомнатной квартиры с системой заземления TN-C-S (модель квартиры – лабораторный стенд) с учетом размещения установочной арматуры по помещениям. Предусмотрите питание отдельных помещений квартиры от каждого из трех автоматических выключателей квартирного щитка.
2. Составьте схему соединений проводов в коробках.

3. Составьте схему электропроводок на плане квартиры и монтажную расчетную схему.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Однолинейная схема соединения электропроводки однокомнатной квартиры.
3. Схема соединений проводов в коробках.
4. Схема электропроводок на плане квартиры.
5. Монтажная расчетная схема.

Контрольные вопросы

1. Перечислите технические условия на монтаж электропроводок.
2. Перечислите требования к монтажу выключателей, патронов, розеток.
3. Назначение и содержание проекта производства работ.
4. В чем заключается монтаж электропроводок промышленными методами?
5. Как составить схему соединений узла электропроводок?
6. Расскажите об особенностях системы TN-C-S.
7. Расскажите, как на вводе в здание выполняется система уравнивания потенциалов.
8. Укажите основные преимущества монтажа электропроводки в каналах и коробах ДКС.
9. Расскажите технологию монтажа электропроводки в коробах в бетонном полу.
10. Расскажите технологию монтажа электропроводки в коробах под фальшполами.

Литература

1. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: Учеб. пособие для вузов/ П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.В. Девятков и др. Под ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат, 2009. - 160 с.
2. Правила устройства электроустановок. Раздел 6. Электрическое освещение. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Глава 7.1. Электроустановки жилых, общественных, административных и бытовых зданий. Глава 7.2. Электроустановки зрелищных предприятий, клубных учреждений и спортивных сооружений. - 7-е изд. - М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2006.
3. Защитное отключение в электроустановках зданий. – Нормы с комментариями/ О.К. Никольский, А.А. Сошников, Н.В. Цугленок. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010. – 71 с.
4. Душкин Н.Д., Монаков В.К., Старшинов В.А. Рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации зданий при применении устройств защитного отключения. – М.: Изд-во МЭИ, 2010. – 120 с.

Практическая работа 10 Тема «Монтаж электропроводок в трубах»

Цель работы

Ознакомиться с материалами и инструментом для монтажа электропроводок.

Изучить технологию монтажа электропроводок в трубах.

Научиться выполнять замеры, составлять эскизы и заявки на электропроводки.

Задание к работе

1. Изучить технологию монтажа электропроводок в трубах, образцы материалов и инструмента для их монтажа.
2. Собрать трубопровод из элементов заготовок и затянуть провода.
3. Измерить сопротивление изоляции электропроводок и проверить непрерывность цепи зануления.
4. Под руководством преподавателя подключить проводки к электроприемнику и сети, проверить их работу.

Общие сведения

Электропроводки в трубах выполняют с целью их защиты от механических повреждений или от воздействия окружающей среды (например, сырость, взрывоопасные смеси, химически активные газы).

Для электропроводок применяют: стальные обыкновенные водогазопроводные трубы; стальные легкие (тонкостенные) водогазопроводные трубы; полиэтиленовые и полипропиленовые трубы; винипластовые трубы; металлические глухие стальные короба; металлические гибкие рукава, гибкие гофрированные трубы и гибкие армированные трубы [1, 2, 3, 4, 5].

Правилами устройства электроустановок установлены ограничения на применение труб:

- обыкновенные водогазопроводные трубы рекомендуют только для электропроводок в наружных установках, помещениях со взрывоопасной или химически активной средой; во всяких других помещениях – только как исключение, при наличии экономических обоснований;
- запрещено применение: стальных тонкостенных труб и коробов (с толщиной стенок 2 мм и меньше) в сырых, особо сырых помещениях и в наружных установках;
- неметаллических труб во взрывоопасных помещениях, а при открытой прокладке в зрелищных предприятиях, клубах, детских и лечебных учреждениях и на чердаках;
- полиэтиленовых и полипропиленовых в перечисленных выше помещениях для открытой и скрытой прокладки;
- полипропиленовых труб для прокладки в животноводческих помещениях.

Винипластовые трубы по сгораемым основаниям должны прокладываться по намету штукатурки 5 мм или по асбесту толщиной 3 мм. Запрещено прокладывать провода в трубах, проложенных в земле вне зданий.

Для открытой и скрытой электропроводки применяются гибкие гофрированные трубы из самозатухающего поливинилхлоридного (ПВХ) пластика и слабогорючего полиэтилена низкого давления (ПНД), которые производятся в России предприятием ДКС («Диэлектрические кабельные системы»)

[4, 5]. Кроме этого, ДКС производит армированные трубы, перфорированные короба, жесткие трубы, кабельные каналы и короба, металлические лотки и модульные щитки.

Гибкая армированная труба ДКС для электропроводки состоит из прочного спиралевидного каркаса, залитого ПВХ-пластиком для герметизации.

Преимущества применения гофрированных труб ДКС при монтаже электропроводки:

- дополнительная изоляция кабеля (сопротивление изоляции не менее 100 МОм) – исключается возможность поражения током при повреждении изоляции кабеля;
- не поддерживает горение (тест проволокой, нагретой до 650 °С);
- механическая защита от повреждений кабеля – гарантия безопасности и качества сети;
- в гофрированную трубу на фабрике закладывается стальной трос (протяжка) – сначала труба с протяжкой укладывается в стену, а при монтаже кабеля нужно лишь соединить концы троса и кабеля и потянуть трос с противоположного конца трубы – временные затраты на монтаж кабеля уменьшаются в 3 раза;
- вся гофрированная труба уложена в небольшие герметично упакованные бухты по 100, 50 и 25 м, а жесткая труба – в упаковки длиной по 2 и 3 метра;
- труба "ДКС", в отличие от металлорукава и металлической трубы, легка и удобна в транспортировке, погрузке и складировании, не требует утомительной резки и сварки, не нуждается в заземлении, не подвержена коррозии;
- применяется для скрытой проводки в потолках, стенах из негорючих и слабогорючих материалов, в том числе и в полу;
- тяжелая и сверхтяжелая труба отличается дополнительной прочностью и специально предназначена для монтажа в цементной стяжке или под заливку бетоном.

Предприятие ДКС выпускает трубы серий: 7 (полипропилен, цвет оранжевый и черный, монтаж в диапазоне температур –40 ... +100 °С), 8 (слабогорючая композиция на основе полипропилена, цвет серый, диапазон температур –40 ... +100 °С), 9 (самозатухающий ПВХ-пластикат, цвет серый, монтаж при температуре –5 ... +60 °С) и 10 (самозатухающий полипропилен, цвет синий, монтаж при температуре –40 ... +100 °С). Трубы имеют внешний диаметр от 16 до 50 мм. В бухте может быть от 100 до 15 м трубы.

Для монтажа открытой проводки по стенам, по потолкам из несгораемых и трудносгораемых материалов при температуре от –5 до +60 °С ДКС выпускает гладкую жесткую трубу из самозатухающего ПВХ-пластиката серого цвета наружным диаметром 16 ... 63 мм. Все жесткие трубы – в упаковке длиной по 2 и 3 метра.

Работы по монтажу электропроводок в трубах выполняют в две стадии при помощи механизмов и промышленных заготовок.

Заготовка трубопроводов для электропроводок. Заготовку ведут в мастерских на участках энергетической службы хозяйства по предварительным замерам. Материал и диаметр труб должен соответствовать проекту. Замеры и эскизы электропроводок в трубах выполняют специально обученные лица или инженерно-технические работники. Трубы очищают и окрашивают внутри и снаружи. Изгибы труб выполняют с нормализованными радиусами и углами.

Разметка трубных трасс и составление эскизов на заготовку. Трассы размечают в соответствии с их расположением на чертежах. Сначала отмечают расположение концов труб, подходящих к щитам, электроприемникам, аппаратам управления. Затем размечают трассы электропроводок, места установки коробов, углы поворотов, точки крепления.

При составлении замерочных эскизов (рис. 3.1) используют условные графические обозначения, приведенные в таблице 3.1.

Заготовка элементов трубопроводов. Стальные трубы сначала осматривают, отбраковывают мятые, выправляют гнутые; очищают от грязи, ржавчины металлической щеткой; внутри очищают электросверлилкой с ершиком на гибком валу; окрашивают внутри и снаружи краскопультom или покрывают битумным лаком. Диаметр труб выбирают по номограмме [2] в зависимости от числа, площади сечения проводов и сложности трассы. По эскизам заготовки составляют ведомость (таблица 3.2).

Затем трубы размечают и режут ножовкой или абразивным кругом на маятниковой пиле; накатывают или нарезают резьбу (не менее пяти полных ниток) резьбонакатным патроном; снимают заусенцы в торцах райбером или напильником; изгибают ручным или механическим трубогибом, например ТРТ-24 (рис. 4.2), придерживаясь стандартных углов изгиба – 90° , 105° , 120° , 135° , 150° и радиусов изгиба – 800 мм и 400 мм; готовые элементы укомплектовывают коробками, муфтами, гайками, собирают в блоки, маркируют и отправляют на место монтажа.

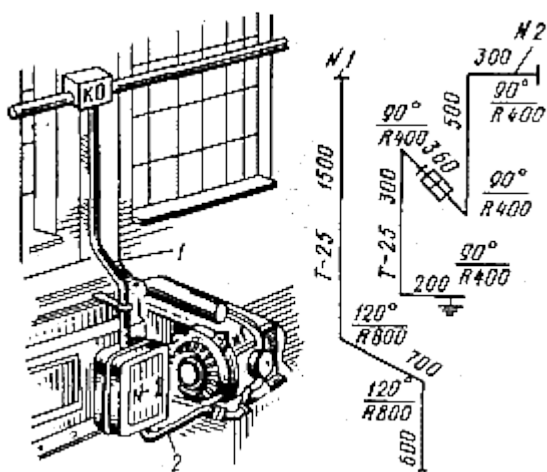


Рис. 3.1. Пример выполнения замерочного эскиза для трубной заготовки на ответвление к электродвигателю:

1 – участок от коробки ответвления до пускателя магнитного; 2 - участок от пускателя до электродвигателя

Таблица 3.1

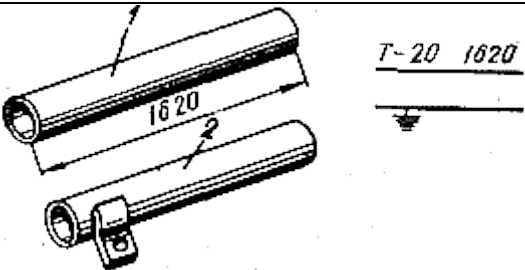
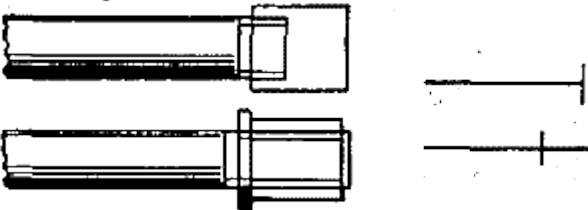
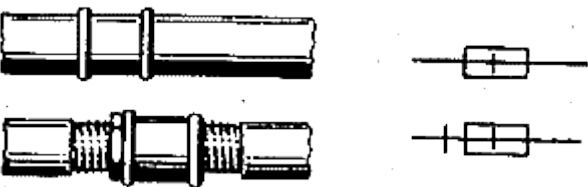
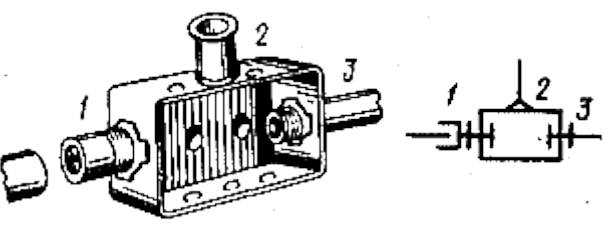
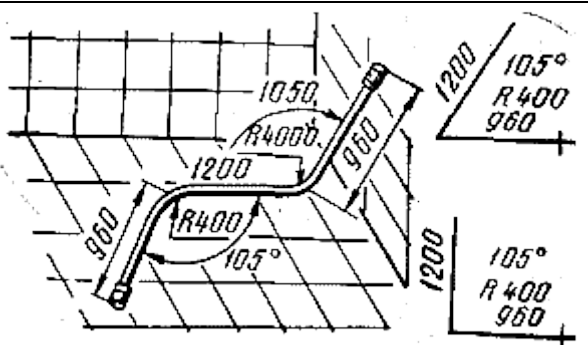
Эскиз элемента	Условное обозначение
	Отрезки стальных труб без резьбы: 1 - труба диаметром 20 мм длиной 1620 мм; 2 - труба с фланжом для болта зануления
	Труба оканчивается короткой резьбой: полусгон – 0,5 длины муфты; труба оканчивается длинной резьбой: сгон для муфты и контргайки
	Трубы соединены муфтой на полусгонах; то же муфтой на сгоне и полусгоне
	Коробка ответвительная с присоединением труб к корпусу: 1 - патрубок с заземляющими царапающими гайками; 2 - муфта приварена к коробке; 3 - ввод трубы с полусгоном в коробку
	Труба изогнута в горизонтальной плоскости под углом 105° с радиусом 400 мм (условное обозначение – острый угол). Труба изогнута в вертикальной плоскости (условное обозначение – прямой угол)

Таблица 3.2

Маркировка элемента	Труба		Трасса		Длина участков труб; размеры углов, радиусы изгибов, мм
	материал и размер, мм	длина, м	начало	конец	
1	T-25	2,8	Коробка КР1	Магнитный пускатель № 1	$1500; \frac{120^\circ}{R 800}; 700; \frac{120^\circ}{R 800}; 600$

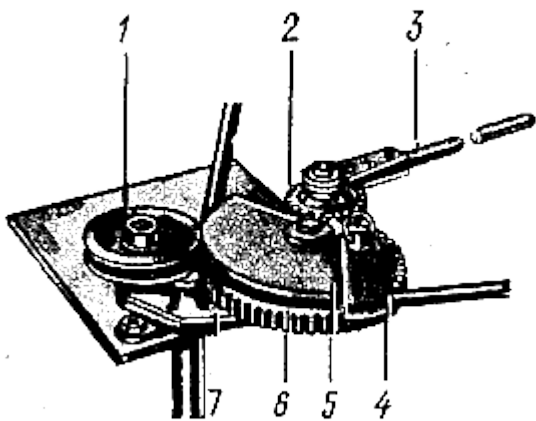


Рис. 3.2. Ручной трубогиб ТРТ-24:

1 - ролик; 2 - малая шестерня; 3 - рычаг; 4 - хомут; 5 - ручьевого сектор; 6 - большая шестерня; 7 - плита

Пластмассовые трубы изгибают только в горячем состоянии при температуре 100...130 °С; соединение выполняют склеиванием или сваркой на муфтах или раструбках, которые изготавливают приспособлением из нагретых отрезков пластмассовой трубы.

Монтаж труб и электрических проводов. Электропроводки в трубах должны монтироваться с учетом условий окружающей среды. Трубы укладывают с уклоном (не нормируется), чтобы не собиралась конденсирующаяся влага. Соединение труб во взрывоопасных и пожароопасных зонах, в наружных установках, во влажных, сырых и особо сырых помещениях, а также при скрытой прокладке выполняют только на резьбе с уплотнением лентой ФУМ или паклей с суриком.

Приваривать трубы электропроводок к конструкциям или оборудованию запрещено. Число и площадь сечения проводов в трубах определяют по проекту. Выполнять сварочные работы на трубах с проводами запрещено.

Все металлические элементы должны быть защищены от коррозии. Металлические части электропроводок в трубах зануляют или заземляют.

Соединение и присоединение труб. Для соединения труб в сухих, влажных, пыльных помещениях кроме муфт на резьбе применяют муфты ТР. Соединение труб с корпусами электроприемников выполняют сгоном муфты с трубы на приваренный патрубок или двумя заземляющими гайками (рис. 3.3, а). При соединении трубопроводов используют трубный ключ. Для гибкого подвода проводов, например к вибрирующему оборудованию, используют гибкие вводы из покрытого пластиком отрезка металлорукава. На концах труб для защиты изоляции проводов устанавливают разъемные или неразъемные пластмассовые втулки.

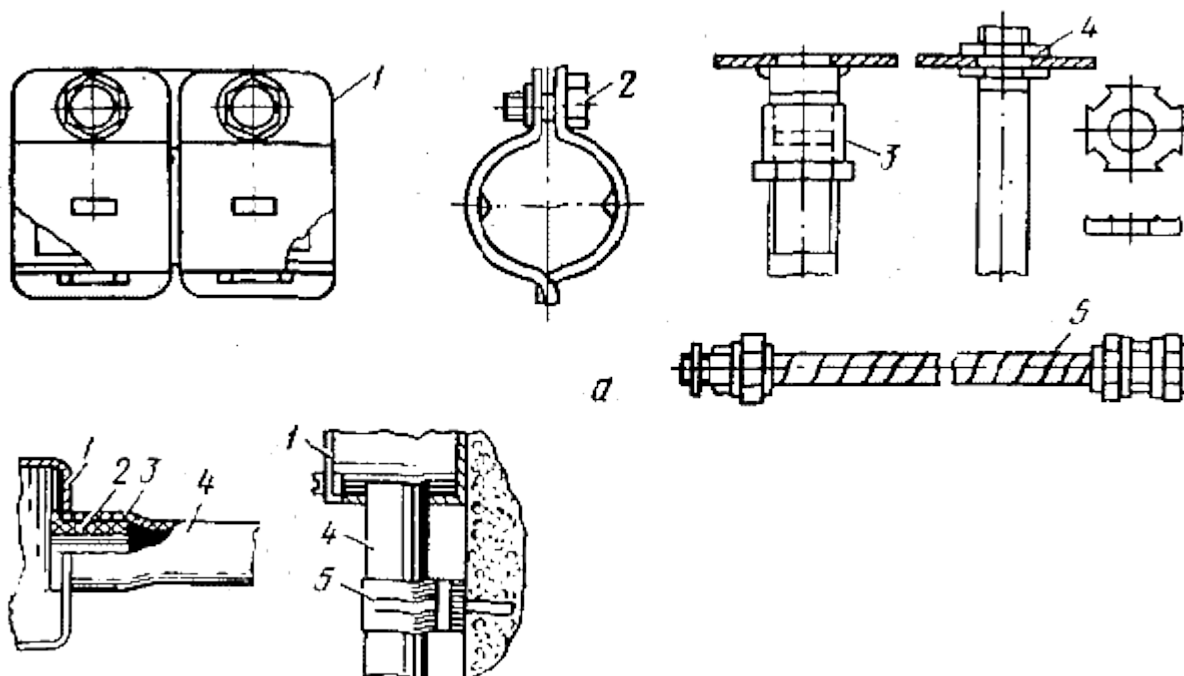


Рис. 3.3. Соединение и присоединение труб:

а - стальных: 1 - муфта типа ТР; 2 - болт с гайкой; 3 - стоп; 4 - заземляющие гайки; 5 - гибкий ввод;

б - пластмассовых: 1 - коробка; 2 - втулка; 3 - раструб; 4 - труба; 5 - скоба; 6 - компенсатор

Пластмассовые трубы присоединяют к коробке при помощи пластмассовой втулки и раструба, или свободно вводят в корпус и крепят скользящей пластмассовой скобой (рис. 3.3, б).

Винипластовые трубы при колебаниях температуры изменяют свою длину (до ± 1 мм на 10°C на 1 м трубы). Для компенсации температурного удлинения труб устанавливают сальниковый компенсатор в виде отрезка винипластовой трубы, закрепленной в скобе.

Для монтажа гибких гофрированных труб предприятие ДСК выпускает держатели различных типов, муфты и заглушки, соответствующие размерам труб. Для герметичного соединения жестких труб ДКС под углом 90° при открытой проводке во влажных, запыленных помещениях или снаружи зданий предназначен поворот RAL 7035 (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Поворот на 90 градусов труба-труба с малым радиусом, IP 65, ПВХ, цвет серый RAL 7035

Кроме этого, предприятие ДКС выпускает следующие аксессуары:

- муфта труба – труба с ограничителем и без него;
- коробки ответвительные с кабельными вводами;
- переходник армированная труба - жесткая труба;
- коробка с тремя выводами;
- муфта гибкая труба – труба;
- муфта труба – коробка;
- кабельный зажим с контргайкой;
- держатели с хомутом и защелкой и т.д.

В комплексе с гладкой жесткой трубой ДКС и аксессуарами для монтажа армированная труба позволяет осуществить проводку информационных и силовых сетей на любых сложных участках, встречающихся в процессе монтажа: при поворотах в разных плоскостях, при сферических поверхностях и т.д. Благодаря своей гибкости и устойчивости к динамическим нагрузкам возможно применение армированной трубы в аппаратах и устройствах с подвижными частями в качестве изоляции проводки. Протяжка кабеля в армированной трубе не составляет больших трудностей благодаря гладкой внутренней поверхности трубы. Широкий выбор диаметров армированной трубы (от 10 мм до 50 мм) позволит изолировать практически любое количество кабеля различных сечений.

Зануление и заземление электропроводок выполняют гибкой медной перемычкой от трубы к корпусу или через трубу заземляющими гайками. Вставки из металлорукава соединяют заземляющей перемычкой из троса при помощи муфты ТР-3 (рис. 3.5).

Затягивание проводов. Перед затягиванием проводов трубопроводы проверяют и продувают воздухом или протягивают ершик. В трубы затягивают стальную проволоку диаметром 1,5...3,5 мм с петлей на конце. Провода выравнивают, протягивая их через зажатую сухую тряпку, присоединяют к проволоке и затягивают два монтера в рукавицах – один тянет проволоку, другой с противоположной стороны подает провода в трубу.

В коробках и у концов труб оставляют запас провода для присоединения.

Соединение проводов делают только в коробках (в трубах соединять запрещено) и тщательно изолируют. На выводах проводов из труб укрепляют маркировочные бирки с указанием их назначения, марки и площади сечения проводов.

Проверка и испытание трубных проводок. Смонтированные электропроводки осматривают инженерно-технические работники (ИТР) и сверяют с проектом.

Допущенные отступления от проекта, согласованные с заказчиком и не нарушающие требований ПУЭ, СНиП, ПЭЭП, вносят в исполнительные рабочие чертежи.

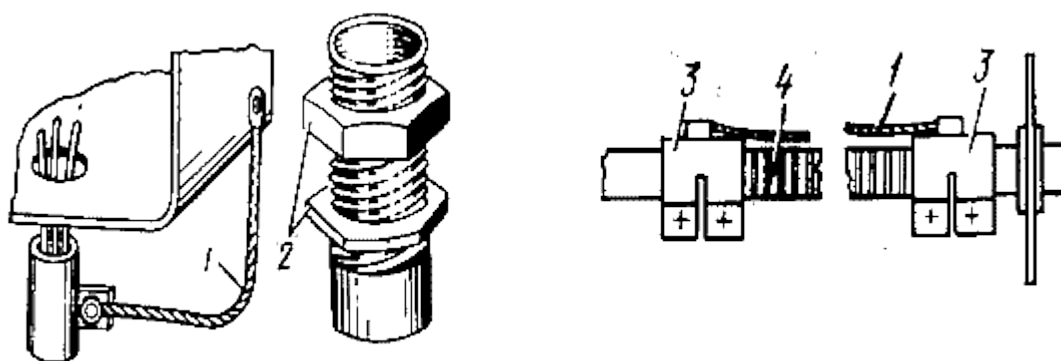


Рис. 3.5. Зануление (заземление) труб:

1 - гибкая перемычка; 2 - заземляющие гайки; 3 - муфта типа ТР; 4 - металлорукав
Проверке подлежат: надежность креплений, соединения, наличие зануления, соединения проводов в коробках и с оборудованием.

У электропроводок в трубах испытывают: сопротивление изоляции проводов между собой и между каждым проводом и землей (трубой), норма не менее 0,5 МОм; непрерывность цепи зануления между корпусом электроприемника и нулевой шиной вводного щита. Испытания проводят мегомметром на 1000 В в последовательности, показанной на рисунке 3.6 (а, б, в).

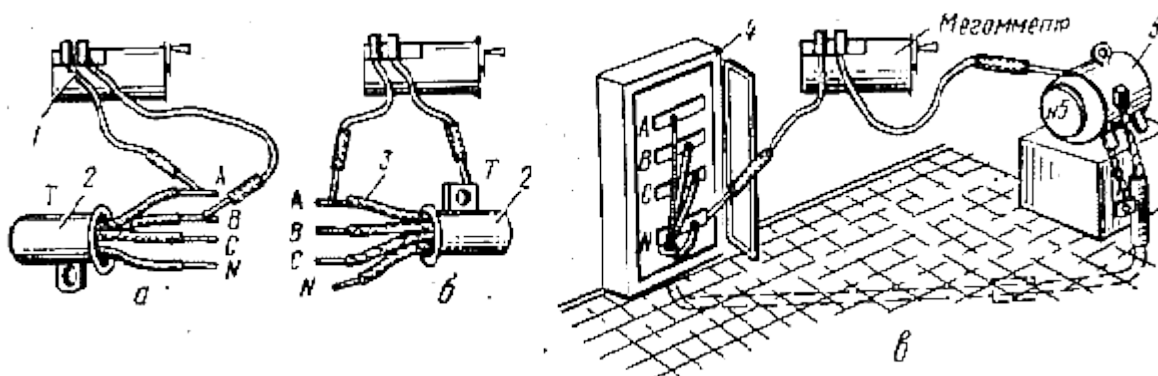


Рис. 3.6. Измерение сопротивления изоляции трубных электропроводок:

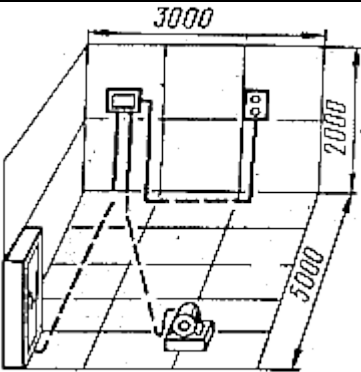
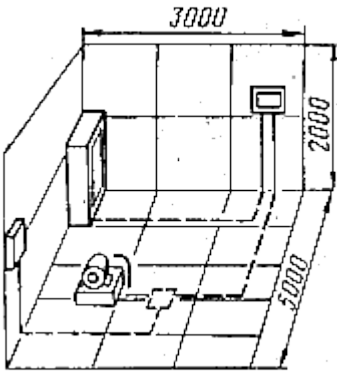
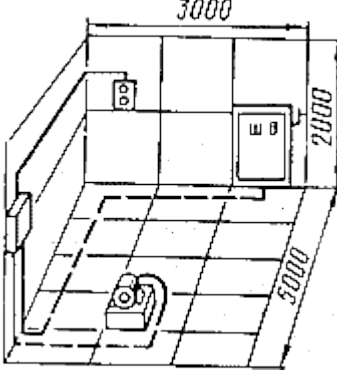
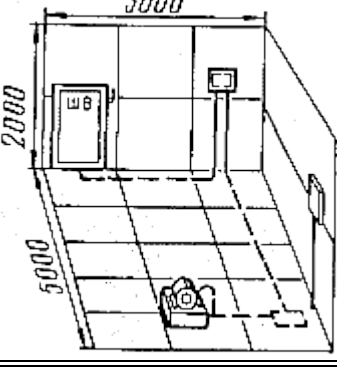
а – между проводами; б – между каждым проводом и трубой; в – проверка непрерывности цепи зануления электродвигателя: 1 - мегомметр; 2 - труба; 3 - провод; 4 - шкаф; 5 - электродвигатель

Порядок выполнения работы

1. Вычертите эскиз электропроводки в соответствии с вариантом задания (табл. 4.3) и составьте указания по монтажу.
2. Вычертите замерочные эскизы и составьте трубозаготовительную ведомость - заявку (см. табл. 3.2) на материалы и инструменты.
3. Вычертите эскиз трубной электропроводки указанной преподавателем электроустановки.

Таблица 3.3

Порядковый номер студента в бригаде	Характеристика электропроводок в трубах		Схема расположения шкафа ввода, электродвигателя, пускателя и кнопки управления в помещении
	материал труб для прокладки проводов	марка провода и площадь	

		сечения жил, мм	
1	Силовые цепи (винипластовые) Цепи управления (стальные)	АПВ 4 (1х6) АПВР 3 (1х2,5)	
2	Силовые цепи (стальные) Цепи управления (полиэтиленовые)	ПВ 3 (1х10) ПВ 4 (1х1,5)	
3	Силовые цепи (полиэтиленовые) Цепи управления (стальные)	АПРВ 4 (1х16) АПВ 3 (1х2,5)	
4	Силовые цепи (винипластовые) Цепи управления (стальные)	АПВ 4 (1х2,5) АПВ 4 (1х2,5)	

4. Составьте протокол измерений сопротивления изоляции электропроводок и непрерывности цепи зануления для испытания указанной электроустановки. До начала измерения изоляции в вводно-распределительных устройствах, щитах, шкафах проверьте, на какое испытательное напряжение рассчитана изоляция проводов и аппаратов; отключите коммутационный аппарат на вводе (автоматический выключатель, рубильник); снимите предохранители (если они имеются).

Соппротивление изоляции жил кабелей, проводов, обмоток измеряют по отношению к корпусам аппаратов и шкафов; между фазами в пределах одной цепи; между цепями, электрически не связанными одна с другой, например между первичными и вторичными цепями.

Если сопротивление изоляции ниже 0,5 МОм, то участок с пониженной изоляцией разбивают на более мелкие элементы (отдельные проводники, обмотки и т. п.) и поочередно проверяют их сопротивление. Данные измерений занесите в протокол.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Эскиз варианта электропроводки, трубозаготовительная ведомость-заявка.
3. Эскиз трубной электропроводки электроустановки, указанной преподавателем.
4. Протокол измерений сопротивления изоляции электропроводок и непрерывности цепи зануления.

Контрольные вопросы

1. Назовите область применения стальных и пластмассовых труб для электропроводок.
2. Назовите порядок составления замерочных эскизов.
3. Какова последовательность заготовки трубных электропроводок?
4. Укажите стандартные углы изгиба стальных труб.
5. Расскажите технологию изгибания стальной трубы ручным трубогибом ТРТ-24.
6. Укажите основные преимущества монтажа электропроводки в трубах ДКС.
7. Как соединить гладкую жесткую трубу из самозатухающего ПВХ-пластиката с гибкой армированной трубой?
8. Как затягивают провода в трубы?
9. Как осуществляют зануление труб?
10. Как проверяют и испытывают трубные электропроводки?

Литература

1. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: Учеб. пособие для вузов / П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.В. Девятков и др. Под ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат, 2009. - 160 с.
2. Соколов Б.А., Соколова Н.Б. Монтаж электрических установок. – М.: Энергоатомиздат, 2009. – 592 с.
3. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Технология электромонтажных работ: Учеб. пособие для проф. учеб. заведений. – М.: Высш. шк.; Изд. центр «Академия», 2012. – 301 с.
4. Трубы и аксессуары для открытой и скрытой электропроводки. Каталог общий 2010. – М.: ЗАО «Диэлектрические кабельные системы», 2000. – 20 с.

**МДК 01.02 Организация работ по сборке, монтажу и ремонту
электрооборудования промышленных организаций**
Тема 1. Монтаж и ремонт внутренних электрических сетей.

**Практическая работа 1 Тема « Исследование искусственного
освещения в рабочих помещениях»**

Цель работы: научиться измерять освещенность на рабочих местах и выполнять светотехнический расчет общего и местного освещения.

Краткие сведения об искусственном освещении рабочих мест

1.1 Основные световые величины и единицы их измерения

Световой поток (F) - мощность видимого светового излучения источника света в единицу времени, оцениваемого зрительным ощущением.

Единица светового потока - люмен (лм) равна потоку, излучаемому абсолютно черным телом с площадью 0,5305 мм² при температуре затвердевания платины (1773°C).

Величина светового потока зависит от световой отдачи светильников, которая составляет: 9-15 лм/Вт для ламп накаливания и 20-30 лм/Вт - для люминесцентных ламп.

Освещенность (E) - поверхностная плотность светового потока, равная отношению светового потока к величине освещаемой поверхности. Единица освещенности - люкс (лк), (лк = лм/м²).

Сила света (I) - пространственная плотность светового потока, равная отношению светового потока к величине телесного угла, в котором равномерно распределено излучение. Единица силы света - кандела (кд), (кд = лм/стер.).

Яркость (B) - поверхностная плотность силы света, испускаемого в данном направлении единицей светящейся поверхности. Измеряется в нитах (нт), (нт = кд/см²) или в стильбах (сб), (сб = кд/м²). Безболезненно человек воспринимает яркость $B \leq 7500$ нт (0,75 сб).

Контраст объекта с фоном характеризуется отношением яркостей рассматриваемого объекта и фона:

$$K = (B_{\text{фона}} - B_{\text{объекта}}) : B_{\text{фона}} , \quad (1)$$

где $B_{\text{фона}}$ – яркость фона;

$B_{\text{объекта}}$ – яркость объекта.

Контраст объекта с фоном считается большим при $K > 0,5$; средним при $K = 0,2 \dots 0,5$; малым при $K < 0,2$.

Искусственное освещение

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на:

- а) рабочее (для освещения участков пространств, предназначенных для работы, движения транспорта и прохода людей);
- б) аварийное (для продолжения работ при аварийном отключении рабочего освещения), не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк для территории предприятий;
- в) эвакуационное (при числе эвакуирующихся более 50 человек), не менее 0,5 лк в помещении и не менее 0,2 лк на открытых территориях;
- г) охранное или дежурное (в нерабочее время), не менее 0,5 лк.

Система освещения может быть общей и комбинированной, когда к общему освещению добавляется местное.

Общее освещение подразделяется на общее равномерное и общее локализованное, когда светильники размещены применительно к расположению оборудования. Применение только местного освещения внутри зданий запрещается. Чтобы избежать больших контрастов между рабочим местом и окружающим пространством, доля общего освещения в комбинированном должна составлять не менее 10%:

В качестве источников искусственного освещения применяются в основном газоразрядные лампы и лампы накаливания.

В лампах накаливания свет получается в результате нагрева электрическим током вольфрамовой нити. Лампы накаливания наиболее широко распространены в быту из-за своей простоты, надежности и удобства эксплуатации. На производстве, в учреждениях применяются меньше. В маркировке ламп накаливания буква В обозначает вакуумные лампы, Г – газонаполненные, К – лампы с криптоновым наполнением, Б – биспиральные лампы.

В газоразрядных лампах видимое излучение возникает в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов или паров металлов, которыми заполняется колба лампы. Газоразрядные лампы получили наибольшее распространение на производстве, в организациях и учреждениях прежде всего из-за значительно большей светоотдачи и срока службы.

Газоразрядные лампы бывают: а) лампы низкого давления (ЛД, ЛХБ и др.); б) дуговые ртутные (ДРЛ); в) металлогалогеновые (МГЛ); г) натриевые (ДНаТ); д) ксеноновые (ДКсТ).

Газоразрядные лампы имеют ряд преимуществ перед лампами накаливания:

- а) большую световую отдачу (40-110 лм/Вт против 7-20 лм/Вт);
- б) большой срок службы (8000-12000 ч против 3000-2500 ч);
- в) возможность получения светового потока практически в любой части спектра путем подбора инертных газов и паров металла, в атмосфере которых происходит разряд.

Газоразрядные лампы имеют и недостатки. Это пульсация светового потока, которая искажает зрительное восприятие и отрицательно влияет на зрение. Может

возникнуть стробоскопический эффект, то есть неправильное восприятие скорости движения предметов, вращающиеся части механизмов могут показаться неподвижными и стать причиной травматизма. Пульсации освещенности также вызывают быстрое утомление зрения и головную боль. Другие недостатки: длительность разгорания, зависимость их работоспособности от температуры окружающей среды, создание радиопомех.

Расчет искусственного освещения

Искусственная освещенность нормируется СНиП 23-05-95 по абсолютной величине (E , лк) для производственных помещений в пределах 30...5000 лк в зависимости от характеристики зрительной работы и системы освещения, а для жилых, общественных и вспомогательных зданий в пределах 5...3000 лк в зависимости от функционального назначения помещения. Нормы освещенности общего искусственного освещения строительных площадок, участков работ и рабочих мест приведены в зависимости от вида работ в СНиП 23-05-95.

При проектировании искусственного освещения применяют три метода расчета: точечный, по коэффициенту использования светового потока и по удельной мощности.

1.3.1 Метод коэффициента использования светового потока является основным при расчете общего равномерного освещения, т.к. учитывается световой поток и от источника света и отраженной световой поток.

Необходимое количество светильников определяется по следующей формуле:

$$n = F : \Phi_{\text{л}}, \quad (2)$$

где F - общий световой поток в соответствии с нормами освещенности, лм;

$\Phi_{\text{л}}$ - световой поток одной лампы, принимаемый по светотехническому справочнику в зависимости от тока и мощности лампы, лм.

Общий световой поток в соответствии с нормами освещенности подсчитывают по формуле:

$$F = (E_{\text{н}} \cdot S \cdot k \cdot Z) : \eta, \quad (3)$$

где $E_{\text{н}}$ - нормативная освещенность, лк;

S - освещаемая площадь помещения, м^2 ;

k - коэффициент запаса, учитывающий запыление светильника (1,3 - для ламп накаливания, 1,5 — для люминесцентных ламп и др.);

Z - коэффициент неравномерности освещения, отношение средней освещенности к минимальной (от 1,1 до 1,2), при освещении линиями светильников $z = 1,1$, а по углам $z = 1,15 \dots 1,2$;

η - коэффициент использования светового потока, равный отношению потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп.

Определяется по индексу помещения i и коэффициентам отражения стен и потолка.

Индекс помещения определяется по выражению:

$$i = a \cdot b / [h(a + b)], \quad (4)$$

где a -длина помещения, м;

b – ширина помещения, м;

h - расчетная высота помещения, м.

Расчетная высота h определяется по формуле:

$$h = H - h_c - h_g, \quad (5)$$

где H - высота помещения, м;

h_c – расстояние от светильника до потолка, м;

h_g - высота до освещаемой горизонтальной поверхности от пола, м.

Зная характеристику помещения, тип лампы и светильника и их световой поток, можно рассчитать освещенность в помещении по формуле:

$$E = (F \cdot \eta \cdot n) / (S \cdot k \cdot z). \quad (6)$$

1.3.2 При точечном методе расчета, используемый при общем локализованном и местном освещении, отраженный световой поток не учитывается.

Световой поток лампы подсчитывают по формуле

$$F_{\text{л}} = 1000 E_{\text{н}} / (\mu \cdot \varepsilon), \quad (7)$$

где $E_{\text{н}}$ - нормативная освещенность, лк;

μ - коэффициент, учитывающий удаленность светильника (от 1,1 до 1,2);

ε - ровная освещенность (лк), принимаемая по графику пространственных изолюкс в зависимости от типа светильника.

При расчетах освещенности можно пользоваться готовыми альбомами изолюкс (изолюкса - это рабочая характеристика светильника или прожектора соответствующего типа на условной плоскости, перпендикулярной его оси, отнесенной к расстоянию в 1 м).

1.3.3 Метод расчета освещенности по удельной мощности наиболее прост, но и наименее точен. Количество светильников определяется по формуле:

$$n = (P_{\text{уд}} \cdot S) / P_{\text{л}}, \quad (8)$$

где $P_{\text{уд}}$ - удельная мощность светильника, Вт/м²;

$P_{\text{л}}$ — мощность лампы, устанавливаемой в светильнике, Вт;

S – освещаемая площадь помещения, м².

$P_{\text{уд}}$ - определяется или по таблице в зависимости от типа светильника, или по следующей формуле:

$$P_{\text{уд}} = (0,16...0,25) \cdot E_{\text{н}} \cdot k, \quad (9)$$

где $E_{\text{н}}$ - нормативная освещенность, лк;

k – коэффициент запаса, учитывающий запыление светильника.

Для оптимального освещения важно исключить слепящее действие светильников и прожекторов, зависящее в основном от высоты подвески. Поэтому при расчете освещенности в помещениях наилучшую высоту подвески можно приближенно определить из выражения:

$$h = 0,4 \sqrt{S}, \quad (10)$$

где S - освещаемая площадь помещения, м².

Минимальная допустимая высота расположения прожектора определяется по таблице в зависимости от мощности прожектора или по следующей формуле:

$$H=0,058\sqrt{I \max}, \quad (11)$$

где $I \max$ - осевая сила света ламп по каталогу, кд.

Расстояние между центрами светильников можно определить по формуле:

$$L = h \cdot m, \quad (12)$$

где h – высота подвеса светильника, м;

m - соотношение расстояния между светильниками к высоте подвеса

(от 1,4 до 1,8 - оптимальное и от 1,2 до 2,5 предельно допустимое в зависимости от типа светильника).

Расстояние от крайних светильников до стены рекомендуется выбирать равным $C=0,3 \dots 0,5L$, при этом 0,5 принимается при наличии у стен проходов.

Описание прибора для измерения освещенности

Измерение освещенности производится прибором люксметром (Ю-16), состоящим из селенового фотоэлемента и гальванометра, отградуированного в люксах. Прибор имеет три основных предела измерения: 25-100-500 лк и три дополнительных: 2500-10000-50000 лк, получаемых при помощи светопоглотителя, надеваемого на фотоэлемент. Измерение следует начинать с менее чувствительной шкалы - 500 с надетым поглотителем. При отклонении стрелки менее чем на 10 делений делается переключение на более чувствительную шкалу 100 и т.д. вплоть до снятия поглотителя и действий в том же порядке, начиная со шкалы 500. При снятии показаний люксметра необходимо учитывать поправочные коэффициенты (0,8 - при измерении естественной освещенности, от 0,9 до 1,2 -искусственной, в зависимости от мощности лампы) для ламп накаливания – 1,0; для люминесцентных ламп типа ЛД-0.88; ЛДУ-0.95; ЛБ-1.15.

Порядок проведения работы

3.1 Обследование искусственного освещения рабочих мест помещения.

3.1.1 Подключить фотоэлемент к клеммам с соблюдением полярности.

3.1.2 Провести измерения освещенности от включенной лампы через каждые 1,0 м (от 1,0 до 5,0 м) и полученные результаты представить в виде таблицы А1.

3.1.3 По результатам замеров построить график зависимости $E=f(l)$ с помощью программы Microsoft Office Excel 2003. На графике указать участок, соответствующий нормативным требованиям (СНиП 23-05-95).

3.1.4 При включенном общем искусственном освещении в помещении замерить освещенность рабочего места, полученные данные занести в таблицу А2.

3.2 Расчет общей равномерной освещенности рабочих мест помещения методом коэффициента использования.

3.2.1 Определить характеристику помещения методом коэффициента использования.

- 3.2.2 Определить высоту подвеса светильников, их тип и количество, параметры люминесцентных ламп (приложение Б1).
- 3.2.3 Определить значение коэффициентов отражения потолка и стен (приложение Б 3).
- 3.2.4 Отразить нормативную освещенность (приложение Б 2).
- 3.2.5 Найти индекс помещения по формуле (4). По нему и известным коэффициентам отражения потолка и стен определить коэффициент использования светового потока (приложение Б 4).
- 3.2.6 Найти расчетную общую равномерную освещенность рабочих мест в помещении (формула 5) и определить соответствует ли она нормативной освещенности.
- 3.7.7 Внести все данные в таблицу А 3 и сделать вывод.

Форма и содержание отчета

Отчет студента по данной лабораторной работе должен состоять из теоретической и практической частей.

Теоретическая часть включает в себя описание кратких сведений об искусственной освещенности, а также краткой характеристики используемого прибора.

Практическая часть выполняется под руководством преподавателя. Все измерения и расчеты производятся в той последовательности, которая указана в разделе 3.

Полученные данные вписываются в представленные в приложении А таблицы.

Литература

СНиП 23-05 -95. Естественное и искусственное освещение. Взамен СНиП 11-4-79: Введ.0.1.01.96 / Минстрой России.– М.: ГП ЦПП, 1995.- 35 с

Девисилов В.А. Охрана труда. Учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования./ В.А. Девисилов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 400 с.: ил.

Орлов Г.Г. Охрана труда в строительстве. Учебник строительных специальностей вузов / Г.Г. Орлов. - М.: Высшая школа, 2014. -343с.

4. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности: учеб. для вузов / С.В. Белов и др.- М.: Высшая школа, 2009. – 448 с.

Приложение А

(обязательное)

Таблица А 1 – Результаты замеров освещенности на различном расстоянии от источника

Расстояние от источника. L, м	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
E, лк					

Таблица А 2 – Результаты замеров общей искусственной освещенности рабочего места

Искусственная освещенность	Среднее значение	Допустимое значение

рабочего места, лк			измеренной освещенности, лк	искусственной освещенности, лк
Точка 1	Точка 2	Точка 3		

Расчет общей равномерной освещенности рабочих мест _____ (название помещения) методом коэффициента использования.

Исходные данные:

Размеры помещения: L=_____ м; В=_____ м; Н=_____ м.

Источник света: _____, $\Phi_{\text{л}}=_____$ лм.

Коэффициенты отражения потолка: $\rho_{\text{п}}=_____$; и отражение стен $\rho_{\text{с}}=_____$.

Характеристика светильника _____.

Параметры размещения светильников: L=_____ м; С=_____ м; h=_____ м.

Таблица А 3 - Общая равномерная освещенность рабочих мест

Число ламп, п	Коэффициент запаса, Z	Индекс помещения, i	Коэффициент использования, η	Расчетная освещенность, $E_{\text{р}}$, лк	Нормативная освещенность, $E_{\text{н}}$, лк

Приложение Б

(справочные данные)

Таблица Б 1 - Технические данные люминесцентных ламп*

Тип лампы	Мощность Вт	Световой поток, лм (расчетное значение)	Длина лампы со штырьками, мм	Диаметр лампы, мм	ГОСТ
ЛДУ 20-4 ЛД 20-4 ЛХБ 20-4 ЛТБ 20-4 ЛБ 20-4	20	760 870 890 925 1120	604,0	40	
ЛДУ 30-4 ЛД 30-4 ЛХБ 30-4 ЛТБ 30-4 ЛБ 30-4	30	1450 1560 1640 1720 1995	908,8	27	
ЛДУ 40-4 ЛД 40-4 ЛХБ 40-4 ЛТБ 40-4 ЛБ 40-4	40	2100 2340 2470 2850 3120	1213,6	40	
ЛДУ 65-4 ЛД 65-4 ЛХБ 65-4 ЛТБ 65-4	65	3050 3390 3630 3980	1514,2	40	

ЛБ 65-4		4325			
ЛДУ 80-4		3740			
ЛД 80-4		4070			
ЛХБ 80-4	80	4220	1514,2	40	
ЛТБ 80-4		4440			
ЛБ 80-4		4960			

*ЛД - лампы дневного света, ЛДУ – дневного света с улучшенной светопередачей (голубоватый цвет свечения), ЛТБ – тепlobелого света (розовый), ЛБ – белого света (желтоватый оттенок), ЛХБ – холодно-белого, между ЛБ и ЛД.

Таблица Б 2 - Нормированные значения искусственного и естественного освещения для помещений общественных зданий

Помещения	Искусственное освещение				КЕО, % при боковом освещении
	Плоскость нормирования освещенности и ее высота от пола, м	Освещенность рабочей поверхности, лк	Показатель дискомфорта	Коэффициент пульсации	
Комнаты и рабочие кабинеты, простые кабинеты	Г-0,8	300	40	15	0,8
Конференц – залы, залы заседаний	Г-0,8	200	60	15	0,4
Классные комнаты, аудитории	В	500	40	15	1,2
Учебные кабинеты, лаборатории	Г-0,8	300	40	10	1,2
Коридоры	П 6	-	-	-	-

Г – горизонтальная плоскость, В – вертикальная плоскость.

Таблица Б 3 - Приблизительные значения коэффициента отражения потолка и стен

Характер отражающей поверхности	Коэффициент отражения, %
Побеленный потолок, побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами	70
Побеленные стены при незавешенных окнах, побеленный потолок в сырых помещениях, бетонный и светлый деревянный потолок	50
Бетонный потолок в грязных помещениях, деревянный потолок, бетонные стены с окнами; стены, оклеенные светлыми обоями.	30
Стены и потолки в помещениях с большим количеством темной	10

пыли; сплошное остекление без штор, красный кирпич, стены с темными обоями	

Таблица Б 4 - Коэффициент использования светового потока, % для светильников с люминесцентными лампами

Индекс помещения, i	Тип светильника							
	ЛСЦ-02, ЦД, ЛСП-06				ЛП-001 (двухламповые встроенные)			
	Коэффициенты отражения, %							
	70	50	30	0	70	50	30	0
	50	30	10	0	50	50	30	0
0,5	27	21	18	16	20	20	17	10
0,6	32	25	22	20	26	24	20	14
0,7	36	30	26	24	30	28	24	17
0,8	39	33	29	28	33	30	26	19
0,9	42	37	32	31	35	33	30	26
1,0	45	40	35	34	38	35	31	23
1,1	48	42	38	36	40	37	33	25
1,25	50	45	40	39	41	38	35	27
1,5	54	49	45	44	45	42	38	30
2,0	59	55	51	49	49	45	42	33
2,25	62	57	53	52	51	47	44	35
2,5	63	58	55	54	52	48	46	36
3,0	65	61	58	56	54	50	48	38
3,5	67	62	60	58	55	51	49	39
4,0	68	64	61	59	56	52	50	40
5,0	70	67	65	62	59	54	53	43

Практическая работа 2 Тема «Монтаж квартирного щитка и счётчика электрической энергии» № 1 ЭМ – 1 – 14

Цель работы

Изучить порядок и правила монтажа квартирного щитка осветительной сети, а также установки, проверки и включения счетчика электрической энергии.

Общие сведения

В соответствии с ПУЭ [1] принята следующая классификация устройств для распределения и учета электрической энергии в жилых, общественных, административных и бытовых зданиях:

- вводное устройство (ВУ) – совокупность конструкций, аппаратов и приборов, устанавливаемых на вводе питающей линии в здание или в его обособленную часть;
- вводное устройство, включающее в себя также аппараты и приборы отходящих линий, называется вводно-распределительным (ВРУ);

- главный распределительный щит (ГРЩ) – распределительный щит, через который снабжается электроэнергией все здание или его обособленная часть. Роль ГРЩ может выполнять ВРУ или щит низкого напряжения подстанции;
- распределительный пункт (РП) – устройство, в котором установлены аппараты защиты и коммутационные аппараты (или только аппараты защиты) для отдельных электроприемников или их групп (электродвигателей, групповых щитков);
- групповой щиток – устройство, в котором установлены аппараты защиты и коммутационные аппараты (или только аппараты защиты) для отдельных групп светильников, штепсельных розеток и стационарных электроприемников;
- квартирный щиток – групповой щиток, установленный в квартире и предназначенный для присоединения сети, питающей светильники, штепсельные розетки и стационарные электроприемники квартиры;
- этажный распределительный щиток – щиток, установленный на этажах жилых домов и предназначенный для питания квартир или квартирных щитков;
- электрощитовое помещение – помещение, доступное только для обслуживающего квалифицированного персонала, в котором устанавливаются ВУ, ВРУ, ГРЩ и другие распределительные устройства;
- питающая сеть – сеть от распределительного устройства подстанции или ответвления от воздушных линий электропередачи до ВУ, ВРУ, ГРЩ;
- распределительная сеть – сеть от ВУ, ВРУ, ГРЩ до распределительных пунктов и щитков;
- групповая сеть – сеть от щитков и распределительных пунктов до светильников, штепсельных розеток и других электроприемников.

Питание осветительных сетей осуществляется от квартирного щитка. Щиток обычно представляет собой штампованный каркас (иногда встречается – пластмассовый), закрепленный на кронштейнах. Щиток устанавливают в местах, удобных для обслуживания: на панелях, на стенах, в нишах или на щитах на высоте 1,4-1,7 м от пола. В верхней части квартирного щитка располагают пробочные предохранители, а в последних разработках только автоматические выключатели, в средней части – счетчик электрической энергии, в нижней – пакетный выключатель. Для отключения счетчика и осветительной проводки при ревизиях, демонтаже и монтаже, питание от сети отключается через пакетный выключатель, а для защиты проводки и счетчика при перегрузках и коротких замыканиях предназначены предохранители и автоматические выключатели.

ОАО "Дивногорский завод низковольтной аппаратуры" (ДЗНВА) [2] разработало шкаф серии ПР 8804 (рис. 7.1) для индивидуальных жилых зданий (коттеджей), небольших общественных зданий, малых производственных предприятий и встроенных объектов (офисов, магазинов и т.п.), в котором предусмотрен ввод однофазной или трехфазной сети и защита от токов утечки на землю с уставкой срабатывания 30, 100, 300 мА. Позднее этим заводом (1998 г.) разработана новая

модификация продукции: щитки осветительные групповые ЩО 8505, 8806, щитки этажные защитные ЩЭ 8505, щитки квартирные ЩК 8805, 8806 и ЩКП 8805, 8806 (рис. 7.2), щитки учётно-распределительные этажные ЩУР 8805, 8806 (рис. 7.3).



Рис. 7.1 ЩК 8804

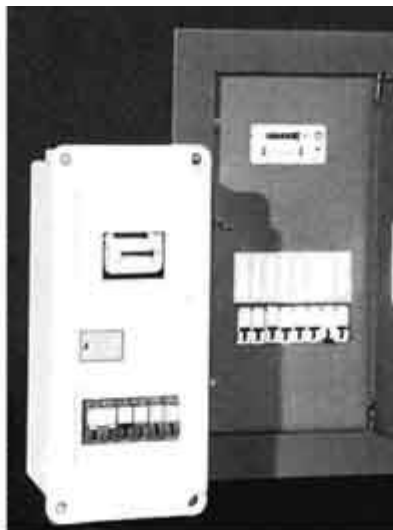


Рис. 7.2 ЩК 8805, ЩКП 8805



Рис. 7.3 ЩУР 8805

Щитки осветительные квартирные типа ЩКН (табл. 7.1), устанавливаемые в жилых домах, предназначены для приема, распределения и учета электрической энергии напряжением 220 В, а также для защиты линий при перегрузках и коротких замыканиях напряжением 220 В частотой до 60 Гц, выпускаются Красноярским заводом электромонтажных изделий [3]. Компонировка щитка ЩКН2-40А/Сч/3 приведена на рис. 7.4.

Учёт израсходованной электрической энергии потребителями осуществляется счётчиками (однофазными или трёхфазными) [4, 5].

Таблица 7.1

Технические характеристики щитков ЩКН

Тип щитка	Тип аппаратов, ном. ток и количество		Тип прибора, ном. ток и количество	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
	на вводе	на отходящих линиях			
	УЗО	С 45 N	счетчик СО-ЭЭ6706		
ЩКН2-40А/Сч/3	1x40 А	1x25А+2x16А	1x40 А	280x230x132	2,2
ЩКН3-40А/Сч/3				301x231x138	4,01

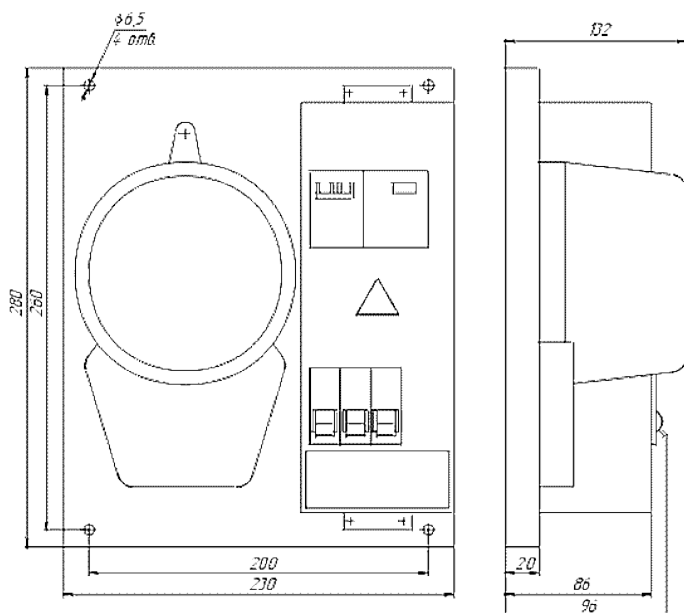


Рис. 7.4. Общий вид ЩКН2-40А/Сч/3

Устройство и схема подключения однофазного индукционного счётчика показаны на рис. 7.5. В зазоре между магнитопроводами обмотки напряжения 1 и токовой обмотки 10 размещён подвижный алюминиевый диск 8, насаженный на ось 6, установленную в пружинящем подпятнике 9 и верхней опоре 3. Через червячный редуктор 4 вращение диска передаётся счётному механизму 5. Магнитопровод катушек счётчика набирают из отдельных листов электротехнической стали толщиной 0,35...0,5 мм, которые изолированы один от другого, что уменьшает потери от вихревых токов в магнитопроводе.

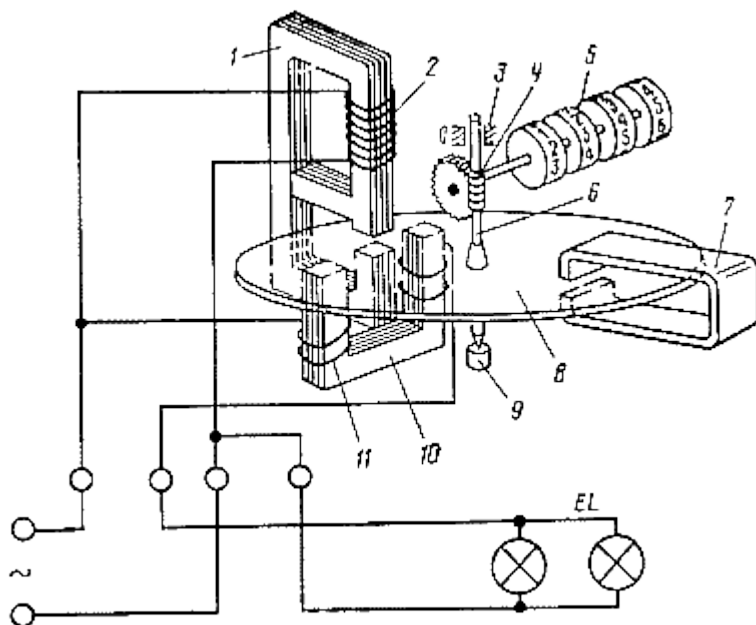


Рис. 7.5. Устройство и схема включения однофазного счетчика электрической энергии:

- 1 - магнитопровод обмотки напряжения;
- 2 - обмотка напряжения; 3 - верхняя опора;
- 4 - червячный редуктор; 5 - счетный механизм; 6 - ось;

7 - постоянный магнит; 8 - алюминиевый диск; 9 - подпятник;

10 - магнитопровод токовой обмотки;

11 - токовая обмотка

Две обмотки счётчика, выполненные из медной изолированной проволоки, расположены на стальных магнитопроводах. Одна из обмоток (токовая 11) имеет небольшое число витков (14-15) большого сечения и включена последовательно с нагрузкой, а вторая выполнена из тонкой проволоки диаметром (0,08-0,12) мм и числом витков 8000-12000 и включена параллельно нагрузке (обмотка напряжения 2). Когда к обмотке 2 приложено напряжение сети, а по обмотке 11 протекает ток нагрузки, в магнитопроводах появляются переменные магнитные потоки Φ_u и Φ_I (Φ_{+I} и Φ_{-I}), замыкающиеся через алюминиевый диск и индуцирующие в нем вихревые токи. Эти токи, взаимодействуя с соответствующими потоками, образуют вращающий момент, под действием которого диск вращается со скоростью, пропорциональной мощности потребителя.

Край диска при вращении пересекает силовые линии постоянного магнита 7 и создается тормозной момент. Этот момент останавливает диск счетчика при отсутствии нагрузки.

Каждый счетчик характеризуется передаточным числом, показывающим число оборотов диска при протекании через него 1 кВт·ч электроэнергии. Это число указывают на шкале счетчика, что соответствует 2500 оборотам диска. На шкале счетчика также указывают номинальное напряжение, класс точности, номинальный ток и частоту. Счетчики выпускают в прямоугольных и круглых пластмассовых корпусах.

Для увеличения пределов измерения счетчика применяют трансформатор тока (ТА) (рис. 7.6), который состоит из замкнутого стального магнитопровода и двух обмоток: вторичной и первичной.

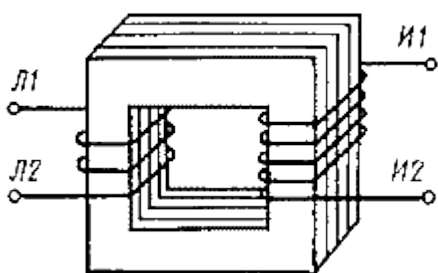


Рис. 7.6. Устройство трансформатора тока

Магнитопровод ТА набирается также как и магнитопровод катушек. Первичную обмотку трансформатора тока выполняют из провода с большим сечением, соответствующим току нагрузки, вторичную — из провода с площадью сечения, рассчитанной на ток 5 А.

Первичную обмотку (зажимы Л₁ и Л₂) включают последовательно току нагрузки. Вторичную обмотку (зажимы И₁ и И₂) подключают к измерительным приборам: амперметрам, ваттметрам, счетчикам.

Если энергия, потребляемая приемником без ТА, определяется как произведение мощности P на время t ($W=P \cdot t=U \cdot I \cdot t$), то при включении счетчика (Wh) с трансформатором тока (рис. 7.7)

где W_1, W_2 – показания счётчика в начале и в конце измерений;
 K – коэффициент трансформации (указывается на корпусе ТА).

Где ω_2 и ω_1 – соответственно количество витков вторичной и первичной обмоток.

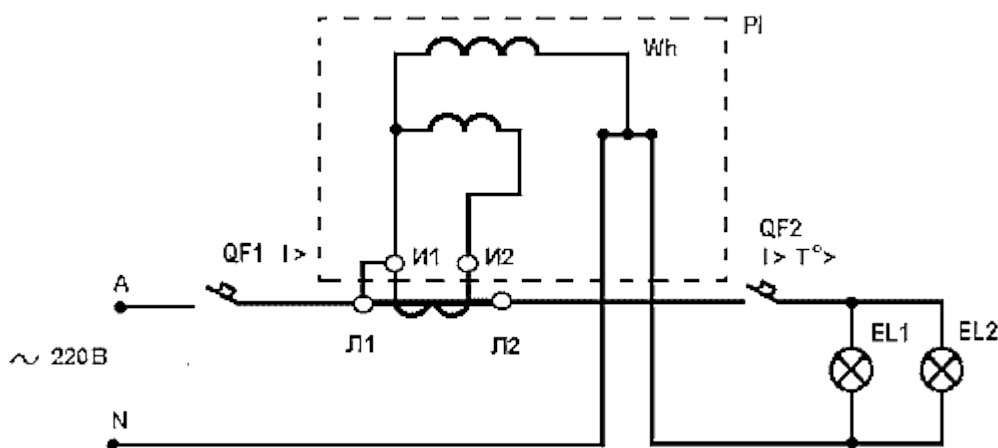


Рис. 7.7. Схема включения однофазного счетчика в сеть через трансформатор тока

Схема включения счётчика активной энергии в сеть через трансформаторы тока для измерения электроэнергии в цепях трёхфазного тока при четырёхпроводной системе представлена на рис. 7.8.

Однофазные и трехфазные счётчики индукционной системы широко применяются для учёта электрической энергии в цепях переменного тока. Такие счетчики, например однофазные счетчики СО-505, СО-505Т, трехфазные СА4У-510, СА4-514, СА-518 выпускает Московский завод электроизмерительных приборов (МЗЭП) [6]. Они просты по конструкции, надёжны и дешёвы.

Технические характеристики счетчика СО-505, предназначенного для учета активной энергии в быту, общественных и производственных помещениях:

класс точности	2,0;
номинальное напряжение	220 В;
номинальный ток	10 А;
частота сети	50 Гц;
порог чувствительности	0,5 % $I_{ном}$;
диапазон рабочих температур	- 20...+55 °С;
потребляемая мощность	5,5 ВА;
габаритные размеры	208x135x114 мм;

вес	1,2 кг;
межповерочный интервал	16 лет;
срок службы	32 года.

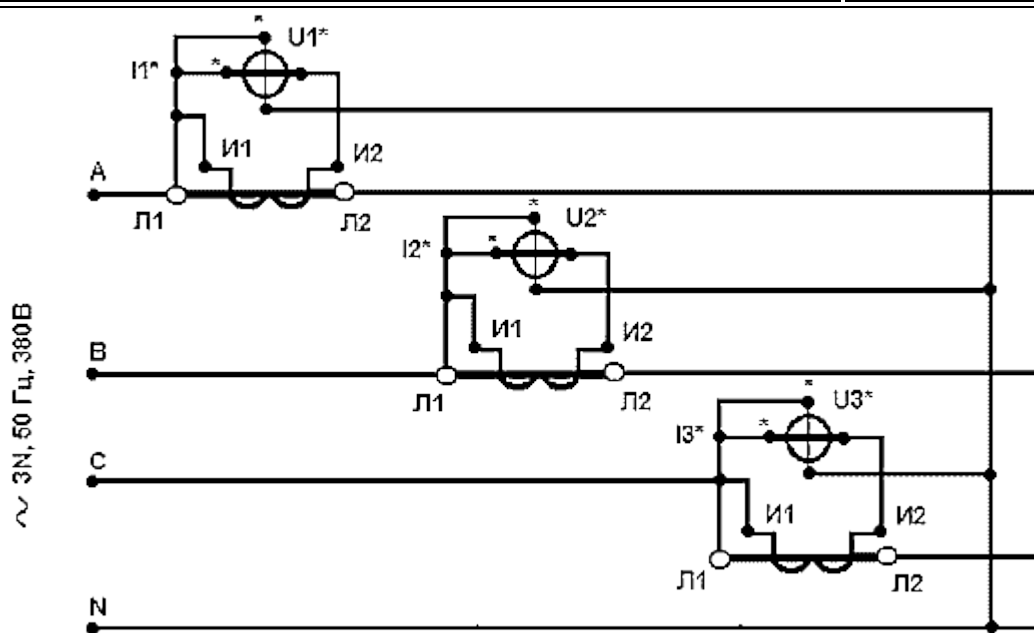


Рис. 7.8. Схема включения счётчика активной энергии в сеть через трансформаторы тока в четырёхпроводной системе

Номинальной постоянной счётчика C_n называется количество электрической энергии (число ватт·секунд), учитываемое счётным механизмом за один оборот диска счётчика. Например, по данным счётчика

$$C_n = \frac{1000 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с}}{2500 \text{ об}} = 1440 \frac{\text{Вт} \cdot \text{с}}{\text{об}}.$$

Действительной постоянной счётчика (C_d) называется количество электрической энергии в Вт·с, которое прошло через счетчик за время, соответствующее одному обороту диска счётчика. C_d не является неизменной величиной, поэтому желательно её определять при различных нагрузках

$$C_d = \frac{W_d}{n} = \frac{I \cdot U \cdot t}{n} \left[\frac{\text{Вт} \cdot \text{с}}{\text{об}} \right], \quad (7.3)$$

где U – напряжение, В;

I – ток нагрузки, А;

n – число оборотов диска;

t – время, сек.

Зная номинальную постоянную счётчика C_n , и, определив действительную постоянную C_d , можно определить относительную погрешность счётчика по формуле

$$\gamma (\%) = \frac{C_H - C_D}{C_D} \cdot 100 \%. \quad (7.4)$$

Проверка самохода. Нагрузить счётчик $I = 1,1 \cdot I_n$, в момент прохождения отметки на диске счётчика, включить всю нагрузку и проследить за вращением диска. Самоход должен быть не более одного оборота.

Цифровые счетчики электрической энергии (ЦСЭ), в связи с переходом на микроконтроллерное управление, имеют очевидные преимущества [7]:

- в ЦСЭ достижим практически любой класс точности. Отсутствие трущихся механических частей значительно повышает надежность устройства;
- обработка аналоговой информации в цифровом виде принципиально позволяет одновременно определять как активную, так и реактивную составляющие мощности, что является важным, например, при учете распределения энергии в трехфазных сетях;
- появляется возможность создания многотарифных счетчиков. При работе такого ЦСЭ значение накопленной энергии записывается в накопительный буфер текущего тарифа. Выбор текущего тарифа осуществляется автоматически. Например, "льготный" тариф может быть установлен на ночное время и на праздничные дни, "пиковый" тариф на время от 13:00 до 15:00 в будние дни, а в остальное время действует "основной" тариф;
- в ЦСЭ несложно реализовать внешний интерфейс, по которому можно считывать показания счетчиков, изменять тарифы, производить диагностику и управление. Такие счетчики могут быть организованы в единую сеть с централизованным доступом. Например, все ЦСЭ в жилом доме объединяются по внешнему интерфейсу и через модем выходят на телефонную линию. Таким образом, связываясь по телефонной сети, можно программировать или считывать информацию с любого ЦСЭ в доме;
- применение цифровой базы делает возможным создание автоматизированной изолированной системы потребления, учета, распределения энергии и платежей. В такой системе может быть, например, предусмотрена предварительная оплата электроэнергии. Пользователь, в этом случае, заранее оплачивает определенное количество энергии. Информация об оплате либо непосредственно поступает на счетчик по внешнему интерфейсу, либо может быть записана на специальную электронную карточку, индивидуальную для каждого пользователя. Карточка программируется в пункте оплаты, после чего записанная информация считывается ЦСЭ с помощью встроенного картридера. Если лимит купленной энергии будет исчерпан, а новая оплата не внесена, счетчик отключает пользователя от энергосети. Таким образом в подобной системе исключается задолженность платежей за электроэнергию.

В простейшем случае ЦСЭ, когда требуется лишь измерение числа импульсов, вывод информации на дисплей и защита при аварийных сбоях напряжения питания (то есть, фактически, цифрового функционального аналога существующих механических счетчиков), система может быть построена, например, на базе простейшего микроконтроллера фирмы Motorola MC68HC05KJ1.

Блок-схема ЦСЭ представлена на рис. 7.9.

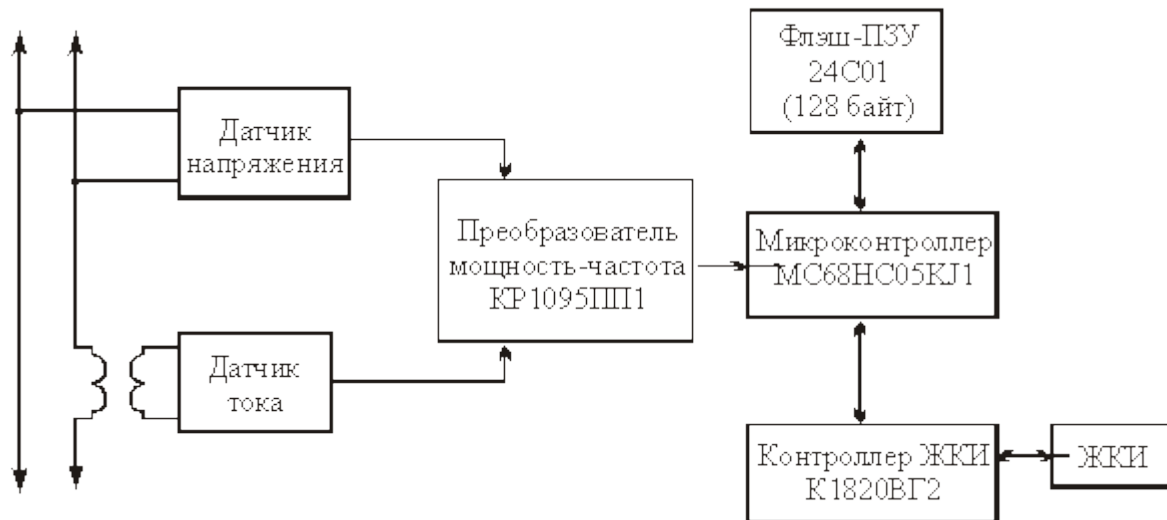


Рис. 7.9. Блок-схема простейшего ЦСЭ

Сигналы, пропорциональные значениям напряжения и тока в сети, поступают через соответствующие датчики на входы микросхемы-преобразователя КР1095ПП1. С ее выхода снимается частотный сигнал, поступающий на вход микроконтроллера MC68HC05KJ1. Микроконтроллер накапливает количество пришедших импульсов, преобразовывая его для получения значения энергии в Вт·ч. По мере накопления каждого Вт·ч, значение накопленной энергии выводится на дисплей и записывается во FLASH-память. Если происходит сбой, временное исчезновение напряжения сети, информация о накопленной энергии сохраняется во FLASH-памяти. После восстановления питающего напряжения эта информация считывается микроконтроллером, выводится на индикатор, и счет продолжается с этой величины. Реализация такого алгоритма потребовала менее 1 Кбайт памяти микроконтроллера. Примененный в данной схеме микроконтроллер MC68HC05KJ1 выпускается в 16-выводном корпусе (DIP или SOIC), имеет 1,2 Кбайт ПЗУ и 64 байт ОЗУ. Для хранения накопленного количества энергии при сбоях питания служит флэш-ПЗУ малого объема 24C01 (128 байт памяти). В качестве дисплея используется простейший 6...8-разрядный 7-сегментный ЖКИ, управляемый контроллером K1820BG2.

Электронные счетчики выпускаются МЗЭП [6], АООТ «Энергоавтоматика» [8, 10] государственным Рязанским приборным заводом (ГРПЗ) [9] и другими предприятиями.

Серия электронных счетчиков СОЭ-5 МЗЭП [6] предназначена для одно-, двух- и многотарифного учета электрической энергии в однофазных сетях напряжением 220

В. Номинальный ток 5 А, максимальный – 60 А. Аналогичны им по характеристикам счетчики СЭТ1-1, СЭТ1-2, СЭТ1-4А ГРПЗ [9] соответственно для одно-, двух- и четырехтарифного коммерческого учета активной электрической энергии.

АООТ «Энергоавтоматика» выпускает большую номенклатуру электронных счетчиков серии ЦЭ [8, 10]. Например, электронные многотарифные счетчики электрической энергии ЦЭ 6822 [8, 10] (рис. 7.10) предназначены для измерения и учета активной электрической энергии в трехфазных четырехпроводных цепях переменного тока, автономно или в составе информационно-измерительных систем, в качестве датчика приращения энергии, телеизмерения мощности и концентратора информации об энергопотреблении, а также для организации расчетного учета электроэнергии по 3-м тарифам в 8-ми временных зонах суток и числом сезонов до 4-х. Учет электроэнергии такими счетчиками может производиться на предприятиях жилищно-коммунального хозяйства, на производственных предприятиях малого и среднего бизнеса, в жилых и общественных зданиях, мобильных сооружениях, коттеджах, дачах, гаражах, торговых киосках. Технические характеристики счетчика ЦЭ 6822 приведены в табл. 7.2.



Рис. 7.10. Общий вид счетчика ЦЭ 6822

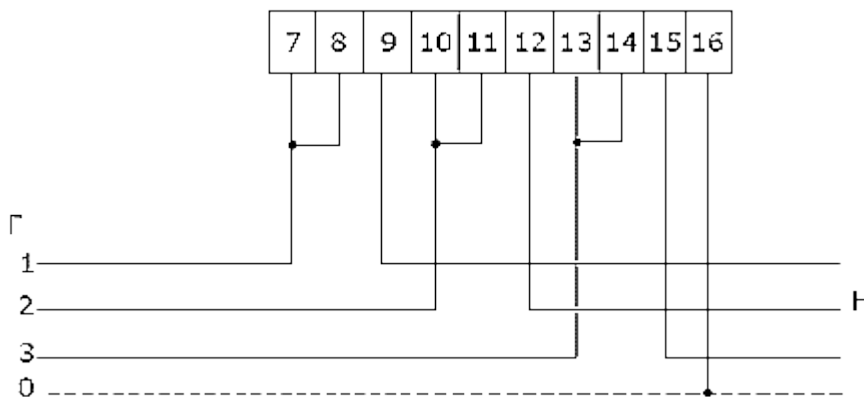


Рис. 7.11. Схема подключения счетчика ЦЭ 6822

Таблица 7.2

Технические характеристики счетчика ЦЭ 6822

Наименование показателя	Величина
Класс точности*	1,0 и 2,0
Частота измерительной сети, Гц	50±2,5 (60±3)
Номинальное фазное напряжение, В	3×220
Номинальная сила тока ($I_{ном}$)*, А	5 или 10
Максимальная сила тока*, А	50 или 100
Порог чувствительности (для соответствующего класса точности), мА	25%* $I_{ном}$; 0,5%* $I_{ном}$
Полная потребляемая мощность параллельной цепи, В·А	2
Полная потребляемая мощность последовательной цепи, В×А	0,5
Интерфейс	RS485 или ИРПС; оптический порт
Погрешность хода часов (при нормальных условиях эксплуатации), не более, (с/сут)	0,5
Диапазон рабочих температур, °С	от -20 до +55
Межповерочный интервал	8 лет
Срок службы	24 года
Габаритные размеры, мм	177×282×85
Масса, не более, кг	3,0

Порядок выполнения работы

1. Изучите конструкцию однофазного счётчика размещённого на лабораторном стенде и трехфазного – на стенде наглядных пособий, расположенном над лабораторным стендом.
2. На лабораторном стенде изучите монтажную схему группового щитка с однофазным счётчиком в совокупности с нагрузкой, защитной аппаратурой и измерительными приборами.
3. Определите с помощью мегомметра или мультиметра номера клемм блока зажимов, к которым подсоединены лампы накаливания EL1...EL3, однофазный индукционный счётчик PI и автоматические выключатели QF2...QF4.
Прежде чем начать собирать электрическую схему согласно рис. 7.12, убедитесь в том, что отключен автоматический выключатель QF1, расположенный в левом верхнем углу стенда.
Убедитесь в целостности лабораторного оборудования и соединительных проводов.
4. На лабораторном стенде монтажными проводами соберите схему, изображённую на рис. 7.12.
После проверки преподавателем схемы осуществите её включение автоматическим выключателем QF1.
Во избежание поражения электрическим током касаться руками клемм, других токоведущих деталей категорически запрещается.

Во избежание попадания осколков лампы накаливания в случае взрыва колбы по какой-либо причине, лампы необходимо закрыть защитным колпаком.

При возникновении аварийных ситуаций: зашкаливании приборов, появлении запаха дыма и возникновении прочих аварийных режимов – немедленно отключите автоматический выключатель QF1 и сообщите о неисправности лаборанту или преподавателю.

5. С помощью QF2, QF3 и QF4 установите номинальный ток и в течение 3 - 5 минут «прогрейте» счётчик.

6. Установите нагрузку 0,5I_н, 0,75I_н, I_н и определите время по секундомеру для каждого значения нагрузки соответствующее 50 оборотам диска счётчика.

7. По данным п. 6 произведите расчёты (табл. 7.3) и постройте зависимость $g=f(I_n)$.

8. Покажите результаты измерений и вычислений преподавателю. В случае положительных результатов опытов – обесточьте стенд и отсоедините провода от блоков зажимов стенда. Провода сдайте лаборанту.

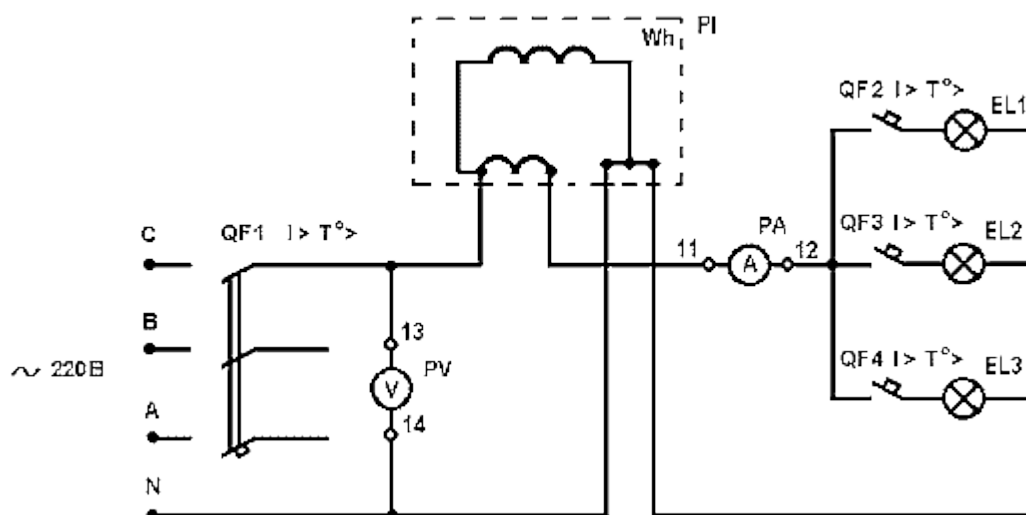


Рис. 7.12. Схема подключения однофазного индукционного счётчика

Таблица 7.3

	Измерено				Вычислено				Примечание
	U, В	I, А	t, с	n, об	C _н , Вт·с/об	W, Вт·с	C _д , Вт·с/об	g, %	
0,5 I _н									
0,75I _н									
I _н									

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Краткое описание группового щитка и принципа работы однофазного счетчика.
3. Представьте схемы (рис. 7.5, 7.8 и 7.12).
4. Таблица 7.3.
5. Расчеты по определению g (%).
6. Выводы о пригодности счетчика к работе.

Контрольные вопросы

1. Почему в электрической цепи предохранители или автоматы включаются после счетчика?
2. Как устроен однофазный индукционный счетчик?
3. Каков принцип действия индукционного счетчика электроэнергии?
4. Что такое постоянная счетчика и как её определяют?
5. Каким образом определить самоход счетчика?
6. Почему при наличии самохода счетчик не пригоден для работы?
7. Как можно изменить пределы измерения счетчика?
8. Как устроен электронный счетчик?
9. Какие преимущества имеет электронный счетчик электроэнергии перед индукционным?
10. Что понимается под многотарифным учетом электроэнергии?

Литература

1. Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Общие правила. Главы 1.1, 1.2, 1.7, 1.9. Раздел 6. Электрическое освещение. Главы 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Главы 7.1, 7.2, 7.5, 7.6, 7.10. – 7-е изд. – М.: ООО «ТПК Старатель», 2006. – 228 с.
4. Прищеп Л.Г. Учебник сельского электрика. – М.: Агропромиздат, 2006. - 509 с.
5. Практикум по механизации и электрификации животноводства. / Под ред. В.А. Воробьева. - М.: Агропромиздат, 2009. - 256 с.

Практическая работа № 3 Тема «Чтение и монтаж схем электроустановок» № 2 ЭМ – 1 – 14

Цель работы: Ознакомиться с основными видами и типами схем. Изучить правила сборки и монтажа принципиальной и монтажной схем лабораторной электроустановки.

Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Изучить общие теоретические сведения: общие правила выполнения схем; классификация и обозначение схем; правила чтения и монтажа схем электроустановок.
2. Ознакомиться с перечнем аппаратуры и лабораторным стендом для сборки схем.
4. Изучить указания по проведению эксперимента. Под руководством преподавателя собрать схемы, подключить стенд к сети.
5. Оформление отчета и защита лабораторной работы.

Содержание работы и методика ее выполнения. *Схема* – это графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условно графических обозначений составные части изделия или электроустановки, и в виде линий – связи между ними. Схемы применяют при изучении принципа действия механизмов, машин, приборов, аппаратов, при их наладке и ремонте, монтаже и эксплуатации.

Схемы входят в комплект конструкторской документации и содержат вместе с другими документами необходимые данные для проектирования, изготовления, сборки, регулировки, эксплуатации изделий. Схемы предназначены:

- на этапе проектирования – для представления структуры будущего изделия при дальнейшей конструкторской разработке;
- на этапе производства – для ознакомления с конструкцией изделия, разработки технологических процессов изготовления и контроля деталей;
- на этапе эксплуатации – для выявления неисправностей и использования при техническом обслуживании.

Правила выполнения и оформления схем регламентируют стандарты седьмой классификационной группы ЕСКД. ГОСТ 2.701-84 «ЕСКД. Схемы. Виды и типы». Общие требования к выполнению электрических схем содержатся в ГОСТ 2.702 – 75 «ЕСКД. Правила выполнения электрических схем». Обозначения цепей в электрических схемах выполняют по ГОСТ 2.709 – 72 «ЕСКД. Система обозначений цепей в электрических схемах». ГОСТ 2.710 – 81 «ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах». При выполнении схем следует придерживаться общих правил их выполнения. Во-первых, схемы выполняют без соблюдения масштаба и действительного пространственного расположения составных частей изделий. Необходимое количество типов схем, разрабатываемых на проектируемое изделие, а также количество схем каждого типа определяется разработчиком в зависимости от особенностей изделия. Комплект схем должен быть по возможности минимальным, но содержать сведения в объеме, достаточном для проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта изделия. На схемах, как правило, используют стандартные условные графические обозначения. Если необходимо использовать нестандартные обозначения элементов, то на схеме делают соответствующие пояснения. Графически следует добиваться наименьшего числа изломов и пересечений линий связи, сохраняя между параллельными линиями расстояние не менее 3мм. На схемах допускается размещать различные технические данные, характеризующие схему в целом и отдельные ее элементы. Эти сведения помещают либо около графических обозначений, либо на свободном поле чертежа, как правило, над основной надписью. Разрешается выполнять схему на нескольких листах (объединенную или комбинированную). Наименование объединенной схемы определяется видом и объединенным типом схем. Стандартом установлены также термины, используемые в конструкторской документации, их определения. Например, *элемент схемы* – составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное назначение (резистор, конденсатор, трансформатор и т.д.). *Устройство* – совокупность элементов, представляющая единую конструкцию (блок, плата и т.п.). *Функциональная группа* – совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в единую

конструкцию (усилитель, генератор и т.п.). *Линия электрической связи* - линия на схеме, указывающая путь прохождения тока, сигнала и т.д. *Установка* – условное наименование объекта в энергетических сооружениях, на который выпускается схема, например, главные цепи.

ГОСТ 2.701 – 84 устанавливает классификацию, обозначение схем и общие требования к их выполнению для изделий всех отраслей промышленности, а также схем энергетических сооружений (электрических станций, электрооборудований промышленных предприятий и т.п.).

Схемы в зависимости от элементов и связей между ними подразделяются на следующие *виды*: электрические Э; гидравлические Г; пневматические П; газовые (кроме пневматических) Х; кинематические К; вакуумные В; оптические Л; энергетические Р; комбинированные С.

По основному назначению схемы подразделяют на *типы*, обозначаемые цифрами: структурные 1; функциональные 2; принципиальные (полные) 3; соединений (монтажные) 4; подключения 5; общие 6; расположения 7; объединенные 0.

Наименование схемы определяется ее видом и типом, например, схема электрическая принципиальная, схема электрическая функциональная. Код схемы состоит из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы, например, Э3 – схема электрическая принципиальная. Наименование и код комбинированной схемы определяются комбинированным видом и типом схемы, например, электрогидравлическая принципиальная – С3.

Структурная схема (Э1) определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. Структурная схема отображает принцип работы изделия в самом общем виде. На схеме изображают основные взаимосвязи между всеми функциональными частями изделия. Построение схемы должно давать наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии. Направление хода процессов, происходящих в изделии, обозначают стрелками на линиях взаимосвязи. Функциональные части на схеме изображают в виде прямоугольников. Внутри прямоугольников можно делать лаконичные надписи на русском языке или использовать стандартные условно графические обозначения.

Принципиальная (полная) схема (Э3) определяет полный состав элементов и связей между ними и дает детальное представление о принципах работы изделия.

Принципиальная схема является наиболее полной электрической схемой изделия, на которой изображают все электрические элементы и устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все связи между ними, а также элементы подключения (разъемы, зажимы и т.п.).

Электрические элементы на принципиальной схеме изображаются условными графическими обозначениями, начертания и размеры которых установлены в стандартах ЕСКД. Принципиальные схемы выполняют для изделий, находящихся в

отключенном положении. В технически обоснованных случаях допускается отдельные элементы схемы выполнять во включенном положении с указанием на рабочем поле чертежа режима, для которого изображена схема. Схемы могут выполняться многолинейно и однолинейно. В состав схемы, кроме условно графических изображений, входят надписи, характеризующие входные и выходные цепи, позиционное обозначение и перечень элементов. Позиционные обозначения присваивают в пределах изделия.

Схема соединения (монтажная схема) (Э4) определяет конструктивное выполнение электрических соединений элементов в изделии. На схеме изображают все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные выходные элементы (соединители, зажимы, платы и т.п.) и соединения между ними. Устройства на монтажной схеме изображают в виде прямоугольников или приближенных внешних очертаний, элементы этих устройств – в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД. Внутри прямоугольников или упрощенных внешних очертаний, изображающих устройства, размещаются элементы, рядом с ними – буквенно-цифровые обозначения и обозначения их входных и выходных элементов. Допускается взамен условных графических обозначений входных и выходных элементов выполнять таблицы с характеристиками цепей и адресами подключения.

Схема подключения (Э5) показывает внешние подключения изделия.

Общая схема (Э6) определяет составные части комплекса и соединение их между собой на месте эксплуатации.

Схема расположения (Э7) определяет относительное расположение составных частей изделия (установки), а при необходимости также проводов, кабелей, жгутов и т.п.

Порядок чтения и монтажа схем. Прежде чем читать схему необходимо ознакомиться по оглавлению с чертежами. Систематизировать чертежи по назначению, чтобы каждый последующий чертеж был продолжением предыдущего. Выбрать чертежи, относящиеся к изучаемому вопросу, прочитать все надписи на чертеже, начиная с основной. При чтении таблиц, обозначений обязательно находить на чертеже аппараты, перечисленные в них, и сопоставлять их со спецификацией.

Порядок чтения схемы. Определить источник питания, род тока, напряжение цепи. Отыскать интересующий элемент схемы. Выяснить последовательность работы аппаратов, управляющих контактами цепи интересующего элемента. Оценить последствия вероятных неисправностей.

Принципиальная и монтажная схемы цепи распределительного щита квартиры с двухпроводной электрической сетью и устройством защитного отключения представлены на рис.1 и рис.2.(Лабораторный стенд 1).

Рисунок 1. Принципиальная схема распределительного щита

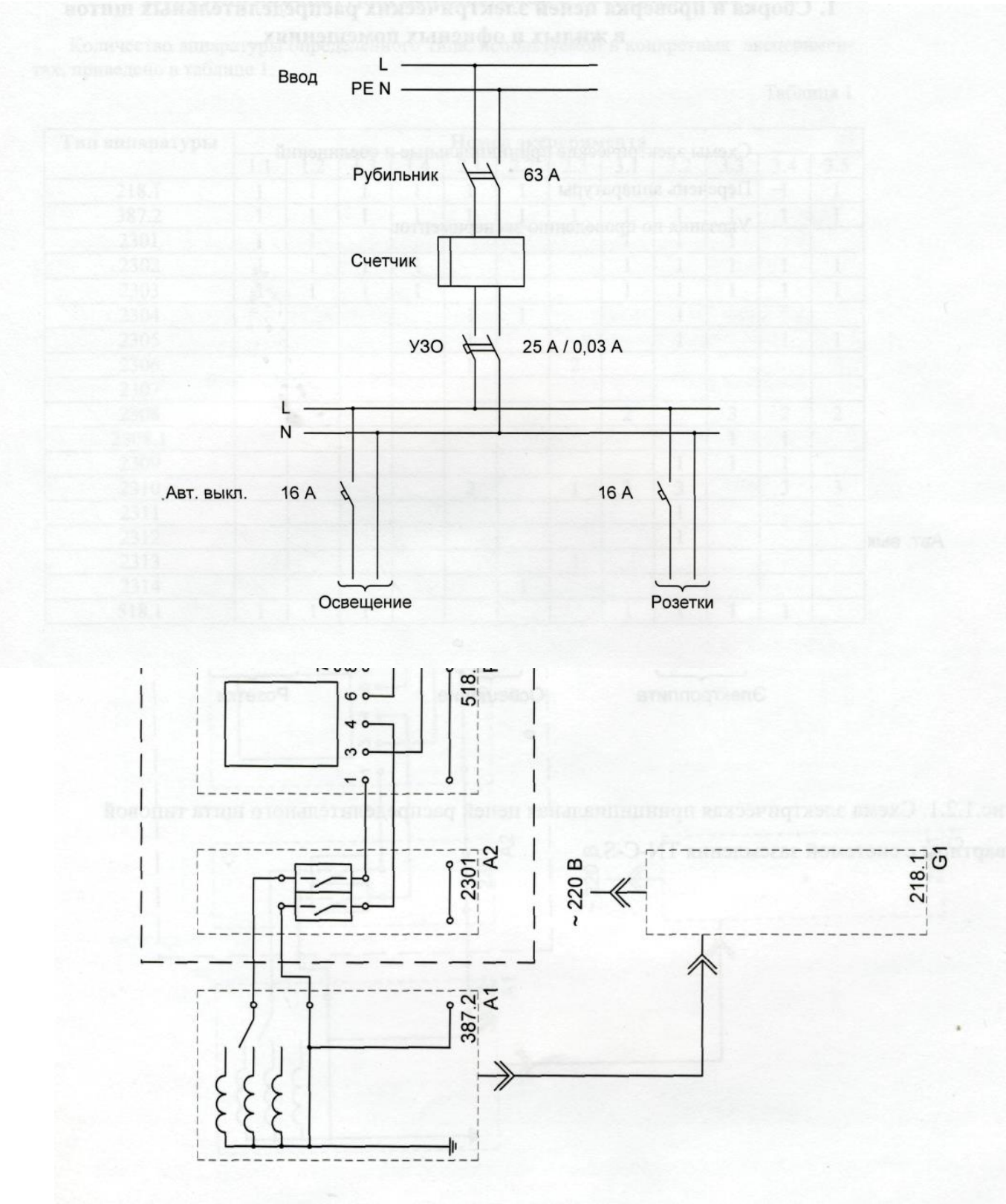


Рисунок 2. Монтажная схема распределительного щита

Указания по проведению экспериментов.

Внимание! Все действия студентом производятся только под руководством преподавателя.

Сборка схем цепи распределительного щита квартиры с двухпроводной электрической сетью и устройством защитного отключения.

- Убедитесь, что источник питания G1 не присоединен к сети питания лаборатории 220 В.
- Отключите (если включены) устройство защитного отключения и автоматические выключатели однофазного источника питания G1.
- Отключите (если включены) выключатель «Питание» и автоматический выключатель модели A1 питающей электрической сети.
- Отключите (если включен) рубильник A2.
- Отключите (если включено) устройство защитного отключения блока A3.
- Отключите (если включены) автоматические выключатели блока A4.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис. 2.
- Включите автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включите выключатель «ПИТАНИЕ» и автоматический выключатель модели A1 питающей электрической сети.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнезде «L» и его отсутствие в гнездах «N» и «PE» модели A1.
- Включите рубильник A2. При этом должен загореться светодиод счетчика P1.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнезде «1» и его отсутствие в гнездах «2» и «N» задействованного в схеме устройства защитного отключения блока A3.
- Включите задействованное в схеме устройство защитного отключения блока A3.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1», «2» и его отсутствие в гнездах «N» задействованного в схеме устройства защитного отключения блока A3, а также отсутствие напряжения в гнездах нулевой шины.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1» и его отсутствие в гнездах «2» задействованных в схеме автоматических выключателей блока A4.
- Включите задействованные в схеме автоматические выключатели блока A4.
- Пробником проконтролируйте наличие напряжения в гнездах «1» и «2» задействованных в схеме автоматических выключателей блока A4.
- По завершении эксперимента отключите автоматические выключатели модели A1 питающей электрической сети и однофазного источника питания G1, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1 питающей электрической сети.

Содержание отчета:

- Название и цель работы;

- Краткий конспект общих теоретических сведений;
- Принципиальная и монтажная схема электроустановки;
- Выводы

Контрольные вопросы:

1. По каким признакам классифицируются схемы?
2. Какие общие правила выполнения электрических схем вы знаете?
3. Каким образом выполняется электрическая принципиальная схема?
4. Назовите правила выполнения структурной схемы.
5. Возможно ли размещение технических данных, характеризующих отдельные элементы электроустановки, на схеме?
6. Каким образом размещаются буквенно-цифровые обозначения на схеме?
7. Что такое схема?
8. При выполнении принципиальной схемы, каким образом отличается силовая цепь от цепи управления?

Литература

1. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: Учеб. пособие для вузов/ П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.В. Девятков и др. Под ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат, 2009. - 160 с.
2. Правила устройства электроустановок. Раздел 6. Электрическое освещение. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Глава 7.1. Электроустановки жилых, общественных, административных и бытовых зданий. Глава 7.2. Электроустановки зрелищных предприятий, клубных учреждений и спортивных сооружений. - 7-е изд. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006.
3. Защитное отключение в электроустановках зданий. – Нормы с комментариями/ О.К. Никольский, А.А. Сошников, Н.В. Цугленок. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2007. – 71 с.
4. Душкин Н.Д., Монаков В.К., Старшинов В.А. Рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации зданий при применении устройств защитного отключения. – М.: Изд-во МЭИ, 2008. – 120 с.

Практическая работа № 4 Тема «Монтаж коммутационных аппаратов, распределительных устройств и вторичных цепей в установках напряжением до 1000 В» № 4 ЭМ -1-14

Цель работы

- Изучить назначение и состав распределительных устройств сборного типа РУС.
- Ознакомиться с коммутационными аппаратами, встраиваемыми в ящики, и их электрическими схемами.
- Научиться выполнять монтаж коммутационных аппаратов и вторичных цепей.

Общие сведения

Электроустановки состоят из совокупности машин, аппаратов, устройств, приборов, щитов и электрических цепей (шин, кабелей, проводов), которыми устройства соединены между собой.

В зависимости от назначения электрические цепи делят на первичные и вторичные. К первичным относят цепи, предназначенные для передачи и распределения электроэнергии электроприемникам (электродвигатели, электронагреватели и др.). К вторичным относят цепи, используемые для передачи токов управления, сигнализации, измерений.

Порядок соединения электрических устройств между собой определяется электрическими схемами. Наиболее часто используют схемы: принципиальные (полные), соединений (монтажные) и подключения.

Принципиальная схема (рис. 11.1) определяет полный состав элементов электроустановки и связей между ними и дает полное представление о принципах ее работы. Схему используют для изучения принципа работы установки.

Электрические устройства и составляющие их элементы изображают на схемах условными графическими обозначениями, установленными ГОСТ и единой системой конструкторской документации (ЕСКД).

Каждое устройство или элемент схемы имеет позиционное буквенно-цифровое обозначение, которое записывают справа от графического обозначения или над ним. Прописные буквы латинского алфавита указывают вид элемента и его функцию в схеме, а арабские цифры – его порядковый номер, например HL1 (см. рис. 11.1) – прибор световой сигнализации (лампа).

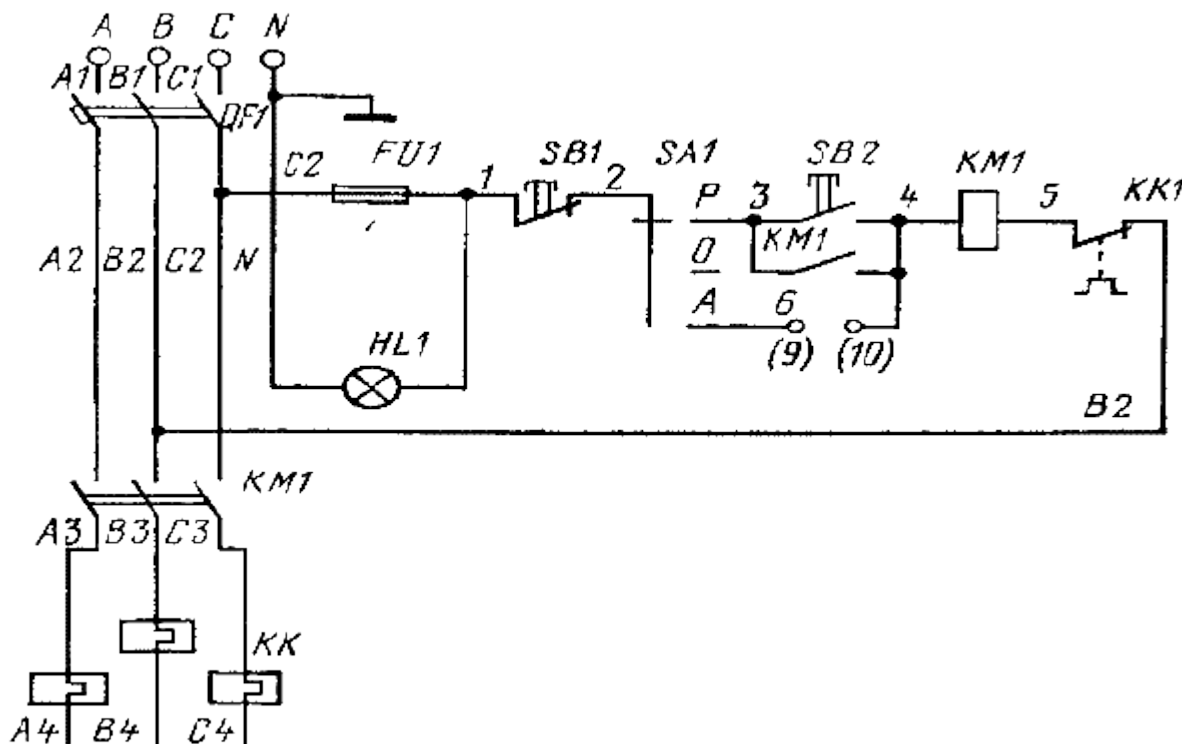


Рис. 11.1. Принципиальная электрическая схема ящика РУС 5115

Сведения об элементах и устройствах схемы и расшифровку их позиционных обозначений помещают в перечне элементов на одном листе с принципиальной

схемой. Кроме позиционных обозначений элементов на электрических схемах обозначают номера участков электрических цепей. Систему обозначений участков цепей называют маркировкой. Она служит для опознавания (отыскания) участков цепей на схемах и в электрических установках при монтаже, наладке и ремонте электрооборудования.

Первичные силовые или главные цепи переменного тока изображают на схемах жирными линиями, их маркируют буквами *A, B, C* (или *L*) – обозначающими фазы, и последовательными числами 1, 2, 3 и т. д., обозначающими номер участка цепи. Например, *A2* обозначает: *A* – фаза, 2 – участок цепи.

Нулевой рабочий проводник обозначают *N*, защитный проводник – *PE*. Функции нулевого рабочего и нулевого защитного проводников могут быть совмещены в одном проводнике (*PEN*-проводник) [2].

Вторичные цепи изображают на схемах тонкими линиями, маркируют последовательными числами 1, 2, 3 и т. д. Участки цепей имеют разную маркировку, если они разделены контактами аппаратов, катушками, резисторами, лампами и др. Цепи, сходящиеся в один узел, считают одним участком цепи, они имеют одну маркировку, место соединения проводов на схеме изображают точкой.

Монтаж первичных и вторичных цепей выполняют в соответствии со схемой соединений (рис. 11.2). Соединение электрических аппаратов и контактов между собой в монтажных схемах обозначают адресами. Адрес состоит из двух частей: первая включает знак позиционного обозначения, вторая – номер контакта, присвоенный заводом-изготовителем. На монтажных схемах заводские номера контактов проставляют в кружках, обозначающих контакты, или в скобках около контактов. Адрес записывают против обрыва проводника – это показывает позиционное обозначение и номер контакта того элемента схемы, к которому должен быть присоединен данный проводник.

Например (см. рис. 11.2), проводник *A 1*, присоединенный к контакту 1 выключателя *QF1*, имеет адрес *KM1:1*, который читается следующим образом: провод, отходящий от контакта 4 выключателя *QF1*, должен присоединяться к контакту 1 магнитного пускателя *KM1*. У контакта 1 пускателя *KM1* пишут обратный адрес *QF1:4*, указывающий, откуда к контакту приходит провод. Часто в проектах вместо схемы соединений составляют таблицу соединений по форме (табл. 11.1).

Таблица 11.1

Обозначение провода	Откуда идет	Куда поступает	Марка провода, площадь сечения	Примечание
<i>A1</i>	- <i>QF1:4</i>	- <i>KM1:1</i>	ПВГ (1,5 мм ²)	

В графе "обозначение провода" указывают обозначение участка провода по маркировке на принципиальной схеме (см. рис. 11.1). В последующих графах – адреса соединяемых элементов.

Схема подключения показывает, какие цепи и к каким зажимам устройства подключают провода и кабели внешнего монтажа. На рис. 11.2 схема подключения объединена со схемой соединения ящика РУС.

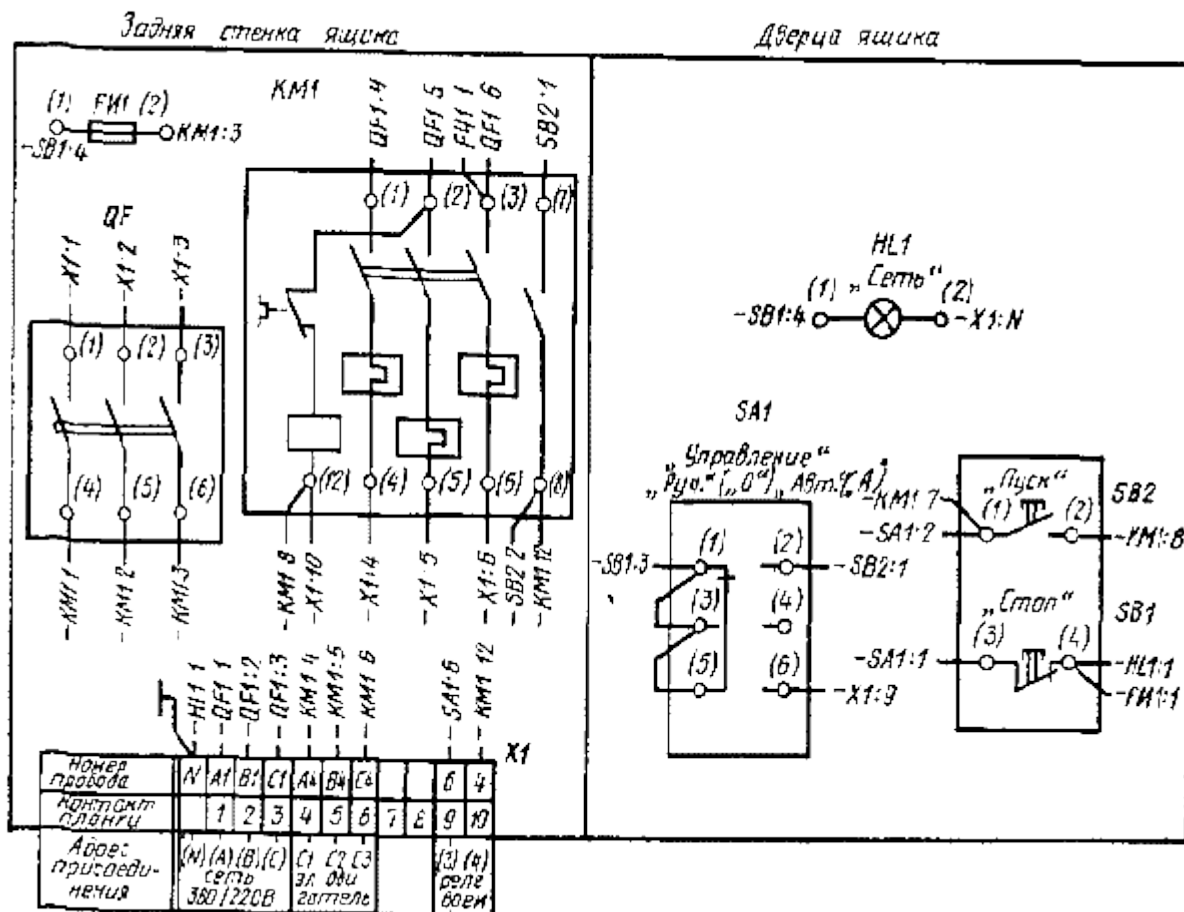


Рис. 11.2. Электрическая схема соединений РУС 5115

Технические требования к монтажу. Щиты, ящики и другое оборудование должно поставляться заводами-изготовителями, полностью смонтированными с аппаратами и приборами, прошедшими ревизию регулировку и испытания [3].

Все аппараты перед установкой осматривают, проверяют их исправность, комплектность, соответствие паспортных данных проектным. Удаляют консервирующую смазку, опробывают от руки подвижность кнопок, рукояток, контактных систем и др. Пускорегулирующие аппараты располагают так, чтобы пуск и остановка электродвигателей происходили в поле зрения оператора. Щиты, аппараты в животноводческих зданиях устанавливают в помещениях с неагрессивной средой. Шкафы размещают так, чтобы их дверцы открывались не менее чем на 100°, а поворот рукояток рубильников и выключателей вверх или направо соответствовал включению аппарата, а вниз или налево – отключению. Установку шкафа выверяют по уровню и отвесу.

Отдельные аппараты (пускатели, автоматы) устанавливают на высоте 1500...1700 мм от пола с отклонением их оси от вертикали не более 5° . На лицевой стороне всех шкафов выполняют надписи в соответствии с рабочими чертежами. У приводов аппаратов устанавливают таблички с указанием присоединения и положения "Включено" и "Отключено". Такие же таблички устанавливают внутри шкафа, около каждого аппарата с указанием, к какому механизму они относятся.

На ключах, кнопках и рукоятках делают надписи выполняемой ими операции ("Пуск", "Стоп"), а на сигнальных лампах – таблички, указывающие характер сигнала ("Сеть", "Уровень"). В дверцах шкафов и ящиках устанавливают специальные замки, препятствующие их открыванию посторонними людьми.

Монтаж щитов, устройств, вторичных цепей. До начала работ необходимо изучить рабочие чертежи, техническую документацию устройств и принять от строителей по акту щитовые помещения, ниши, закладные, детали для щитов и др. К монтажу вторичных цепей приступают после установки всего оборудования и аппаратов и проверки жил на отсутствие обрыва. Прозвонку жил протяженных цепей (рис. 11.3) выполняют прибором, для этого один конец жилы соединяют с корпусом, а второй конец отыскивают щупом прибора. Короткие цепи проверяют индикатором с батарейками.

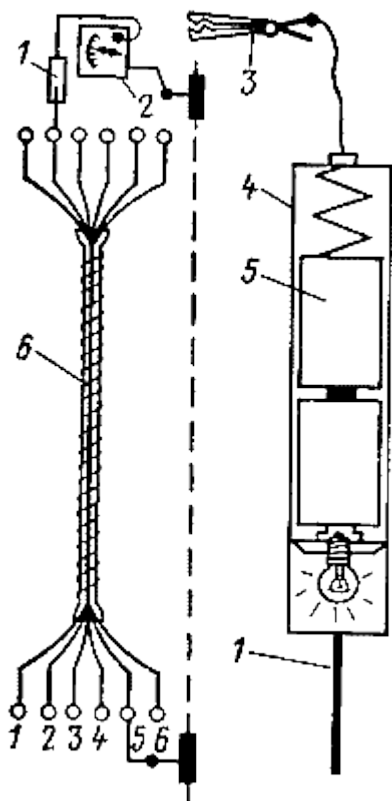


Рис. 11.3. Схема прозвонки жил кабелей:

1 - щуп; 2 - прибор; 3 - зажим; 4 - индикатор; 5 - батарейка; 6 - кабель

Площадь сечения алюминиевых жил должна быть не менее $2,5 \text{ мм}^2$, а медных – $1,5 \text{ мм}^2$. Соединение жил допускается выполнять только на наборных зажимах планок или на выводах аппаратов с обязательной установкой шайбы-звездочки. Жилы должны иметь запас по длине для повторного присоединения.

Все аппараты, расположенные внутри ящика или шкафа, соединяют между собой неразъемными перемычками без вывода проводов на наборные зажимы (рис. 11.4, а, б). Цепи для подключения внешних устройств присоединяют на зажимы планок. Провода до прокладки выправляют и протирают ветошью, пропитанной парафином. По панелям шкафов провода прокладывают только вертикально и горизонтально. Радиус изгиба проводов – не менее трех диаметров провода. К панелям провода крепят скобами с изолирующими прокладками. Потоки проводов закрепляют бандажами через 200 мм.

Переход проводов с корпуса щита на подвижную дверцу или подвижные контакты устройств выполняют гибкими медными проводами в виде вертикального скручивающегося жгута без разрезания проводов (рис. 11.4, б).

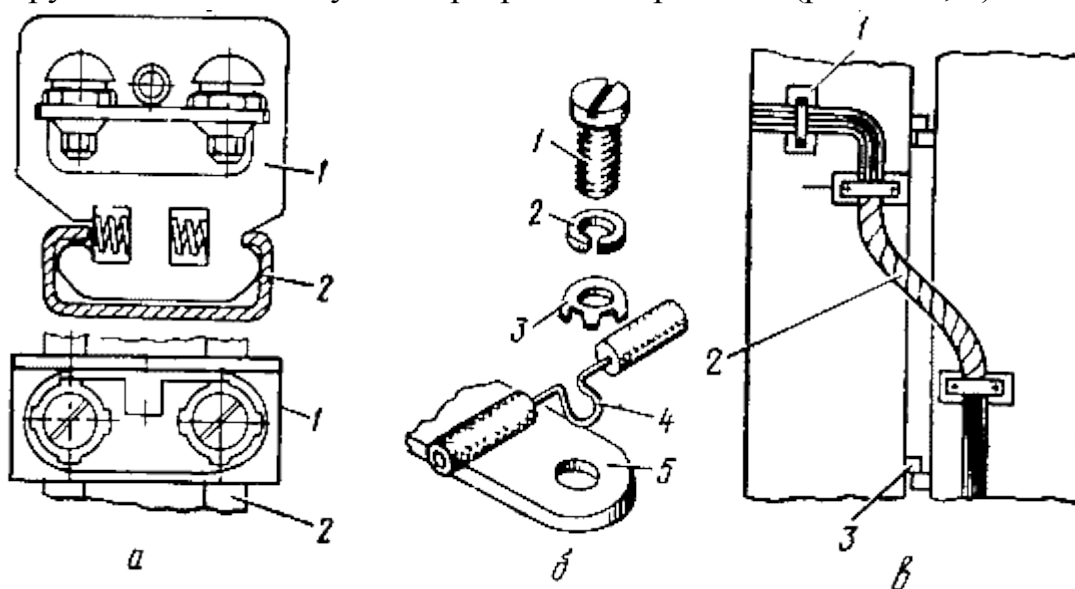


Рис. 11.4. Монтаж элементов вторичных цепей:

а - сборка наборных зажимов: 1 - зажим; 2 - планка;

б - присоединение провода без разрезания: 1 - винт; 2 - пружинящая шайба; 3 - шайба-звездочка; 4 - провод; 5 - контактный вывод; в - переход проводов на подвижные конструкции: 1 – скоба; 2 – жгут из проводов; 3 - навесы.

Кольца на концах жил располагают в зажиме по ходу винта, который затягивают плотно, не допуская "выдавливаний" жилы или срыва резьбы. Если к зажиму присоединяют два провода, то между кольцами прокладывают шайбу. Соединение больше двух проводов, или медного и алюминиевого проводов, под один винт запрещается. Не допускается изгибать жилы или делать на них кольца плоскогубцами или кусачками.

Проводники у наборных зажимов и у зажимов аппаратов должны иметь маркировку, которую записывают на оконцевателях из пластмассы со вставной надписью или из полимерной трубки длиной 15...20 мм. Надписи на трубках-оконцевателях наносят с двух сторон несмывающимися чернилами. Маркировка на проводах должна соответствовать рабочим чертежам. Навешивать на провода бирки вместо оконцевателей запрещается.

Переключатели и ключи управления подключают в соответствии с диаграммой замыкания контактов, которую приводят на чертеже с принципиальной схемой.

Монтаж распределительных устройств серии РУС. Распределительные устройства РУС предназначены для ввода и распределения электроэнергии в производственных помещениях, управления электродвигателями и другими приемниками, учета электроэнергии, автоматизации технологических процессов. Конструктивно устройства РУС выполнены в металлических ящиках со стандартными габаритными и установочными размерами [3]. Это позволяет собирать из отдельных ящиков блочные распределительные устройства любых размеров и назначения.

Структура условного обозначения РУС:

РУС- $X_1X_2X_3X_4X_5X_6X_7X_8 - X_954X_{10}X_{11}$

X_1 – класс;

X_2 – группа;

X_3X_4 – номер сборки, блока;

X_5 – ток силовой цепи: 6 ступеней до 660 В;

X_6 – напряжение силовой цепи: 6 ступеней до 660 В;

X_7 – модификация по конструктивному исполнению;

X_8 – напряжение цепи управления: 3 ступени до 415 В;

X_9 – модификация по току расцепителей;

54 – степень защиты;

$X_{10}X_{11}$ – климатическое исполнение и категории размещения.

Рассмотрим работу схемы управления трехфазным асинхронным электродвигателем привода канатно-скреперной установки с помощью РУС 5415.

Канатно-скреперные установки используются на животноводческих фермах для удаления навоза (рис. 11.5) [4]. Их основные узлы: двигатель, понижающий редуктор, кольцевой канат, ведущий барабан, поворотное устройство, натяжные ролики и скреперы, прикрепленные к канату и перемещающиеся в навозоприемных каналах.

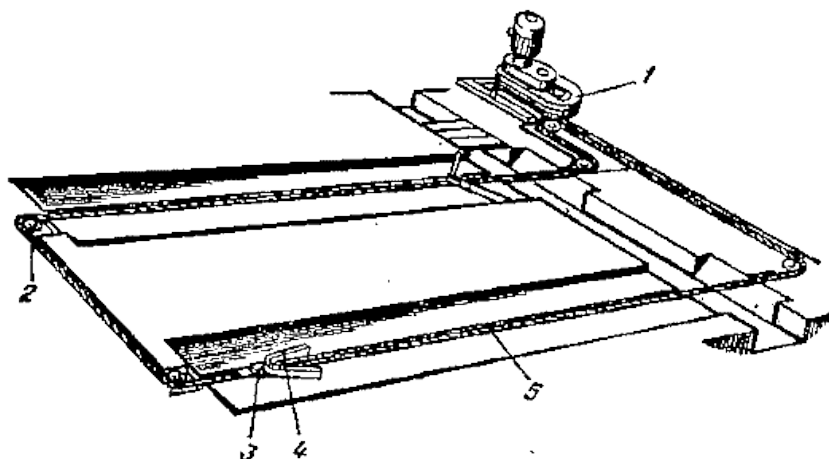


Рис. 11.5. Канатно-скреперная установка

1 – привод; 2 – поворотное устройство; 3 – ползун; 4 – скрепер; 5 – кольцевой канат

После проведения необходимых коммутаций в схеме РУС 5415 (рис. 11.6), подключения к соответствующим зажимам силового кабеля питания электродвигателя и контрольных кабелей питания вторичных цепей (кнопочного поста и конечных выключателей), установка управляется с двух мест: с помощью кнопок SB1 «Стоп», SB2 «Вперед» и SB3 «Назад», расположенных на дверце РУС, размещенного в электрощитовой, а также с помощью кнопочного поста (кнопки SB4 «Стоп», SB5 «Вперед» и SB6 «Назад»), расположенного на стене коровника, рядом с электроприводом транспортера (рис. 11.7).

Для управления из электрощитовой переключатель SA ставят в положение «1», при этом замыкаются контакты (1-2) и (5-6). При нажатии кнопки SB2 напряжение 380 В подается через замкнутые контакты кнопки SB1, контакты (1-2) переключателя SA, размыкающий контакт конечного выключателя SQ1 и размыкающий контакт теплового реле КК на катушку магнитного пускателя КМ1. Электрический ток проходит по катушке КМ1, создает магнитное поле, которое притягивает якорь к сердечнику, и тем самым замыкает главные и вспомогательные контакты пускателя КМ1, шунтирующие замыкающие контакты кнопки «Вперед».

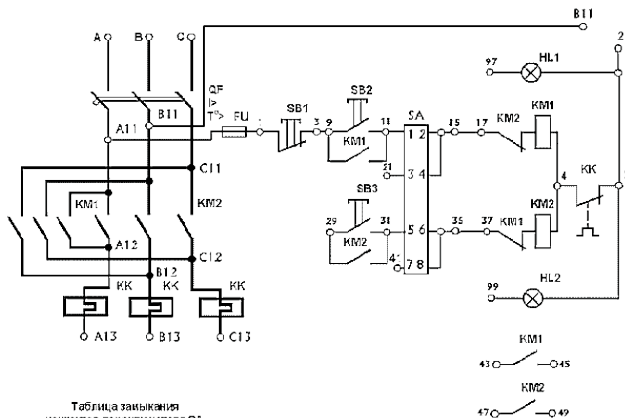


Рис. 11.6. Принципиальная электрическая схема ящика РУС 5415

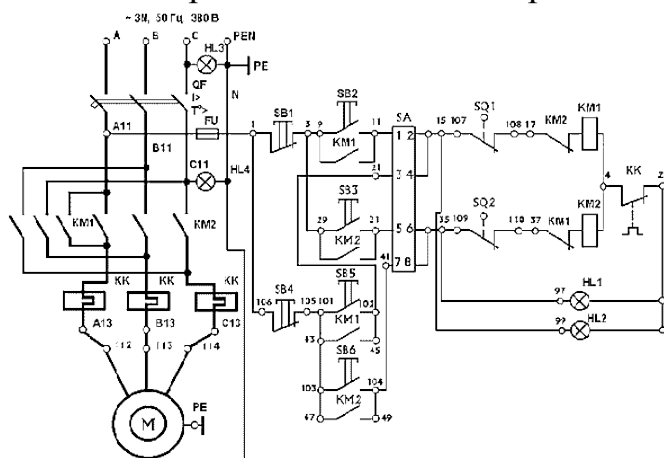


Рис. 11.7. Принципиальная электрическая схема управления канатно-скреперной установкой с помощью РУС 5415

Напряжение подается на обмотки электродвигателя М и осуществляется его пуск, о чем сигнализирует лампа HL4. Трос наматывается на барабан и тянет первый скребок вдоль навозного канала по направлению к выгрузному окну, а второй скребок по другому каналу передвигается от второго выгрузного окна в исходное положение. Так как у скрепера задняя стенка качающаяся, то навоз при обратном ходе не сгребается. Как только первый скребок выгрузит навоз в окно, упор, прикрепленный к тросу, нажимает на конечный выключатель SQ1. Размыкающий контакт SQ1 разрывает цепь питания катушки пускателя КМ1 и двигатель останавливается.

Изменение направления вращения ротора двигателя (реверс двигателя) осуществляется при нажатии кнопки «Назад» SB3. При этом электрический ток проходит по катушке КМ2, замыкаются главные и вспомогательные контакты пускателя КМ2, шунтирующие замыкающие контакты кнопки SB3. Напряжение подается на обмотки электродвигателя (светится лампа HL3), но при этом меняется направление вращения магнитного поля (меняется последовательность фаз на обмотках электродвигателя). Теперь второй скребок транспортирует навоз ко второму выгрузному окну, и когда он провалится в окно, второй упор нажимает на конечный выключатель SQ2, размыкающие контакты которого останавливают двигатель. Для отключения двигателя вручную нажимают кнопку «Стоп» SB1. Управление процессом удаления навоза обычно осуществляется непосредственно из помещения коровника. Переключатель SA1 на дверце РУС ставят в положение «2» и переходят к кнопочному посту SB4...SB6. Питание на катушки КМ1 и КМ2 подается теперь при нажатии соответствующих кнопок SB5 «Вперед» и SB6 «Назад» через замкнутые контакты (3-4), (7-8) переключателя SA1. Остановка электродвигателя осуществляется теми же конечными выключателями или кнопкой SB4.

Для предотвращения короткого замыкания между фазами "В" и "С", при одновременном замыкании главных замыкающих контактов пускателей КМ1 и КМ2, в конструкции реверсивного пускателя предусмотрена электрическая блокировка: после включения пускателя КМ1, размыкающим контактом КМ1 разрывается цепь катушки пускателя КМ2 и при нажатии кнопки SB3 не произойдет никаких аварийных режимов.

В схеме предусмотрено защитное зануление – корпус электродвигателя соединен с защитным проводником РЕ, соединенным с глухозаземленной нейтралью трансформатора. В случае пробоя изоляции электродвигателя или кабеля на корпус, в схеме возникнет режим короткого замыкания (через цепь "фаза - корпус - нуль" будет протекать ток короткого замыкания), что приведет к срабатыванию электромагнитного расцепителя автоматического выключателя QF. Автоматический выключатель обесточит схему.

Порядок выполнения работы

1. Прочитайте принципиальную схему РУС 5415 (см. рис. 11.6) и схему управления канатно-скреперной установкой с помощью РУС 5415 (рис. 11.7) и отыщите в ящиках все аппараты, указанные на схемах.
2. Проверьте первичные и вторичные цепи, а также контакты всех аппаратов, включенных в эти цепи.
3. Проверьте исправность механической части аппаратов: включение и отключение без заеданий, срабатывание теплового реле при принудительном нажатии на биметаллическую пластинку, фиксацию положений рукояток.
4. Проверьте исправность электрических цепей, замыкание и размыкание контактов индикатором с батарейками (см. рис. 11.3). Проверьте, соответствует ли схемам нанесенная на контакты коммутационной аппаратуры маркировка.
5. Измерьте сопротивление изоляции вторичных цепей вместе с установленной в этих цепях аппаратурой. Вторичные цепи, рассчитанные на рабочее напряжение до 60 В, испытывают мегомметром на 500 В, а цепи, рассчитанные на напряжение свыше 60 В, – мегомметром на 1000 В.

До начала измерения изоляции в щитах, шкафах необходимо: проверить, на какое испытательное напряжение рассчитана изоляция проводов и аппаратов; снять предохранители и отсоединить нулевые защитные проводники от корпусов шкафа и аппаратов; очистить электрические цепи и контакты от пыли и загрязнений.

Сопротивление изоляции жил кабелей, проводов, обмоток измеряют по отношению к корпусам аппаратов и шкафов; между фазами в пределах одной цепи; между цепями, электрически не связанными одна с другой, например между первичными и вторичными цепями.

Если сопротивление изоляции ниже 0,5 МОм, то участок с пониженной изоляцией разбивают на более мелкие элементы (отдельные проводники, обмотки и т. п.) и поочередно проверяют их сопротивление. Элемент с поврежденной изоляцией заменяют исправным и повторно измеряют сопротивление изоляции. Данные измерений заносятся в протокол.

6. Изучите схему управления канатно-скреперной установкой с помощью РУС 5415 (рис. 11.7).

7. Составьте монтажную схему и схему подключения РУС.

Прежде чем начать собирать электрическую схему согласно рис. 11.7, убедитесь в том, что отключен автоматический выключатель QF, расположенный в левом верхнем углу РУС. Убедитесь в целостности лабораторного оборудования и соединительных проводов. Монтажными проводами произведите коммутацию между соответствующими зажимами блока зажимов на лабораторном стенде согласно рис. 11.7.

Клеммы кнопок SB4, SB5 и SB6 соединены с зажимами 106, 105, 101, 102, 103 и 104 соответственно. Начала обмоток электродвигателя выведены на зажимы 112, 111 и

114. Контакты конечных выключателей SQ1 и SQ2 выведены на клеммы 107, 108 и 109, 110.

После проверки преподавателем схемы, осуществите управление трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором с помощью РУС, как описано выше.

Во избежание поражения электрическим током касаться руками клемм, других токоведущих деталей категорически запрещается.

После успешного пуска и остановки электродвигателя – отключите автоматический выключатель QF.

При возникновении аварийных ситуаций: гудении электродвигателя (например, при неполнофазном режиме работы), появлении запаха дыма и возникновении прочих аварийных режимов – немедленно отключите автоматический выключатель QF и сообщите о неисправности лаборанту или преподавателю.

Доложите о работе схемы преподавателю. Обесточьте стенд. С согласия преподавателя, отсоедините монтажные провода от блока зажимов стенда. Соберите монтажные провода и сдайте лаборанту.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Принципиальная электрическая схема управления канатно-скреперной установкой с помощью РУС 5415 (рис. 11.7).
3. Схема соединений РУС 5415.
4. Схема подключения электрооборудования к РУС 5415.

Контрольные вопросы

1. Каков порядок чтения принципиальной электрической схемы?
2. Как выполняют адресную маркировку электрических цепей?
3. Расскажите правила нанесения надписей на шкафах, аппаратах, цепях.
4. Расскажите технологию монтажа и присоединения к контактам вторичных цепей.
5. Как измеряют сопротивление изоляции вторичных цепей?
6. Расшифруйте, что обозначает РУС5415.
7. Расскажите, как Вы составляли монтажную схему РУС.
8. Расскажите, как Вы составляли схему подключения электрооборудования к РУС.
9. Как осуществляется управление канатно-скреперной установкой с двух мест?
10. Какие защиты от аварийных режимов предусмотрены в РУС?

Литература

1. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: Учеб. пособие для вузов / П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.В. Девятков и др. Под ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат, 2009. - 160 с.
2. Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Общие правила. Главы 1.1, 1.2, 1.7, 1.9. Раздел 6. Электрическое освещение. Главы 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6. Раздел

7. Электрооборудование специальных установок. Главы 7.1, 7.2, 7.5, 7.6, 7-10. - 7-е изд. - М.: ООО «ТПК Старатель», 2004.

3. Потапов Г.П., Волошин Н.Е. Транспортёры в животноводстве. – М.: Агропромиздат, 2007. – 95 с.

**Практическая работа 5 Тема «Проверка исправности
люминесцентных ламп и пускорегулирующей аппаратуры» № 5 ЭМ-1**
– 14

Цель работы: Научить производить отбраковку люминесцентных ламп, дросселей, стартеров

Краткие теоретические сведения

Люминесцентные лампы представляют собой газоразрядные источники света низкого давления, в которых ультрафиолетовое излучение ртутного разряда преобразуется люминофором, в более длинноволновое видимое излучение. Люминесцентные лампы получили широчайшее распространение благодаря следующим характеристикам:

- высокая световая отдача — до 90 л м/Вт; большой срок службы — 18—20 тыс. ч;
- благоприятный спектр излучения, обеспечивающий высокое качество цветопередачи;
- низкая яркость;
- низкая температура колбы.

По характеру разряда люминесцентные лампы подразделяют на лампы дугового разряда с горячими катодами и лампы тлеющего разряда с холодными электродами. Лампы дугового разряда, зажигаемые с предварительным подогревом катодов, наиболее просты и экономичны в эксплуатации, поэтому наиболее широко применяются.

В зависимости от многочисленных световых оттенков, которые можно получить у люминесцентных ламп, в помещениях промышленных предприятий применяют следующие типы ламп:

ЛБ — лампа белого света;

ЛТБ — лампа тепло-белого света;

ЛХБ — лампа холодно-белого света;

ЛД — лампа дневного света;

ЛЕ — лампы естественно-белого света;

ЛБЦ, ЛТБЦ, ЛДЦ, ЛЕЦ — те же лампы с улучшенной цветностью. Улучшенная цветность ламп достигается добавками различных люминофоров, излучающих главным образом в красной области спектра.

На сегодняшний день наилучшими экономическими характеристиками (наибольший световая отдача) и наименьшей степенью пульсации светового потока обладают

лампы ЛБ. поэтому в большинстве случаев (за исключением жестких требований к цветопередаче) им следует отдавать предпочтение в осветительных установках. Для стабилизации разряда и ограничения тока люминесцентных ламп применяются балластные сопротивления, чаще всего дроссели (катушки с железным сердечником), к которым предъявляются следующие требования:

- потери мощности в дросселе должны быть минимальными;
- во время работы дроссель не должен нагреваться выше 60°C ;
- по габаритам и массе он должен быть как можно меньше;
- магнитопровод дросселя должен быть собран так, чтобы во время работы не было гудения.

В качестве зажигающего устройства, входящего в состав ПРА люминесцентных ламп, применяются стартеры тлеющего разряда. Стартер выполняет следующие функции:

— замыкает цепь пускового тока лампы, в результате чего электроды лампы должны нагреваться пусковым током, а напряжение сети падать на балластном сопротивлении и электродах лампы;

— по возможности быстро размыкать контакты, шунтирующие лампу после разогрева электродов и при этом

за счет энергии, запасенной в индуктивном балласте, на разомкнутых контактах стартера возникает импульс высокого напряжения (около 1000 В), который прикладывается к лампе и зажигает ее;

— поддерживать контакты разомкнутыми в течение всего времени горения лампы, в противном случае контакты стартера вновь зашунтируют лампу и она погаснет.

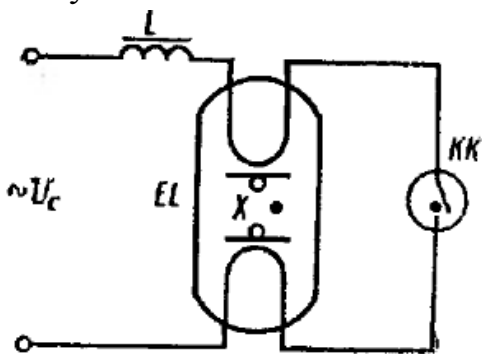


Рис. 2. Схема работы стартера

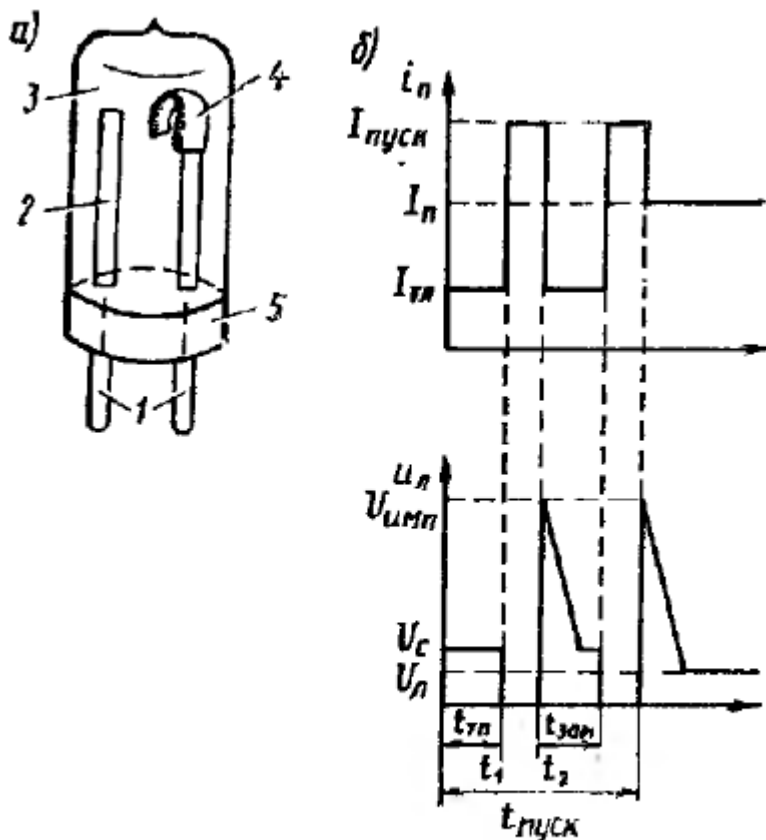


Рис. 1. Схема устройства стартера тлеющего разряда

Стартер (рис.1) состоит из стеклянного баллона 8, наполненного инертным газом. В баллон впаяны

металлический неподвижный электрод 2 и биметаллический электрод 4, имеющие выводы 1, проходящие через цоколь 5. Баллон заключен в металлический или пластмассовый корпус с отверстием в верхней части.

Стартеры выпускаются для включения люминесцентных ламп в сеть на напряжение 127 и 220 В. При подаче напряжения на схему (рис. 2) на электроды стартера и одновременно на лампу подается напряжение сети U_r . Это напряжение значительно ниже напряжения сети зажигания лампы с холодными электродами, но достаточно для образования тлеющего разряда между разомкнутыми электродами стартера. По цепи дроссель — электрод лампы — стартер — второй электрод лампы течет ток тлеющего разряда стартера (0,01—0,04 А). Этот ток не может обеспечить необходимый нагрев электродов лампы, но теплоты, образуемой в баллоне стартера, достаточно для разогрева биметаллической пластины 4. В результате этого она изгибается в направлении неподвижного электрода 2 и через 0,2—0,4 с контакты стартера замыкаются (момент времени t_1 , показан на рис. 1, б) и в цепи начинает протекать ток нагрева электродов. Значение этого тока определяются значениями напряжения сети, сопротивления балластного дросселя и электродов лампы. Пусковой ток, проходя по замкнутым контактам стартера, нагревает электроды лампы. Одновременно в стартере прекращается тлеющий разряд и происходит остывание биметаллического электрода. Через время $t_{зам}$ электроды стартера размыкаются, на лампе возникает импульс напряжения (момент времени t_2), который и зажигает лампу. Время подогрева электродов определяется временем замыкания электродов стартера и составляет 0,2- 0,8 с.

В ряде случаев этого времени недостаточно для разогрева электродов лампы и существенного снижения напряжения зажигания. Поэтому лампа при первом импульсе может не зажечься, тогда процесс зажигания повторяется. Общая длительность пускового режима зависит от параметров зажигания лампы и стартера, а также от напряжения сети и находится в пределах 3- 15 с. Длительность пускового импульса составляет 1 — 2 мкф и недостаточна для надежного зажигания лампы, так как за это время межэлектродное пространство в лампе не успевает достигнуть необходимой степени ионизации. Поэтому параллельно контактам стартера включают конденсатор емкостью 5—10 нФ, что увеличивает длительность импульса в 50 -100 раз.

При эксплуатации ламп встречаются различные неисправности, которые необходимо уметь обнаруживать и устранять. Чаще всего встречаются следующие неисправности:

- новая лампа не загорается (причиной этого может быть плохой контакт в патроне, разрыв проводов и электродах, наличие воздуха в лампе);
- новая лампа при включении мигает и не загорается. В этом случае ее рекомендуется несколько раз включить и выключить — это может устранить

мигание. Если же лампа продолжает мигать, то причиной может быть неисправность стартера рекомендуется его заменить;

- у лампы наблюдается потемнение концов трубки с одной или с обеих сторон на 50—70 мм от основания. Это означает, что срок службы лампы подходит к концу;
- концы лампы при включении светятся, а лампа не зажигается. Причина — либо неисправность стартера, либо короткое замыкание в конденсаторе;
- дроссель сильно гудит. В этом случае его необходимо укрепить на резиновых или других звукоизолирующих прокладках;
- сильный нагрев дросселя может быть следствием плохой изоляции пластин. При этом дроссель необходимо заменить;
- сгорание электродов. Причины — поломка патронов, короткое замыкание проводов на корпус осветительной арматуры.

Методические указания

Записать технические данные ламп, дросселей, стартеров используемых в работе, разобрать стартер и составить эскиз основных его элементов.

При исследовании работы лампы желательно проверить качество ее работы, учитывая, что хорошая лампа должна зажигаться при напряжении сети U_t — 90 % $U_{\text{нот}}$. Кроме проверки исправной работы лампы необходимо проверить наличие «выпрямляющего эффекта», который почти вдвое уменьшает световой поток лампы. «Выпрямляющий эффект» возникает в том случае, если у лампы отсутствует эмиссия одного из электродов, при этом ток будет проходить по лампе только в одном направлении и амперметр постоянного тока зафиксирует значение тока на 25–30 % меньше номинального тока лампы). Такая лампа подлежит отбраковке.

При испытаниях стартера необходимо иметь в виду, что, несмотря на простоту конструкции, они часто выходят из строя из-за залипания контактов. В таком режиме стартер отрицательно влияет на срок службы лампы, так как она начинает работать в длительном пусковом режиме.

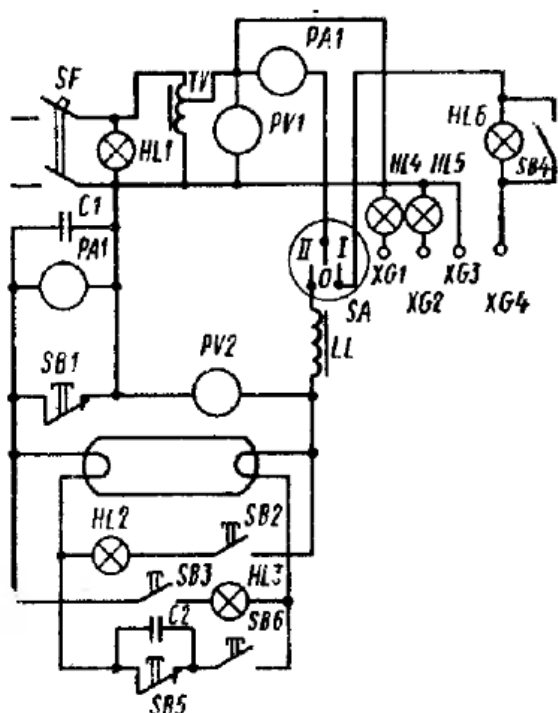


Рис. 3. Электрическая схема

При испытаниях дросселя необходимо убедиться в отсутствии короткого замыкания в дросселе, а также измерить ток короткого замыкания и сравнить его с каталожными данными. Отсутствие перегрева и гудения при работе дросселя свидетельствуют о его исправности.

Порядок выполнения работы

Собрать схему (по рис. 3)

Включить автомат SF, о наличии напряжения на схеме свидетельствует загоревшаяся лампа HL1.

Установить лабораторным автотрансформатором TV необходимое напряжение.

Произвести проверку исправности лампы, для чего:

- поставить переключатель SA в положение II;
- нажать кнопку SD6, после отпускания кнопки лампа должна зажечься.

Назначение лампы снять по показаниям приборов PA1 и PA2. Отклонения параметров не должны быть более 10 — 12 % .

Если при нажатии на кнопку нити электродов не светятся, то для выяснения, какой из электродов испорчен, необходимо поочередно нажать кнопки SB2 и SB3;

если электроды целы, а лампа не горит, то ее следует зажечь с помощью конденсатора C_2 емкостью 4 мкф нажав на кнопку SB5 не отпуская кнопку SB6.

Затем для обнаружения лампы выпрямляющего эффекта необходимо нажать кнопку SB1 и если амперметр постоянного тока PA2 покажет 25 -30 % от показания амперметра PAI, то лампа подлежит замене;

в случае исправной лампы зажечь ее нажатием кнопки SB6, предварительно установив напряжение на вольтметре PVI равное 198- 200 В.

5. Произвести проверку исправности дросселя, для чего необходимо:

- подключить дроссель к зажимам XG3 и XG4;
- установить переключатель SA в положение I;
- проверить отсутствие короткого замыкания, при этом накал нити лампы HL6 должен быть нормальным при разомкнутой кнопке SB 4;
- нажать кнопку SB4, измерить ток короткого замыкания

6. Произвести проверку стартера, для чего подключить стартер к зажимам XG1 и XG2: у исправного стартера с момента его включения через лазок в корпусе можно увидеть оранжевое сечение газового разряда, которое исчезнет через 1—3 с. когда электроды стартера замкнутся. В этот момент зажигаются лампы HL4 и HL5 мощностью 15— 20 Вт. Далее процесс срабатывания повторяется, при этом лампы будут часто мигать. Если лампы не горят или горят, но не мигают, то стартер неисправен и подлежит замене.

7. Сделать необходимые выводы и составить отчет по работе.

Оформление отчета.

Отчет должен содержать:

1. Наименование и цель практической работы, фио студента, группу.
2. Перечень аппаратов.
3. Заполненный бланк измерений.
4. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение стартера? Поясните его конструкцию.
2. Каково назначение дросселя? Поясните его конструкцию.
3. Рассмотрите конструкцию люминесцентной лампы.
4. Укажите основные неисправности люминесцентных ламп и их причины.

5. Чем объяснить, что с течением времени уменьшается световой поток лампы?
6. В каких случаях в лампе обнаруживается явление выпрямляющего эффекта?

Литература

1. Чунихин, А. А. Электрические аппараты / А. А. Чунихин. – М. : Энергоатомиздат, 2008. – 718 с.
2. Бурда, А. Г. Обучение в электромонтажных мастерских / А. Г. Бурда. – М. : Радиосвязь, 2008. – 232 с.
3. Кисаримов, Р. А. Справочник электрика / Р. А. Кисаримов. – М. : Радио Софт, 2009. – 320 с.
4. Лабораторный практикум по электрическим аппаратам / Ю. Н. Новиков [и др.]. – М. : Высш. шк., 2007. – 196 с.

Тема 2 Монтаж и ремонт пускорегулирующей аппаратуры напряжением до 1000В

Практическая работа 6 Тема «Изучение устройства и принципа работы автоматических выключателей».

Цель работы: изучение конструкции и принципа действия автоматического выключателя, исследование защитной характеристики автоматического выключателя.

Приборы и оборудование

Амперметр Э365, $I_H = 100 \text{ А}$.

Нагрузочный трансформатор $U_{1H} = 220 \text{ В}$, $U_{2H} = 6 \text{ В}$.

Автоматический выключатель АП50-3МТ, $I_H = 50 \text{ А}$...

Электросекундомер ПВ-53.

Теоретические сведения

Автоматический воздушный выключатель (автомат) – это аппарат, предназначенный для нечастых включений и отключений электрической цепи при нормальной нагрузке, а также для автоматического отключения цепи при возникновении ненормальных режимов, перегрузки, коротких замыканий и исчезновения или снижения напряжения.

Название «воздушный» выключатель получил потому, что электрическая дуга, возникающая между его контактами при отключении цепи, гасится в среде окружающего воздуха.

Различают несколько разновидностей выключателей: универсальные (работают на постоянном и переменном токе), установочные (предназначаются для установки в общедоступных помещениях), быстродействующие постоянного тока, гашения магнитного поля мощных генераторов и др.

Структурная схема конструкции универсальных и установочных автоматов в основном одинакова. Контакты К производят замыкание и размыкание электрической цепи. Они заключены в дугогасительную камеру, назначение которой – быстро гасить дугу и предотвращать выброс ионизированных газов из дугового промежутка

Контакты К связаны с приводом П через механизм свободного расцепления МСР. на который могут воздействовать также установленные в автомате различные расцепители РЗ, РН и отключающая катушка ОК. Благодаря наличию МСР, отключение автомата происходит при возникновении аварийного режима независимо от положения рукоятки привода.

Расцепители выполняют роль защитных элементов, реагирующих на отклонение определенного параметра от своего нормального значения. Они представляют собой электромагнитные или термобиметаллические реле, измерительные органы которых включены в электрическую цепь, а исполнительные – воздействуют на отключение контактов автомата К.

Автоматы могут снабжаться блок-контактами БК. Установочные автоматы чаще всего используются для защиты электроустановок от сверхтоков перегрузки и коротких замыканий КЗ. Этот тип автоматов позволяет заменить собой в распределительных устройствах неавтоматические выключатели и предохранители. Их применение вместо плавких предохранителей имеет следующие преимущества:

- при перегрузках или КЗ отключаются сразу три фазы, что устраняет возможность неполнофазного режима работы трехфазных двигателей;
- снижаются простои, так как на включение сработавшего автомата требуется меньше времени, чем на замену перегоревшего предохранителя,
- время-токовые характеристики защиты от перегрузок автоматов больше соответствуют параметрам защищаемого электрооборудования, чем предохранители.

Выключатели состоят из следующих основных элементов: главной контактной системы, дугогасительной системы, привода, расцепляющего устройства, расцепителей и вспомогательных контактов.

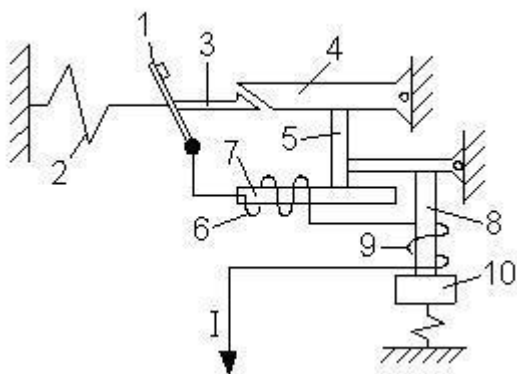


Рис.1. Эскиз кинематических связей

При номинальном режиме ток проходит по контактам **1**, нагревательному элементу **6** и катушке **9** электромагнитного расцепителя и далее к нагрузке (рис1). При нагрузке ток, проходя по нагревателю теплового реле, нагревает биметаллическую пластину **7**, которая изгибается и действует на рычаг **5**, который связан с защёлкой **4**, которую он приподнимает. Защёлка **3** освобождается и под действием пружины **2** контакт **1** размыкается. При КЗ электромагнит **9** расцепителя втягивает сердечник **10** и толкателем **8** воздействует на рычаг **5**, происходит автоматическое отключение.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомится с конструкцией и принципом действия автомата. Составить эскиз кинематических связей подвижных элементов автомата, паспортные характеристики которого представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Паспортные данные автомата

Тип автомата	U _н , В	I _н , А	Число полюсов	Вид расцепителя	Ток расцепителя	Кратность тока расцепителя
АП50-3МТ	220	50	3	Комбинированный	6,4	11 I _{расц.}

2. Собрать электрическую схему рис. 1.2.

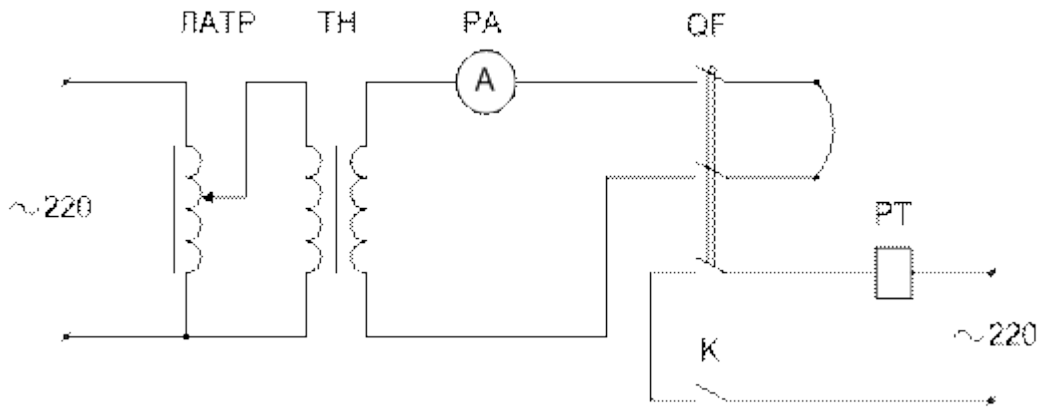


Рис. 1.2. Схема исследования автоматического выключателя

- Автомат QF отключить, а движок ЛАТР установить в нулевое положение.
- Включить автомат QF и замкнуть ключ К. Проверить работоспособность электросекундомера и обнулить его.
- Разомкнуть ключ К. Регулятором напряжения ЛАТР быстро установить ток 15 А и отключить автомат.
- Через 2 мин включить автомат QF. Одновременно замкнуть ключ К и подключить нагрузочный трансформатор ТН к источнику регулируемого напряжения.
- В момент срабатывания автомата зафиксировать значение тока и время срабатывания по электросекундомеру. Данные записать в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Результаты исследования

Ток I, А						

Кратность тока, $I/I_{расц.}$						
Время срабатывания, $t_{ср.}$						

Внимание. Все последующие опыты выполнять с интервалом через 3-4 мин.

8. Выполнить опыты для других значений, увеличивая ток на 5 А, начиная с п. 5, а данные записать в табл. 1.2.

9. По результатам измерений построить защитную характеристику автомата $t_{ср} = f(I/I_{расц.})$ и сделать выводы.

Содержание отчета

Цель работы, паспортные данные автомата, эскиз кинематических связей подвижных элементов автомата, электрическую схему испытаний, результаты экспериментальных исследований, защитную характеристику автомата, выводы по результатам исследований.

Контрольные вопросы

1. Назначение и область применения автоматов.
2. Устройство электромагнитного расцепителя автоматического выключателя.
3. Понятие о рабочих и защитных характеристик автомата.
4. Согласование защитных характеристик автомата.
5. Способы защиты коммутируемых цепей от перегрузки и коротких замыканий с помощью автоматов.
6. Принцип работы тепловых и электромагнитных расцепителей.
7. Основные узлы конструкции автомата и их назначение.
8. Основные параметры и характеристики автомата.
9. Методика снятия защитной характеристики автомата.

Литература

1. Чунихин, А. А. Электрические аппараты / А. А. Чунихин. – М. : Энергоатомиздат, 2008. – 718 с.
2. Бурда, А. Г. Обучение в электромонтажных мастерских / А. Г. Бурда. – М. : Радиосвязь, 2008. – 232 с.
3. Кисаримов, Р. А. Справочник электрика / Р. А. Кисаримов. – М. : Радио Софт, 2009. – 320 с.
4. Лабораторный практикум по электрическим аппаратам / Ю. Н. Новиков [и др.]. – М. : Высш. шк., 2007. – 196 с.

Практическая работа 7 Тема «Изучение теплового реле».

Цель работы: ознакомление с конструкцией и принципом действия теплового реле, снятие защитных характеристик теплового реле.

Приборы и оборудование

Электротепловое реле серии РТЛ-1004, $I_n = 0,5$ А, с пределом регулирования тока уставки $I_y = 0,38, 0,65$ А.

Электросекундомер типа ПВ-53.

Вольтметр Э 531, $U_H = 1,5,7,5$ В.

Амперметр АСТ, $I_H = 1,2$ А.

Теоретические сведения

Долговечность электрического оборудования и электродвигателей в значительной степени зависит от перегрузок, которым они подвергаются во время работы.

Для защиты асинхронных двигателей от длительных перегрузок широкое распространение получили тепловые реле с биметаллическими элементами, состоящие из двух пластин с различным коэффициентом линейного расширения а при нагревании. Пластины жестко сцепляются друг с другом путем проката в горячем состоянии, либо контактной сваркой.

В тепловых реле используют биметаллические элементы из таких материалов, как инвар, имеющий малое значение α , и хромоникелевая сталь, имеющая большое значение α .

Если биметаллический элемент закрепить с одной стороны и нагреть, то он изгибается в сторону материала с меньшим коэффициентом линейного расширения. Это явление используется в тепловых реле. Изгибаясь, биметаллическая пластина действует на защелку и происходит переключение контактов реле. В схемах защиты электродвигателей используются замыкающие контакты, действующие на сигнал, или размыкающие контакты, действующие на отключение электрического двигателя от сети.

Нагрев биметаллического элемента происходит за счет тепла, выделяемого током нагрузки в самой пластине или в специальном нагревательном элементе. Основной характеристикой теплового реле является зависимость времени срабатывания $t_{ср}$ от тока нагрузки I , которая называется защитной характеристикой $t_{ср} = f(I)$. Из-за инерционности теплового процесса тепловые реле, имеющие биметаллический элемент, непригодны для защиты цепей от токов коротких замыканий.

Нагревательные элементы в данном случае могут перегореть до срабатывания реле. Поэтому защита тепловыми реле должна быть дополнена плавкими предохранителями или автоматическими выключателями.

Промышленность выпускает тепловые реле однополюсные серии ТРП, двухполюсные серии ТРН и трехполюсные серии РТЛ, РТТ.

Тепловые реле серии РТЛ выпускаются в расчете на ток уставки в диапазоне 0,1,200 А. Устанавливаются они самостоятельно и в комплекте с магнитными пускателями серии ПМЛ и имеют выводы для присоединения к пускателю, обозначенные 1Л1, 3Л2, 5Л3 и клеммные зажимы 2С1, 4С2, 6С3 для подключения асинхронных электродвигателей.

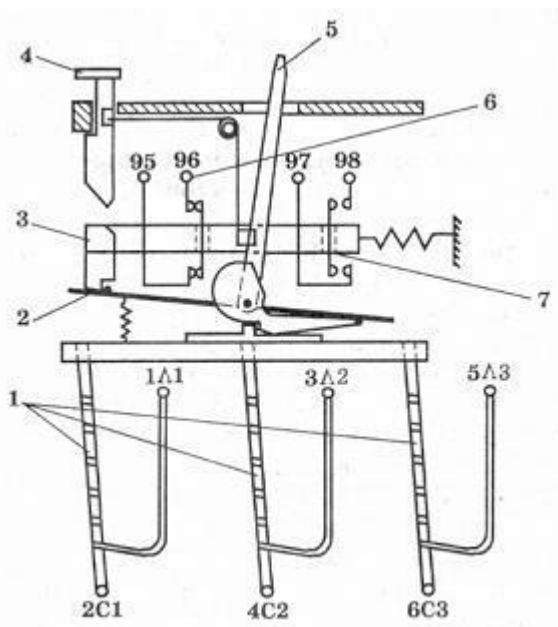


Рис. 3.1. Схема электротеплового реле РТЛ

На рис. 3.1 представлена схема электротеплового реле РТЛ, где 1 – термобиметаллические элементы, установленные в каждой фазе; 2 – пружина-защелка; 3 – устройство возврата контактов; 4 – кнопка ручного возврата подвижных контактов; 5 – регулятор уставок тока; 6 – неподвижные контакты; 7 – подвижные контакты.

Выводы 1Л1, 3Л2, 5Л3 подключаются к пускателю, а выводы 2С1; 4С2; 6С3 подключаются к двигателю.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с конструкцией и принципом действия теплового реле серии РТЛ.
2. Собрать схему включения теплового реле и электросекундомера (рис. 3.2 а, б).

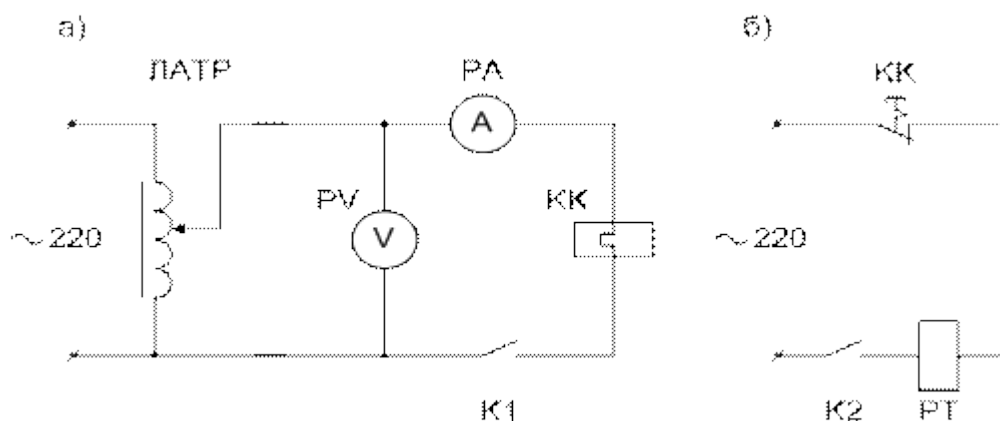


Рис. 3.2. Схема исследования теплового реле: а – включение реле; б – включение электросекундомера

3. На тепловом реле установить регулятором тока $I_{уст.} = 0,38 \text{ А}$.
4. Движок ЛАТР установить в нулевое положение.
5. При разомкнутом ключе К1 установить на вольтметре напряжение $U = 5,5 \text{ В}$.
6. Проверить работу электросекундомера, замкнув ключ К2. Обнулить секундомер, нажав рычаг.

7. Замкнуть одновременно К1, К2 и зафиксировать показание амперметра и электросекундомера. Результаты занести в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Результаты исследования

Номер опыта					
Ток срабатывания реле I, А					
Время срабатывания $t_{ср.}, c$					
Кратность тока $I/I_{уст}$					

Внимание. Для полного охлаждения теплового реле между опытами делать перерыв 3-4 мин.

8. Для всех последующих опытов регулятором установить напряжение 6 В–6,5 В–7 В–7,5 В, а результаты записать в табл. 3.1.

9. По данным эксперимента построить защитную характеристику $t_{ср.} = f(I)$ и сделать выводы.

Содержание отчета

Цель работы, электрическая схема исследования теплового реле, результаты экспериментальных исследований, эскиз кинематических связей подвижных элементов электротеплового реле, график зависимости времени срабатывания от тока $t_{ср.} = f(I)$, выводы по результатам исследований.

Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняет тепловое реле в схемах электрических устройств?
2. Как устроен нагревательный элемент теплового реле?
3. Почему тепловые реле не применяются для защиты электрических цепей от токов КЗ?
4. Какие виды контактов имеет тепловое реле серии РТЛ?
5. Какой вид имеет защитная характеристика теплового реле?

Литература

1. Чунихин, А. А. Электрические аппараты / А. А. Чунихин. – М. : Энергоатомиздат, 2008. – 718 с.
2. Бурда, А. Г. Обучение в электромонтажных мастерских / А. Г. Бурда. – М. : Радиосвязь, 2008. – 232 с.
3. Кисаримов, Р. А. Справочник электрика / Р. А. Кисаримов. – М. : Радио Софт, 2009. – 320 с.
4. Лабораторный практикум по электрическим аппаратам / Ю. Н. Новиков [и др.]. – М. : Высш. шк., 2007. – 196 с.

Практическая работа 8 Тема «Техника чтения планов и схем электроустановок»

Цель работы Научить студентов понимать условные обозначения, иметь представление о строительных чертежах и свободно читать планы и схемы электроустановок.

Перечень дидактических средств

Наименование	Обозначение	Кол-во
Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах	ГОСТ 21.614 - 88	1 компл
Буквенные коды, применяемые на схемах	ГОСТ 2.710 - 81	1 компл
Система проектной документации для строительства. Силовое электрооборудование. Рабочие чертежи	ГОСТ 21.613 - 88	1 экз
Чертежи однолинейных электрических схем РУ-0,4 кВ		3 л
Комплект чертежей «Общеплощадочные работы. Электроснабжение»	1030-0-ЭС	6 л
Комплект чертежей «Наружное освещение»	1071 – 8 - ЭН	1 л
Комплект чертежей силового оборудования «Хлебопекарня»	03-97-1-ЭМ	4 л
Комплект чертежей по электроосвещению «Торговый центр»	1287-1-ЭО	5 л
Комплект чертежей по электроосвещению «Стоматологическая поликлиника»	1198-1-ЭО	2 л
Комплект чертежей по электроосвещению «Здание городского музея»	1012/1-1-ЭО	6 л
Комплект чертежей по электроосвещению «Родильный дом»	1204-1-ЭО	6 л
Для дополнительного образования		
Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах. Евростандарт		1 компл
Комплект чертежей выполненных по Евростандарту		1 компл

Краткая информация по теме

Основной особенностью чертежей осветительных и силовых установок, в частности планов, является некоторая условность изображения. Размеры светильников, электрощитов и линий электропроводки несоизмеримы с размерами помещений и поэтому невозможно изображать их в масштабе. Светильники, щитки и другие элементы электроустановок в основном изготавливаются электротехнической промышленностью, имеют название, каталожные номера и все их данные известны. Примерно такое же положение и с продукцией, поставляемой заводами и мастерскими монтажных организаций. Само здание или сооружение строится по строительным чертежам и в электротехнических чертежах показываются в упрощенном виде с целью привязки сетей к элементам зданий. Для изображения светильников, щитов и электросетей широко пользуются их условными обозначениями, большинство из которых имеет общее применение.

По назначению и способу исполнения чертежи осветительных установок можно разделить на следующие виды: чертежи осветительных сетей, нанесенные на планы и разрезы зданий; электрические схемы соединений, выполняемые с различной степенью детализации; конструктивные чертежи отдельных узлов проводки, разрабатываемые аналогично машиностроительным чертежам и пригодные для заказа на заводы; эскизы для заказа отдельных изделий в мастерских, выполняемые в дополнение к проекту при подготовке к монтажу осветительных установок. Эти эскизы делаются с упрощениями и оставляют определенную свободу работникам мастерской для выполнения заказа с учетом их практического опыта и наличия материалов.

В связи с большим разнообразием применяемых светильников и аппаратов отразить их полное наименование и характеристику с помощью условных обозначений не представляется возможным. Поэтому чертежи осветительных электроустановок дополняют рядом надписей, таблиц и спецификаций.

Порядок выполнения работы

Изучить изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах.

Рассмотреть план расположения осветительной электросети части здания, на котором в условных обозначениях нанесены светильники, групповые щитки и линии электропроводки.

Разобрать дополнительные данные, которые даются при помощи надписей непосредственно на плане расположения.

Определить назначение каждого помещения на чертеже; освещенность помещений (лк).

В одном из помещений определить марку и сечение проводов; количество и тип светильников, мощность ламп и высоту подвеса светильников. Определить номер щита освещения, от которого запитано электрооборудование данного помещения, указать номер группы, подающей питание.

Определить установленную мощность электрооборудования подключенного к щиту и какие группы в щитке задействованы.

В данных по групповым щиткам определить номера и типы щитов освещения, установленную и расчётную мощность, тип автоматических выключателей применяемых в данных щитах и ток расцепителя.

Содержание отчёта:

1. Наименование и цель практической работы, ф.и.о студента, группу.
2. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

(преподаватель указывает любое помещение на чертеже)

Определите наименование помещения

Укажите освещённость помещения

Расшифруйте все условные обозначения на плане помещения

Определите количество и тип светильников, мощность ламп и высоту подвеса светильников в помещении

номер группы, подающей питание, марку, сечение проводника

Определите расчётный ток щита освещения, от которого поступает питание в помещение

По чертежам силового оборудования определите наименования потребителей электроэнергии

Укажите, каким пускорегулирующим аппаратом выполняется защита потребителя, номинальный ток защитного аппарата, ток срабатывания

На чертежах электроснабжения укажите кабельную траншею, напряжение проложенного в ней кабеля, укажите место и способ ввода кабеля в помещение

На чертежах наружного освещения покажите опоры наружного освещения, тип светильника, марку и сечение проводов, применённых в проекте, определите метраж провода на определённом участке .

Литература

1. Чунихин, А. А. Электрические аппараты / А. А. Чунихин. – М. : Энергоатомиздат, 2008. – 718 с.
2. Бурда, А. Г. Обучение в электромонтажных мастерских / А. Г. Бурда. – М. : Радиосвязь, 2008. – 232 с.
3. Кисаримов, Р. А. Справочник электрика / Р. А. Кисаримов. – М. : Радио Софт, 2009. – 320 с.
4. Лабораторный практикум по электрическим аппаратам / Ю. Н. Новиков [и др.]. – М. : Высш. шк., 2010. – 196 с.

Практическая работа 9 Тема «Проверка распределительных устройств» № 6 ЭМ – 1 - 14

Осмотры распределительных устройств (РУ) проводятся со следующей периодичностью: на объектах с постоянным дежурством персонала - не реже 1 раза в сутки и не реже 1 раза в месяц в темное время суток для выявления разрядов и коронирования; на объектах без постоянного дежурства персонала - не реже 1 раза в месяц. Дополнительные осмотры проводятся при неблагоприятной погоде (туман, сильный мокрый снег, гололед). Объекты в зонах интенсивного загрязнения также должны осматриваться дополнительно.

При осмотрах РУ проверяют: уровень масла, его температуру и отсутствие течи в маслonaполненном оборудовании; состояние контактных соединений ошиновки; состояние изоляции (загрязненность, наличие трещин, сколов, следов выпадения росы); соответствие указателей положения коммутационных аппаратов их действительному положению; состояние открыто проложенных проводников

заземляющего устройства; действие устройств подогрева оборудования в холодное время года. Наличие средств пожаротушения, переносных заземлений и других защитных средств, медицинской аптечки первой помощи.

При осмотрах закрытых РУ дополнительно проверяют: состояние помещения, отопления, вентиляции, освещения, состояние кровли или междуэтажных перекрытий, наличие и исправность дверей и замков. В элегазовых РУ дополнительно проверяют влажность и давление элегаза в оборудовании, концентрацию элегаза в помещении закрытых распределительных устройств. Замеченные при осмотрах дефекты и неисправности должны быть устранены при ближайшем ремонте, дефекты аварийного характера должны устраняться в кратчайшие сроки. Загрязнение поверхности изоляторов оборудования распределительных устройств наибольшую опасность представляет при морозящем дожде, тумане или выпадении росы, когда загрязняющий слой становится проводящим. Это может привести к возникновению разрядов на поверхности изоляторов и их перекрытию. Поэтому важно своевременно очищать изоляцию РУ от загрязнений и обрабатывать изоляторы гидрофобными пастами, обладающими водоотталкивающими свойствами. Все трущиеся части механизмов коммутационных аппаратов и их приводов должны периодически смазываться. Используются смазки, эффективно работающие при низких температурах. Устройства электроподогрева приводов коммутационных аппаратов, шкафов управления, релейной защиты и автоматики должны работать, как правило, в автоматическом режиме включения и отключения. При эксплуатации распределительных устройств выполняют следующие общие для всего оборудования профилактические измерения и испытания:

1. Измерение сопротивления основной изоляции оборудования (изоляции первичных цепей) мегаомметром на 2500.

Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей мегаомметром на 1000 В; это сопротивление должно быть не меньше 1 МОм; Испытание изоляции вторичных цепей проводится напряжением 1 кВ в течение 1 мин. Тепловизионный контроль оборудования распределительных устройств.

Приборы и оборудование

мегаомметр 2500 В.

тепловизор

Практическая часть.

Произвести визуальный осмотр распределительного устройства

Выполнить необходимые измерения

Результаты проверок оформить протоколом установленной формы.

Оформить отчёт

Содержание отчёта.

1. Наименование работы.

2. Цель работы.

3. Приборы и оборудование.
4. Ход выполнения работы.
5. Схема исследования
6. Протокол визуального осмотра.
7. Протокол измерений.
9. Вывод по практической работе.

Литература

1. Чунихин, А. А. Электрические аппараты / А. А. Чунихин. – М. : Энергоатомиздат, 2008. – 718 с.
2. Бурда, А. Г. Обучение в электромонтажных мастерских / А. Г. Бурда. – М. : Радиосвязь, 2008. – 232 с.
3. Кисаримов, Р. А. Справочник электрика / Р. А. Кисаримов. – М. : Радио Софт, 2009. – 320 с.
4. Лабораторный практикум по электрическим аппаратам / Ю. Н. Новиков [и др.]. – М. : Высш. шк., 2010. – 196 с.

Адрес: 132299, г. Москва, ул. Ворошилова, д. 1111

Свидетельство о регистрации № 1234

Действительно до "21" сентября 2015 г.

Объект: Магазины "Ромашка"

Адрес: 123456, г. Москва, ул. Советская, д.1111

Дата проведения измерений: "13" мая 2013 г. - "23" мая 2013 г.

ПРОТОКОЛ 038-05/13И-01**визуального осмотра**

(на 2 листах)

1. Проверка соответствия электроустановок нормативной и проектной документации

Наименование составных элементов электроустановки зданий	Нормативная документация и перечень пунктов, устанавливающих требования и значения проверяемых характеристик	Результат осмотра
1	2	3
1. Щитовые помещения	ПУЭ: 1.1.33-1.1.36; 7.1.28-7.1.31	Соотв. ПУЭ
2. Распределительные устройства напряжением до 1000 В. 2.1. Вводные и вводно-распределительные устройства (ВУ, ВРУ) 2.2. Главные и вторичные распределительные щитки: групповые, этажные, квартирные. 2.3. Щиты и щитки для питания рекламного освещения, витрин, фасадов, наружного освещения и иллюминации, противопожарных устройств, систем диспетчеризации, световых указателей и огни светового ограждения, звуковой и другой сигнализации, силовых установок.	ПУЭ: 1.8.34(п.1); 4.1.3; 4.1.4; 4.1.6; 4.1.7; 4.1.11; 4.1.12-4.1.14; 4.1.21-4.1.23; 6.3.15-6.3.24; 7.1.22-7.1.28; 7.1.31; 7.1.34; 7.1.57.	Соотв. ПУЭ
3. Устройства автоматического включения резервного питания (АВР)	ПУЭ: 3.3.32	Не предусмотрено
4. Вторичные цепи	ПУЭ: 1.8.34(п.1.2.6); 3.4.4; 3.4.5(пп. 1, 4); 3.4.7; 3.4.9; 3.4.10; 3.4.12-3.4.14; 3.4.16	Соотв. ПУЭ
5. Измерительные трансформаторы	ПУЭ: 1.5.16; 1.5.18; 1.5.23; 1.5.36; 1.5.37	Соотв. ПУЭ
6. Приборы учета электроэнергии	ПУЭ: 1.5.15; 1.5.27; 1.5.29-1.5.31; 1.5.33; 1.5.35-1.5.38; 7.1.59-7.1.66	Соотв. ПУЭ
7. Аппараты защиты (защиты электрических сетей до 1 кВ)	ПУЭ: 1.8.34(пп 1,3); 3.1.5-3.1.8; 6.1.34; 7.1.24- 7.1.26.	Не соотв. ПУЭ п.1.7.79

8. Электропроводки (питающие, распределительные и групповые сети)	ПУЭ: 1.8.34(п.1); 2.1.14-2.1.17; 2.1.21-2.1.24; 2.1.26; 2.1.28-2.1.30; 2.1.35; 2.1.37-2.1.40; 2.1.42- 2.1.45; 2.1.47; 2.1.49; 2.1.50; 2.1.52; 2.1.54-2.1.61; 2.1.63; 2.1.64; 2.1.66-2.1.79; 7.1.21; 7.1.32- 7.1.45	Соотв. ПУЭ
9. Кабельные линии внутри зданий	ПУЭ: 1.3.15; 1.3.16; 1.8.37(пп1,2,7,13); 2.3.18; 2.3.20; 2.3.21; 2.3.23; 2.3.33; 2.3.40; 2.3.42; 2.3.48; 2.3.52; 2.3.65; 2.3.71; 2.3.72; 2.3.75; 2.3.109; 2.3.110; 2.3.120; 2.3.123; 2.3.124; 2.3.134; 2.3.135; 7.1.34; 7.1.42-7.1.44	Соотв. ПУЭ
10. Рекламное освещение	ПУЭ: 6.1.15; 6.4.1-6.4.18	Соотв. ПУЭ
11. Внутреннее освещение: осветительная арматура и патроны, электроустановочные изделия	ПУЭ: 6.1.10-6.1.14; 6.1.16-6.1.44 6.6.1-6.6.31; 7.1.46-7.1.54	Соотв. ПУЭ
12. Заземляющие устройства	ПУЭ: 1.7.33; 1.7.35; 1.7.38; 1.7.39; 1.7.42; 1.7.44; 1.7.46; 1.7.47; 1.7.55; 1.7.61-1.7.64; 1.7.71-1.7.76; 1.7.78; 1.7.79; 1.7.80-1.7.88; 1.7.90-1.7.98; 1.8.36; 7.1.67-7.1.69; 7.1.87; 7.1.88	Соотв. ПУЭ
13. Система молниезащиты	РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений»	Не предусмотрено
14. Маркировка элементов электроустановок, буквенно-цифровые и цветные маркировки токоведущих проводников, нулевых рабочих и защитных проводников, выводы аппаратов	Проверка маркировки элементов электроустановок - буквенная, цифровая и цветовая маркировка токоведущих проводников, нулевых рабочих и защитных проводников выводов аппаратов.	Соотв. ПУЭ

Заключение: Осмотренное оборудование соответствует требованиям ПУЭ, за исключением линий указанных в графе № 3.

Осмотр провели: инженер-испытатель

(должность)

инженер-испытатель

(должность)

(подпись)

(подпись)

Иванов П. И.

(Ф.И.О.)

Иванов П. И.

(Ф.И.О.)

ПРОТОКОЛ 038-05/13И-03**проверки сопротивления изоляции проводов, кабелей и обмоток электрических машин.**

(на 4 листах)

Климатические условия при проведении измерений

Температура воздуха + 22 С. Влажность воздуха 58%. Атмосферное давление 752 мм. рт. ст.

Цель измерений (испытаний)

приёмо-сдаточные

(приёмо-сдаточные, сличительные, эксплуатационные, контрольные испытания)

Нормативные и технические документы, на соответствие требованиям которых проведены измерения (испытания):

ПТЭЭП Прил. 3.1 таблица 37; Прил. 3 раздел 6 п.6.2

1. Результаты измерений

№ п/п	Наименование линий, электрических машин по проекту.	Рабочее напряжение, В	Марка провода, кабеля, колаво жил сечение провода, кабеля (мм ²)	Напряжение мегаомметра	Допуст. сопр. изоляции	Сопротивление изоляции, (МОм)										Вывод о соответствии нормативному документу
						A-B	B-C	C-A	A-N (PEN)	B-N (PEN)	C-N (PEN)	A-PE	B-PE	C-PE	N-PE	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ЩР																
1	ОТ 2 ГР. АВАРИЙНОЕ СОВЕЩЕНИЕ	220	ВВГнг-LS 3х2,5	1000	0,5	-	-	-	1390	-	-	1680	-	-	1690	СООТВ.
2	ОТ 3 ГР. ОХРАННАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ	220	ШВПС 2х0,75	1000	0,5	-	-	-	1420	-	-	-	-	-	-	СООТВ.
3	ОТ 7 ГР. ТОРГОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ГР-1	220	ВВГнг-LS 3х2,5	1000	0,5	-	-	-	-	-	2560	-	-	2770	2630	СООТВ.
4	ОТ 8 ГР. ТОРГОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ГР-2	220	ВВГнг-LS 3х2,5	1000	0,5	-	-	-	1400	-	-	1460	-	-	1340	СООТВ.
5	ОТ 9 ГР. ТОРГОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ГР-3	220	ВВГнг-LS 3х2,5	1000	0,5	-	-	-	-	3610	-	-	3090	-	3070	СООТВ.

Практическая работа 10 Тема «Проверка контактной системы» № 5

ЭМ – 1 – 14

1. Цель работы

Приобретение навыков расчета и экспериментального определения контактного сопротивления электрических аппаратов.

2. Основные теоретические положения

Электрическим контактом называется соединение двух (или нескольких) проводников, предназначенное для проведения электрического тока. Деталь, соприкасающаяся с другой при образовании электрического контакта, называется контакт-деталью.

Соприкосновение контактов происходит не по всей кажущейся поверхности контактирования, а лишь в нескольких её местах, так как на поверхности контактов всегда имеются микроскопические выступы и впадины (микронеровности). Поэтому сопротивление контакта электрическому току значительно больше сопротивления сплошного проводника.

Контактное сопротивление является важнейшей характеристикой электрического контакта: чем оно больше, тем больше тепловой энергии выделяется в контакте а, следовательно, тем выше его температура.

В данной работе исследуются зависимости контактного сопротивления от силы контактного нажатия для контактов различных форм и материалов. Кроме того, выясняется влияние поверхностных пленок на контактное сопротивление.

Контактное сопротивление зачищенного контакта связано с силой нажатия следующим соотношением, Ом:

$$R_k = \frac{k}{(0,102F)^m},$$

где R_k – контактное сопротивление, Ом;

F – сила контактного нажатия, Н;

k – коэффициент, учитывающий материал контактов и состояние контактных поверхностей, Ом·Н ;

m – показатель степени, зависящий от формы контактов.

Значения k и m , определенные опытным путем, приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Материал контактов	Коэффициент K , Ом×Н ^{m}	Состояние контактных поверхностей
Медь – медь	$(0,08 \div 0,14) \cdot 10^{-3}$	Очищенные от окислов
Латунь – латунь	$0,67 \cdot 10^{-3}$	Очищенные от окислов
Алюминий – алюминий	$(3 \div 6) \cdot 10^{-3}$	Очищенные от окислов
Серебро – серебро	$0,06 \cdot 10^{-3}$	Очищенные от окислов

Таблица 2

Вид контакта	Коэффициент m
Шар – плоскость	0,5
Линия – плоскость	0,7
Плоскость – плоскость	1,0

3. Описание лабораторной установки

Механическая часть установки (рис. 1) представляет собой стальной жесткий рычаг первого рода 5, ось которого шарнирно закреплена на основании 4, выполненном из швеллера. Исследуемые контакты 6 закрепляются в обоймах 7, одна из которых расположена на рычаге 5, а другая – на полке швеллера 4. Обоймы 7 могут поворачиваться во взаимноперпендикулярных плоскостях,

благодаря чему достигается самоустановка контактов.

С помощью тяги 2 и грузов 3 контакты прижимаются друг к другу. Отношение плеч рычага равно 1:10, поэтому сила нажатия на контакт будет в 10 раз больше силы тяжести грузов. Для уравнивания собственной массы рычага служит противовес 1.

Электрическая схема установки представлена на рис. 2. Выпрямленный ток напряжением 3,5 В подается на контакты от выпрямителя U_Z , питающегося от сети переменного тока через регулируемый автотрансформатор $T1$ и понижающий трансформатор $T2$. Величина тока в цепи исследуемых контактов определяется по показаниям амперметра, подключенного к измерительному шунту RS .

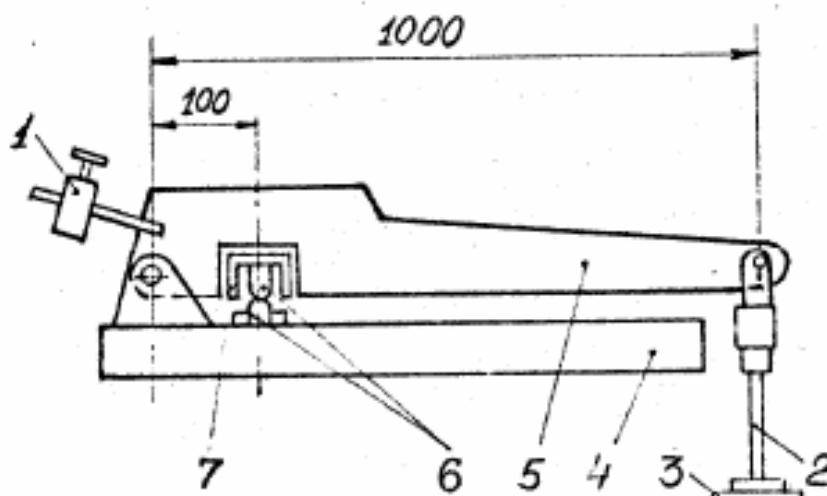


Рис. 1

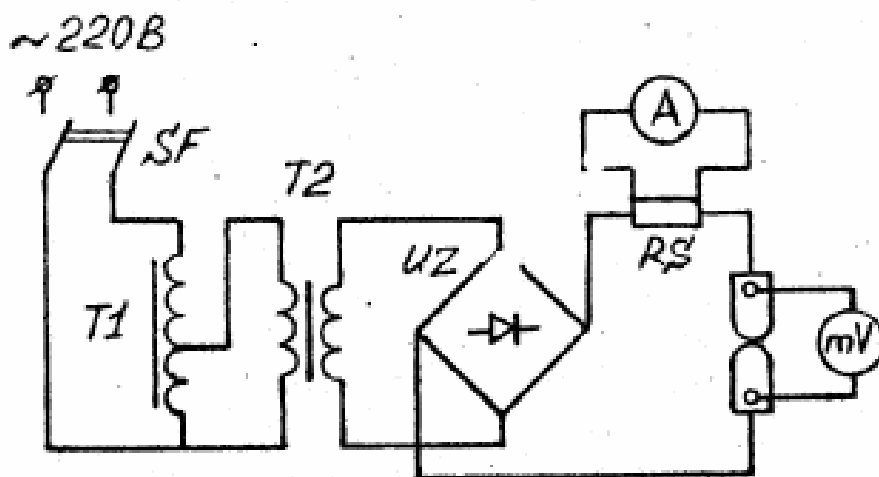


Рис. 2

Падение напряжения на контактах регистрируется милливольтметром.

Это напряжение будет небольшим при воздействии на контакты значительной прижимающей силы. Если же эта сила будет мала или контакты разойдутся, то к милливольтметру будет проложено полное напряжение выпрямителя, и милливольтметр выйдет из строя. Для предотвращения этого контакты установки должны быть всегда надежно прижаты, поэтому минимальная масса грузов, приложенных к свободному концу рычага, составляет 1 кг.

4. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с лабораторной установкой и порядком включения средств измерения.
2. Записать технические и метрологические характеристики основного оборудования и средств измерения, используемых в работе.
3. Определить зависимости контактного сопротивления от силы нажатия на контакт для зачищенных медных и латунных контактов, для этого первоначально следует закрепить в обоймах установки медные зачищенные контакты шар-плоскость и подключить их к главной и измерительной цепям. Зачистку контактов надо производить непосредственно перед началом работы шлифовальной бумагой. Затем с помощью нагрузочного устройства создать начальную силу нажатия на контакт, равную 98 Н (что соответствует массе груза 1 кг). Включением автоматического выключателя S подать напряжение на схему и установить в цепи контактов ток 200 А. Прежде чем приступить к измерению падений напряжений, следует милливольтметр включить на наивысший предел измерения и только затем, по мере надобности, предел измерения уменьшают.

В процессе исследования силу нажатия на контакт следует последовательно изменять, устанавливая грузы массой от 1 до 6 кг. Измерения необходимо производить вначале при возрастающей, а затем при убывающей силе контактного нажатия. Зная падение напряжения на контактах в каждом опыте и величину протекающего по ним тока 1-200 А, определяют контактное

$$R_{к.оп} = \frac{U}{I}.$$

сопротивление, Ом.

Аналогичные измерения и определения величины $R_{к.оп}$ следует произвести для всех видов медных и латунных зачищенных контактов, указанных в табл. 2.

Результаты измерений занести в табл. по форме 1.

Форма 1

Опыт							Расчёт $R_k, \text{Ом}$
$F, \text{Н}$		$U_k, \text{мВ}$		$R_k, \text{Ом}$			
возр.	убыв.	возр.	убыв.	возр.	убыв.	сред.	

4. Рассчитать зависимости контактного сопротивления от силы нажатия по формуле (1.1) для всех исследованных медных и латунных зачищенных контактов. При расчетах использовать те же значения сил, что и в опытах. Опытные и расчетные зависимости построить на одном графике и сравнить их между собой.

5. Определить зависимость контактного сопротивления от силы нажатия для окисленного алюминиевого контакта при различных формах контактной поверхности. Данные измерений занести в табл. по форме 2.

Форма 2

Опыт			Расчёт $R_k, \text{Ом}$
$F, \text{Н}$	$U_k, \text{мВ}$	$R_k, \text{Ом}$	

6. Рассчитать зависимость контактного сопротивления от силы нажатия по формуле (1.1) для всех исследованных видов алюминиевого контакта при зачищенных поверхностях контактирования, используя те же значения сил нажатия, что и в опыте. Построить на одном графике опытные и расчетные зависимости и, сравнив их между собой, выяснить влияние поверхностной пленки на контактное сопротивление.

5. Содержание отчета

1. Краткое описание лабораторной установки, схематический эскиз установки, схема электрических соединений.
2. Технические данные основного оборудования и метрологические характеристики средств измерения.
3. Результаты измерений и расчетов, таблицы, графики экспериментальных и расчетных зависимостей.
4. Выводы по работе.

6. Контрольные вопросы

1. Что такое электрический контакт?
2. Что понимают под кажущейся поверхностью электрического контакта? Какая поверхность контакта воспринимает усилие нажатия?
3. Дайте определение контактного сопротивления. Какие факторы и как влияют на величину контактного сопротивления?

4. На какие виды подразделяются контакты по форме контактной поверхности?
5. Приведите эмпирическую формулу, связывающую контактное сопротивление с усилием нажатия, формой контактов, материалом контактов и состоянием их контактных поверхностей.
6. Как экспериментально определяется величина контактного сопротивления?

Литература

1. Чунихин, А. А. Электрические аппараты / А. А. Чунихин. – М. : Энергоатомиздат, 2008. – 718 с.
2. Бурда, А. Г. Обучение в электромонтажных мастерских / А. Г. Бурда. – М. : Радиосвязь, 2008. – 232 с.
3. Кисаримов, Р. А. Справочник электрика / Р. А. Кисаримов. – М. : Радио Софт, 2009. – 320 с.
4. Лабораторный практикум по электрическим аппаратам / Ю. Н. Новиков [и др.]. – М. : Высш. шк., 2010. – 196 с.

Практическая работа 11 Тема «Проверка магнитного пускателя».

Цель работы: ознакомление с конструкцией и принципом работы основных узлов магнитного пускателя, исследование характеристик электромагнитного пускателя, изучение и получение навыков в сборке схем управления нереверсивных коммутационных аппаратов.

Приборы и оборудование

Вольтметр Э533, $U_H = 75,300$ В.

Амперметр Э513, $I_H = 0,25,1$ А.

Магнитный пускатель серии ПМЕ 211

– номинальное напряжение $U_H = 380$ В,

– номинальное напряжение катушки $U_H = 220$ В,

– номинальный ток $I_H = 25$ А.

Ламповый индикатор.

Теоретические сведения

Магнитным пускателем (МП) называется трехполюсный контактор, предназначенный для коммутационных операций в цепях реверсивных и нереверсивных потребителей и защиты их от перегрузок при рабочих напряжениях до 500 В и рабочих токах до 150 А. Управление работой главных контактов МП осуществляется электромагнитной катушкой КМ, контакты которой КМ1, КМ2, КМ3, и блокировочные контакты КМ управляются ее электромагнитом.

Двухкнопочная станция состоит из кнопки «ПУСК», имеющей нормально разомкнутые, замыкающиеся при нажатии кнопки контакты, и кнопки СТОП, имеющей нормально замкнутые, размыкающиеся при нажатии кнопки контакты.

Схема управления нереверсивным двигателем с помощью двухкнопочной станции приведена на рис. 4.1. В силовую цепь двигателя последовательно в каждую фазу включены силовые контакты пускателя (KM1, KM2, KM3), подающие напряжение в обмотки двигателя.

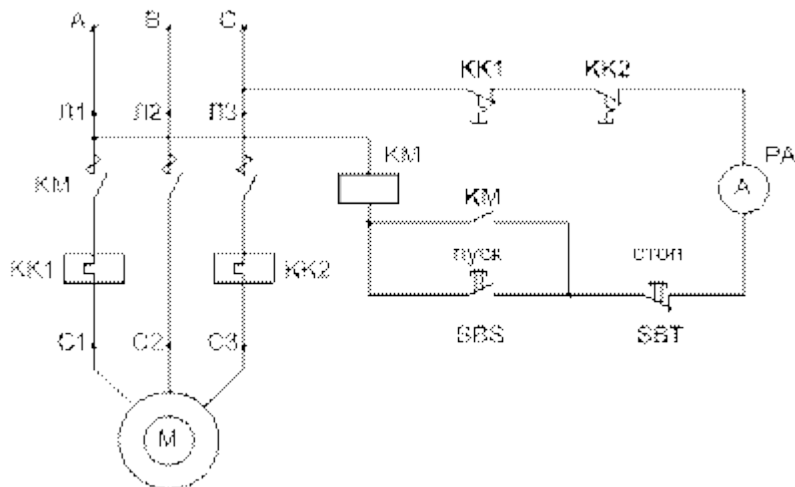


Рис. 4.1. Схема управления нереверсивного асинхронного двигателя

В цепь управления, подключенную на линейное напряжение питающей сети, последовательно включены: обмотка контактора электромагнита KM, кнопки SBS «ПУСК», SBT «СТОП». При нажатии кнопки «ПУСК» образуется цепь управления: фаза А–обмотка KM–контакты кнопки SBS «ПУСК»–контакты кнопки SBT «СТОП»–фаза С. Главные контакты KM1, KM2, KM3 замыкаются, и в обмотки двигателя подается трехфазное напряжение, чтобы при отпускании кнопки «ПУСК» (ее контакты возвращаются в разомкнутое состояние) двигатель не остановился, параллельно ей подключены блокировочные контакты KM. Остановка двигателя осуществляется нажатием кнопки «СТОП», размыкающие контакты которой разрывают цепь управления. Для защиты двигателя от перегрузки в цепь двух фаз включены тепловые реле KK1, KK2, нагревательные элементы которых разрывают цепь катушки KM1.

Реверсирование двигателя выполняется с помощью двух контакторов (KM1 и KM2) и трехкнопочной станции управления (рис. 4.2).

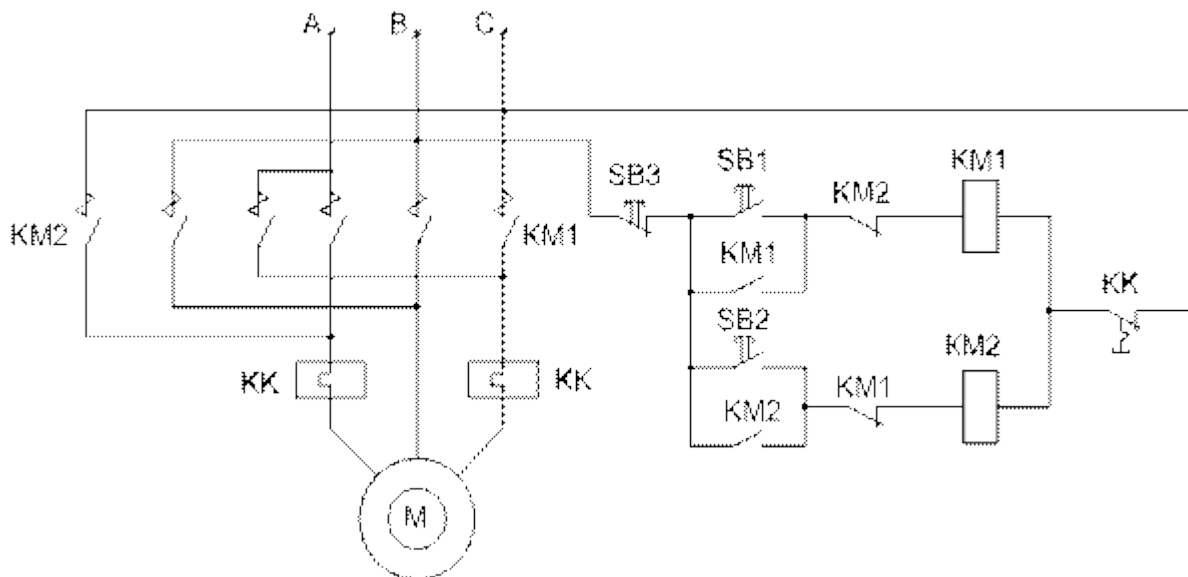


Рис. 4.2. Схема управления АД с реверсивным магнитным пускателем

При срабатывании контактора КМ1 (силовых контактов КМ1.1, КМ1.2, КМ1.3) к обмоткам двигателя подается напряжение сети с прямым порядком чередования фаз (АВС). Если срабатывает контактор КМ2 (контакты КМ2.1, КМ2.2, КМ2.3) порядок чередования фаз меняется (СВА) и двигатель изменяет направление вращения. При одновременном срабатывании обоих контакторов КМ1 и КМ2 возникает короткое замыкание фаз А–С. Для предотвращения этого режима применяется электрическая блокировка цепи управления нормально замкнутыми контактами КМ1, КМ2 и SB1, SB2.

Пуск двигателя «Вперед» осуществляется нажатием кнопки SB1 «Вперед». При этом образуется цепь: фаза В–замкнутые контакты кнопки SB3 «СТОП»–замыкающие контакты кнопки SB1 «Вперед»–замкнутые контакты КМ2–обмотка электромагнита контактора КМ1–контакты термореле КК1, КК2–фаза А. Замыкаются силовые контакты КМ1.1, КМ1.2, КМ1.3. Двигатель получает прямой порядок чередования фаз.

Пуск двигателя «Назад» осуществляется нажатием кнопки SB2. При этом образуется цепь: фаза В–замкнутые контакты кнопки «СТОП»–замыкающие контакты SB2–замкнутые контакты КМ1–обмотка электромагнита контактора КМ2–контакты термореле КК1, КК2–фаза А.

В результате срабатывания катушки электромагнита КМ2 замыкаются силовые контакты КМ2.1, КМ2.2, КМ2.3, и в обмотку двигателя подается обратный порядок чередования фаз трехфазной системы. Двигатель начинает вращаться в обратном направлении. Одновременное нажатие кнопок SB1 «Вперед» и SB2 «Назад» приведет к исчезновению тока в цепях катушек обоих электромагнитов, и не один контактор не срабатывает. Защита силовой цепи двигателя от перегрузок осуществляется термореле КК1 и КК2. Короткие замыкания в цепях схемы отключаются предохранителями.

Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство магнитного пускателя.
2. Собрать электрическую схему для исследования магнитного пускателя рис. 4.3 а, б.

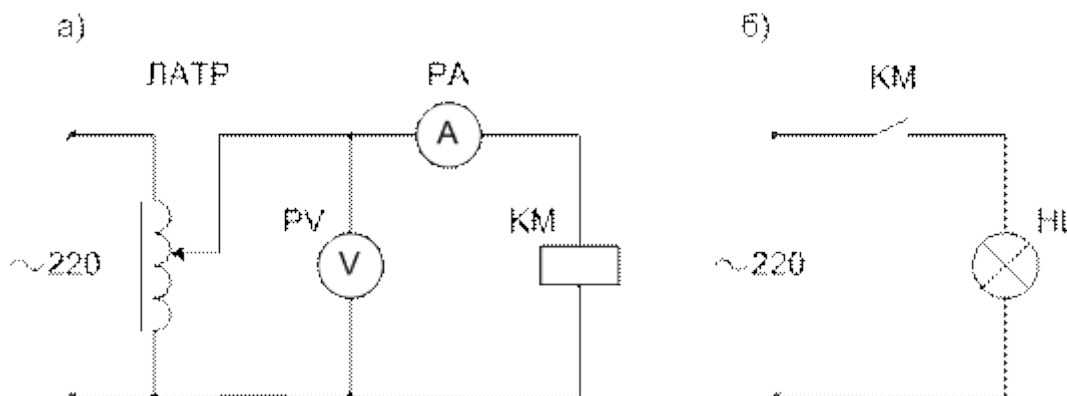


Рис. 4.3. Схема исследования магнитного пускателя: а – включение катушки пускателя; б – включение индикатора

3. Установить движок ЛАТР в нулевое положение и включить напряжение.
4. Плавным увеличением напряжения зафиксировать ток и напряжение срабатывания $U_{срб.}$ и $I_{срб.}$ притяжения якоря МП (лампа индикатора загорается). Данные записать в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Результаты исследования

Номер опыта	1	2	3
Напряжение срабатывания $U_{срб.}$, В			
Ток срабатывания при невтянутом якоре $I_{срб.}$, А			
Ток при втянутом якоре $I_{вкл.}$, А			
Напряжение возврата $U_{воз.}$, В			
Ток возврата $I_{воз.}$, А			

5. Увеличить напряжение до номинального значения катушки магнитного пускателя и зафиксировать ток включения $I_{вкл.}$ (табл. 4.1).
6. Плавно уменьшить напряжение и определить величину напряжения возврата $U_{воз}$ отпадания якоря. Зафиксировать значение тока $I_{воз}$ и напряжения в этот момент (табл. 4.1).
7. Опыт повторить несколько раз с перерывом в **5-6 мин** во избежание перегрева катушки магнитного пускателя. Данные записать в табл. 4.1.
8. Вычислить параметры катушки магнитного пускателя.
Коэффициент возврата $K_v = U_{воз}/U_{срб.}$. Кратность пускового тока $K_p = I_{срб.}/I_{вкл.}$.
Номинальная полная мощность катушки $S_H = I_{вкл.} \cdot U_H$.
Пусковая полная мощность катушки $S_{пуск} = I_{срб.} \cdot U_H$.
9. Собрать схему управления АД с нереверсивным МП по рис. 4.1.
10. Выполнить пуск и остановку АД, определив ток, потребляемый обмоткой контактора.

Содержание отчета

Цель работы, схема испытания электромагнитного пускателя, результаты экспериментальных исследований, реверсивную и нереверсивную схемы управления работой двигателя, объяснение принципа работы блокировки от одновременного срабатывания двух контакторов МП, выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Устройство и принцип работы магнитного пускателя.
2. Как осуществляется защита потребителей от перегрузки и токов КЗ?
3. Объясните принцип работы реверсивной схемы управления МП.
4. Способы гашения дуги в магнитных пускателях.
5. Выбор магнитных пускателей.
6. Назначение короткозамкнутых витков на сердечнике магнитного пускателя.
7. Какое исполнение имеют магнитные пускатели серии МПЕ и как расшифровываются?
8. Какова номинальная шкала токов магнитных пускателей серии ПМЛ?
9. Какие элементы содержит магнитный пускатель?
10. В чем разница между магнитным пускателем и контактором?
11. Как расшифровываются типы магнитных пускателей ПМЛ-1100 и ПМЛ-2501?

Литература

1. Чунихин, А. А. Электрические аппараты / А. А. Чунихин. – М. : Энергоатомиздат, 2008. – 718 с.
2. Бурда, А. Г. Обучение в электромонтажных мастерских / А. Г. Бурда. – М. : Радиосвязь, 2008. – 232 с.
3. Кисаримов, Р. А. Справочник электрика / Р. А. Кисаримов. – М. : Радио Софт, 2009. – 320 с.
4. Лабораторный практикум по электрическим аппаратам / Ю. Н. Новиков [и др.]. – М. : Высш. шк., 2010. – 196 с.

Практическая работа 12 Тема «Проверка и регулировка электромагнитного контактора переменного тока»

Цель работы Практическое ознакомление с конструкцией и работой электромагнитного контактора переменного тока, овладение навыками экспериментального определения его основных характеристик.

Теоретические сведения

Контакторы переменного тока используются для коммутации силовых цепей переменного тока. Преимущественной областью их применения является пуск и остановка асинхронных двигателей переменного тока с короткозамкнутым ротором.

Для контакторов переменного тока в полной мере верны рассмотренные в предыдущей работе определения зазора и провала контактов, начального и конечного контактных нажатий, напряжений втягивания и отпадания,

собственных времен включения и отключения, механической и тяговой характеристик (а так же их вид и согласование).

Вместе с тем контакторам переменного тока присущи особенности конструктивного исполнения и функционирования электромагнитной и контактно-дугогасительной систем. Так, для уменьшения активных потерь от вихревых токов и гистерезиса магнитопровод электромагнитной системы выполняется шихтованным из тонких листов специальной электротехнической стали.

Как известно из теории, силы притяжения электромагнита переменного тока изменяется от 0 до максимума с двойной частотой относительно частоты тока в катушке. При этом возникает вибрация якоря, которая приводит к сильному шумовому эффекту, быстрому механическому износу магнитной системы и к дополнительным потерям. Для устранения вибрации якоря часть полюса электромагнита охватывают короткозамкнутым витком из проводникового материала (медь, латунь, алюминий). В этом случае магнитный поток, проходящий через охваченную витком часть полюса, не будет совпадать по фазе с потоком в неохваченной части полюса. Поэтому соответствующие этим потокам тяговые усилия будут достигать своего нулевого значения не одновременно и, следовательно, результирующая сила притяжения якоря электромагнита в любой момент времени будет отлична от нуля. В современных контакторах переменного тока применяется контактная система мостикового типа, обеспечивающая получение двойного разрыва цепи контактом. Благодаря этому в контакторах на номинальное напряжение до 380 В удастся получить надежное гашение электрической дуги отключения в закрытых дугогасительных камерах без применения специальных дугогасительных устройств. Вместе с тем, мостиковый контакт требует удвоенного контактного напряжения (так как удваивается число контактов). Кроме того, отсутствие проскальзывания и переката у мостиковых контактов в процессе включения - отключения исключает применение в них медных контактов. Поэтому контактные накладки контакторов переменного тока выполняются из серебросодержащих контактных материалов, не требующих самозачистки в процессе включения - отключения.

Описание лабораторной установки

В данной работе исследуется контактор переменного тока типа КМ-2332 на номинальный ток 50А и номинальное напряжение 380В. Включающая катушка электромагнита контактора имеет номинальное напряжение 220 В. Конструктивная схема контактора представлена на рис.5. Основными его элементами являются главные контакты, электромагнитный привод и дугогасительная камера.

Главные контакты (неподвижные 2 и подвижный 3) размещаются в

закрытой дугогасительной камере, состоящей из крышки 1 и основания 12. Для создания контактного натяжения служит пружина 4. Главные контакты 2 и 3 имеют контактные накладки, выполненные из металлокерамики марки КМК - А 10М (85% серебра и 15% окиси кадмия).

Электромагнитный привод состоит из Г - образного якоря 7 и Ш - образного сердечника 10 с включающей катушкой 5. Якорь 7 шарнирно связан со скобой 6, несущей изоляционную контактную рейку 11 с установленными на ней контактодержателями подвижных контактов. Подвижная система контактора удерживается в исходном положении возвратными пружинами 8. Все перечисленные выше элементы контактора крепятся на основании 9.

Схема электрических соединений, используемая при исследовании контактора, приведена на рис.6. Катушка К контактора получает питание от сети переменного тока через регулируемый автотрансформатор Т. Измерение напряжения на катушке и тока ее цепи производится соответственно с помощью вольтметра и многопредельного амперметра (или, как изображено на рис.6 двумя амперметрами с разными пределами измерения).

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с лабораторной установкой и порядком включения средств измерений.
2. Записать технические и метрологические характеристики основного оборудования и средств измерений, используемых в работе.
3. С помощью линейки, укрепленной на основании контактора, измерить величины зазора и провала контактов. С помощью динамометра измерить начальное контактное натяжение на отдельном узле подвижного контакта, как это показано на рис.7, где 1 - мостиковый контакт, 2 - контактная пружина, 3 - контактодержатель, 4 - нить, 5 - динамометр. Для этого между контактодержателем 3 и контактом 1, предварительно сжав пружину 2, прокладывают полоску тонкой бумаги и возвращают пружину 2 в исходное положение. Затем увеличивают постепенно натяжение динамометра до тех пор, пока не освободится бумага, и фиксируют показание динамометра.

Результаты измерений следует занести в таблицу по форме 5.

Форма 5

Зазор контактов, мм	Провал контактов, мм	Начальное натяжение контактов, Н

4. Определить механическую характеристику $F_{МЭХ} = f(\delta)$, т.е. зависимость противодействующих включению усилий $F_{МЭХ}$ от величины рабочего зазора δ между якорем и сердечником электромагнита, отсчитанного по линейке, расположенной на основании контактора. Для этого усилие

динамометра должно быть приложено к центру якоря и направлено вверх (например, через нить, охватывающую концы оси, связывающей скобу 6 с якорем 7). Постепенно увеличивая натяжение динамометра, следует зафиксировать его показания при различных значениях δ . При значении $\delta=4$ мм для построения вертикального участка (скачка) механической характеристики (аналогично изображенному на рис.1) следует определить два значения противодействующей силы $F_{\text{МЕХ}}$: одно при соприкосновении контактов, а другое при наличии незначительного провала (не более 0,5 мм) контактов.

Результаты измерений надо занести в таблицу по форме 6.

Форма 6

δ , мм	12	10	8	6	4	2	0
$F_{\text{МЕХ}}$, Н							

5. Определение напряжений и токов втягивания и отпадания контактора.

Для этого необходимо при разомкнутом выключателе S2 подать питание на схему включением выключателя S1. Затем, постепенно повышая напряжение автотрансформатором Т и периодически замыкая выключатель S2, следует определить то минимальное напряжение, при котором контактор четко включается. Это напряжение и является напряжением втягивания $U_{\text{ВТ}}$. Затем удерживая подвижную систему контактора в исходном положении, при напряжении втягивания по амперметру А1 следует определить ток $I_{\text{ВТ}}$. Этот опыт необходимо производить быстро во избежание сильного нагревания катушки. Напряжение и ток отпадения определяют, плавно снижая напряжение на катушке. Показания вольтметра и амперметра А2 (предварительно расшунтировав его) фиксируют в момент отключения контактора. Результаты измерений следует занести в таблицу по форме 7. В нее же следует внести величину коэффициента возврата $K_{\text{В}}=U_{\text{ОТП}}/U_{\text{ВТ}}$.

6. Определение тяговой характеристики контактора при минимально допустимом напряжении на его включающей катушке ($0,85 \cdot U_{\text{НОМ}}$). Для этого следует включением выключателя S1 подать питание на электрическую схему и установить с помощью автотрансформатора Т напряжение $0,85 \cdot U_{\text{НОМ}} = 0,85 \cdot 220 = 187$ В. Затем для определения тягового усилия при $\delta=0$ следует включением выключателя S2 включить контактор. Приложив усилие динамометра к центру якоря (например, к оси, связывающей якорь со скобой) и направив его вниз, следует постепенно увеличивать натяжение динамометра и зафиксировать его показание в момент отрыва якоря от сердечника. После этого надо отключить выключатель S2.

Для определения тягового усилия при $\delta=12$ мм следует избыточным усилием динамометра удерживать контактор в исходном положении. Затем

включить выключатель S2 и, постепенно уменьшая натяжение динамометра, зафиксировать его показание в момент, когда якорь начнет двигаться к сердечнику.

Аналогично определяют тяговые усилия для $\delta=6$ и 8 мм, но при этом между рейкой II (рис.5) и ее упором устанавливаются прокладки толщиной соответственно 6 и 4 мм. Опыты следует производить достаточно быстро во избежании перегрева включающей катушки контакторов.

Результаты измерений надо занести в таблицу по форме 8.

Форма 8

δ , мм	0	6	8	12
F, Н				

Поскольку тяговые усилия определялись при наличии отключающих и контактных пружин, то полученные значения $F=F_{\text{ЭМ}}-F_{\text{МЕХ}}$. Поэтому для определения тяговых усилий электромагнита следует к значениям F, занесенным в таблицу по форме 8, прибавить значения F мех, взятые для тех же величин δ из таблицы по форме 6, т.е. $F_{\text{ЭМ}}=F+F_{\text{МЕХ}}$.

В заключение следует на одном графике построить зависимости $F_{\text{МЕХ}} = f(\delta)$ и $F_{\text{ЭМ}} = f(\delta)$.

Содержание отчета

1. Краткое описание лабораторной установки, эскиз контактора, схема электрических соединений.
2. Метрологические характеристики средств измерения.
3. Результаты опытов и расчетов, таблицы, график.
4. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Из каких основных элементов состоят контакторы переменного тока? Каково назначение этих элементов?
2. В чем заключается и чем обусловлены особенности конструктивного исполнения электромагнитной системы контактора переменного тока?
3. Почему охват части полюса электромагнита переменного тока короткозамкнутым витком устраняет вибрацию якоря?
4. Почему в современных контакторах переменного тока применяются контакты мостикового типа? Из каких материалов выполняются контактные накладки мостиковых контактов?
5. Укажите основные области применения контакторов переменного тока.

Литература

1. Чунихин, А. А. Электрические аппараты / А. А. Чунихин. – М. : Энергоатомиздат, 2008. – 718 с.

2. Бурда, А. Г. Обучение в электромонтажных мастерских / А. Г. Бурда. – М. : Радиосвязь, 2008. – 232 с.
3. Кисаримов, Р. А. Справочник электрика / Р. А. Кисаримов. – М. : Радио Софт, 2009. – 320 с.
4. Лабораторный практикум по электрическим аппаратам / Ю. Н. Новиков [и др.]. – М. : Высш. шк., 2010. – 196 с.

Тема 3. Монтаж и ремонт электрических машин

Практическая работа 13 Тема «Монтаж электрических двигателей» **№ 7 ЭМ- 1 – 14**

Цель работы

Ознакомиться с устройством электродвигателей и технологией их монтажа.
Освоить основные приемы монтажа электродвигателей.

Задание к работе

1. Проверить электродвигатель и составить эскиз установочных размеров.
2. Установить двигатель и выполнить центровку валов.
3. Измерить сопротивление изоляции обмоток и электропроводок.
4. Подключить двигатель к сети, выполнить зануление и проверить непрерывность его цепи, включить двигатель.

Общие сведения

Устройство электродвигателя и его основные конструктивные элементы показаны на рис. 12.1.

Технические данные двигателей (мощность, напряжение, номинальный и пусковой ток, частота вращения и др.) указывают в паспорте, закрепленном на корпусе в виде таблички. В паспорте также указывают модификацию двигателя по исполнению и степени защиты от соприкосновения с токоведущими частями и от проникновения влаги. Тип двигателя для конкретного технологического механизма и условий работы выбирают в соответствии с проектом.

В настоящее время большое распространение в промышленности и в сельском хозяйстве получили двигатели серий 5А, АИ и 6А [2, 3], которые, например, выпускает Владимирский электромоторный завод [3]. Двигатели имеют различные конструктивные исполнения по способу монтажа в зависимости от габарита.

Условные обозначения монтажных исполнений IM (International Mounting) в соответствии с ГОСТ 2479 (МЭК 34-7).

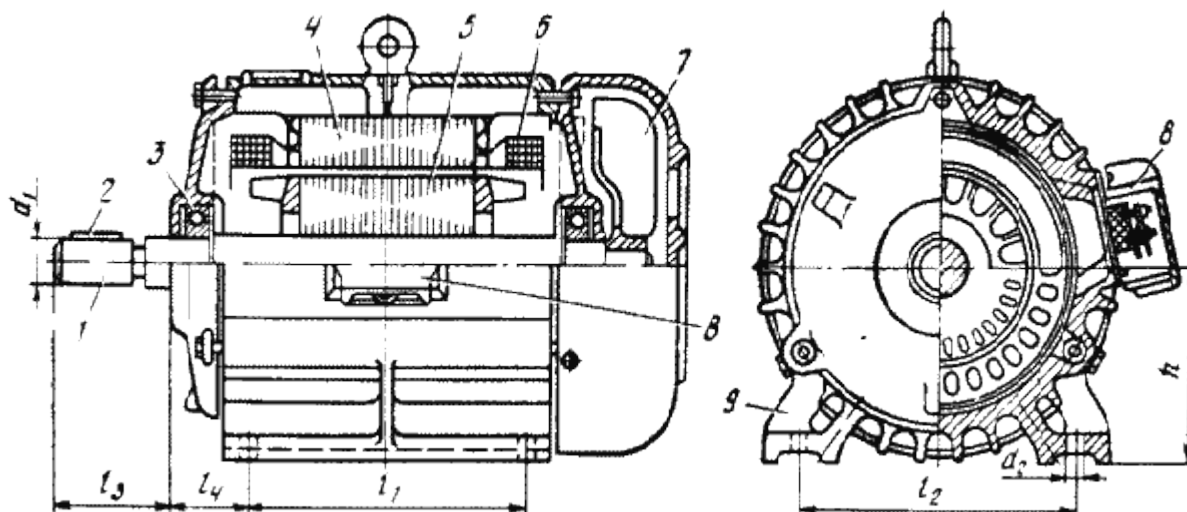


Рис. 12.1. Устройство и установочные размеры электродвигателя серии 5А:

1 - вал; 2 - шпонка; 3 - подшипник; 4 - статор; 5 - ротор; 6 - обмотка; 7 - вентилятор; 8 - коробка выводов; 9 - лапа; l_1 - l_2 - продольное и поперечное расстояния между отверстиями в лапах; L_3 - длина выступающего конца вала; L_4 - размер выступающей крышки; h - высота оси вращения; d_1 - d_2 - диаметры вала и отверстия в лапах

Структура обозначения монтажного исполнения:

IM X₁ X₂X₃ X₄

X₁ – конструктивное исполнение;

X₂X₃ – способ монтажа;

X₄ – исполнение выступающего конца вала.

Первая цифра в обозначении – конструктивное исполнение двигателя:

1 – двигатели на лапах, с подшипниковыми щитами;

2 – двигатели на лапах с подшипниковыми щитами и с фланцем на подшипниковом щите (или щитах);

3 – двигатели без лап, с подшипниковыми щитами, с фланцем на одном подшипниковом щите;

4 – двигатели без лап, с подшипниковыми щитами, с фланцем на станине;

5 – двигатели без подшипниковых щитов.

Цифры 6 - 9 в асинхронных двигателях общего назначения не применяются.

Вторая и третья цифры в обозначении – способ монтажа двигателя (смотри табл. 12.1).

Четвертая цифра в обозначении – исполнение конца вала двигателя:

0 – без конца вала;

1 – с одним цилиндрическим концом вала;

2 – с двумя цилиндрическими концами вала;

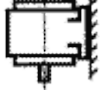
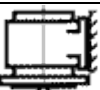
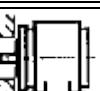
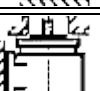
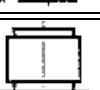
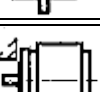
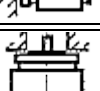
3 – с одним коническим концом вала;

4 – с двумя коническими концами вала;

Цифры 5 – 9 в асинхронных двигателях не применяются.

Таблица 12.1

Способы монтажа электродвигателей

Конструктивное исполнение по способу монтажа	Обозначение	Диапазон применения по габаритам	Конструктивное исполнение по способу монтажа	Обозначение	Диапазон применения по габаритам
IM 1001		80-315	IM 1011		80-250
IM 1031		80-250	IM 1051		80-250
IM 1061		80-250	IM 1071		80-250
IM 2001		80-315	IM 2011		80-250
IM 2031		80-250	IM 2101		80
IM 2111		80	IM 2131		80
IM 3001		80-180	IM3011		80-250
IM 3031		80-250	IM 3601		80
IM 3611		80	IM 3631		80

До начала монтажа необходимо изучить проект и получить от заказчика документацию на оборудование: технические условия, паспорт, инструкцию по монтажу и пуску, комплектующую ведомость и др.

Помещения и фундаменты принимают под монтаж по акту. Фундаменты машин не должны соприкасаться с фундаментами колонн и других несущих конструкций зданий, чтобы им не передавалась вибрация машин. Не допускается связывать между собой фундаменты отдельных двигателей и соседних машин. Проходы для обслуживания между корпусами двигателей или частями зданий и оборудованием должны быть не менее 1 м.

В ходе приемки фундаментов проверяют: соответствие проекту их расположения и габаритных размеров, состояние бетона, расположение и габаритные размеры анкерных болтов или отверстий для них. Допускается отклонение строительных размеров от проектных: основных размеров фундамента в плане, ± 30 мм; осей анкерных болтов в плане, ± 5 мм; отметок верхних концов болтов, ± 25 мм.

Высота фундамента над полом должна быть 400 мм, но не меньше 100...150 мм. Для образования отверстий под анкерные болты используют деревянные клинья. Время выдержки бетонного фундамента до начала монтажа 10... 15 дней.

Погрузочно-разгрузочные работы при монтаже оборудования, как правило, должны выполняться механизированным способом. При перемещении тяжестей необходимо соблюдать нормы подъема грузов (при возрасте старше 18 лет: женщины – 20 кг, мужчины – 50 кг). До начала работ проверяют исправность такелажа, расчищают пути перемещения груза, проверяют качество строповки. Подъем небольших двигателей (до 50 кг) при установке их на фундаменты вручную выполняют не менее двух человек. Запрещается выгружать с автомашин электродвигатели и другое оборудование сбрасыванием на землю.

Ревизия электродвигателей. Машины, полученные от заказчика или завода-изготовителя в собранном виде, на месте монтажа не разбирают. Перед установкой их расконсервируют (срок действия заводской консервации 3 года) и подвергают ревизии, включающей: внешний осмотр, отсутствие повреждений и загрязнений обмоток и корпуса; продувку двигателя

сухим воздухом от пыли; снятие крышек подшипников и проверку заполнения смазкой (не более $\frac{2}{3}$ объема гнезда подшипника); проворачивание ротора (от руки); состояние коробки и контактных выводов; измерение сопротивления изоляции обмоток статора. Концы обмоток выводят в коробку выводов и обозначают буквами: начало обмотки первой фазы U1; второй V1; третьей W1, а концы обмоток соответственно U2, V2, W2 (рис. 12.2, а). Обмотки соединяют в звезду или в треугольник (рис. 12.2, б, в).

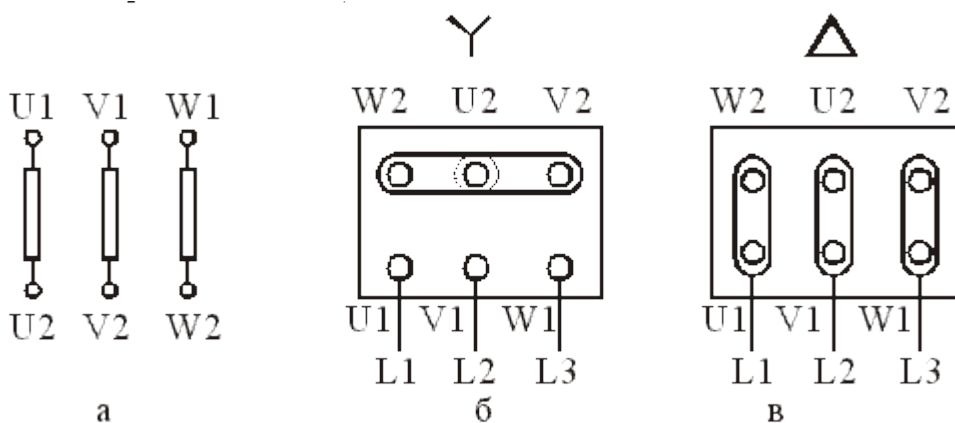


Рис. 12.2. Схемы соединений обмоток трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором:

а – схема обмоток; б – соединение обмоток в звезду;

в – соединение обмоток в треугольник

Сопротивление изоляции асинхронных двигателей напряжением до 1 кВ измеряют мегомметром на 1 кВ (рис. 12.3, а, б). При температуре 10...30 °С сопротивление должно быть не меньше 0,5 МОм, если оно окажется меньшим – обмотки двигателя необходимо сушить.

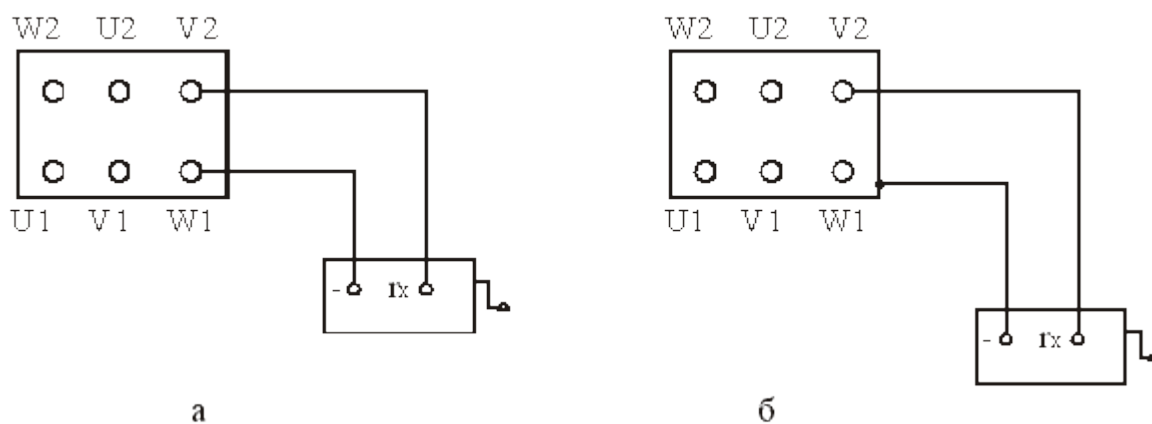


Рис. 12.3. Измерение сопротивления изоляции мегомметром Ф4102:

а - между обмотками; б - между обмотками и корпусом

Сушка электродвигателей. Способ сушки выбирают в зависимости от конструкции и мощности двигателя. Для двигателей мощностью до 15 кВт рекомендуют применять обогрев обмоток инфракрасными облучателями или лампами накаливания. Лампы располагают вблизи обмоток или внутри статора, а двигатель закрывают огнестойким кожухом с отверстиями для выхода испаряющейся влаги. Двигатели мощностью 15...40 кВт сушат горячим воздухом от тепловоздуховки или теплом, выделяемым в обмотках при прохождении тока. Для этого затормаживают ротор и включают напряжение питания, пониженное до 12...15 % от номинального напряжения двигателя.

В обмотках устанавливают ток, равный 0,7 от номинального тока двигателя, в процессе сушки следят, чтобы температура обмоток не превышала 80...90 °С. Двигатели мощностью более 40 кВт сушат нагревом статора токами индукционных потерь (вихревыми токами). Режим сушки контролируют мегомметром и термометром. Сопротивление изоляции измеряют через каждый час. Сушка считается законченной, если в течение 2...4 ч сопротивление изоляции не изменяется и равно не менее 1 МОм. По результатам сушки составляют протокол.

Установка электродвигателей. Электродвигатели, входящие в комплект технологических механизмов (вентиляторы, насосы, дробилки и др.), монтируют организации, устанавливающие технологическое оборудование. На электромонтажников возлагается обязанность оценить состояние, выполнить ревизию, а в случае необходимости и сушку электродвигателей.

Для монтажа двигателя на основании размечают установочные размеры (см. рис. 12.1). При этом учитывают толщину прокладок (примерно 2...5 мм). Размечают отверстия для крепления салазок.

В соответствии с установочными размерами в отверстия фундамента монтируют анкерные болты, при установке болтов используют шаблон. Габаритные размеры болтов выбирают по проекту. Фундамент очищают от грязи и промывают водой, цементный раствор готовят из расчета 1:1 по объему – чистый песок и цемент, заливку анкерных болтов осуществляют раствором.

Салазки и раму выравнивают при помощи прокладок по уровню в продольном и поперечном направлениях. Не допускается в качестве прокладок использовать дерево или кирпич. Продолжать монтажные работы или затягивать гайки болтов можно только через 10...15 суток.

Вал электродвигателя соединяют с валом рабочего механизма при помощи соединительной муфты, ременной или зубчатой передачи и другими способами. Соединительные муфты разделяют на жесткие, соединяющие валы жестко в единое целое, и на эластичные, допускающие боковые и угловые смещения валов в узлах сопряжения. Валы и муфты в местах посадки очищают от ржавчины керосином или наждачной шкуркой (№ 00 или 000), смазанной маслом. В шпоночную канавку закладывают шпонку, конец вала смазывают маслом. Полумуфту или шкив насаживают при помощи винтового приспособления или молотком, предварительно сняв крышку подшипника с противоположной стороны вала (рис. 12.4, а, б). При снятии шкива или полумуфты применяют и съемники (рис. 12.4, в). Если шкив, полумуфту насадить или снять трудно, их подогревают пламенем газовой горелки до 250...300 °С.

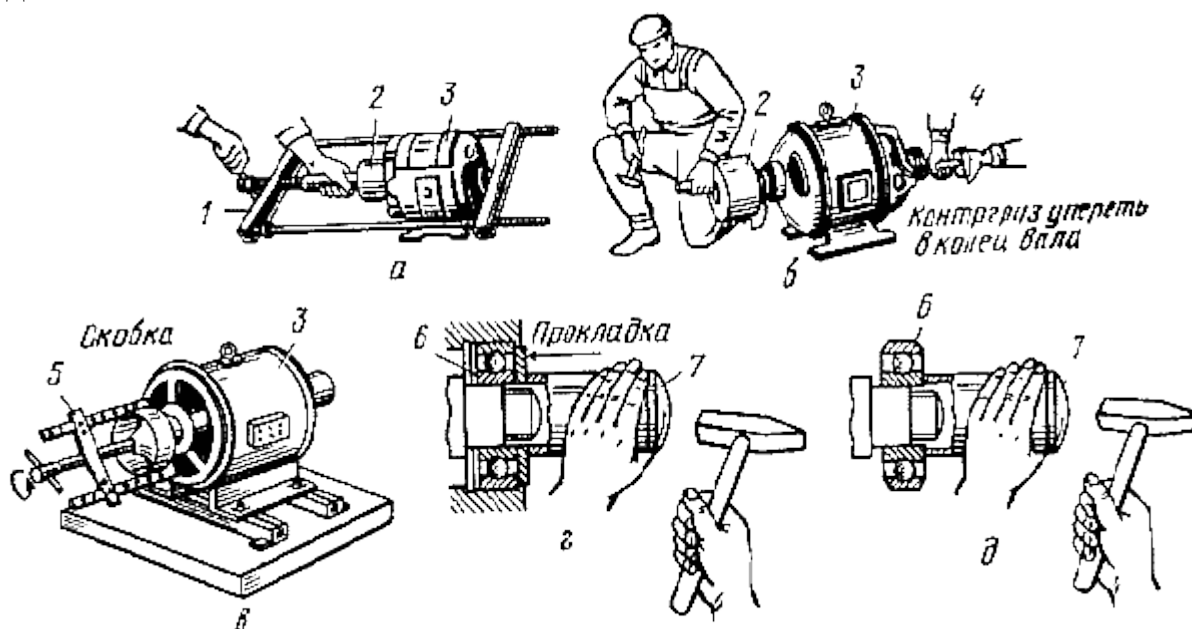


Рис. 12.4. Способы насадки шкивов и подшипников на вал:

а - винтовым приспособлением; б - молотком с применением контргруза; в - снятие шкива съемником; г - посадка подшипника в гнездо; д - посадка подшипника на вал: 1 - винтовое приспособление; 2 - шкив; 3 - электродвигатель; 4 - контргруз; 5 - съемник; 6 - подшипник; 7 - труба с заглушкой

При посадке новых подшипников их промывают бензином и смазывают минеральным маслом. Подшипник насаживают приспособлением из отрезка трубы с заглушкой (рис. 12.3, г, д). Для съема подшипников используют съемник с захватами. Если подшипник вставить или снять трудно, его подогревают горячим (100 °С) маслом.

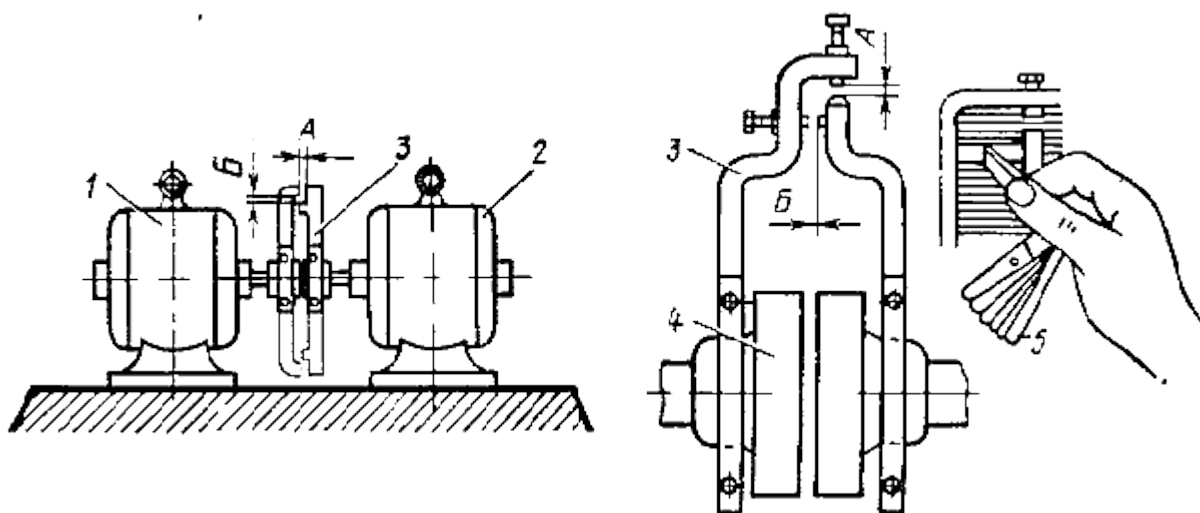


Рис. 12.5. Центровка валов машины и электродвигателя:

1 - машина; 2 - скобы; 3 - двигатель; 4 - полумуфта; 5 - щуп

Соосность валов машин устанавливают путем центрирования. Перед центровкой необходимо убедиться в плотности посадки полумуфт на валы (путем удара молотком по торцу полумуфты при одновременном обхвате рукой стыка полумуфты с валом), проверить установку электродвигателя и машины по уровню, отсутствие биений при вращении валов. Валы центрируют при помощи скоб, укрепленных на полумуфтах (рис. 12.5). Замеры зазоров А и Б выполняют пластинчатым щупом в четырех точках через 90 при одновременном повороте валов. Корректируя положение двигателя, добиваются минимально допустимой разности замеров. Результаты заносят в таблицу 12.2.

Таблица 12.2

Зазоры, мм	Положение валов (град)			
	0	90	180	270
А				
Б				

Толщина прокладок должна быть не меньше 0,5 мм, а число укладываемых одна на другую – не более четырех. При сочленении машин эластичными муфтами разность показаний замеров зазоров в диаметрально противоположных точках на расстоянии 300 мм от оси вала для двигателей с частотой вращения 3000 и 1500 мин⁻¹ – не больше 0,08 мм.

При клиноременной передаче валы двигателя и механизма должны быть строго параллельны. Параллельность проверяют стальной струной или линейкой. Ремень выбирают по размеру канавки шкива. Выверенный двигатель закрепляют и окончательно проверяют сохранность центровки валов после затяжки гаек анкерных болтов.

Электропроводку для подключения двигателя к сети выполняют в стальных трубах или кабелем (рис. 12.6). Трубу подводят непосредственно к коробке выводов. Для

соединения трубы с коробкой используют муфты и сгоны (рис. 12.6, а, б) или гибкие вводы (рис. 12.6, в).

Корпус электродвигателя обязательно должен зануляться (соединяться с нулевым проводом сети). В качестве зануляющего проводника используют четвертый провод в трубе или стальную трубу электропроводки, или отдельно проложенный стальной проводник. Во всех случаях электрическая проводимость нулевого защитного проводника должна быть не меньше 50 % проводимости фазного провода.

Проводники для зануления из круглой стали должны иметь диаметр не менее: 5 мм – при прокладке в здании, 6 мм – в наружных установках, 10 мм – в земле. К проводнику приваривают наконечник из полосовой стали с отверстием и присоединяют болтом с пружинящей шайбой к корпусу (рис. 12.6, г). Оборудование, подверженное вибрации, зануляют гибкой перемычкой (рис. 12.6, д).

Каждый электродвигатель и другое оборудование зануляют отдельным ответвлением от магистрали. Последовательное включение в нулевой защитный проводник нескольких электроустановок запрещается.

Для обеспечения безопасных условий эксплуатации установок их шкивы, муфты и другие движущиеся элементы ограждают кожухами, окрашенными в красный цвет.

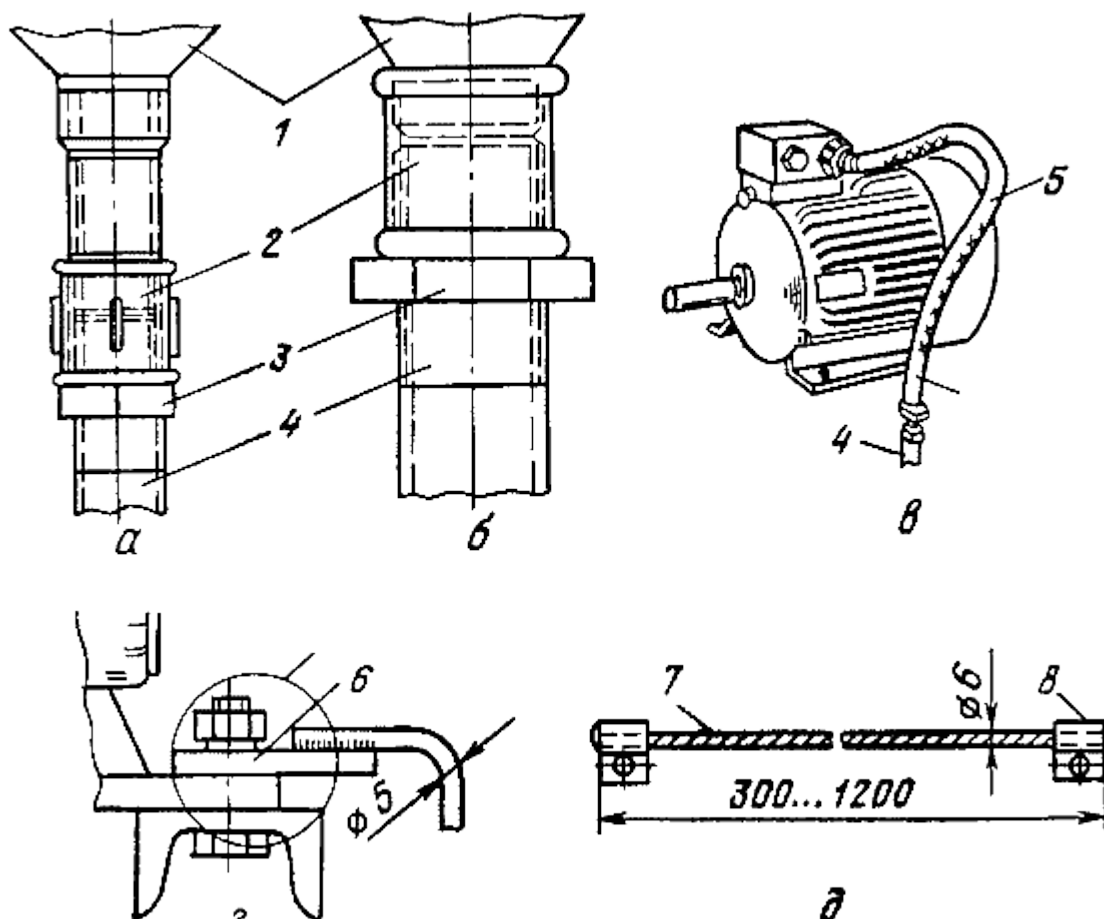


Рис. 12.6. Способы подвода электропроводок и зануляющих проводников:

а – в трубах к двигателю мощностью до 5,5 кВт; б – в трубах к двигателю мощностью до 40 кВт; в – гибким вводом; г – подключение к корпусу зануляющего

проводника; д – гибкой перемычкой для зануления; 1 – коробка; 2 – муфта; 3 – контргайка; 4 – трубы; 5 – гибкий ввод; 6 – шайба; 7 – стальной трос; 8 – флажок. Качество монтажа электродвигателей проверяют включением в сеть вхолостую и под нагрузкой. Перед включением мегомметром измеряют сопротивление изоляции электропроводок и двигателя, проверяют исправность зануления и пускозащитных аппаратов.

При опробовании вхолостую двигатель отсоединяют от технологической машины и включают толчком в сеть. Не допуская полного разворота (25...30 % от номинальной частоты вращения), отключают и прослушивают шумы в двигателе (не должно быть посторонних звуков). После пробного пуска двигатель включают на час и проверяют: отсутствие стуков и задевающих частей, прочность крепления к основанию, степень нагрева подшипников (не более 95 °С), направление вращения ротора (при необходимости изменения направления вращения меняют местами два любых подводящих провода в коробке).

При нормальной работе в холостом режиме двигатель соединяют с механизмом и испытывают под нагрузкой в течение трех часов. При этом виброметром измеряют вибрации двигателя в вертикальном, горизонтальном и осевом направлениях.

Амплитуда вибрации должна быть не больше: 0,05 мм – для двигателей с частотой вращения 3000 мин⁻¹ и 0,1 мм – для двигателей с 1500 мин⁻¹.

В течение испытаний через каждые 30 мин измеряют температуру нагрева обмоток (не более 105 °С для двигателей с изоляцией класса А) и подшипников. Двигатель, прошедший испытания под нагрузкой, передают рабочей комиссии для приемосдаточных испытаний.

Порядок выполнения работы

1. В соответствии с индивидуальным заданием преподавателя вычертите эскиз монтажа электродвигателя и магнитного пускателя. Составьте указания по монтажу.
 2. Составьте заявку на материалы и инструмент для монтажа электродвигателя, пускателя и электропроводки между ними.
 3. Определите начала и концы обмоток электродвигателя (см. рис.12.2). Замерьте сопротивление изоляции двигателя (см. рис. 12.3), заполните протокол.
 4. Прежде чем подключать двигатель к сети, убедитесь в том, что отключен автоматический выключатель, питающий стенд. Убедитесь в целостности лабораторного оборудования и соединительных проводов. Соедините обмотки электродвигателя в звезду. Проверьте непрерывность цепи зануления электродвигателя.
 5. После проверки преподавателем правильности проведенных коммутаций проводов, осуществите подачу напряжения на стенд.
- Во избежание поражения электрическим током касаться руками клемм, других токоведущих деталей категорически запрещается.

При возникновении аварийных ситуаций, появлении запаха дыма и возникновении прочих аварийных режимов – немедленно отключите автоматический выключатель и сообщите о неисправности лаборанту или преподавателю.

6. Продемонстрируйте работу стенда преподавателю.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Эскиз монтажа электродвигателя.
3. Рис. 12.2, 12.3.
4. Результаты испытаний сопротивления изоляции электродвигателя.

Контрольные вопросы

1. Расшифруйте IM 2111.
2. Как подразделяются электродвигатели по конструктивному исполнению?
3. Какие подготовительные работы предшествуют монтажу электродвигателей?
4. Расскажите последовательность ревизии электродвигателей.
5. Расскажите последовательность монтажа двигателей и центровки валов.
6. Расскажите об особенностях монтажа клиноременной передачи.
7. Как изменить направление вращения асинхронного двигателя?
8. Как выполнить зануление электродвигателя?
9. Как опробовать двигатель вхолостую и под нагрузкой?
10. Как высушить электродвигатель мощностью 2,2 кВт?

Литература

1. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: Учеб. пособие для вузов / П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.В. Девятков и др. Под ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат, 2010. - 160 с.

Практическая работа № 14 Тема «Изучение способов сушки изоляции обмоток электродвигателей» № 8 ЭМ – 1 – 14

Цель работы — изучить схемы и методику различных способов сушки изоляции обмоток электродвигателей.

Теоретические сведения.

Сушка электрических машин должна обязательно производиться при неудовлетворительных характеристиках изоляционных материалов, которые указывают на недопустимую степень увлажненности изоляции. Как правило, сушка производится до установки машины. Сушка машин перед пуском производится в том случае, если машина после установки или в период хранения находилась в помещении, где изоляция увлажнилась, и измерения изоляционных характеристик перед пуском показывают на увлажненность изоляции.

Для определения условий, обязательных при включении без сушки, электрические машины переменного тока условно разделяют на две группы:

- 1) электродвигатели до 5000 кВт с частотой вращения не более 1500 об/мин;
- 2) генераторы и синхронные компенсаторы, а также электродвигатели, не входящие в группу 1.

Основными критериями для включения машин без сушки являются:

R_{60} — одноминутное значение сопротивления изоляции обмоток (замеренное через 60 с после начала измерения), МОм;

R_{60}/R_{15} — коэффициент абсорбции, равный отношению одноминутного значения сопротивления изоляции к 15-секундному значению при температуре измерения от 10 до 30 °С;

характеристика токов утечки при приложении выпрямленного испытательного напряжения.

Это испытание не проводится на машинах группы 1, если R_{60} и R_{60}/R_{15} в норме. Разрешается также не проводить его и на машинах группы 2, а также на машинах группы 1, но обязательным условием включения таких машин является соблюдение допустимых значений R_{60} и отношения R_{60}/R_{15} при значениях R_{60} - вдвое меньших нормы.

Значение R_{60} - для двигателей группы 1 на номинальное напряжение до 1000 В должно быть не менее 0,5 МОм, а коэффициент абсорбции не менее 1,2.

Для машин группы 2 значение R_{60} должно быть не менее значений, вычисленных

по формуле $R_{60} = \frac{U_{ном}}{P_{ном} \cdot 0,001 \cdot 1000}$ измеренных при температуре 75 °С, где $U_{ном}$ — номинальное напряжение электрической машины. В; $P_{ном}$ — номинальная мощность, кВт.

Коэффициент абсорбции для машин группы 2 должен быть не менее 1,3.

Если измеренные параметры не удовлетворяют нормам, то электрическую машину подвергают сушке.

Обмотки машин перед сушкой должны быть очищены от загрязнений и осевшей пыли, продуты сухим и чистым воздухом давлением не выше 2 кгс/см² (0,2 МПа). Если вода продолжительное время воздействует на обмотки двигателя, то измерения и испытания, связанные с подачей напряжения, должны производиться после контрольного прогрева и подсушки путем внешнего нагрева. Осуществлять сушку пропусканием тока через обмотки допускается в том случае, если сопротивление изоляции обмоток статора машин переменного тока и обмотки якоря машин постоянного тока не менее 5 кОм, а сопротивление изоляции обмоток ротора машин переменного тока и обмоток возбуждения машин постоянного тока не менее 20 кОм.

Перед проведением сушки корпус машины должен быть обязательно заземлен. В период подготовки к сушке необходимо предусмотреть возможность выполнения измерений, поэтому необходимо вывести концы обмоток в удобное для измерений место, изолировать их, установить термометры и температурные индикаторы.

В процессе сушки измеряют сопротивление изоляции, температуру обмоток, активной стали и окружающего воздуха. Во избежание потерь теплоты машина должна быть закрыта.

В период подготовки к сушке проводят необходимые противопожарные мероприятия: место проведения сушки обеспечивают средствами пожаротушения, водоснабжения. В помещении не должны храниться горюче-смазочные материалы.

В процессе сушки следует постоянно контролировать температуру обмоток и стали частей электрических машин. Максимальная температура в наиболее нагретом месте обмотки или стали при нагреве током не должна превышать 80 °С при измерении термометрами, 100 °С при измерении методом сопротивления, 90 °С при измерении встроенными и заложенными температурными индикаторами и 100 °С при измерении термометром при сушке методом внешнего нагрева.

Скорость достижения установившейся температуры не должна превышать 4—5 °С/ч. Для ограничения резкого повышения температуры своевременно снижают ток или периодически отключают источник питания. До достижения установившейся температуры делается запись один раз в час, с момента достижения установившейся температуры — один раз в 2 ч.

Сушка прекращается после того, как сопротивление изоляции будет держаться при постоянной температуре практически неизменным в течение 3—5 ч. Сушка считается законченной при условиях:

R_{60} и R_{60}/R_{15} имеют установившееся значение в течение 3—5 ч и значения их — не менее допустимых.

Способы сушки электрических машин

Внешний нагрев (рис. 17). Этим методом рекомендуется производить сушку всех электрических машин и обязательно сильно отсыревших. Для нагрева применяются тепловоздуховки, нагревательные сопротивления (для машин малой мощности — сушильные шкафы). Для электрических машин с замкнутой системой вентиляции нагреватели размещают в вентиляционной камере и температуру горячего воздуха, поступающего в машину, регулируют выключением нагревателей. Мощность (кВт) нагревательных элементов тепловоздуховки определяют по формуле

$$P = 0,07 \, Q C (t_2 - t_1)$$

где Q — количество воздуха, прогоняемого вентилятором через камеру, м³/мин; C — теплоемкость воздуха, равная 0,273 ккал/кг (1,14 кДж/кг);

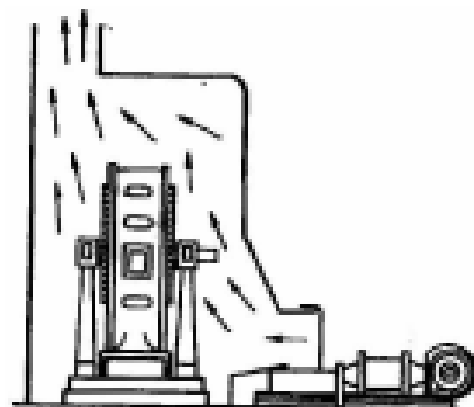


Рис. 17. Сушка внешним нагревом

t_i — температура окружающего воздуха, °C; P_g — температура горячего воздуха, °C (принимается примерно равной 90 °C).

Количество воздуха, прогоняемого в 1 мин через камеру, принимают равным $1,5 Q_K$, где Q_K — объем камеры, м³.

При ориентировочных расчетах мощность нагревательных элементов тепловоздуховок можно принимать: для электрических машин мощностью до 500 кВт — 3,5 %; для электрических машин 500—1000 кВт — 1,5—3 % мощности машины.

2. *Сушка инфракрасными лучами.* Этот метод также рекомендуется для всех электрических машин и обязателен для сильно отсыревших. В качестве источника инфракрасных лучей применяют зеркальные лампы накаливания. Электродвигатель должен находиться от лампы на расстоянии 20—40 см. Лампы для равномерного прогрева желательно располагать в шахматном порядке с расстояниями между рядами ламп 20—30 см. По мере возрастания температуры часть ламп отключается. Как правило, мощность применяемых ламп 250 или 500 Вт. Для сушки электрических машин общая мощность ламп колеблется в пределах 5—15 кВт.

3. Метод индукционных потерь мощности в стали статора с использованием вала в качестве намагничивающего витка (рис. 18).

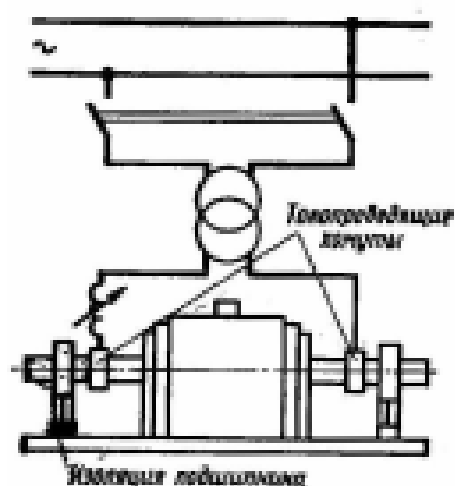


Рис. 18. Сушка индукционными потерями мощности в активной стали статора с использованием вала электрической машины в качестве намагничивающего витка

Этот метод рекомендуется для всех электрических машин, у которых изолированы подшипники или есть возможность их изолировать. Через вал пропускается ток от сварочного трансформатора (или нескольких параллельно включенных).

Вторичный ток может регулироваться реактором сварочного трансформатора. Необходимые параметры трансформаторов $V = 15 - 4 - 50$ В, ток — до 1000 А.

Возможно использование силовых трансформаторов 6000/400 В при подключении к стороне высшего напряжения 400 В и получении на стороне низшего напряжения 24 В. Подводимое напряжение

(В) частотой 50 Гц определяют по формуле $U_c = BS\omega/45$,

где B — заданная индукция, Тл ($B = 0,6 - 1 - 0,8$ Тл); S — сечение активной стали, см²; $\omega = 1$.

Сечение активной стали (см²) $S = k_{ст} l_{ст} h_{ст}$

где k — коэффициент запаса стали, равный 0,95; $l_{ст}$ — длина активной стали статора без воздушных каналов, см; $h_{ст}$ — высота активной стали, см (без

зубцов); $l_{ст} = l - nb_n$,

где l — полная длина стали статора; n — количество вентиляционных каналов; b_k — ширина вентиляционных каналов.

Потребную МДС (ток, протекающий по валу) (А) определяют по формуле

$$aw = I_n = \pi D_{ср} aw_0$$

где $D_{ср}$ — средний диаметр активной стали статора, см; aw_0 — удельная МДС (зависит от сорта стали). При B , равном 0,6; 0,7; 0,8 Тл, удельная МДС соответственно равна 1,4; 1,8; 2,2 для слабо-и среднелегированных сталей.

4. Метод индукционных потерь мощности в активной стали статора с помощью

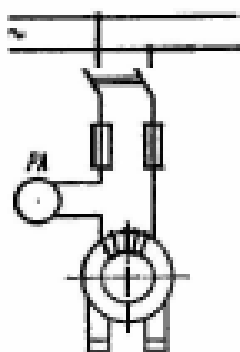


Рис. 19. Сушка индукционными потерями мощности в активной стали статора с помощью специальной намагничивающей обмотки

специальной намагничивающей обмотки (рис. 19). Этот метод рекомендуется для электрических машин, поступивших в разобранном состоянии или прошедших разборку при ревизии. При этом методе нагревание происходит за счет создания в стали статора переменного магнитного потока путем намотки на статор специальной намагничивающей обмотки из изолированного провода.

Обмотка питается однофазным током. Сушка электродвигателя должна производиться при вынутом роторе. Намагничивающие витки изолируются от стали статора асбестом или электрокартоном. Нагрузку на провода выбирают в пределах 0,5—0,7 допустимой. Регулирование температуры производится периодически включениями и отключениями намагничивающей

обмотки или переключением числа витков. При использовании этого метода лобовые части обмотки подогревают тепловоздуходувкой. Ротор машины подсушивают постоянным током. Число витков намагничивающей обмотки

определяется по формуле $w = 45U_c / (SB)$.

Обозначения элементов, входящих в формулу, приведены в п. 3. Ток в

намагничивающей катушке $I = aw/w = \pi D_{ср} aw_0 / w$.

Подводимое напряжение U_c выбирают равным 380 В или 220 В; aw_0 , В, S определяют так же, как в п. 3.

Провода и кабели для намагничивающей обмотки не должны иметь металлической оболочки. Нагрузку на провод принимают равной 50—70 % допустимой. Для быстрого подъема температуры в начале сушки индукцию рекомендуется выбирать 0,7—0,8 Тл. При установившемся тепловом режиме она может быть снижена до 0,4—0,6 Тл путем уменьшения подводимого напряжения или увеличения числа витков намагничивающей обмотки. Этот метод непригоден для сушки машин мощностью менее 150—220 кВт, так как вследствие малого сечения активной стали требуется очень большое количество витков.

5. Метод потерь на вихревые токи в статоре машин переменного тока или в станине электрических машин постоянного тока (рис. 20).

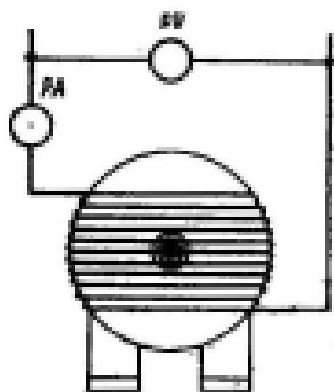


Рис. 20. Сушка потерями на вихревые токи в станине электрических машин с щитовыми подшипниками (малой и средней мощности)

Этот метод применяется для электрических машин малой и средней мощности с щитовыми подшипниками.

Намагничивающая обмотка из изолированных проводов наматывается по наружной поверхности станины электрической машины. Вследствие создания вихревых токов станина нагревается. В качестве источников питания наиболее удобными являются сварочные трансформаторы, позволяющие регулировать ток. Возможно последовательное подключение нескольких машин.

Мощность (кВт), потребная для сушки,

$$P = kF (t_{\text{норм}} - t_0) 10^{-3},$$

где k — коэффициент теплопередачи, равный 5 при утепленной и 12 при неутепленной машине; F — полная поверхность корпуса машины, м^2 ; $t_{\text{норм}}$ — температура нагрева корпуса электрической машины, принимаемая для расчетов равной 100°C ; t_0 — температура окружающего воздуха, $^\circ\text{C}$. Удельные потери

$$(\text{кВт}/\text{м}^2) \Delta p = P/F_0,$$

где F_0 — поверхность корпуса электрической машины, охватываемая намагничивающей обмоткой, м^2 .

Число витков намагничивающей обмотки $\omega = UA/L$,

где U — напряжение, подведенное к обмотке, В; L — коэффициент, определяемый по табл. 1.7, в зависимости от удельных потерь; L — длина одного витка, м.

Таблица 1.7. Зависимость коэффициента L от удельных потерь

Удельные потери, кВт/м ²	$\frac{k}{\alpha}$, $\frac{^\circ\text{C}}{\text{Вт}/\text{м}^2}$	Удельные потери, кВт/м ²	Коэффициент L	Удельные потери, кВт/м ²	Коэффициент L	Удельные потери, кВт/м ²	Коэффициент L
0,1	4,21	1	1,85	1,8	1,49	2,8	1,27
0,3	2,76	1,2	1,72	2	1,44	3	1,24
0,5	2,3	1,4	1,63	2,2	1,39	3,25	1,2
0,7	2,06	1,5	1,6	2,4	1,35	3,5	1,18
0,9	1,9	1,6	1,55	2,6	1,31	4	1,12

Ток в намагничивающей обмотке (А) $I = P/(U \cos \varphi)$,

где $\cos \varphi$ ориентировочно принимают 0,5—0,7.

Нагрузку на провод выбирают 0,5—0,7 от допустимой.

Этот способ мало пригоден для сушки крупных электрических машин, так как требует большой мощности и большого числа витков.

6. Сушка от постороннего источника постоянного (переменного) тока (рис. 21). Сушка постоянным током производится при заторможенном роторе и рекомендуется для машин переменного тока, а также для обмоток возбуждения машин постоянного тока. Если выведены все шесть концов обмотки, ток пропускается последовательно через обмотки всех фаз (рис. 21, а, б). Если выведены только три конца обмотки, то обмотки соединяются, как показано на рис. 21, в, г, с переключением фаз через каждый час. Отключение производят постепенным снижением подводимого напряжения.

Обмотка ротора высыхает и не требует дополнительной сушки. Ток сушки поддерживается в пределах 0,4—0,7/ном. Температуру регулируют путем изменения тока сушки с помощью изменения подводимого напряжения или реостатом. Необходимое напряжение (В) источника постоянного тока находят по формуле $U_c = I_c \times R$, где I_c — ток сушки, А; R — сопротивление постоянному току обмоток машин по принятой схеме сушки, Ом.

Аналогично можно проводить сушку от постороннего источника однофазного тока. Этот способ рекомендуется для электрических машин переменного тока. Ротор может быть вынут и высушен отдельно. Ротор с двойной клеткой при сушке по схемам рис. 21 должен быть вынут обязательно. Сушка производится так же. Ток сушки должен составлять 50—70 % от номинального.

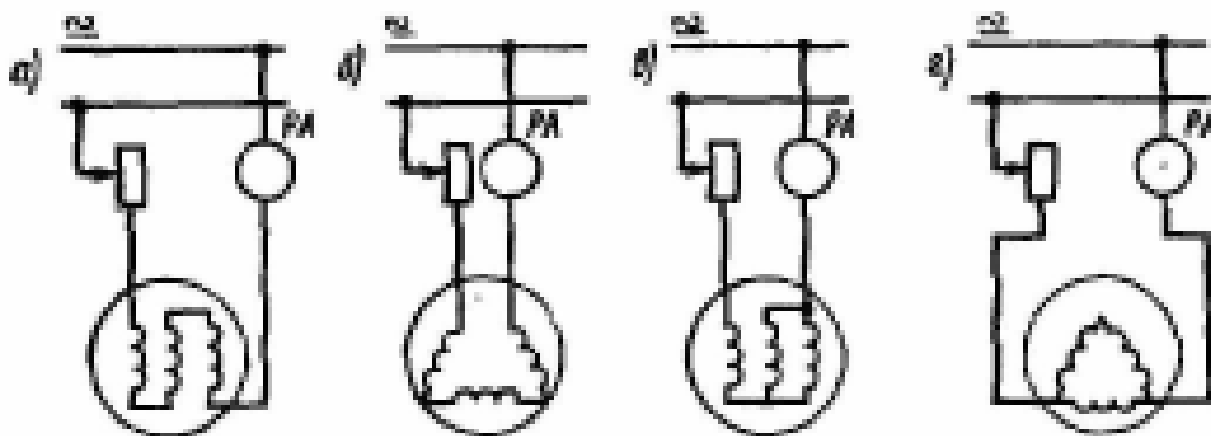


Рис. 21. Сушка обмотки в меди от постороннего источника постоянного или однофазного тока

Помимо описанных методов сушки существуют метод с помощью постороннего источника трехфазного тока в режиме короткого замыкания, метод короткого замыкания в генераторном режиме, метод «ползучей» скорости. Однако эти методы из-за их трудоемкости и сложности применяют редко и в работе не рассматриваются.

Порядок выполнения работы

1. Рассчитать мощность нагревательного элемента тепловоздуховки для сушки двигателя мощностью $P_{\text{ном}} = 2,2$ кВт.

2. При сушке методом 3 для выбранного статора определить подводимое напряжение U (В) и ток, протекающий по валу / Е-(А). Принять $B = 0,7$ Тл.
3. При сушке методом 4 для выбранного статора определить ток в намагничивающей катушке, выбрать марку и сечение провода намагничивающей обмотки. Принять: $B = 0,8$ Тл, $1/s = 220$ В, нагрузка — 70 % допустимой.
4. При сушке методом 5 для выбранного двигателя определить число витков w и ток в намагничивающей обмотке, учитывая, что машина неутепленная. Принять температуру окружающего воздуха 20°C . Учитывая нагрузку на провод 50 % допустимой, выбрать марку и сечение провода.
5. Составить отчет о работе.

Содержание отчета

1. Краткое описание лабораторной установки, схематический эскиз установки, схема электрических соединений.
2. Технические данные основного оборудования и метрологические характеристики средств измерения.
3. Результаты измерений и расчетов, таблицы, графики экспериментальных и расчетных зависимостей.
4. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Что такое R_{60} и R_{60}/R_{15}
2. В каких случаях возникает необходимость сушки электрических машин?
3. В чем заключаются подготовительные работы к сушке электрических машин?
4. При каких условиях сушку можно считать законченной?
5. В чем сушиость изученных методов сушки?

Литература

1. Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. В. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок. — М.: Высшая школа, 2006.
2. Елкин Ю. С. Монтаж электрических машин. — М.: Энергия, 2009.

Практическая работа № 15 Тема «Методы исследования температуры обмоток электродвигателей постоянного тока по их сопротивлению» № 9 ЭМ – 1 – 14

Цель работы: Изучение метода сопротивления для определения установившейся температуры нагрева обмоток машин постоянного тока

Краткие теоретические сведения

Допустимый нагрев электрических машин зависит от класса изоляции обмоток. Переход на более высокий класс изоляции электрической машины может быть осуществлен только при капитальном ремонте. Нужно твердо знать, что при повышении температур обмоток электрических машин сверх допустимых значений срок службы их изоляции резко сокращается. Температурой окружающего воздуха, при которой двигатель может работать с номинальной мощностью, считается 40°C . При повышении температуры окружающего воздуха выше 40°C нагрузка на двигатель должна быть снижена настолько, что бы температура отдельных его частей не превышала допустимых значений.

Предельно допустимые превышения температуры активных частей двигателей при температуре газообразной охлаждающей среды 40°C и высоте над уровнем моря не более 1000 м должны соответствовать значениям ГОСТ для соответствующих классов изоляционных материалов и не должны превышать: 65°C для изоляции класса А; 80°C для изоляции класса Е;

90°C для изоляции класса В; 105°C для изоляции класса Г; 135°C для изоляции класса Н.

Если конструкция установки предусматривает водяное охлаждение газообразной охлаждающей среды, то разность температур между выходящей из охладителя и поступающей в охладитель водой не должна быть выше $7-10^{\circ}\text{C}$, при этом температура охлаждающей воды не должна превышать соответственно $30-33^{\circ}\text{C}$.

Чтобы не допустить отпотевания охлаждающих трубок (точки росы) воздухоохладителей в двигателях с замкнутым циклом вентиляции и увлажнения обмотки температура охлаждающей воды должна быть не ниже $10-15^{\circ}\text{C}$.

Работа двигателя при пониженном напряжении в сети более 5% или повышенном более чем на 10% номинального не допускается.

Асинхронные короткозамкнутые электродвигатели, получившие наибольшее распространение, с уменьшением напряжения сети снижают пропорционально квадрату напряжения пусковой и максимальной токи, в результате этого может произойти опрокидывание двигателя. Уменьшение напряжения ниже 95% номинального приводит к значительному увеличению тока и нагреву обмоток. Рост напряжения выше 110% номинального сопровождается увеличением выделяемого в активной стали двигателя тепла и повышением температуры обмоток статора.

Если частота переменного тока питающей сети в пределах $\pm 2,5\%$ номинального значения, то электродвигатель может длительно работать с паспортной нагрузкой, если нет особых указаний завода-изготовителя. При одновременном отклонении напряжения и частоты переменного тока от номинальных значений работа двигателей с номинальной нагрузкой допускается, если сумма абсолютных значений (в процентах) этих отклонений не превышает 10% и каждое из отклонений не превышает нормы. Независимо от снижения температуры окружающего воздуха увеличивать токовые нагрузки более чем на 10% номинального не допускается.

Температуру отдельных частей машин измеряют ртутными или спиртовыми термометрами, прикладываемыми к доступным частям, а так же методом сопротивления и температурными датчиками, заложенными в обмотки и другие части машины.

Порядок выполнения работы

Убедиться в отключенном состоянии вводного автоматического выключателя QF стенда №6.

Проверить отсутствие напряжения на оборудовании стенда индикатором.

Убедиться в исправности и целостности клемм, зажимов, корпусов электроприборов и аппаратов стенда.

Проверить состояние изоляции зажимов проводов, соединительных проводников.

Ознакомиться с электрической принципиальной схемой и схемой соединения стенда № 6 (рисунок 2).

Записать технические характеристики (данные) электродвигателя и измерительных приборов в таблицу 1.

Таблица 1. Технические характеристики используемого электрооборудования

Наименование	Технические характеристики
Индикатор напряжения	
Электродвигатель	
Мегаомметр	
Омметр (мост)	
Лабораторный стенд №6	

7. ОПЫТ №1

Измерить сопротивление изоляции между обмотками и относительно корпуса.

Корпус электродвигателя заземлен. Измерения проводить мегаомметром. Данные записал в таблицу 2.

Таблица 2. Сопротивления межвитковой изоляции

Исследуемое электрооборудование	Сопротивление, МОм						Допустимые значения
	Ш-К	С-К	Я-К	Ш-С	С-Я	Я-Ш	

ОПЫТ №2

Измерить омметром (мостом) сопротивление обмоток: Ш1-Ш2, С1-С2, Д2-Я1 машины постоянного тока (двигатель длительное время был отключен) и данные записал в таблицу 3.

Таблица 3. Сопротивления обмоток в холодном состоянии

Исследуемое электрооборудование	Сопротивление, Ом

	Ш1-Ш2	C1-C2	Я1-Д2
Обмотки возбуждения			

8. Собрал схему. Подключение электродвигателя согласно рисунка 1.

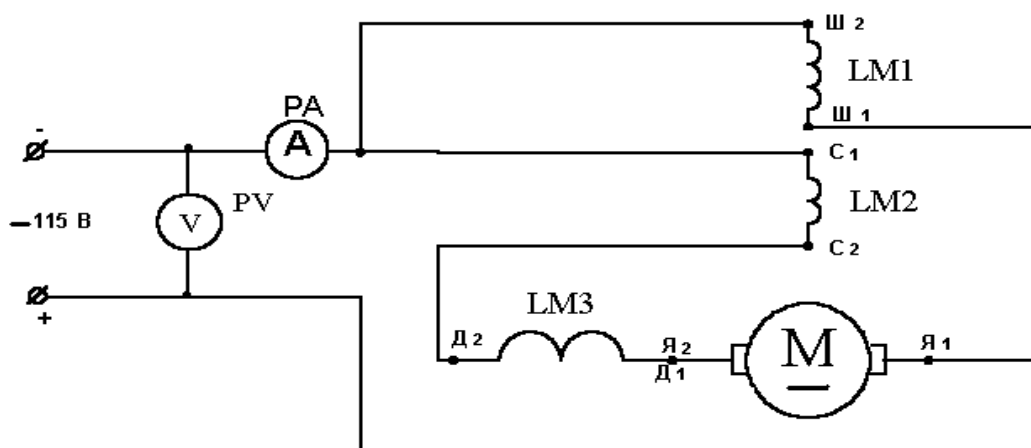


Рисунок 1. Схема подключения электродвигателя

9. С разрешения преподавателя подключил электродвигатель к источнику питания.

10. Двигатель работал 30 минут.

11. Отключил электродвигатель и измерил сопротивление обмоток двигателя в горячем состоянии и данные записал в таблицу 4.

Таблица 4. Сопротивления обмоток в горячем состоянии

Исследуемое электрооборудование	Сопротивление, Ом		
	Ш1-Ш2	C1-C2	Я1-Д2
Обмотки возбуждения			

12. Определил температуру нагрева обмоток по формуле:

$$Q_{уст} = \frac{R2 - R1}{\alpha \cdot R1} + Q1;$$

где $Q_{уст}$ - температура обмотки установившаяся; °C

$Q1$ - температура обмотки до включения, т. е. t окружающей среды; °C

α - температурный коэффициент для меди и алюминия = 0,004;

$R1$ - сопротивление обмотки до включения (в холодном состоянии), Ом;

$R2$ - сопротивление обмотки после работы (в горячем состоянии), Ом;

13. Ответить на контрольные вопросы, сделать вывод.

Содержание отчета

1. Краткое описание лабораторной установки, схематический эскиз установки, схема электрических соединений.

2. Технические данные основного оборудования и метрологические характеристики средств измерения.

3. Результаты измерений и расчетов, таблицы, графики экспериментальных и расчетных зависимостей.

4. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность метода сопротивления?
2. При какой температуре окружающего воздуха электродвигатель может работать с номинальной мощностью?
3. Предельно допустимые превышения температуры активных частей электродвигателей?

Литература

1. Ю.Д. Сибикин. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. Книга 1. – М.: Издательский центр «Академия» 2009.
2. Н.А. Акимова, Н.Ф. Котеленец, Н.И. Сентюрихин. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. – М.: Издательский центр «Академия» 2008.
3. В.В. Москаленко. Справочник электромонтера. – М.: Издательский центр «Академия» 2008.

Практическая работа № 16 Тема «Разборка и дефектация асинхронного короткозамкнутого двигателя при ремонте» № 10 ЭМ – 1 – 14

Цель работы: Освоить методику разборки и дефектации асинхронного двигателя. Научится работать на стенде ОР 9174, а также определять состояние обмотки статора с помощью прибора ЕЛ-15.

Содержание работы и порядок ее выполнения

Дефектация электрических машин при ремонте проводится для определения характера и объёма ремонта или возможности списания машины. Все неисправности механической и электрической частей записываются в специальную ведомость, которая служит основой для выдачи нарядов на выполнение ремонтных работ. Содержание работы и порядок ее выполнения, а также дефектировочной ведомости заносятся в тетрадь.

Порядок выполнения работы

1. Осмотреть электродвигатель и записать его паспортные данные.
2. Провести дефектацию электродвигателя до его разборки.
3. Разобрать электродвигатель.
4. Выполнить дефектацию электродвигателя после разборки.
5. Заполнить дефектировочную ведомость.

Требования безопасной работы

Работа выполняется с соблюдением инструкции по технике безопасности в лаборатории кафедры «Электроснабжение и эксплуатация электрооборудования». Кроме того необходимо соблюдать следующие требования:

- для присоединения мегаомметра к измеряемым цепям применять изолированные провода, имеющие на концах изолирующие рукоятки с зажимами;
- измерения мегаомметром проводят 2 человека, один из которых вращает ручку мегаомметра, а другой подключает аппарат к измеряемым участкам схемы;
- любые переключения схемы проводить после отключения её от сети.

Методика определения неисправностей двигателя, его деталей и узлов

Краткие сведения об устройстве асинхронного короткозамкнутого двигателя.

Электродвигатели служат преобразователями электрической энергии в механическую и составляют основу электропривода большинства механизмов.

Наибольшее распространение в сельском хозяйстве имеют асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором различных серий. С 1970 года выпускаются новые двигатели серии 4А, имеющие лучшие технико-экономические показатели по сравнению с двигателями А2/АО2/ и предназначенные для их замены. Серия 4А охватывает диапазон номинальных мощностей от 0,6 до 400 кВт, имеет 17 высот оси вращения от 50 до 355 мм. Предусмотрено 3 исполнения по степени механической защиты (IP44, IP23, IP54).

В серию 4А входят двигатели специализированного исполнения для сельского хозяйства (высота оси вращения 50-180мм), с мощностью до 30 кВт с частотой вращения 3000, 1500, 1000 мин⁻¹ на напряжение 380 В. Двигатели сельскохозяйственного назначения могут длительно работать при пониженном до 90 и 80% напряжении от номинального значения со снижением мощности соответственно на 5 и 15 %.

Асинхронный двигатель состоит из неподвижного статора и вращающегося ротора (рисунок 1). Станина статора 6, представляющая собой литое изделие из чугуна или алюминиевого сплава в зависимости от исполнения двигателя, лапами или фланцем крепится к фундаменту или к другой конструкции. В станине жестко закреплён сердечник статора 8. Магнитопровод асинхронного двигателя для увеличения передаваемой электромагнитной мощности выполнен из листовой электротехнической стали. В листах, из которых собирается сердечник статора, выштампованы пазы, куда укладывается статорная обмотка 5 из медного изолированного провода. Обмотка изолирована от сердечника электроизоляционным материалом.

На корпусе установлена коробка выводов 18, имеющая внутри зажимы для подключения выводов обмотки и присоединения двигателя к сети. Сверху на корпусе расположен грузовой болт 7 для подъёма двигателя, а сбоку болт 21 для подключения заземления.

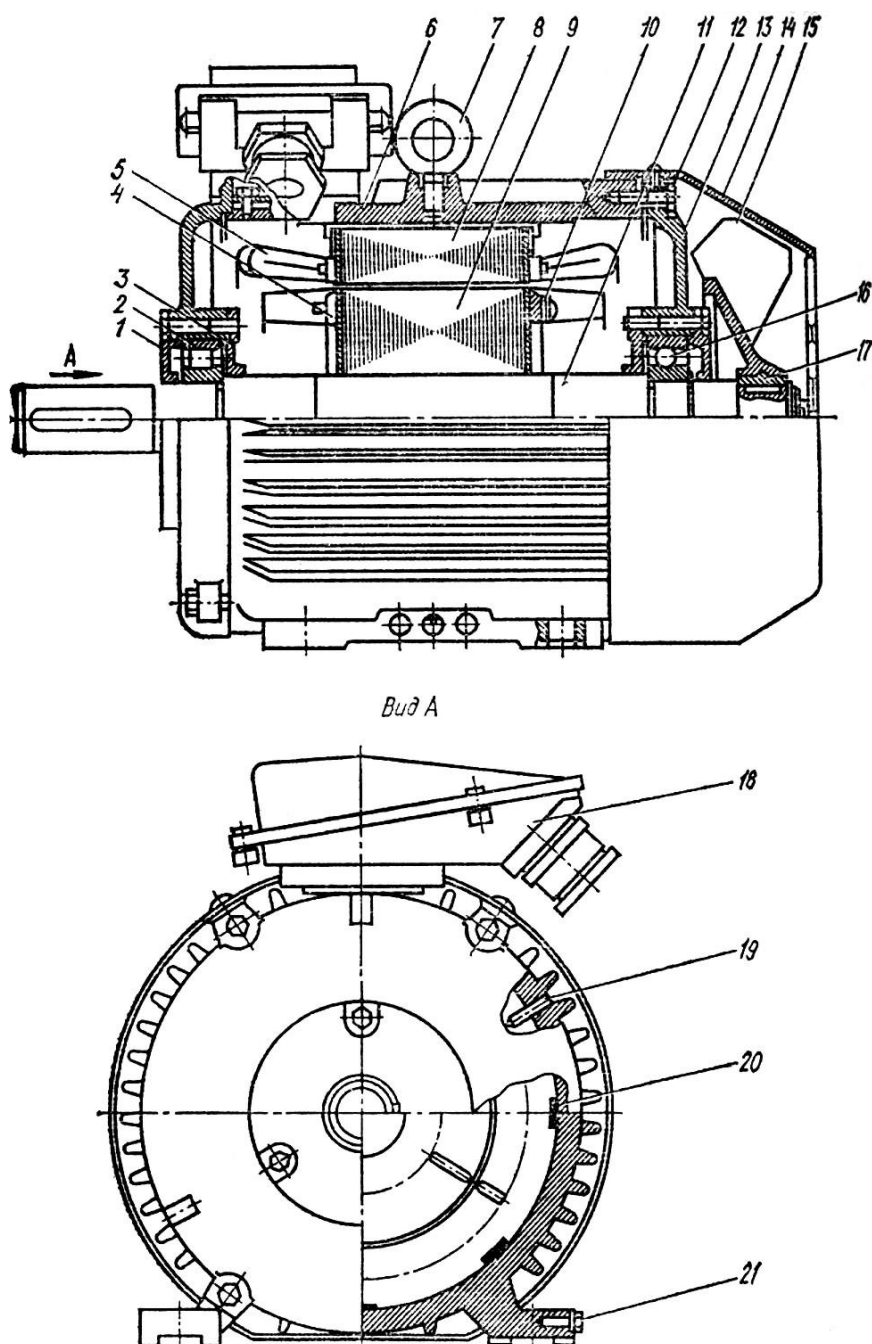


Рисунок 1 - Асинхронный электродвигатель серии 4А с короткозамкнутым ротором и со степенью защиты IP44: 1, 3 - наружная и внутренняя крышки подшипников; 2, 16 - подшипники качения; 4 - замыкающее кольцо ротора с вентиляционной лопаткой; 5, 8 - обмотка и сердечник статора; 6 – станина; 7 - рым-болт; 9 - сердечник ротора; 10 - балансировочный груз; 11 – вал; 12, 21 – болты; 13 - подшипниковый щит; 14 – кожух; 15 - наружный вентилятор; 17 - втулка вентилятора; 18 - коробка выводов; 19 - стопорные винты; 20 - скоба.

Второй основной частью магнитной цепи является сердечник ротора 9, собранный из круглых листов электротехнической стали, с выштампованными пазами для роторной обмотки. Обмотка ротора образуется заливкой алюминия в пазы и соединения залитых в пазы частей в единую короткозамкнутую систему кольцом. Сердечник ротора напрессован на цельнометаллический вал 11, который при помощи подшипников крепится в подшипниковые щиты 13, отлитые из чугуна или

алюминиевого сплава. Рабочий конец вала служит для соединения двигателя с приводным механизмом, на другом конце размещён вентилятор 15 для охлаждения двигателя. Вентилятор закрыт кожухом 14.

Помимо асинхронных короткозамкнутых двигателей выпускаются электродвигатели с фазным ротором. Они используются для привода механизмов с большим моментом при пуске, а также при необходимости регулирования частоты вращения в небольших пределах. В фазном роторе в пазах укладывают трёхфазную обмотку, соединённую обычно в звезду. Свободные концы у такой обмотки подведены к контактному кольцам, на которые накладываются щётки, позволяющие присоединить к вращающемуся ротору реостат, используемый для плавного пуска двигателя и регулирования его частоты вращения.

Принцип действия асинхронного двигателя основан на законе электромагнитной индукции. При подключении двигателя к сети трёхфазного переменного тока в обмотке статора образуется вращающееся магнитное поле, под действием которого в роторе индуцируется ЭДС и протекает ток. Взаимодействие тока ротора с полем статора создаёт вращающий момент, под действием которого ротор приходит во вращение.

Разборка электродвигателя

Перед проведением ремонта электродвигатель отключают от сети и принимают меры по предупреждению случайной подачи напряжения. Электродвигатель очищают от пыли и грязи, снимают крышку коробки выводов, отсоединяют кабель питания, а также отсоединяют провод заземления. Разъединяют электродвигатель и рабочую машину, снимают его с фундамента и транспортируют на участок ремонта. Разборку электродвигателя начинают со съёма шкива, полумуфты или звёздочки с вала. При этом используются ручные винтовые съёмники для электродвигателей малых или средних габаритов или гидравлические съёмники для электродвигателей больших габаритов.

Снимается кожух вентилятора (у электродвигателей закрытого обдуваемого исполнения) и снимается вентилятор.

Отвёртывают болты, которыми прикреплён к станине задний (расположенный со стороны противоположной приводу) и передний подшипниковые щиты. Снимают задний щит лёгкими ударами молотка по надставке из дерева, алюминия или меди. Вынимают ротор из статора, стараясь не повредить лобовых частей обмотки (между ротором и статором рекомендуется проложить лист картона). Выемку ротора машин малой мощности производят вручную, для машин средней и большой мощности используют специальные подъёмные приспособления.

Снимают передний щит с подшипника ротора лёгкими ударами молотка по надставке.

Снимают подшипники качения с вала. Для этой цели используются ручные съёмники или стенд для разборки электрических машин ОР 9174. При его

использовании ротор устанавливается в тиски, так чтобы концы вала расположились по возможности симметрично относительно оси поворота стола и закрепляется специальным ключом, входящим в комплект стенда. При этом необходимо обеспечить соосность вала ротора и головки съёмника. Каретка съёмника вручную перемещается до положения, обеспечивающего ввод захватов съёмника за внутренний торец наружного кольца подшипника. Вращением гайки и рукоятки захваты заводятся в зацепление. Включается выключатель гидропривода. Поворотом рукоятки крана управления создаётся рабочий ход гидроцилиндра съёмника. После окончания рабочего хода гидроцилиндра он переключается на обратный ход, разъединяются захваты, и удаляется снятый подшипник. Выключается гидропривод. Стол поворачивается на 180 градусов. В описанном порядке снимается второй подшипник.

Разборка двигателя закончена.

Дефектация асинхронного двигателя

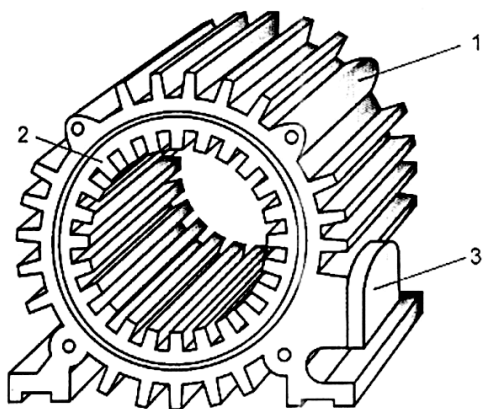
В ремонтной практике о состоянии двигателя судят по результатам осмотра и измерения некоторых параметров. К исправному двигателю предъявляются следующие основные требования:

1. Он должен быть укомплектован всеми деталями и узлами;
2. На станине, подшипниковых щитах, корпусе и крышке вводного устройства, кожухе вентилятора не должно быть трещин, сколов и вмятин, а также повреждений лакокрасочного покрытия;
3. Не должно быть осевого обгорания контактных болтов клеммой панели вводного устройства;
4. Должны иметь правильную маркировку выводные концы обмотки;
5. Не должно быть осевого смещения ротора и обрыва его стержней;
6. Сопротивление изоляции обмотки одной фазы относительно другой и относительно станины должно быть при рабочей температуре не менее 0,5 Мом;
7. Не должно быть замыкания обмотки на станину и между фазами, обрыва и межвиткового замыкания;
8. Сила тока основного хода должна составлять 30...60% от номинального, а неравномерность токов в отдельных фазах не должна превышать 5% от их среднего арифметического значения;
9. Отклонения между наибольшим и наименьшим воздушным зазором от среднего арифметического значения воздушного зазора не должно, превышать 10%

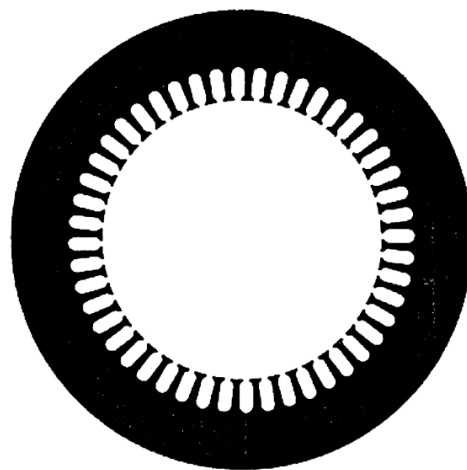
При проведении дефектации двигателя в целом и его отдельных частей ориентируются на характерные неисправности, наиболее часто встречающиеся в ремонтной практике. Перечень их приведён ниже.

Перечень возможных дефектов и вид ремонта

1. Трещины и сколы на лапах, корпусе, подшипниковых щитах (трещины более 1/2 длины корпуса, отбито более 2 лап - двигатель в ремонт не принимается), трещины и сколы в посадочных местах - капитальный ремонт.
2. Износ и срыв резьбовых соединений (резьба имеет более 2 сорванных ниток, смяты головки болтов, болты искривлены - текущий ремонт).
3. Обгорание или обугливание обмоток статора или других его частей - капитальный ремонт.
4. Нарушение лакового покрова лобовых частей обмотки статора - капитальный ремонт.
5. Обрыв, ослабление или потеря механической прочности бандажами лобовых частей, ослабление или выпадение пазовых клиньев - текущий ремонт.
6. Повреждение изоляции выводных проводов - текущий ремонт.
7. Увлажнение обмотки- статора (сопротивление изоляции менее 4 МОм при 15° С - текущий ремонт, сушка; если после сушки сопротивление изоляции менее 4 МОм - капитальный ремонт).
8. Следы подгорания, трещины на клеммной коробке – текущий ремонт.
9. Коррозия, вмятины на активной стали статора и ротора - текущий ремонт (зачистка поверхности, покрытие лаком).
10. Ослабление шихтовки статора и ротора, повреждение листов (тонкое лезвие ножа входит между листами, при постукивании молотком дребезжание и выделение пыли красного цвета - капитальный ремонт).
11. Повреждение подшипников (разрушение сепараторов, шариков, выкрашивание металла на дорожках качения, большой радиальный зазор, сколы и трещины на кольцах сепараторах или шариках, забоины или вмятины на поверхности дорожек качения, цвета побежалости на поверхности колец, сепараторов, шариков, царапины или риски, расположенные поперёк пути качения шариков, стук и неустраняемый после промывки шум в подшипниках, чёткие отпечатки шариков на дорожках качения - текущий ремонт подшипников).
12. Износ шеек вала в местах посадки подшипника - капитальный ремонт.
13. Ослабление посадки шкива или полумуфты на валу ротора - капитальный ремонт.
14. Износ поверхностей боковых стенок шпоночной канавки - текущий ремонт.
15. Изгиб лопаток вентилятора, вмятины и трещины на корпусе - текущий ремонт.
16. Повреждение окраски - текущий ремонт.
17. Вмятины или искривления вала двигателя - капитальный ремонт.



а)



б)

Рисунок 2 – Статор асинхронного электродвигателя без обмотки а) и стальной лист статора б)

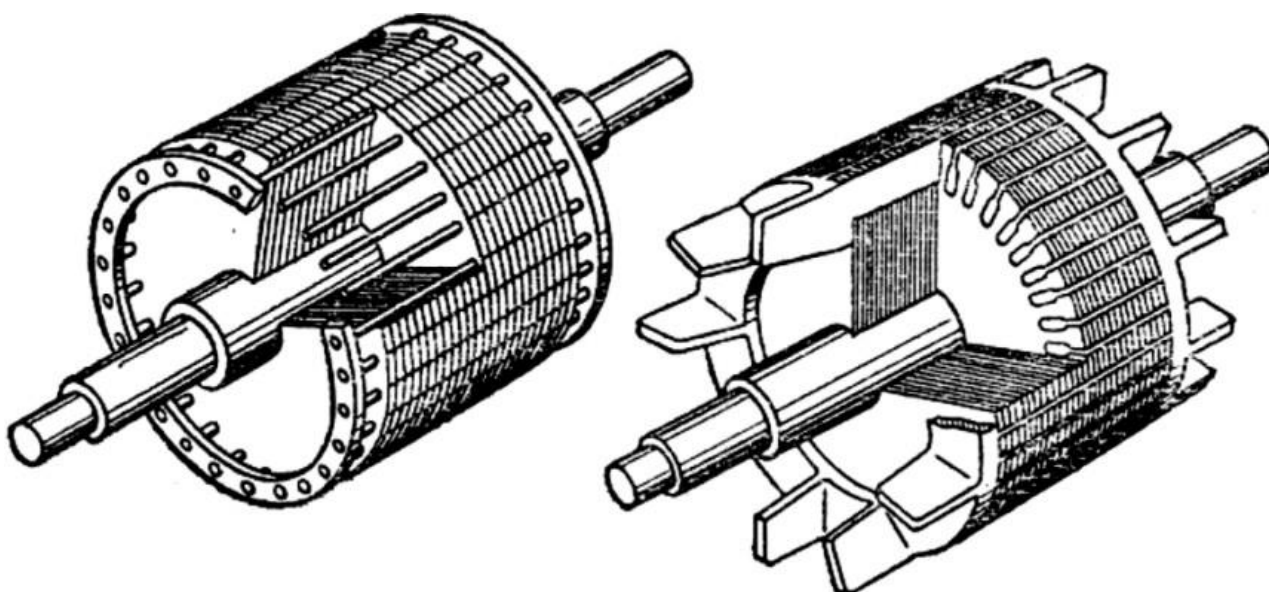


Рисунок 3 – Короткозамкнутые роторы асинхронных электродвигателей: а) – со сварной обмоткой «беличья клетка»; б) – с литой обмоткой.

Более сложно решается вопрос определения неисправностей обмотки статора и стержней ротора. В обмотках статора электродвигателей чаще всего наблюдаются следующие неисправности: обрыв цепи, замыкание между фазами и обмотки на корпус, витковые замыкания.

Отмеченные неисправности выявляются следующим образом:

- в собранной или разобранной машине обрыв в цепи обмотки определяется контрольной лампой или мегомметром. Для определения обрыва обмотки фазы мегомметр присоединяют к её выводам, выполняют измерения. При наличии обрыва мегомметр покажет значение близкое к бесконечности;

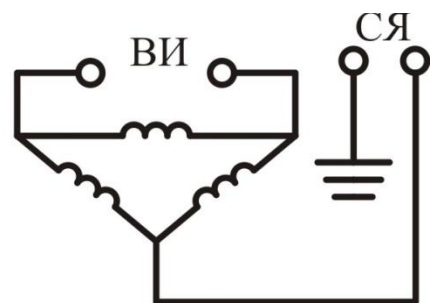
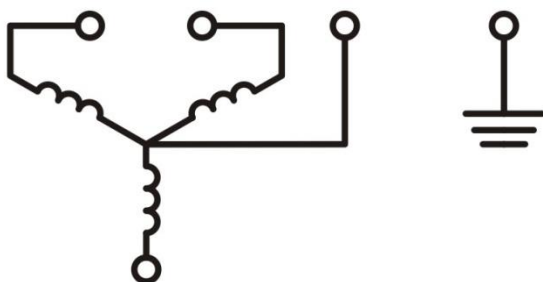
- замыкание обмотки фазы на станину или другую фазу выявляют при измерении сопротивления изоляции мегаомметром. При наличии замыкания стрелка прибора будет находиться на нуле. Измерения выполняются для всех фаз;
- для проверки наличия витковых замыканий используется аппарат ЕЛ-15, электронное устройство, применяемое при производстве и ремонте электрических машин. В приборе генератор импульсов вырабатывает импульсы испытательного напряжения частотой 100 Гц, амплитуда которых плавно регулируется. Импульсы подаются в испытываемые обмотки и в блок развёртки луча. Импульсы, прошедшие через обмотку, сравниваются на экране электронно-лучевой трубки. Если одна из обмоток имеет дефект, то импульсы, прошедшие через неё, уменьшаются по амплитуде и на экране будет наблюдаться раздвоение.

На передней панели ЕЛ-15 зажимы «ВЫХОДНЫЕ ИМПУЛЬСЫ» служат для присоединения последовательно соединённых испытываемых обмоток, зажим «СИГНАЛ ЯВЛЕНИЯ» - для соединения средней точки проверяемых обмоток. Выключатель В6 «СЕТЬ» предназначен для подключения аппарата (при включении загорается светодиод VD 5). Выключатель В5 «МАСШТ.» предназначен для измерения масштаба развёртки луча. Ручка «АМПЛИТУДА» обеспечивает амплитуду напряжения импульса, подаваемого на проверяемые обмотки. Ручка «ФОКУС» - для фокусировки луча на экране трубки. Ручка «СМЕЩЕНИЕ» - для смещения изображения на экране трубки в вертикальной плоскости. Выключатели В2, В3, В4 предназначены для устранения возможной естественной асимметрии проверяемых обмоток, а ВПШ - для переключения на работу с приспособлением. Порядок исследования обмоток статора с использованием аппарата ЕЛ-15 заключается в следующем:

- после подключения аппарата к сети включить выключатель «СЕТЬ» и выдержать не менее одной минуты, пока прогреется электронно-лучевой индикатор. Поворотом ручки «ФОКУС» вправо или влево сфокусировать луч так, чтобы на экране он был чётким. Ручкой «СМЕЩЕНИЕ» перевести луч на экране в удобное для наблюдения положение.

Две проверяемые обмотки присоединяют к аппарату как показано на рисунке 4, 5. Если три фазы обмотки соединены в звезду, то зажим «ВЫХОДНЫЕ ИМПУЛЬСЫ» присоединяют к выводам двух фаз, а левый зажим «СИГНАЛ ЯВЛЕНИЯ» к нулевой точке.

Выходные импульсы Сигнал явление



Если фазы обмоток соединены в треугольник, то левый зажим «СИГНАЛ ЯВЛЕНИЯ» нужно присоединить к третьему выводу.

После присоединения обмоток поворотом ручки «АМПЛИТУДА» устанавливают амплитуду импульса такой величины, чтобы на экране была кривая удобная по масштабу для наблюдения. Небольшое раздвоение кривых компенсируется одним из переключателей «СИММЕТР.».

При наличии витковых замыканий на экране будут наблюдаться две синусоиды. Испытав две фазы обмотки, необходимо поменять одну из них с обмоткой третьей фазы и провести проверку. Если после этого на экране будет одна кривая а не две, то дефектной обмоткой является заменённая.

Содержание отчёта

Описать и проанализировать неисправности асинхронного двигателя. Результаты представить в виде дефектовочной ведомости (таблица 1).

Паспортные данные:

Таблица 1 - Результаты осмотра двигателя

Наименование узлов и деталей двигателя	Обнаруженные неисправности	Рекомендуемый способ ремонта
Станина		
Подшипниковые щиты	-	
И т.д.		

Общее заключение.

Литература

1. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: Учеб. пособие для вузов / П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.В. Девятков и др. Под ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат, 2010. - 160 с.

Практическая работа № 17 Тема «Изучение способов центровки валов электрических машин» № 11 ЭМ – 1 – 14

Цель работы — 1) изучить способы соединения и центровки валов;
2) научить выверке валов;
3) научить производить центровку вала электродвигателя с приводным механизмом по полумуфтам.

Краткие теоретические сведения

Для нормальной работы подшипников и самой электрической машины соединяемые валы электрической машины и приводного механизма должны составлять единый вал. Устройствами, служащими для соединения валов между собой, являются муфты, назначение которых передавать вращающий момент от вала электродвигателя приводному механизму. Муфты подбирают по характеру соединяемых валов и вращающему моменту. Виды муфт, применяемых для

соединений электрических машин, приведены на рис. 27. Типы и характеристики муфт приведены в табл. 1.13. Для передачи вращающего момента от вала к муфте используются шпонки, которые вставляются в пазы муфт и валов. Из всех видов шпонок наиболее широко применяются призматические, размеры которых выбирают в зависимости от диаметра вала. Под центровкой валов понимают их установку в такое взаимное положение, при котором валы электродвигателя и приводного механизма являются как бы продолжением один другого. При этом положение валов относительно друг друга может быть разным в зависимости от типа муфт и их компенсационных способностей в радиальном и осевом направлениях и отличаться на значения не более приведенных в табл. 1.14.

Перед выверкой валов после насадки полумуфт на валы проверяют торцевое и радиальное биение полумуфт индикаторами часового типа. Максимально допустимые биения приведены в табл. 1.15.

Затем производят проверку взаимного расположения валов. Угловой перекос валов замеряется также по полумуфтам, причем значения, приведенные в табл. 1.14, относятся к замерам, проведенным на расстоянии 300 мм от вала. Поэтому при измерениях на других расстояниях необходимо делать пропорциональный пересчет.

Сначала производят визуальную проверку с помощью центроискателя (рис. 28), затем точную проверку с помощью центровочных скоб. Визуальная проверка взаимного расположения валов производится по рискам, нанесенным на обод полумуфты через 90° центроискателем. Угольник центродержателя устанавливается на обод полумуфты / таким образом, чтобы линейка 3 прилегала к торцевой плоскости полумуфты, разметочная линейка 4 устанавливается на обод полумуфты. Риски наносят на обод полумуфты и торцевой плоскости по линейкам 3 и 4. Приспособление поворачивается на 90°, точность установки 90° проверяется с помощью движка с установочной линейкой 3. Поворачивая таким образом приспособление, наносят четыре риски (рис. 29) через 90° на обод полумуфты. Если диаметры двух полумуфт равны, а муфты смещены друг относительно друга на величину a , необходимо один из валов передвинуть по вертикали либо вбок. Можно проинцентрировывать машины во время установки по стальной линейке на полумуфтах (рис. 30). Радиальное биение A и осевое биение B измеряют через каждые 90° при одновременном повороте обоих валов. Измерения производят в верхней, нижней и двух боковых точках. Если размер A в верхней точке отличается от размера A в нижней точке, но при повороте валов не меняется, значит полумуфты имеют одинаковый диаметр и разница в размерах образовалась от сдвига центра валов.

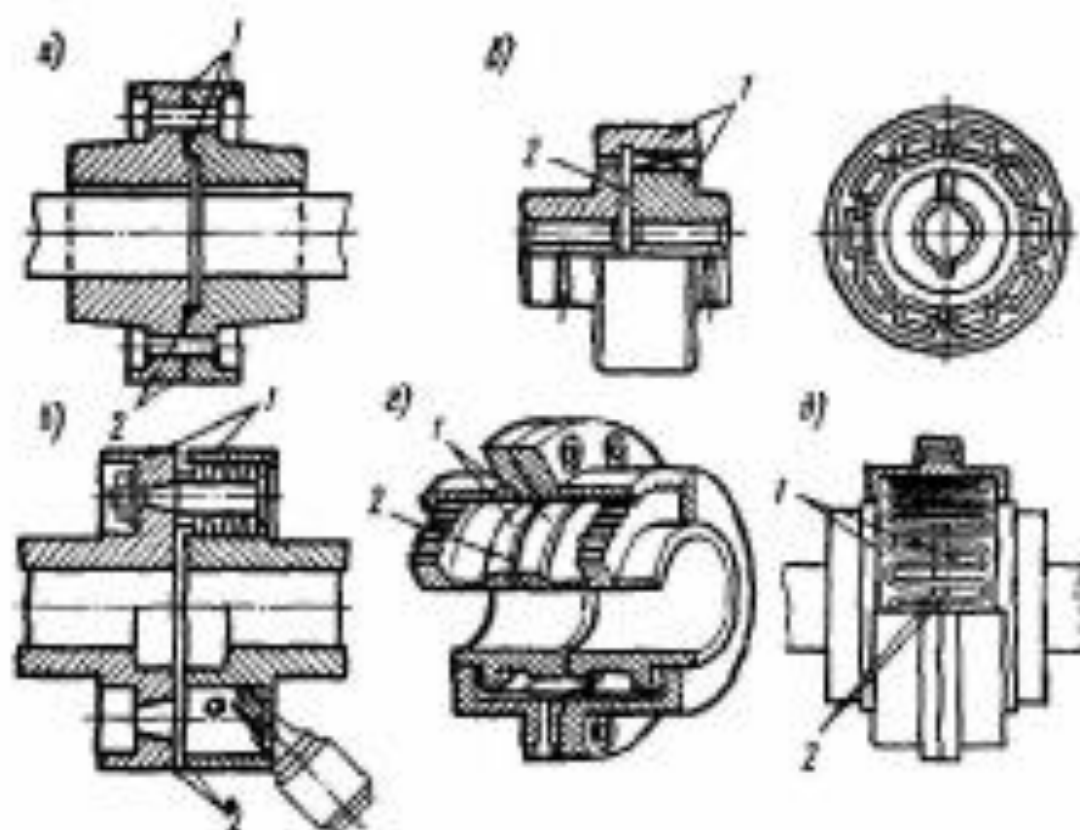


Рис. 27. Виды муфт для соединения валов электрических машин:

а — жесткая фланцевая; б — зубочно-валцовая; в — упругая с резиновыми пластинами; г — зубчатая; д — переменной жесткости (поу-железы); е, ж — толки и мерники редукционного и торсионного блонки

Таблица 1.13. Типы и характеристики муфт

Муфты	Свойства, характер соединения	Допускаемые величины смещения валов (компенсационная способность муфты)		Область применения
		радиальное, мм	угловое, град	
Жесткая фланцевая	Не допускает поворота одного вала относительно другого	0	0	Для соединения строго соосных валов
Втулочно-пальцевая с пластинами из прорезиненной ткани	Допускает относительный поворот валов	0,3—0,6	I	Для соединения соосных валов и передачи вращающих моментов со смягчением ударов посредством упругих элементов (втулок)
Зубчатая	То же	0,7—4,8	I	Для соединения соосных валов, передающих большие вращающие моменты
Пружинная	»	1,0—2,0	1,25	Для соединения соосных валов и передачи вращающих моментов со смягчением ударов посредством упругих элементов

Таблица 1.15. Максимально допустимые биения полумуфт

Тип муфты	Допустимые биения полумуфт, мм, при частоте вращения, об/мин	
	3000—1500	1000 и ниже
Жесткая (фланцевая)	0,02	0,03
Втулочно-пальцевая и с пластинами из прорезиненной ткани, пружинная	0,03	0,05
Зубчатая	0,06	0,06

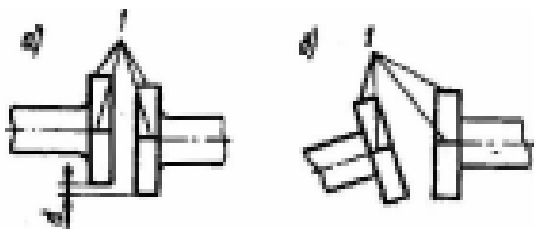


Рис. 29. Предварительная выверка валов электрических машин:

a — параллельное смещение; *b* — угловое смещение; *I* — риска

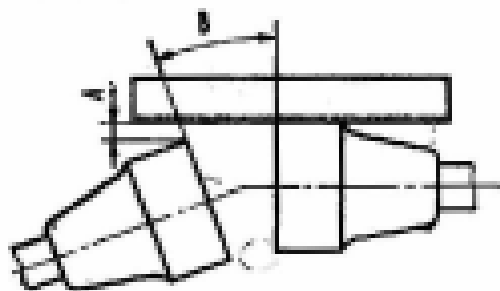


Рис. 30. Предварительная центровка валов по линейке

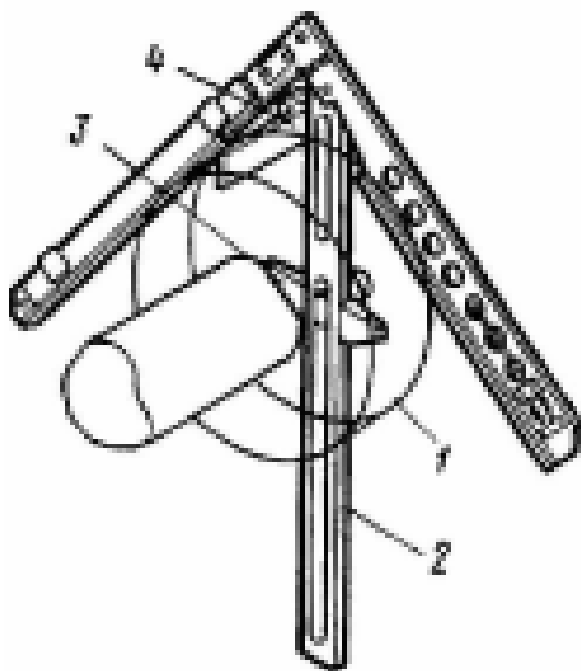


Рис. 28. Центровщик:

1 — муфта; *2* — линейка; *3* — установочная линейка; *4* — разметочная линейка

Точная проверка центровки валов производится по полумуфтам с помощью центровочных скоб (рис. 31). Проверку зазоров между измерительными болтами и скобами производят в четырех диаметрально-противоположных точках путем совместного проворачивания валов через 90° . Результаты измерений записывают, как изображено на рис. 32. Разность показаний в четырех диаметрально-противоположных точках должна быть не больше значений, указанных

в табл. 1.14.

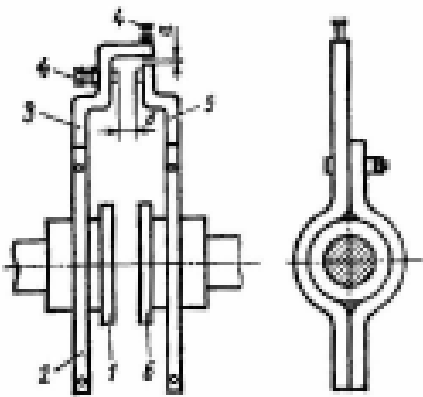


Рис. 31. Установка центровочных скоб на валы:

1 — полумуфта установленной машины; 2 — станинковая скоба; 3 — наружные болты; 4 — измерительные болты; 5 — внутренняя скоба; 6 — полумуфта приводимой машины

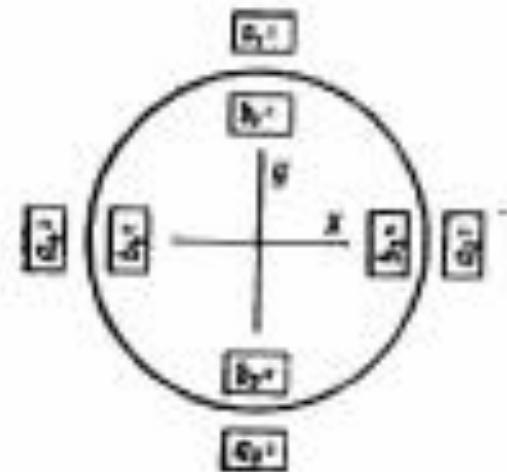


Рис. 32. Запись результатов измерений при центровке

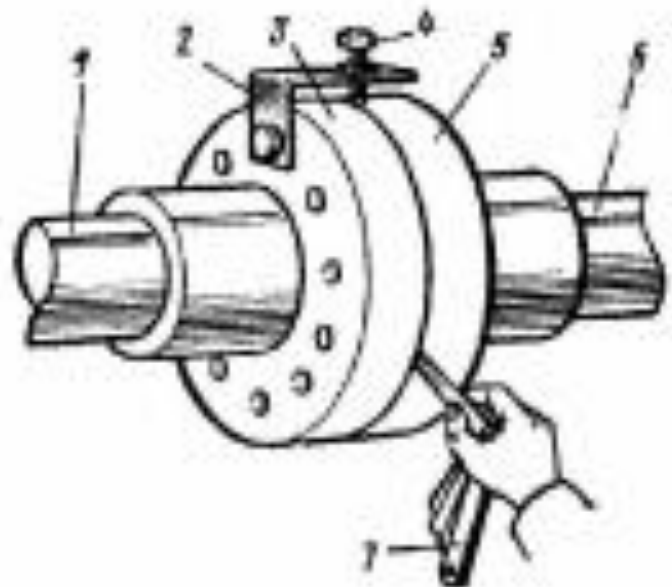


Рис. 33. Центровка валов методом обхода одной точкой:

1 — вал двигателя; 2 — центровочная скоба; 3 — полумуфта двигателя; 4 — штифт; 5 — полумуфта приводного механизма; 6 — вал приводного механизма; 7 — шуп

Порядок выполнения работы

Предварительные операции

1. Произвести монтаж установки, при этом начать с агрегата, имеющего больший вес. Для проведения центровки необходимо выяснить взаимное расположение валов сопрягаемых механизмов. При горизонтальном положении валов и одинаковой высоте всех четырех

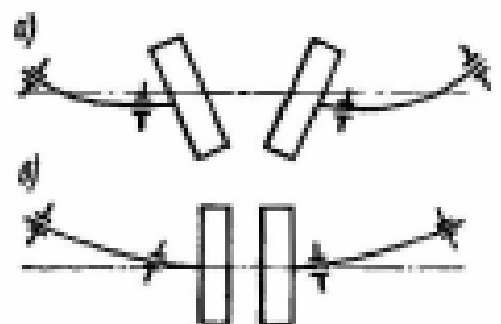


Рис. 34. Проверка соосности валов

подшипников (рис. 34, а) торцевые поверхности муфт не будут параллельны вследствие прогиба каждого вала. Для получения свободного от усилий соединения в муфте необходимо поднять крайние подшипники и добиться непрерывности линии вала в месте соединения (рис. 34, б).

Основные операции

2. Произвести центровку валов с помощью металлической линейки, производя измерения в верхней, нижней и двух диаметрально противоположных боковых точках (см. рис. 30). Результаты измерений сравнить с данными табл. 1.14.
3. Произвести центровку валов с помощью центроискателя. При повороте центроискателя через 90° произвести четыре замера и сравнить их с данными табл. 1.14.
4. Произвести точную проверку соосности валов с помощью центрирующих скоб. Результаты измерений записать согласно рис. 32 и сравнить с данными табл. 1.14.
5. Сделать заключение о взаимном расположении валов и составить отчет о работе.

Содержание отчета

1. Краткое описание лабораторной установки, схематический эскиз Установки.
2. Технические данные основного оборудования и метрологические характеристики средств измерения.
3. Результаты измерений.
4. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Какие муфты применяются для соединения валов?
2. Для чего производится центровка валов?
3. В чем сущность методов центровки валов?
4. Как проверить биение полумуфт?

Литература

1. Зюзин А. Ф., Поконов Н. З., Антонов М. В. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок. — М.: Высшая школа, 2006.
2. Елкин Ю. С. Монтаж электрических машин. — М.: Энергия, 2009.

Практическая работа № 18 Тема «Определение отдельных фаз обмоток трехфазного электродвигателя и маркировка выводов» № 12
ЭМ – 1 – 14

Цель работы: Создать условия для определения отдельных фаз обмоток трехфазного электродвигателя и маркировки выводов.

Краткие теоретические сведения

Бывают случаи, когда поступившие на монтаж электродвигатели не укомплектованы или не собраны доска зажимов и выводы обмоток не маркированы или по каким-либо причинам перепутана маркировка. Кроме того всегда при выходе двигателя из капитального ремонта, или при нарушении нормального режима работы машин, необходимо проверить правильность выполнения внутренних соединений обмоток. Во всех случаях возникает необходимость проверки правильности соединений выводов трехфазных обмоток, которая сводится к определению начала и концов обмоток.

Начало и конец обмоток статора электродвигателя можно определить с помощью вольтметра используя принцип работы трансформатора. Для этой цели трехфазные обмотки статора электродвигателя используются как трансформатора. Все обмотки статора имеют общую магнитную систему, и если по одной из обмоток пропустить переменный ток, то во всех других обмотках, как и во вторичной цепи – обмотке трансформатора, будет индуцироваться электродвижущая сила, а при замыкании цепи обмотки по каждой из них потечет электрический ток. При соединении двух вторичных обмоток статора последовательно увеличивается число витков и следовательно увеличится индуцирующаяся электродвижущая сила. В этом можно убедиться, если измерить вольтметром напряжение сначала на каждой обмотки статора, а затем на обеих обмотках, которые соединены последовательно. Но вольтметр покажет большую электродвижущую силу только в том случае, если правильно осуществлено последовательное соединение. Соблюдено одинаковое напряжение витков, т.е. конец одной обмотки присоединен к началу второй. Если неправильно соединены обмотки (начало одной с началом второй или конец с концом) и направление витков не соблюдено, электродвижущие силы обмоток статора окажутся, направлены встречно и компенсируют друг друга. В этом случае стрелка вольтметра остается на нуле.

Порядок выполнения работы

1. Убедиться в отключенном состоянии вводного автоматического выключателя
2. Проверить отсутствие напряжения на электрооборудовании стенда индикатором напряжения.
3. Убедиться в исправности и целостности клемм, зажимов, корпусов электрических приборов и аппаратов стенда.
4. Проверить состояние изоляции, зажимов, проводов, соединяющих проводников.
5. Ознакомиться с электрической принципиальной схемой и схемой соединений.

6. Записать технические данные (паспортные) электродвигателя, измерительных приборов и оборудования в таблицу 1.

Таблица 1 Технические данные используемого электрооборудования

Наименование	Технические данные
Индикатор напряжения	
Электродвигатель	
Мегаомметр	
Мультиметр	

7. Прозвонить обмотки двигателя, с целью проверки на отсутствие обрыва.

8. Определить выводы принадлежащие одной и той же обмотке, с помощью мегомметра и выводы пронумеровал I - I; II - II; III - III, как показано на рисунке 1.

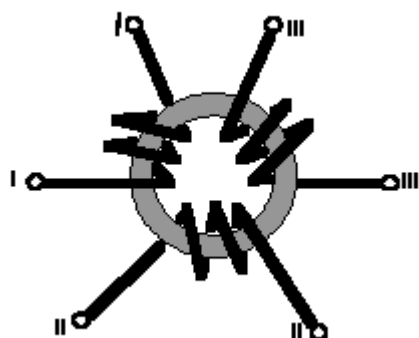


Рисунок 1. Принадлежность выводов обмоток электродвигателя

9. Для определения начала и конца обмоток:

а) первую обмотку статора подключить к источнику переменного тока напряжением 50 В, на зажимах второй и третьей обмотки измерил напряжение, как показано на рисунке 2

б) вольтметр показывает отсутствие напряжения. Промаркировать конец и начало обмоток как показано на рисунке 2

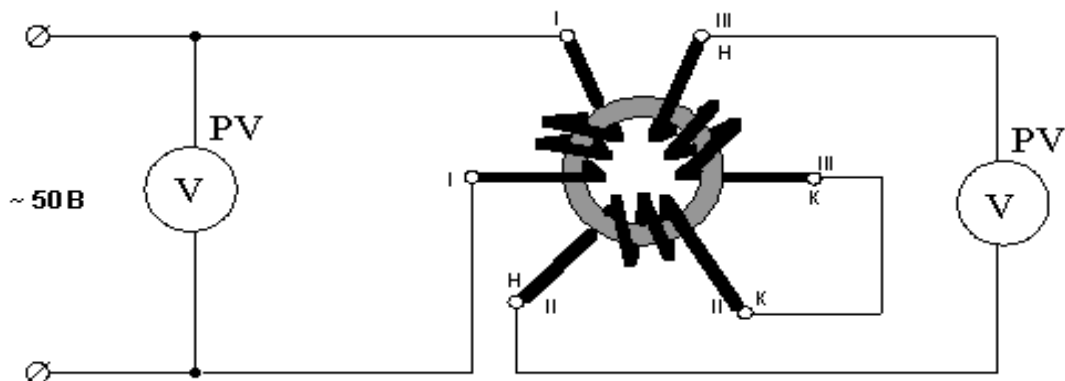


Рисунок 2. Схема подключения обмоток электродвигателя

в) собрать схему, как показано на рисунке 3. Вольтметр показал наличие напряжения 12В

г) промаркировать конец и начало обмоток, как показано на рисунке 3

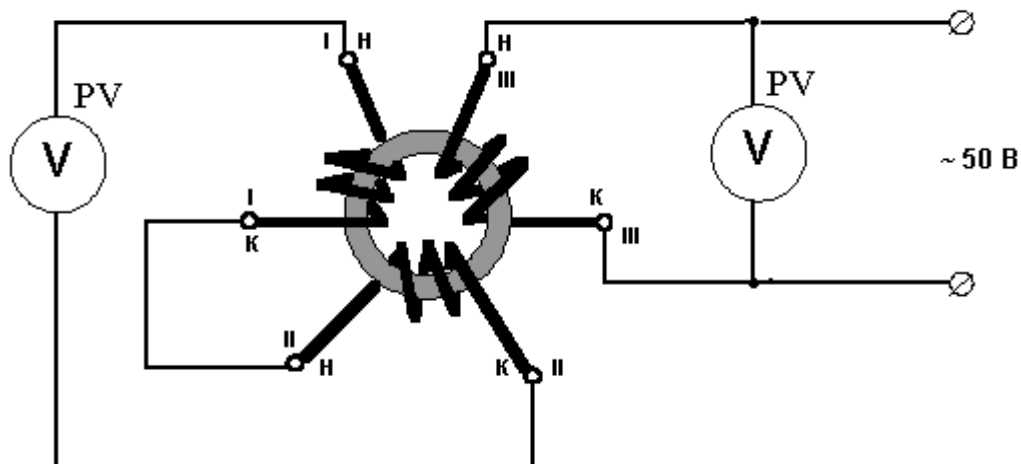


Рисунок 3. Схема подключения обмоток электродвигателя

- д) собрать схему согласно рисунка 4 и подключить к источнику питания
- е) вольтметр, подключенный к обмоткам второй и третьей, показал напряжение 12В
- ж) пронумеровать выводы обмоток, как указано на рисунке 4

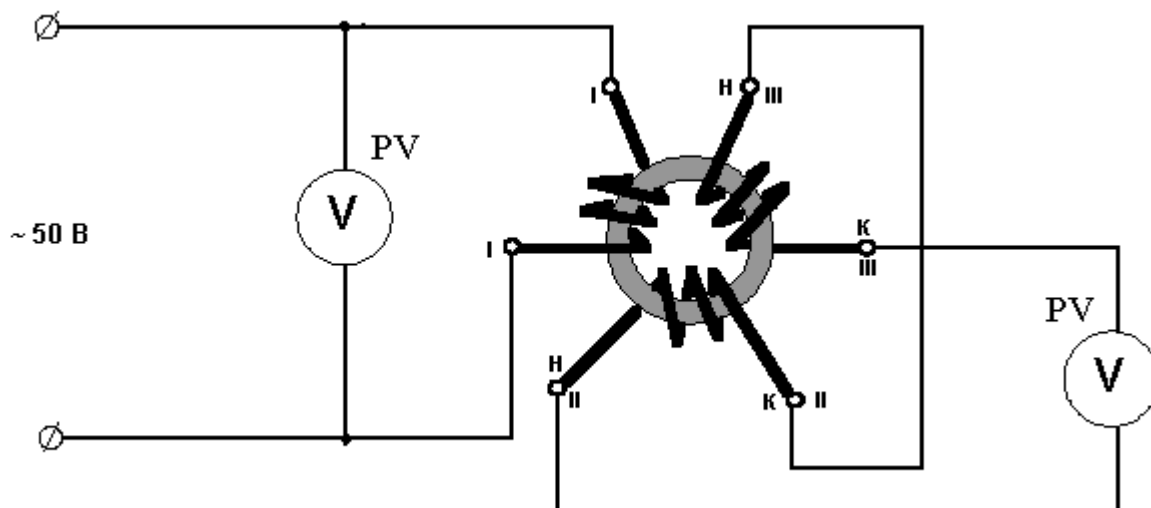


Рисунок 4. Подключение обмоток электродвигателя

- з) обозначить и расположил выводы обмоток на клеммных зажимах электродвигателя.

10. Собрать схему согласно рисунка 5.

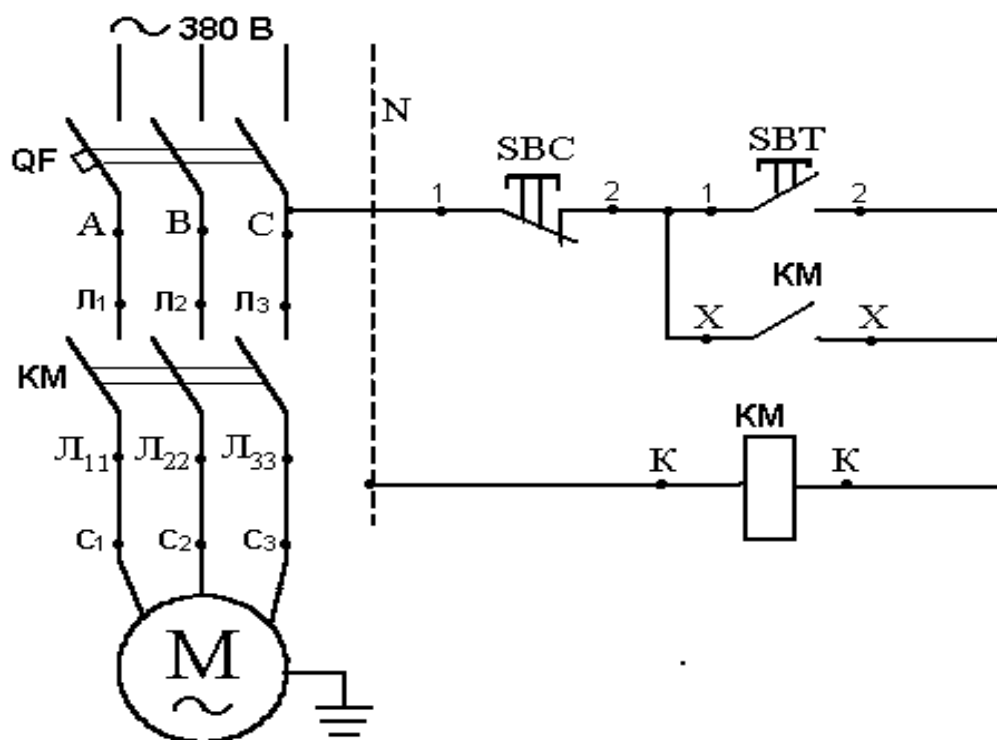


Рисунок 5. Схема подключения электродвигателя

11. С разрешения преподавателя подключить электродвигатель к источнику питания.

12. Ответить на контрольные вопросы, сделать вывод.

Содержание отчета

1. Краткое описание лабораторной установки.
2. Технические данные основного оборудования и метрологические характеристики средств измерения.
3. Результаты измерений.
4. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Что произойдет если соединить две вторичные обмотки статора последовательно?
2. В каком соединении обмоток стрелка вольтметра окажется на нуле?
3. С помощью чего можно определить начало и конец обмоток статора электродвигателя?

Литература

1. Ю.Д. Сибикин. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. Книга 1. – М.: Издательский центр «Академия» 2009.
2. Н.А. Акимова, Н.Ф. Котеленец, Н.И. Сентюрихин. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. – М.: Издательский центр «Академия» 2008.
3. В.В. Москаленко. Справочник электромонтера. – М.: Издательский центр «Академия» 2008.

Практическая работа № 19 Тема «Управление реверсивным асинхронным электроприводом».

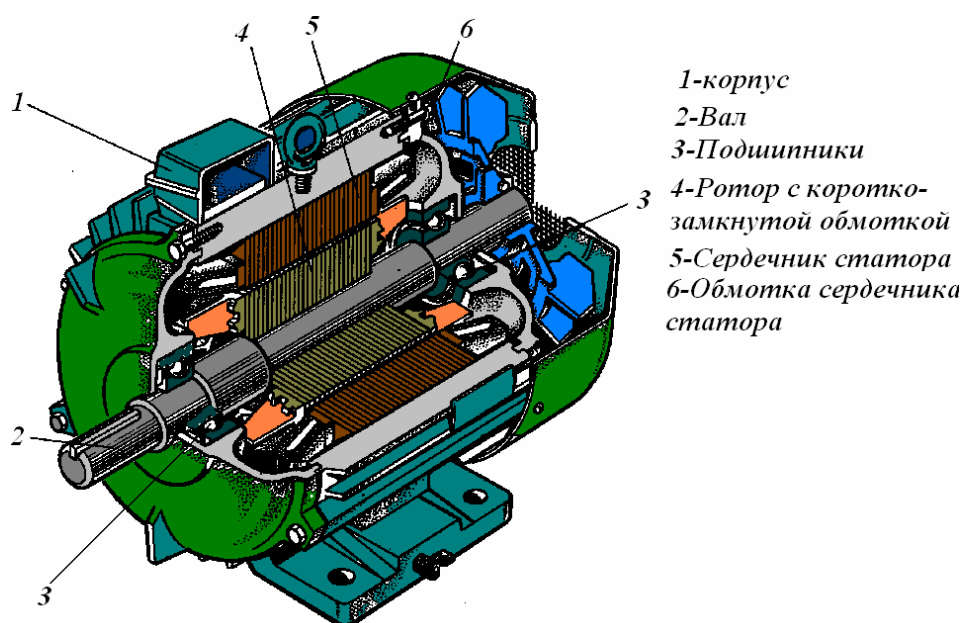
Цель работы. Изучение устройства, основных свойств и характеристик асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, элементов защиты электропривода и схемы реверсивного управления двигателем при помощи магнитного пускателя.

Оборудования и приборы: Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, магнитный пускатель, набор контакторов и тепловых реле, кнопочный пост, соединительные провода.

Общие сведения.

Асинхронный двигатель характеризуется простотой конструкции и высокой надежностью в эксплуатации. Это обусловило его широкое применение в народном хозяйстве страны. В устройствах автоматики они применяются главным образом для привода механизмов, не требующих регулирования частоты вращения.

Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя основан на способности трехфазной обмотки при включении ее в сеть трехфазного тока создавать вращающееся магнитное поле.



Устройство трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Асинхронный двигатель состоит из двух частей: неподвижной — статора и вращающейся — ротора.

В пазах статора размещается трехфазная обмотка, получающая питание от трехфазной сети переменного тока. Эта обмотка намотана таким образом, что трехфазный намагничивающий ток создает вращающееся магнитное поле.

Чтобы изменить направление вращения магнитного потока, достаточно поменять местами подключение двух фаз статора.

На роторе также размещается обмотка, которая в короткозамкнутом двигателе замыкается непосредственно на себя.

Вращающийся магнитный поток статора пересекает стержни обмотки ротора и в них индуцируется э. д. с. Эта э. д. с. создает в обмотке ротора ток, который, взаимодействуя с вращающимся магнитным потоком статора, обуславливает образование крутящего момента, действующего на обмотку ротора.

Отличительный признак асинхронного двигателя от синхронного состоит в том, что у них частота вращения ротора меньше частоты вращения магнитного поля статора.

Трехфазный ток к статору электродвигателя М поступает через трех полюсный автоматический выключатель К1. Он дает возможность отключить электродвигатель в случае ремонта, поломке магнитного пускателя или короткого замыкания в цепи. Тепловые реле магнитного пускателя включаются в две фазы, так как чрезмерно большой ток возможен не менее чем в двух проводах. Они служат для защиты двигателя от длительных перегрузок и от работы на двух фазах. Кроме этого цепи управления защищены предохранителем Пр от коротких замыканий.

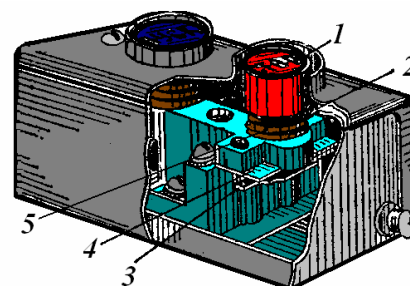
Схема работает следующим образом. Для включения двигателя в направлении «вперед» нажимается кнопка SB 1; при этом ток от фазы А идет по цепи: SB3 — SB 2 — SB 1 — К2 — К1 — фаза В; катушка К1 замыкает свои главные контакты К1, и двигатель включается на движение «вперед». Одновременно в цепи катушки К2 размыкается размыкающий контакт К1, что делает невозможным включение контактора К2. Для изменения направления вращения включается кнопка SB3, а затем кнопка SB2 при этом ток идет по цепи: фаза А — SB 3 — SB 1 — SB 2 — К 1 — К2 — фаза В. Теперь ток уже идет по катушке К2, которая замыкает свои контакты, и двигатель реверсируется (одновременно с включением контактора К2 его размыкающий контакт в цепи контактора К1 размыкается)

Кнопки управления применяют для дистанционного управления электромагнитными аппаратами (контакторами, реле, магнитными пускателями и т. п.) при напряжении до 500 В постоянного и переменного тока.

Кнопки управления серии КУ состоят из одного или нескольких кнопочных элементов. В кнопочный элемент входят контактное устройство и штифт (кнопка), механически связанный с контактным устройством. Головки штифтов (кнопок) для удобства обслуживания снабжают надписями: «пуск», «стоп», «вперед», «назад» и пр. и окрашивают в различные цвета (кнопку «стоп» обычно в красный). На рис. показан кнопочный элемент кнопки управления, который состоит из одного замыкающего и одного размыкающего контактов, электрически не связанных между собой.

Рис 3.2. Кнопочный элемент типа КУ

При нажатии на головку кнопки 1 («стоп») движение кнопки передается стержню 2, который



размыкает подвижным контактом 3 цепь, проходящую по подвижному и неподвижному контактам 4. Когда кнопку отпускают, пружина 5 возвращает ее в исходное положение.

При нажатии на кнопку «пуск», обычно представляющую собой замыкающий контакт, подвижный контакт замыкает контакты электрической цепи; при нажатии на кнопку «стоп» (обычно размыкающий контакт) подвижный контакт размыкает цепь.

Кнопки с грибовидным фиксируемым толкателем предназначены для отключения цепей управления при возникновении, аварийных ситуаций на объекте. Кнопки со встроенной в толкатель сигнальной лампы, предназначены для дистанционного управления электромагнитными аппаратами со световой сигнализацией о включении или отключении управляемого кнопкой аппарата.

Контактором называют аппарат дистанционного действия, который служит для многократных включений и отключений приводится в действие при помощи электромагнита. Контактор широко применяют для автоматического и полуавтоматического управления электродвигателями. Кроме включения и отключения он осуществляет также нулевую защиту двигателей, т. е. отключается при исчезновении напряжения в питающей сети и не может включиться при повторной подаче напряжения.

По принципу действия контакторы представляет собой электромагнитный выключатель с контактами, управляемыми электромагнитом. Основными частями контакторов являются главные контакты; магнитная система; втягивающая катушка; дугогасительная камера; блок-контакты.

При уменьшении напряжения ниже 35—40% номинального контактор автоматически отключается, так как масса подвижных частей контактора превышает силу взаимодействия подвижной и неподвижной частей магнитной системы при сниженном напряжении. Если напряжение подано, а кнопка «пуск» не нажата, то контактор не срабатывает, так как цепь втягивающей катушки разомкнута. Этим обеспечивается нулевая защита электродвигателя.

В схемах реверсирования контакторы обязательно должны иметь между собой электрическую блокировку.

Электрическая блокировка действует посредством электрической связи между цепями аппаратов в схемах электроприводов.

На рис. 3.3 электрическая блокировка выполнена при помощи размыкающих блок-контактов. При нажатии кнопки SB 1 импульс подается на катушку контактора K1 и закрепляется блок-контактом K1; одновременно размыкается размыкающий блок-контакт K1, включенный в цепь катушки K2. Если теперь нажать на кнопку SB2, то контактор K2 не включится, ибо цепь разомкнута контактом K1. Аналогично при включении контактора K2 контактор K1 не включается из-за размыкания размыкающего контакта K2.

В схеме предусмотрена и ещё одна электрическая блокировка посредством кнопочных станций. Так при нажатие кнопки SB1 в цепи контактора K1, размыкается контакт кнопки SB1 в цепи питания контактора K2. Аналогичное явление происходит и при нажатии кнопки SB2.

Если сработает контактор K1, то он замкнёт свои главные контакты K1, если при этом произойдет включение контактора K2, то очевидно, в силовой цепи будет двухфазное короткое замыкание (фазы А и С замкнутся через главные контакты, минуя потребитель), что является аварийный режимом. Следовательно, в цепи управления всегда нужно предусматривать защиту от возможного одновременного включения контактов K1 и K2.

Остановить двигателя при любом направлении вращения производится при нажатии кнопки «стоп» SB3.

При этом обесточивается цепь питания контактора K1 или контактора K2.

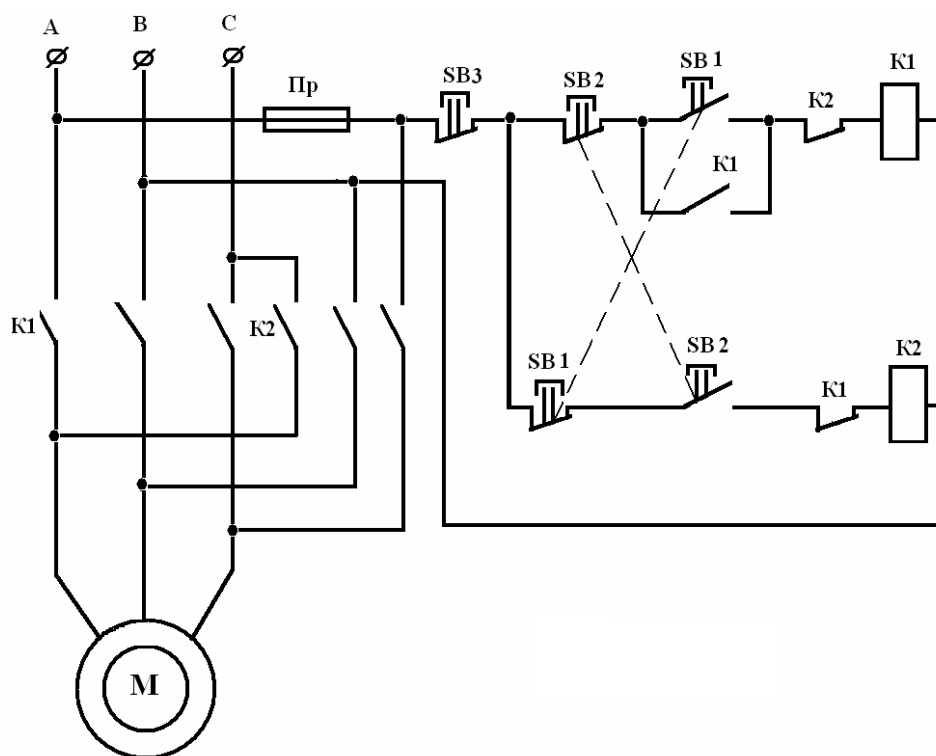


Рис.3.3. Схема реверсивного управления электродвигателем.

Магнитные пускатели представляют собой пусковой аппарат, состоящий из контактора, обычно помещаемого в защитном кожухе и управляемого дистанционно при помощи кнопок управления. Большинство магнитных пускателей имеет встроенные в две фазы элементы тепловой защиты в виде теплового реле, которое защищает двигатель от перегрузок. Магнитные пускатели переменного тока в основном предназначены для дистанционного управления трехфазными асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором.

Магнитный пускатель позволяет осуществить защиту двигателя от понижения напряжения в сети. Электромагнит включенного пускателя возвращается в исходное

состояние при снижении напряжения на до 60-70 % от номинального и двигатель при этом отключается.

I. Описание лабораторной установки.

Экспериментальная установка содержит асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором небольшой мощности, магнитный пускатель (контактор) позволяющий произвести реверсирование электродвигателя, двухкнопочного поста для дистанционного управления.

II. Последовательность выполнения работы:

1. Ознакомиться с устройством и принципом работы трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором, способами реверсирования двигателей.
2. Изучить схему внутренних соединений и технические данные магнитного пускателя, действие электрических и механических блокировок, выполненных в магнитном пускателе.
3. Собрать схему реверсивного управления электродвигателем и выяснить назначение каждого элемента.
4. Проверить работу схемы реверсивного управления электродвигателем:
Подключить схему к сети трехфазного переменного тока, нажатием кнопки SB1 проверить работу контактора магнитного пускателя. При нажатии кнопки SB1 получает питание катушка K1 магнитного пускателя, замыкаются силовые контакты в главной цепи и статор двигателя присоединяется к сети при прямом чередовании фаз.
5. Заменить направление его вращения, после его разворота нажать кнопку SB2 («назад») и убедиться, что команда выполняется (электродвигатель вращается в обратном направлении). При нажатии кнопки SB2 её размыкающий контакт, установленный в цепи катушки K1, размыкается, благодаря чему реверс электродвигателя может быть произведен без предварительного нажатия кнопки SB3. Чередование фаз при этом меняется на обратное.
6. Нажать кнопку SB3 («стоп»).
7. Проанализировать выполненную экспериментальную часть работы и составить отчет.

Содержание отчета.

Отчет должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Принципиальную электрическую схему управления реверсивным электродвигателем с описанием принципа действия.
3. Порядок проведения лабораторной работы с перечислением этапов.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается отличительный признак асинхронного двигателя ?

2. Каковы особенности работы магнитного пускателя при управлении асинхронным двигателем ?
3. Для какой цели совместно с магнитными пускателями применяются тепловые реле ?
4. Как можно изменить направление вращения ротора асинхронного двигателя?
5. В чем состоит неисправность, если при нажатие на кнопку SB1 двигатель включается, а после прекращения нажатия – отключается ?
6. Приведите примеры реверсивного вращения электродвигателя ?

Литература

1. Копылов И.П. Проектирование электрических машин.:Уч.для вузов/ И.П. Копылов и др. 3-е изд. М.: Высш. шк., 2002,-757 с.
2. Копылов И.П. Электрические машины.:М.:Высш. шк., 2000,-607 с.
3. Проектирование электрических машин. Под ред. Гольдберга О.Д.,2-е изд. М.: Высш. шк., 2001,-430 с.

Тема 4. Монтаж и ремонт трансформаторов

Практическая работа № 20 Тема «Определение группы соединения обмоток силового трансформатора» № 13 ЭМ – 1 – 14

Цель работы – овладение практическими навыками экспериментального определения основных групп соединения трехфазных трансформаторов, и изучение устройства, конструкции и принципа работы трехфазного трансформатора.

Теоретические сведения.

Группы соединений обмоток трансформаторов.

Между первичной и вторичной э. д. с. трансформатора, включенного под напряжение, может быть угол сдвига, который в общем случае зависит от схемы соединения и направления намотки обмоток, а также от обозначения (маркировки) зажимов.

Число сочетаний схем соединений У и Д может быть не более четырех: У/У, У/Д, Д/Д и Д/У, но, принимая во внимание возможность намотки обмоток на магнитопроводе в разных направлениях, случайное и преднамеренное изменение маркировки зажимов, а также соединение фазных обмоток в треугольник в ином чередовании, число схем включений трансформатора значительно возрастает.

Приведем примеры. У каждой обмотки есть начало и конец. И хотя эти понятия условны, они имеют прямое отношение к действующей в обмотке э. д. с. Если у одной из обмоток поменять обозначения начала и конца (рис. 1), то, принимая ориентацию э. д. с. по отношению к новому началу прежней (от х к а), необходимо считать вектор э. д. с. повернутым на 180° . К такому же результату приводит и изменение направления намотки обмоток. В обмотках с односторонней намоткой

(витки обеих обмоток идут от начал в правую или левую сторону) э. д. с. совпадают по направлению, при разносторонней намотке - сдвинуты на 180° .

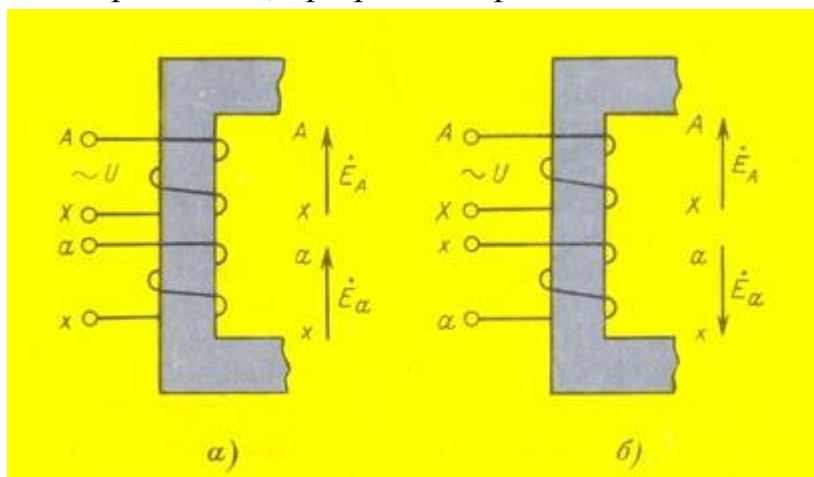


Рис. 1. Изменение на 180° фазы наведенной э. д. с. при перемене обозначений зажимов. а - фазы э.д.с. E_A и E_a совпадают; б - э.д.с. E_A и E_a находятся в противофазе.

На рис. 2, а показано соединение фазных обмоток треугольником в стандартном порядке: а - у; б - з: с - х. Если обмотки соединить в порядке а - з: с - у; Б - х (рис. 2,б), то векторы линейных э. д. с. НН смещаются по отношению друг к другу на 60° (рис. 2, в).

Чтобы упорядочить все многообразие схем соединений обмоток трансформаторов, введено понятие о группе соединений, характеризующее угловое смещение векторов линейных э. д. с. вторичных обмоток относительно одноименных векторов линейных э. д. с. обмотки ВН, независимо от того, является ли трансформатор понижающим или повышающим. Группа соединений обозначается числом, которое при умножении на 30° дает угол отставания вектора э. д. с. вторичной обмотки. Если, например, схема и группа соединений трансформатора обозначена У/Д-11, то смещение векторов линейных э.д.с. равно 330° .

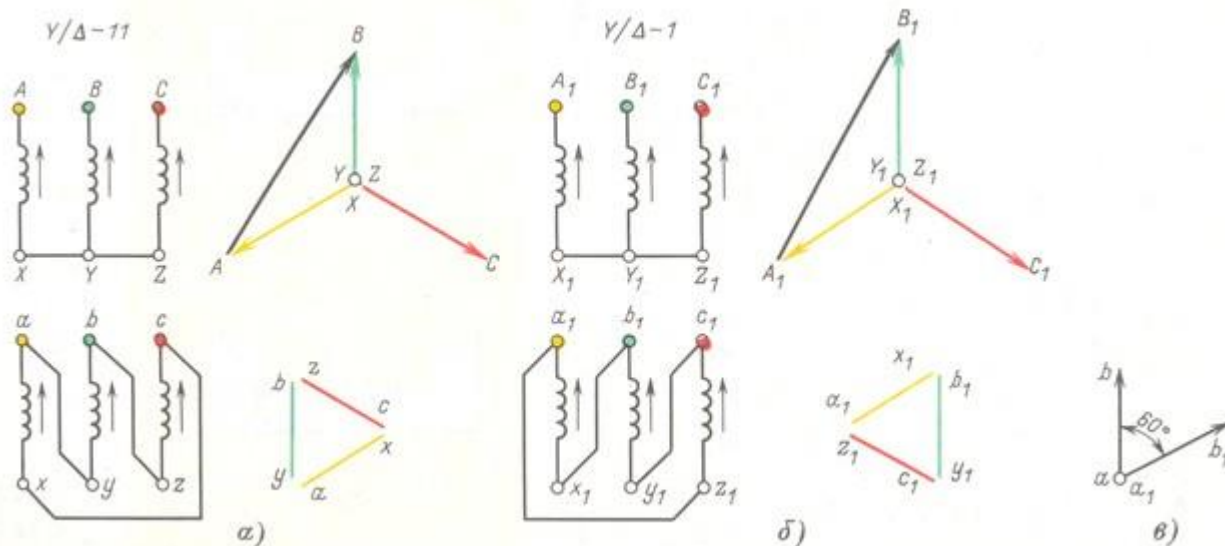


Рис. 2. Два варианта схем соединения фазных обмоток НН треугольником. В ГОСТ предусмотрены две группы соединения обмоток трехфазных двухобмоточных трансформаторов: 0 и 11. Практически могут встретиться 12 групп и, кроме того, такие соединения, которые вообще не могут быть отнесены к какой-либо определенной группе. Заметим, что нестандартные группы могут быть получены ошибочно при монтаже и ремонте оборудования без вскрытия трансформатора и пересоединения его обмоток. Для этого достаточно, например, перекрасить шины фаз или перемаркировать обозначения выводов. Типичными являются следующие случаи. При перемещении обозначений выводов фаз (циклическая перемаркировка фаз), когда по кругу меняются местами надписи на выводах трех фаз на стороне ВН или НН (рис. 3), группа соединений каждый раз изменяется на 4 или 8 угловых единиц. Так, при подсоединении трансформатора зажим фазы *b* может ошибочно оказаться подсоединенным к сборной шине фазы *a*, зажим фазы *c* - к шине фазы *b* и т. д. Такое подсоединение равносильно перемаркировке фаз и влечет за собой изменение исходной группы трансформатора на 4 единицы. Действительно, построение и совмещение векторных диаграмм (рис. 4) показывает что векторы повернуты на 120° , или на 4 единицы.

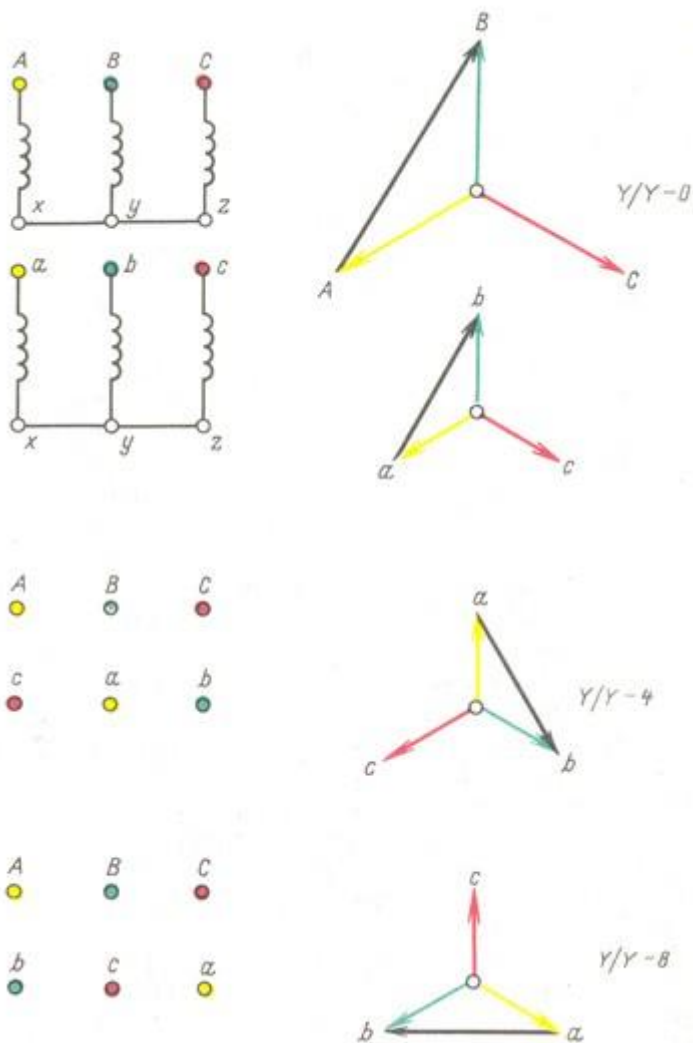


Рис. 3. Циклическая перемаркировка фаз обмотки в стандартной схеме У/У-0.

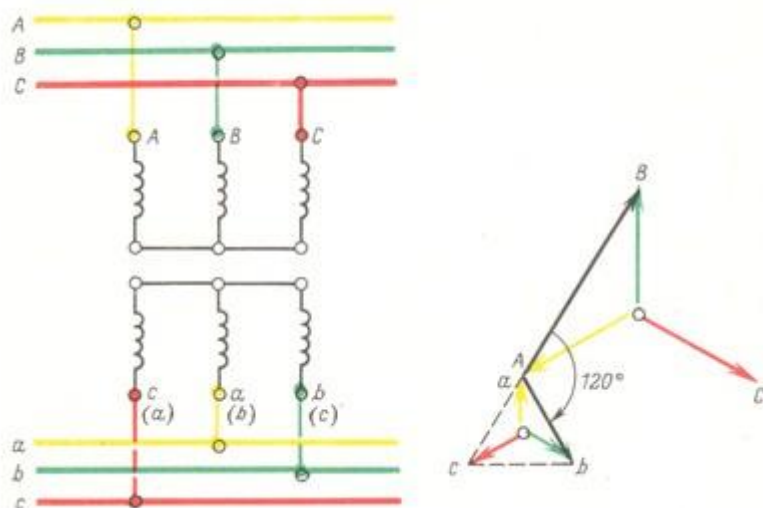


Рис.4. Циклическая перемаркировка фаз при ошибочном монтаже ошиновки. Обозначение фаз НН, соответствующее группе У/У-0 показано в скобках. Перестановка обозначений двух фаз на стороне ВН и одновременно НН (двойная перемаркировка) у трансформатора, имеющего нечетную группу соединений, вызывает угловое смещение векторов э.д. с. вторичной обмотки относительно их

первоначального положения на 60 или 300°. Величина угла зависит от того, какие две фазы на стороне ВН, а также на стороне НН перемещаются - одноименные или разноименные. На рис. 5 показано, что достаточно поменять местами соединительные шины двух фаз А и С на стороне ВН и тех же фаз на стороне НН, как группа 11 перейдет в группу 1, а при перемене мест фаз А и С и одновременно b и c группа 11 превращается в 9.

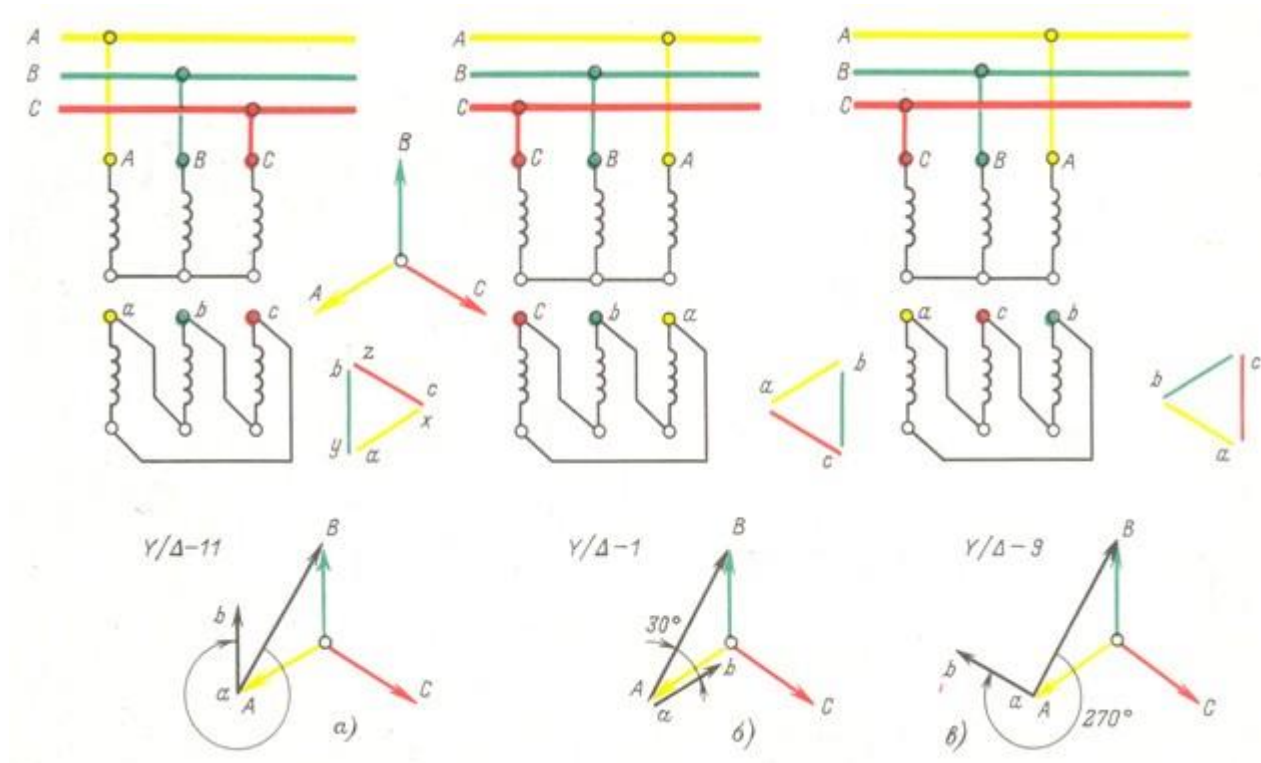


Рис. 5. Двойная перемаркировка фаз при ошибочном монтаже ошиновки на стороне ВН и НН.

а - исходная группа У/Д-11; б - перемаркировка одноименных фаз А и С; а и с; в - перемаркировка разноименных фаз А и С; b и c.

Наиболее вероятен в эксплуатационной практике случай перекрещивания шин только двух фаз на какой-нибудь одной стороне (ВН или НН), например фаз b и c. При этом изменяется порядок чередования фаз. Вместо а - б - с порядок чередования будет а - с - b (рис. 6), и углы сдвига фаз одноименных э.д.с. обмоток ВН и НН будут неодинаковы: $jAa = 0^\circ$; $jBb = 120^\circ$; $jCc = 240^\circ$. Это обстоятельство не позволяет отнести трансформатор к определенной группе соединений.

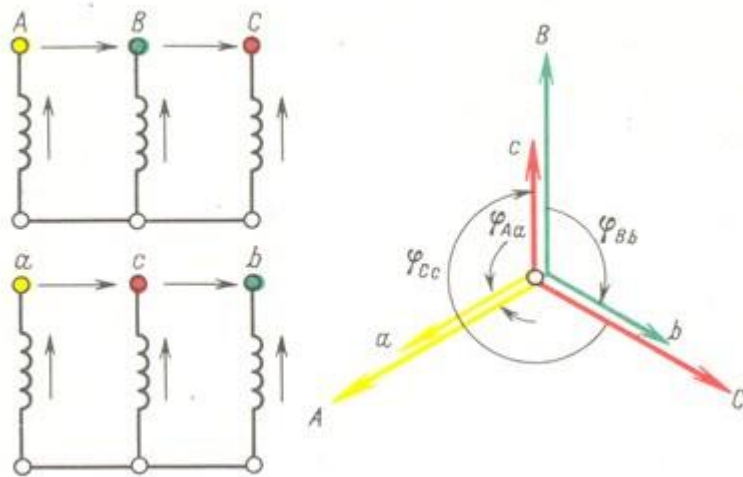


Рис. 6. Ошибочное обозначение выводов двух фаз.

Одним из основных условий параллельной работы трансформаторов является тождественность групп соединений их обмоток, что устанавливается по паспортным данным или специальными измерениями. Но даже при одинаковых группах перед первым включением в работу (после монтажа или капитального ремонта со сменой обмоток, отсоединением кабелей и пр.) трансформатор фазируют с сетью, так как на зажимах включающего аппарата (выключателя, отделителя, рубильника) может появиться сдвиг фаз в результате неправильного присоединения токоведущих частей к аппаратам и выводам трансформатора, о чем было сказано выше. Здесь следует особо подчеркнуть, что цель фазировки заключается не в определении группы, к которой принадлежит включаемый трансформатор, а в проверке согласованности соединяемых фаз всех элементов трехфазной цепи как со стороны высшего, так и низшего напряжений.

Программа работы

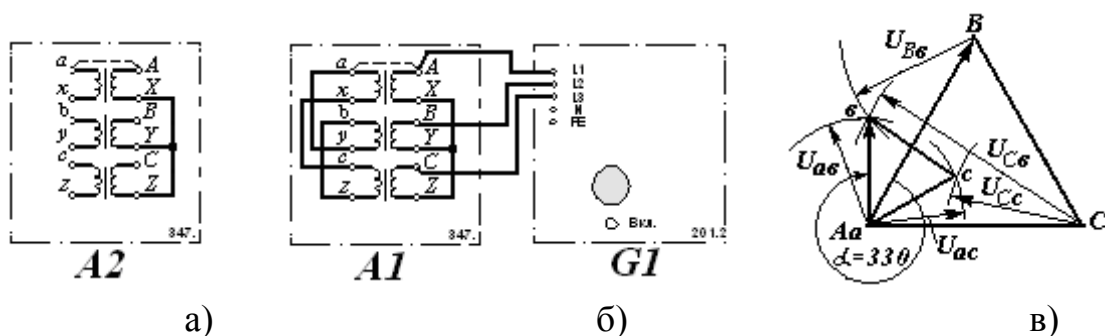
1. Определить группу соединения схемы $Y/\Delta - 11$ трехфазной трансформаторной группы А2. По результатам измерения построить векторную диаграмму первичных и вторичных ЭДС и убедиться в правильности соединения.
2. То же проделать для стандартной схемы $Y/Y - 0$.
3. Собрать схему четной группы соединения обмоток, заданную преподавателем.
4. То же проделать для заданной преподавателем нечетной группы соединения.

Паспортные данные испытуемого группового трехфазного трансформатора :

Номинальная мощность трансформатора	$S_n = 3 \times 80 \text{ В} \cdot \text{А};$
Номинальное первичное напряжение	$U_{1n} = 220 \text{ В};$
Номинальное вторичное напряжение	$U_{2n} = 127 \text{ В};$
Номинальный вторичный ток	$I_{2n} = 0,134 \text{ А};$
Сечение сердечника	$\Pi_c =$

1. Определить группу соединения схемы $Y/\Delta - 11$ трехфазной трансформаторной группы А2.

- Электрическая схема соединений
- Перечень аппаратуры
- Описание электрической схемы соединений
- Указания по проведению эксперимента



Р и с.1. Схемы для определения группы соединений Y/Δ - 11 обмоток трехфазного трансформатора: а) – маркировка выводов; б) – подключение источника питания; в) – векторная диаграмма э.д.с.

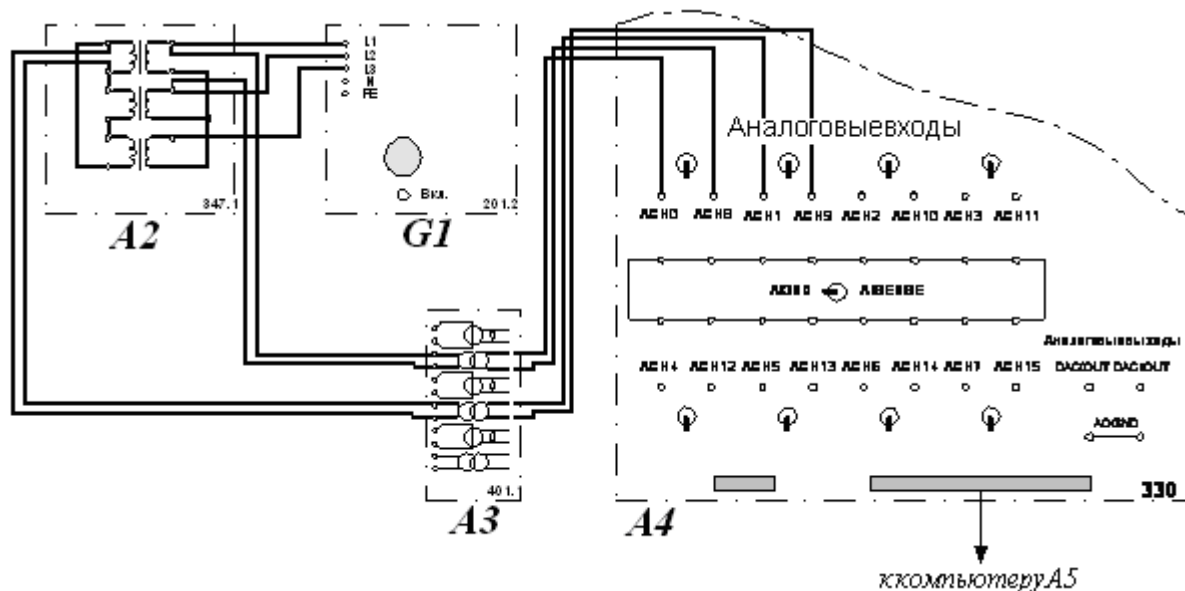


Рис.2. Схема для определения группы соединений обмоток трехфазного трансформатора на компьютере

Таблица 2

Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Трехфазный источник питания	201.2	$\sim 400 \text{ В} / 16 \text{ А}$
A1	Регулируемый автотрансформатор	318.1	$\sim 0 \dots 240 \text{ В} / 2 \text{ А}$
A2	Трёхфазная трансформаторная группа	347.1	$3 \times 80 \text{ В} \cdot \text{А};$ 230 В/242,235, 230, 226, 220, 133, 127 В
A3	Блок измерительных трансформаторов тока и напряжения	401.1	3 трансформатора напряжения 600 В / 3 В; 3 трансформатора тока

			0,3 А / 3 В
A4	Коннектор	330	8 аналог. диф. входов; 2 аналог. выходов; 8 цифр. входов / выходов
A5	Персональный компьютер	550	IBM совместимый, Windows 9*, монитор, мышь, клавиатура, плата сбора информации PCI-6023E (PCI-6024E)

Указания по проведению эксперимента

1. Источником синусоидального напряжения промышленной частоты является источник G1. Трехфазная трансформаторная группа A2 является испытуемой. Для проведения опыта в работе используется аппаратура (табл.1). Записать параметры, применяемого оборудования, представленные в табл.2.

Нарисовать на черновике схему группы A2 и промаркировать концы согласно рис.1а. Временно электрически соединить выводы A и a. Собрать схему соединения Y/Δ - 11 согласно рис.1б. Используя один из мультиметров блока 508.2, с помощью двух щупов, касаясь соответствующих выводов, измерить величины напряжений и записать данные в табл.3.

$$m_a = 5 \frac{B}{\text{мм}}$$

Задавшись масштабом напряжения m_a , при помощи циркуля и линейки строят векторную диаграмму э.д.с. (рис.1в). Определяют группу соединения трансформаторов.

Собрать схему рис.2 и с помощью программы «Многоканальный осциллограф»(см. введение) проверить правильность определения группы соединения.

Измерительные трансформаторы напряжения в блоке A3 обеспечивают гальваническую развязку силовой и измерительной цепей и преобразуют первичное и вторичное линейные напряжения испытуемого трансформатора в пропорциональные им нормированные напряжения.

Через аналоговые входы АСН0-АСН8 и АСН1-АСН9 коннектора A4 измеряемые напряжения вводятся в компьютер.

В дальнейшем перемаркировывая выводы и произведя соответствующие пересоединения, производить определение требуемых групп соединения обмоток.

Таблица 3

Измеренные напряжения

Соединение	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_{ab}	U_{bc}	U_{ca}	U_{Bb}	U_{Cc}	U_{Bc}	U_{Cb}
Y/Δ - 11										
Y/Y - 0										
Y/Y—4										
Y/Y—9										

2. Стандартная схема соединения $Y/Y-0$ представлена на рис.3а. Собрав схему, временно соединяют зажимы A и a , измеряют те же напряжения, что и в предыдущем опыте, и заносят в табл. 1.6. Задавшись масштабом напряжения $m_a = 5 \frac{B}{\text{мм}}$, при помощи циркуля и линейки строят векторную диаграмму э.д.с. (рис.1.10б) и определяют группу соединения обмоток.

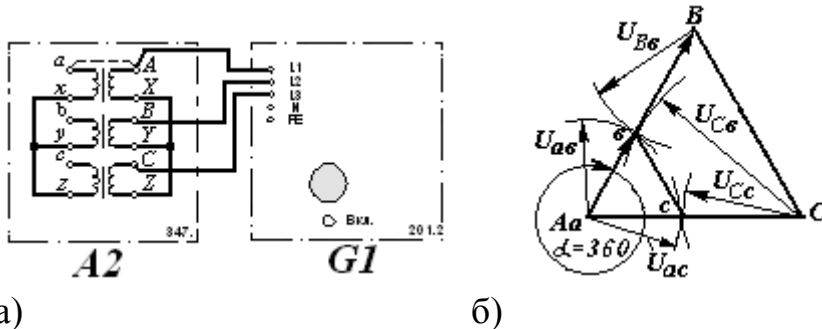


Рис.3. Схема для определения группы соединений $Y/Y-0$ обмоток трехфазного трансформатора: а) – маркировка выводов и подключение источника питания; б) – векторная диаграмма э.д.с.

3. Схема четной группы соединения обмоток $Y/Y-4$ представлена на рис.4а. Собрав схему, временно соединяют зажимы A и a , измеряют те же напряжения, что и в предыдущем опыте, и заносят в табл. 3. Задавшись масштабом напряжения $m_a = 5 \frac{B}{\text{мм}}$, при помощи циркуля и линейки строят векторную диаграмму э.д.с. (рис.4б) и определяют группу соединения обмоток.

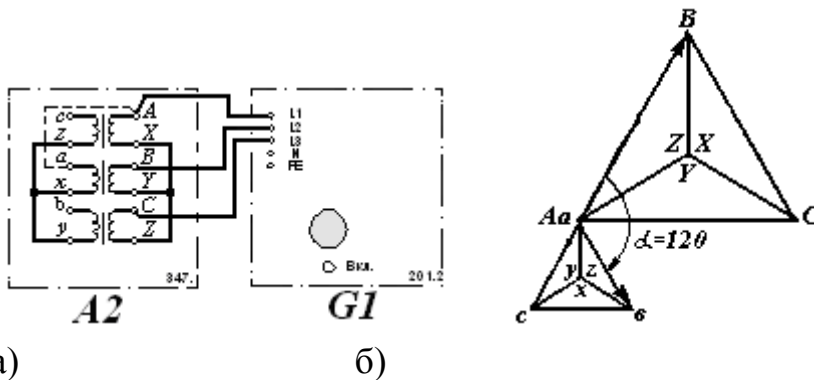
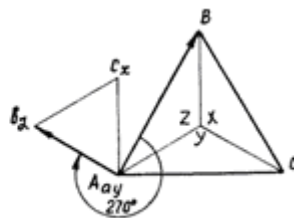
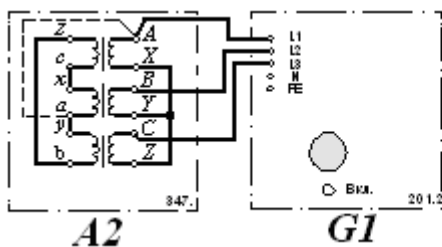


Рис.4. Группа соединения $Y/Y-4$: а) – маркировка выводов и подключение источника питания; б) – векторная диаграмма.

4. Схема нечетной группы соединения обмоток $Y/Y-9$ представлена на рис.5а. Собрав схему, временно соединяют зажимы A и a , измеряют те же напряжения, что и в предыдущем опыте, и заносят в табл. 3. Задавшись масштабом напряжения $m_a = 5 \frac{B}{\text{мм}}$, при помощи циркуля и линейки строят векторную диаграмму э.д.с. (рис.1.12б) и определяют группу соединения обмоток.



а)

б)

Рис.5. Группа соединения Y/Y– 9: а) – схема; б) – векторная диаграмма.

Далее определить все, недостающие до 12, группы соединений;

Для этого по заданной схеме и маркировке составляется векторная диаграмма линейных и фазных э.д.с. первичной и вторичной обмоток и определяется угол сдвига фаз между одноименными линейными э.д.с. Способ построения диаграммы студентам предлагается обосновать самостоятельно.

Содержание отчета

Отчет оформляется на листах формата А4 и должен содержать:

1. Титульный лист по форме рис.6;
2. Название работы;
3. Программу работы;
4. Параметры исследуемого объекта и применяемого оборудования;
5. Общие сведения об объекте исследования;
6. Схемы испытания;
7. Данные испытаний;
8. Построенные векторные диаграммы;
9. Теоретически составленные схемы и векторные диаграммы всех остальных недостающих до 12 групп соединений;
10. Выводы или ответы на контрольные вопросы(по указанию преподавателя).

Контрольные вопросы

1. Как устроен трехфазный трансформатор?
2. Каково обозначение начал и концов фазных обмоток по ГОСТ?
3. Какова разница между фазными и линейными величинами токов и напряжений в зависимости от схемы соединения трехфазной обмотки?
4. Какие условия включения трехфазных трансформаторов на параллельную работу Вам известны?
5. Какие факторы влияют на относительный сдвиг по фазе э.д.с. первичной и вторичной обмоток?
6. Каковы понятия о группе соединения трансформатора и связь со стрелками на часовом циферблате?
7. При каких условиях нагрузка между параллельно работающими трансформаторами распределяется пропорционально их номинальным мощностям?
8. Сколько групп соединения может иметь трехфазный трансформатор?

9. Изменяется ли группа соединения трансформатора при изменении направления передачи энергии? Ответ обосновать.

Литература

1. Копылов И.П. Проектирование электрических машин.:Уч.для вузов/ И.П. Копылов и др. 3-е изд. М.: Высш. шк., 2012,-757 с.
2. Копылов И.П. Электрические машины.:М.:Высш. шк., 2010,-607 с.
3. Проектирование электрических машин. Под ред. Гольдберга О.Д.,2-е изд. М.: Высш. шк., 2011,-430 с.

Практическая работа № 21 Тема «Составление технологических карт по монтажу трансформаторов» № 16 ЭМ – 1 – 14

Цель работы: выработка умения заполнять маршрутно-технологическую документацию монтажа трансформатора.

Задание.

1. Определить по рисунку 1. основные составные части трансформатора с указанием их номера позиции.
2. Записать общие сведения о монтаже силовых трансформаторов.
3. Используя теоретические сведения заполнить технологическую карту (ТК) монтажа трансформатора по каждой части трансформатора отдельно по приведенной форме. Каждая операции должна содержать не более одного действия (в среднем в ТК каждой части трансформатора должно быть более 10 операций).

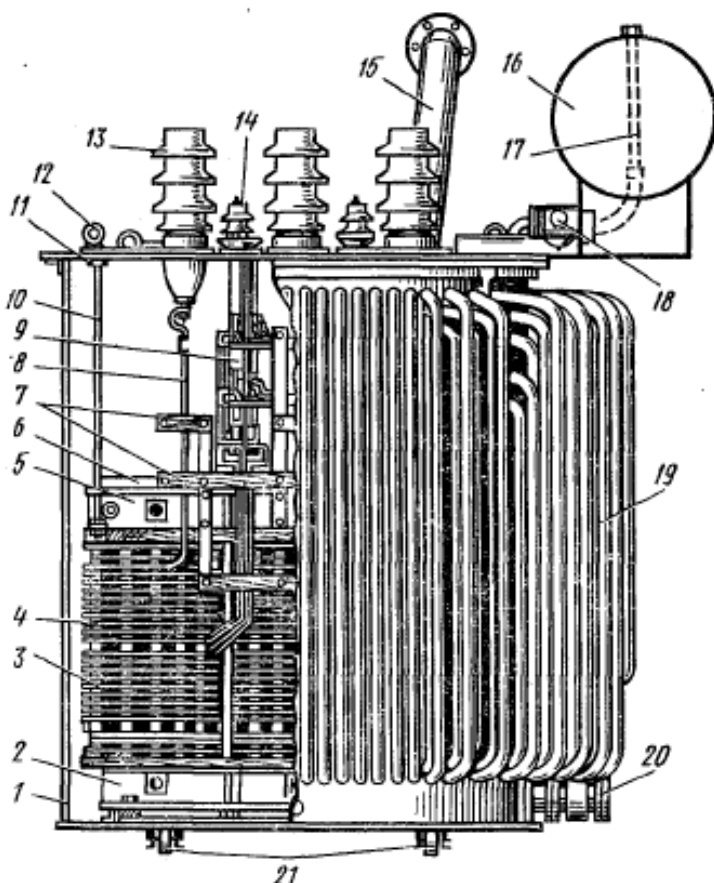
Теоретические сведения.

Мощные силовые трансформаторы поступают на монтаж с разобранными внешними составными частями. В этом случае монтаж и сборка трансформаторов состоят из монтажа и установки его составных частей: радиаторов,

маслонаполненных вводов, расширителя, газового реле, реле уровня масла, предохранительной (выхлопной) трубы, воздухоосушителя, термометров, термометрического сигнализатора и термосифонного фильтра (рис. 1).

Рис. 1. Трехфазный силовой трансформатор

1. Сборка радиаторов. В съемных радиаторах (до установки их на трансформатор) проверяют,



полностью ли закрыты радиаторные краны на баке; испытывают на плотность сварные швы повышенным давлением и промывают радиаторы сухим трансформаторным маслом. Радиаторы испытывают повышенным давлением столбом масла, нагретого до 50—60° С (давление создают ручным насосом), или сжатым воздухом (от компрессора). Испытания проводят при вертикальном или горизонтальном положении радиатора в течение 30 мин при давлении 50 кПа. Все заводские дефекты сварки, выявленные в результате такого испытания, устраняют газосваркой. После испытания радиаторы промывают чистым маслом, применяя для этого центрифугу или фильтр-пресс. Окончив монтаж всех радиаторов, проверяют работу кранов и заполняют радиаторы маслом.

2. Монтаж расширителя и газового реле. Перед монтажом предварительно проверенного и испытанного на герметичность расширителя (рис. 2) его промывают сухим и чистым трансформаторным маслом. На крышке трансформатора устанавливают два кронштейна, на которых временно закрепляют расширитель; окончательно расширитель устанавливают после присоединения к нему патрубка с газовым реле и очистки его внутренней поверхности от ржавчины до металлического блеска и покрытия лаком.

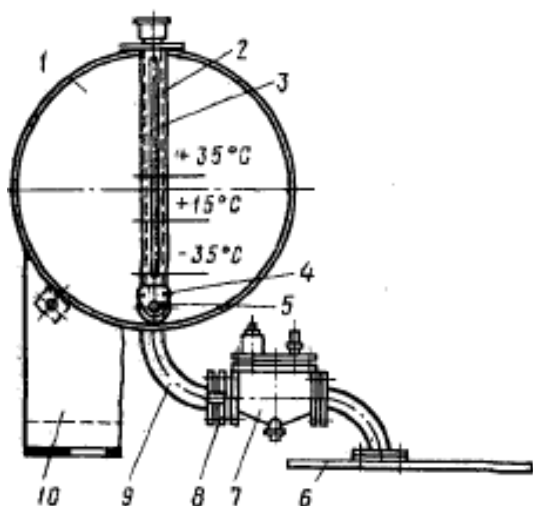


Рис.2. Общий вид расширителя:

1—бак; 2—маслоуказатель;

8 — маслоуказательное стекло;

4 — угольник; 5 — запирающий болт;

6 — крышка трансформатора; 7 — газовое реле;

8 — плоский край; 9 — трубопровод; 10 —

опорная пластина

Проверенное в лаборатории газовое реле монтируют на маслопроводе на пробковых прокладках, покрытых бакелитовым лаком.

Смотровое окно газового реле монтируют на сто-

роне, удобной для обозрения. Верхний фланец газового реле устанавливают горизонтально, маслопровод, соединяющий бак трансформатора с расширителем, монтируют с подъемом 1,5—2% от трансформатора в сторону расширителя для того, чтобы лучше обеспечить прохождение газов в реле. В смонтированном корпусе газового реле устанавливают поплавковую систему таким образом, чтобы стрелка на ее крышке указывала направление движения масла от бака трансформатора к расширителю. Затем окончательно устанавливают расширитель, закрепляя его хомутами и шпильками. Провода к газовому реле для защиты их от разъедания маслом прокладывают в хлорвиниловых трубках.

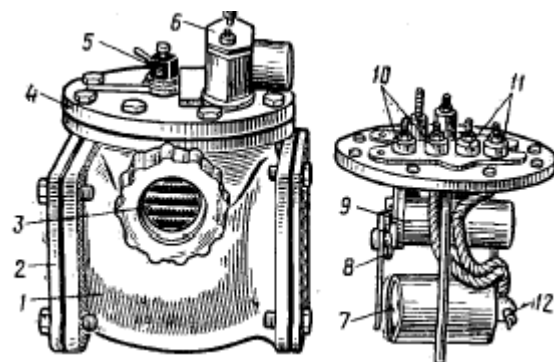
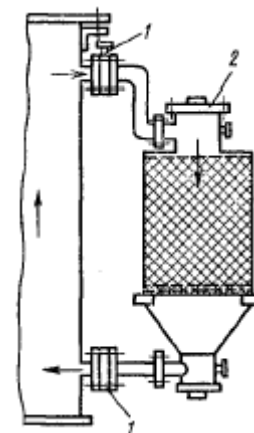


Рис. 3 Газовое реле ПГ-22

1- корпус, 2- фланец; 3 –смотровое окно; 4- крышка; 5- кран для выпуска газов; 6- коробка зажимов; 7,9 - нижний и верхний поплавки; 8- ртутный контакт цепи сигнализации; 10- зажим цепи сигнализации; 11- зажим цепи отключения; 12- ртутный контакт цепи отключения.

1. Монтаж термосифонного фильтра. Термосифонный фильтр применяют для поддержания изоляционных свойств масла и продления срока его службы. Фильтр представляет собой цилиндрический аппарат, заполненный активным материалом — адсорбентом (крупный силикагель или активная окись алюминия сорта А-1), поглощающим продукты старения масла. Термосифонный фильтр монтируют и включают в такой последовательности: разбирают фильтр и его фильтрующее устройство; очищают фильтр и соединительные патрубки от загрязнений; промывают их чистым сухим трансформаторным маслом и собирают; снимают заглушки на радиаторных кранах и устанавливают фильтр на баке трансформатора аналогично установке радиаторов; засыпают в него чистый, сухой адсорбент, затем фильтр промывают маслом и заполняют расширитель маслом значительно выше отметок нормального уровня. Термосифон устанавливают с внешней стороны бака в вертикальном положении.

Таблица 1. Технологическая карта монтажа трансформатора



№ п/п	Наименование технологической операции	Механизмы, инструменты, приспособления, материалы	Описание операции и условий ее выполнения

Оформление отчета.

Отчет должен содержать:

1. Наименование и цель практической работы, фио студента, группу.
2. Порядок выполнения работы.
3. Заполненную таблицу 1.
4. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Опишите устройство силового трансформатора и укажите назначение его основных частей.
2. Назовите наиболее характерные неисправности трансформаторов и укажите возможные причины их возникновения.
3. Перечислите последовательно операции разборки трансформатора и укажите способы их выполнения.
4. Как производят демонтаж обмоток трансформатора?
5. Опишите операции ремонта вводов трансформатора.

6. Расскажите о порядке ремонта расширителя трансформатора.
7. Назовите операции сборки трансформаторов и укажите способы и приемы их выполнения.
8. Для чего производится сушка трансформаторов, какие методы сушки вы знаете? Как выполняют сушку обмоток методом индукционных потерь в стали бака?

Литература

1. Акимова Н.А., Котеленц Н.Ф. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования - М.: Академия, 2008. - 304 с.
2. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. «Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок – М.: Высшая школа, 2008. - 462 с.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей - М.: ЗАО "Энергосервис", 2006. - 392 с.
4. Правила устройства электроустановок - М.: ЗАО "Энергосервис", 2006. - 608 с.

Практическая работа № 22 Тема «Фазировка трансформатора на параллельную работу» № 15 ЭМ – 1 – 14

Цель работы: Изучить методы фазировки трансформаторов и способы восстановления порядка следования фаз.

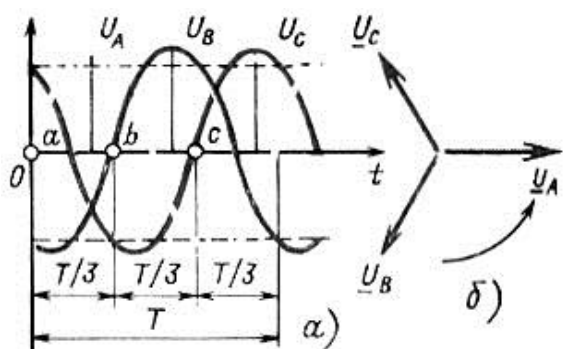
Теоретические сведения.

1. Основные понятия и определения.

Электрическое оборудование трехфазного тока (синхронные компенсаторы, трансформаторы, линии электропередачи) подлежит обязательной фазировке перед первым включением в сеть, а также после ремонта, при котором мог быть нарушен порядок следования и чередования фаз.

В общем случае фазировка заключается в проверке совпадения по фазе напряжения каждой из трех фаз включаемой электроустановки с соответствующими фазами напряжения сети.

Фаза. Под трехфазной системой напряжений понимают совокупность трех симметричных напряжений, амплитуды которых равны по значению и сдвинуты на



один и тот же фазный угол (рис. а), который называется фазным углом, или фазой. Фазы обозначают прописными буквами A, B, C .

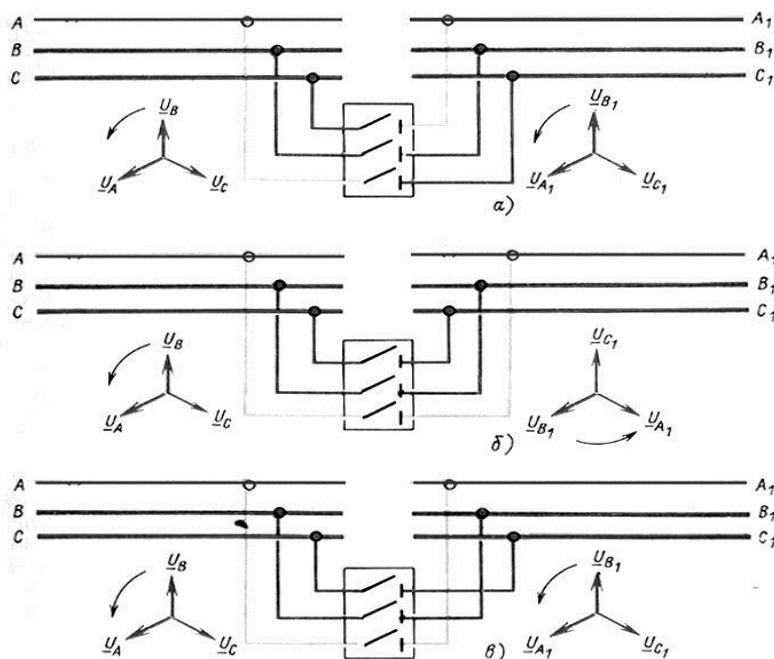
Трехфазные системы изображают также вращающимися векторами (рис. 1, б).

На практике под фазой трехфазной системы понимают также отдельный участок трехфазной цепи, по которому проходит один и тот же ток, сдвинутый относительно двух других по фазе.

Исходя из этого, фазой

трехфазной системы напряжений называют обмотку генератора, трансформатора, двигателя, провод трехфазной линии, чтобы подчеркнуть принадлежность их к определенному участку трехфазной цепи. Элементы оборудования, принадлежащие фазе *A*, окрашивают в желтый цвет, фазы *B* - в зеленый и фазы *C* - в красный. В соответствии с этим фазы часто называют желтой, зеленой и красной: *ж*, *з*, *к*.

Порядок следования фаз. Трехфазные системы напряжений и тока могут отличаться друг от друга порядком следования фаз. Если фазы следуют друг за другом в порядке *A, B, C* это так называемый прямой порядок следования фаз. Если фазы следуют друг за другом в порядке *A, C, B* - это обратный порядок следования фаз.



Чередование фаз. Под чередованием фаз следует понимать очередность, в которой фазы трехфазной цепи (обмотки и выводы электрических машин, провода линий и т. д.) расположены в пространстве, если обход их каждый раз начинать из одного и того же пункта (точки) и производить в одном и том же направлении, например, сверху вниз, по часовой стрелке и т.д. На основании такого определения говорят о

чередовании обозначений выводов электрических машин и трансформаторов, расцветке проводов и сборных шин.

Рис. 2. Варианты несовпадения (а, б) и совпадения (в) фаз двух частей электроустановки

Совпадение фаз. При фазировке трехфазных цепей встречаются различные варианты чередования обозначений вводов на включающем аппарате и подачи на эти вводы напряжения разных фаз. Варианты, при которых не совпадает порядок следования фаз, или порядок чередования фаз электроустановки и сети (рис. 2), при включении выключателя приводят к КЗ.

Совпадение фаз при фазировке означает, что на вводы оборудования, попарно принадлежащие одной фазе, поданы одноименные напряжения, а обозначения (расцветка) его вводов согласованы с обозначением фаз напряжений (рис. 2, в). Фазировка может быть **предварительной**, выполняемой в процессе монтажа и ремонта оборудования, и **при вводе в работу**, производимой непосредственно перед первым включением в работу нового или вышедшего из ремонта оборудования.

Предварительной фазировкой проверяется чередование фаз соединяемых между собой элементов оборудования.

Независимо от того, проводилась или не проводилась предварительная фазировка оборудования в период его монтажа или ремонта, оно обязательно фазировается при вводе в работу, так как только в этом случае можно быть уверенным в согласованности фаз всех элементов электрической цепи.

2. Фазировка при вводе в работу производится исключительно электрическими методами. Выбор метода зависит от вида фазуемого оборудования (генератор, трансформатор, линия) и класса напряжения, на котором оно должно включаться в работу. Различают прямые и косвенные методы фазировки оборудования при вводе в работу. Прямыми методами называют такие, при которых фазировка производится на вводах оборудования, находящегося непосредственно под рабочим напряжением; эти методы наглядны и их широко применяют в установках до 110 кВ.

Косвенными называют такие методы, при которых фазировка производится не на рабочем напряжении установки, а на вторичном напряжении трансформаторов напряжения, присоединенных к фазуемым частям установки. Косвенные методы менее наглядны, чем прямые, но применение их не ограничивается классом напряжения установки.

Оперативному персоналу подстанций, как правило, не приходится иметь дело с предварительной фазировкой оборудования.

Перед включением силовых трансформаторов на параллельную работу с сетью обязательно проводится фазировка включаемого трансформатора.

Условия параллельной работы трансформаторов:

- группы соединений обмоток трансформаторов должны быть одинаковы;
- равенство коэффициентов трансформации линейных напряжений на холостом ходу;
- равенство напряжений короткого замыкания.

Фазировка трансформаторов прямыми методами.

3.1. Фазировка трансформаторов производится перед их включением на параллельную работу между собой или с сетью. При отсутствии тождественности фаз напряжений включаемых трансформаторов возможно появление значительных уравнивающих токов между ними, которые приводят к ограничению мощности или значительной перегрузке трансформаторов, а при несовпадении чередования фаз - к короткому замыканию.

3.2. Фазировка заключается в измерении напряжения между разноименными фазами включаемого трансформатора и сети (или другого, работающего трансформатора) и определении отсутствия напряжения между одноименными фазами. При проведении фазировки должна быть обеспечена электрическая связь между фазуемыми цепями для образования электрически замкнутого контура, необходимого для измерений. В качестве такой связи могут выступать заземленные

нейтрали фазиремых трансформаторов, общий нулевой провод или соединение любой пары предполагаемых одноименных фаз с помощью разъединителя или временной перемычки.

3.3. Фазировка производится с помощью вольтметра до 380 В или вольтметра и трансформатора напряжения. Вольтметр должен быть рассчитан двойное фазное напряжение. При напряжении 2-10 кВ фазировка может производиться с помощью специальных указателей напряжения.

Измерения должны проводиться между всеми одноименными, а также между каждой из них и двумя остальными разноименными фазами (рис. 3). При фазировке трансформаторов с заземленными нейтралями, смотрите рисунок 3,а – измеряют напряжение между выводом а1 и тремя выводами а2, в2, с2, затем между выводом в1 и этими же тремя выводами, и наконец между с1 и всё теми же тремя выводами. При фазировке трансформаторов без заземленных нейтралей, смотрите рисунок 3,б, последовательно ставят перемычку сначала между выводами а2 – а1 и измеряют напряжение между выводами в2 – в1 и с2 – с1, затем ставят перемычку между выводами в2 – в1 и замеряют напряжение между выводами а2 – а1 и с2 – с1, и наконец ставят перемычку между выводами с2 – с1 и замеряют напряжение между выводами а2 – а1 и в2 – в1.

3.4. Если при измерении оказывается, что между одноименными фазами а1- а2, в1 – в2, с1 – с2, напряжение отсутствует, а между одной одноименной и противоположными разноименными а1 – в2, а1 – с2, в1 – а2, в1 – с2, с1 - а2, с1 – в2 напряжение примерно одинаковое (отличаются не более чем на 10%), то такой трансформатор может быть включен в сеть или на параллельную работу.

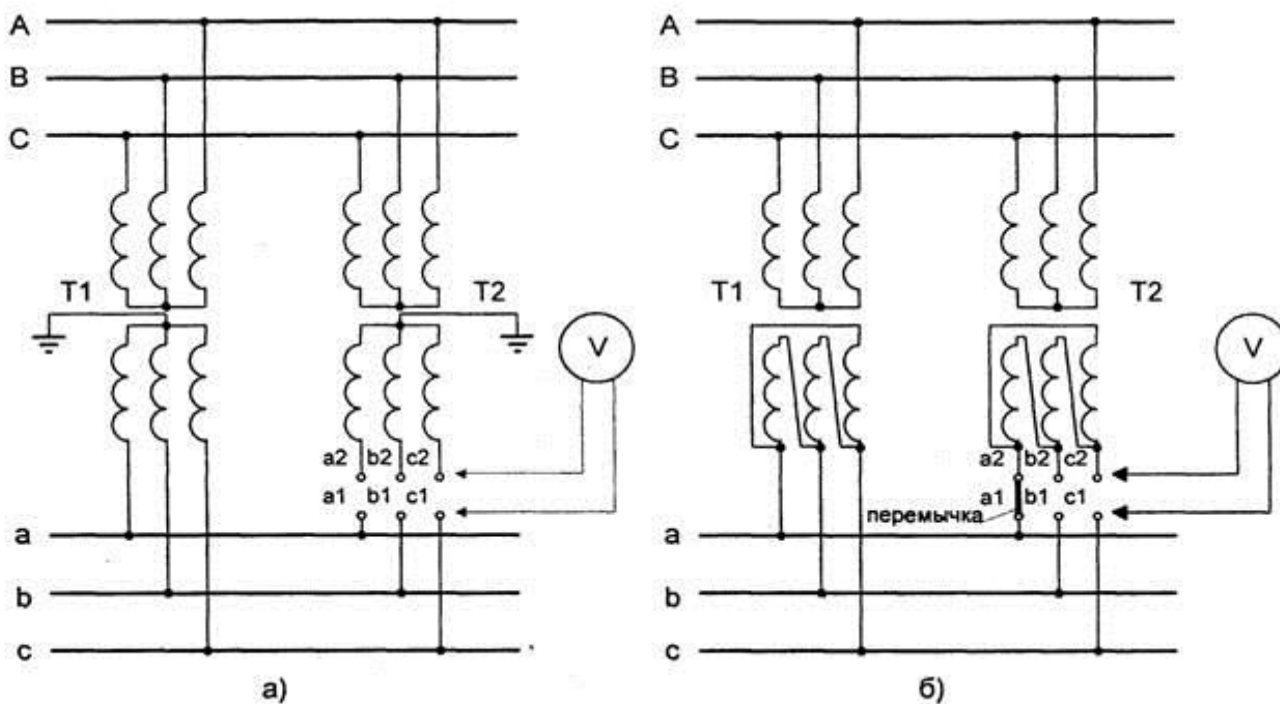


Рис. 3. Фазировка силовых трансформаторов. а) - фазировка на низком напряжении. Образование замкнутого контура через заземление; б) – фазировка на низком напряжении. Образование замкнутого контура перемычкой.

Приведенные условия являются необходимыми и достаточными. Если при производстве замеров напряжения между фазами отличаются от выше отмеченных, то в каждом отдельном случае необходимо построить векторные диаграммы фазированных напряжений и определить условия, при которых возможна параллельная работа трансформаторов.

3.5. На рис. 4. представлены векторные диаграммы для нормального случая фазировки трансформаторов, а на рис. 5. - векторные диаграммы для некоторых ненормальных случаев фазировки.

3.6. На рис. 5,а трансформаторы соединены по схеме Y/Y , нейтрالي заземлены; при измерении нулевых показаний нет; измеренное напряжение между одноименными фазами равно $2 \cdot E_{\phi}$, а между разноименными - E_{ϕ} . Включение возможно, но для этого требуется поменять начала и концы всех обмоток фазированного трансформатора.

3.7. На рис. 5,б, в, г трансформаторы соединены по схеме Δ/Δ ; нейтрالي незаземлены; нулевых измерений нет; при измерении одно напряжение равно E_{ϕ} , а второе - $2 \cdot E_{\phi}$. В этом случае перемычкой соединяются такие разноименные фазы, между которыми показания были равны E_{ϕ} и после этого вновь повторяется фазировка. В данном случае оказались перепутаны между собой фазы a_2 и c_2 (рис. 5,б) или a_2 и b_2 (рис. 5,в). Рис. 5, г относится к случаю восстановления перепутанных фаз.

3.8. На рис. 5,д, е, ж показаний с нулевыми значениями нет или имеется только одно, а другие измерения дают значения $\sqrt{3}E_{\phi}$, или $2E_{\phi}$, при различных соединениях a_2 с c_1 , рис. 5,д, a_2 с b_1 рис. 2.22,е, и a_2 и a_1 рис. 5,ж.

Из этих рисунков видно, что имеет место случай сдвига одноименных фаз на 60° т. е. несоответствие групп. В этом случае необходимо поменять местами фазы как со стороны питания фазированного трансформатора так и с низкой стороны, например А с В и а с б, что должно дать обратный сдвиг на 60° и обеспечить соответствие групп. Фазировку после этого необходимо повторить.

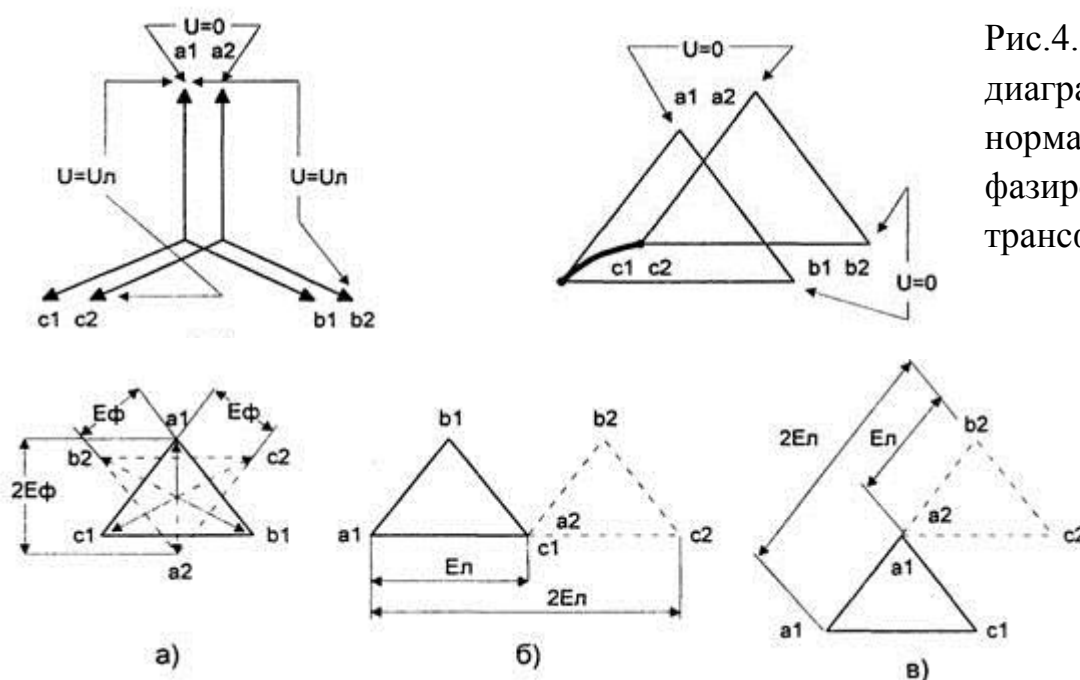


Рис.4. Векторные диаграммы для нормального случая фазировки трансформаторов.



Рис.5. Векторные диаграммы для некоторых ненормальных случаев фазировки трансформаторов

Порядок выполнения работы.

4.1. Ознакомиться с теоретическими сведениями, способами фазировки трансформаторов, нормальными и ненормальными случаями фазировки.

4.2. Начертить схемы фазировки трансформаторов с заземленной нейтралью и перемычкой.

4.3. Изучить векторные диаграммы рис.5. и способы восстановления нормальной фазировки, заполнить таблицу 1.

Таблица 1.

Схема установки (условное обозн.)	Результаты измерений	Векторная диаграмма	Вывод	Устранение неисправности

5. Контрольные вопросы.

- 1) Какие условия должны соблюдаться при подключении трансформатора на параллельную работу?
- 2) К чему может привести несоблюдение фазировки трансформаторов?
- 3) Что должен показывать вольтметр при правильной фазировке?

6. Оформление отчета.

Отчет должен содержать:

1. Наименование и цель практической работы, фио студента, группу.
2. Схемы выполнения фазировки (п.4.2.)
3. Заполненную таблицу 1.
4. Ответы на контрольные вопросы.

Литература

1. Акимов Н.А., Котеленц Н.Ф. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования - М.: Академия, 2008. - 304 с.
2. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. «Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок – М.: Высшая школа, 2012. - 462 с.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей - М.: ЗАО "Энергосервис", 2006. - 392 с.
4. Правила устройства электроустановок - М.: ЗАО "Энергосервис", 2006. - 608 с.

Практическая работа № 23 «Составление технологических карт определения неисправностей силовых трансформаторов» № 14 ЭМ – 1
– 14

Цель работы: обнаружение дефектов силовых трансформаторов и проведение анализа неисправностей электрооборудования.

Задание:

Вариант 1. Используя прилагаемый материал, изучить возможные повреждения обмоток трансформатора. Составить таблицу по форме:

Наименование повреждения	Причина повреждения	Признаки неисправности	Опыт, подтверждающий наличие повреждения	Устранение повреждения

Вариант 2. Используя прилагаемый материал, изучить возможные повреждения магнитопровода трансформатора. Составить таблицу по форме:

Наименование повреждения	Причина повреждения	Признаки неисправности	Опыт, подтверждающий наличие повреждения	Устранение повреждения

Вариант 3. Используя прилагаемый материал, изучить случаи срабатывания газовой защиты. Составить таблицу по форме:

Вид срабатывания	Причина повреждения	Возможные последствия повреждения	Устранение повреждения

Ответить на вопросы:

- Какой прибор осуществляет газовую защиту? Указать номер его позиции на рисунке 1.
- В каких случаях происходит ложное срабатывание газовой защиты?

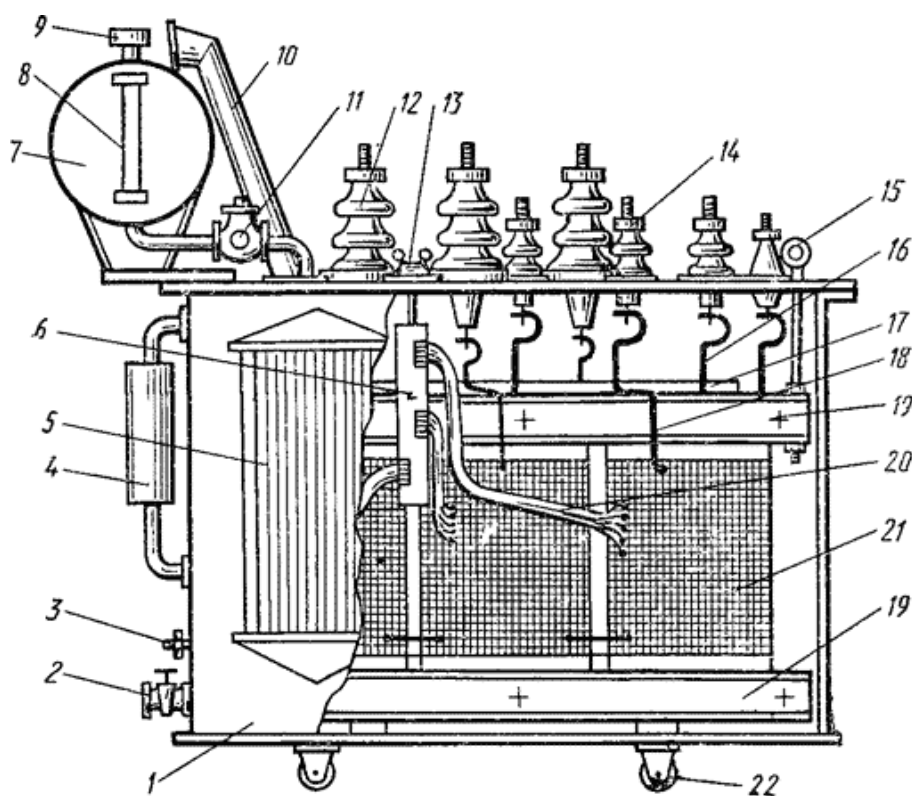


Рис.1. Устройство силового масляного трансформатора

Приложение для практической работы № 23

Основные признаки неисправности	Наиболее вероятная причина неисправности	Способы устранения неисправности
1. Сильный и неравномерный шум в трансформаторе, сопровождающийся потрескиванием разрядов	1. Ослабление прессовки стальных листов магнитопровода 2. Перекрытие с обмотки или отводов на корпус 3. Обрыв заземления	1. Подтянуть стяжные болты, прессующие магнитопровод 2. Улучшить изоляцию отводов 3. Восстановить заземление
2. Повышенный нагрев, увеличение тока на стороне питания, разница омических сопротивлений постоянному току отдельных фаз обмоток трансформатора	Витковое замыкание, явившееся следствием естественного старения изоляции, систематических перегрузок или динамических усилий при коротких замыканиях	1. Устранить витковое замыкание 2. Частично или полностью заменить обмотку поврежденной фазы
3. Выброс масла с разрушением стеклянной мембраны выхлопной трубы	Междуфазное короткое замыкание, вызванное: а) старением изоляции; б) понижением уровня масла и его увлажнением; в) внутренними или внешними перенапряжениями; г) протеканием сверхтоков при сквозных к.з.	Трансформатор подвергнуть ревизии, а при выявившейся необходимости - капитальному ремонту с заменой или без замены масла
4. Появление трещин на изоляторах, скользящих разрядов или следов перекрытия изоляторов	Не обнаруженные ранее трещины заводского происхождения или появившиеся при монтаже и эксплуатации. Набросы посторонних предметов. Перекрытие между вводами различных фаз	Заменить поврежденный изолятор. Устранить наброс. Увеличить изоляционное расстояние между фазами
5. Появление течи масла из кранов или швов бака из под прокладок	Плохо притертые пробки кранов. Недоброкачественный сварной шов. Недостаточное уплотнение в месте установки прокладки. Низкое качество или отсутствие прокладки	1. Притереть пробку крана. 2. Вырубить шов в месте течи и сварить вновь. 3. Улучшить уплотнение путем затяжки болтов 4. Заменить прокладку, а при ее отсутствия - установить прокладку
6. Срабатывание реле газовой защиты трансформатора на сигнал	Начавшийся процесс разложения масла вследствие: а) виткового замыкания в обмотке; б) замыкания на корпус (пробой); в) обрыва цепи в обмотке; г) выгорания контактной поверхности переключателя	а) устранить замыкание в обмотке; б) устранить замыкание на корпусе; в) восстановить электрическую цепь обмотки; г) заменить выгоревший контакт переключателя
7. Срабатывание реле	Развившийся бурный процесс разложения	Трансформатор

газовой защиты трансформатора на отключение	масла в трансформаторе вследствие: а) "пожара стали", возникшего в результате циркуляции больших токов, вызванных образовавшимся замкнутым контуром; б) междуфазного короткого замыкания; в) внутренних или внешних перенапряжений	подвергнуть испытанию, а в случае необходимости - ревизии и капитальному ремонту с выемкой сердечника
8. Срабатывание максимальной (токовой) или дифференциальной защиты	Пробой на корпус вводов трансформатора, перекрытие между фазами вследствие наброса или других причин	Заменить поврежденный изолятор. Устранить наброс или причины, вызвавшие действие защиты

Выявление неисправности силовых трансформаторов путем испытаний

Вид испытания	Признаки неисправности	Причина неисправности	Некоторые способы выявления неисправности
1. Измерение сопротивления изоляции мегомметром	Значительная разница в сопротивлениях изоляции одной и другой обмотки, а также между обмотками	Повреждение изолятора вывода	Отсоединить концы обмоток от выводов и измерить отдельно сопротивление изоляции обмоток в каждого вывода относительно корпуса трансформатора. В трех зажимных выводах в. н. опробовать каждую шпильку вывода
	Значительная разница в сопротивлении изоляции обмоток при измерении их в холодном и горячем состоянии	Влажность изоляции обмоток	Произвести специальный прогрев или сушку обмоток с испытанием электрической прочности масла на пробой
2. Измерение омического сопротивления обмоток на всех ответвлениях	Значительный разброс показаний приборов на разных ступенях переключателя	Плохой контакт в переключателе вследствие загрязнения или оплавления поверхности контакта	Очистить поверхности контактов от грязи, нагара и частиц оплавленного металла и отрегулировать переключатель
		Неправильное присоединение отводов к зажимам переключателя.	Пересоединить концы отводов к зажимам переключателя
		Плохой контакт на присоединениях выводов.	Зачистить и подтянуть контакты
		Плохой контакт в пайках	Произвести пофазное измерение сопротивления с присоединенными и отсоединенными выводами
3. Измерение группы соединения обмоток	Получаемые результаты не соответствуют ни одной группе соединений	Одна из обмоток одной фазы "вывернута" (перепутано направление намотки или начало и конец обмотки)	Проверить линейный коэффициент трансформации Произвести пофазное измерение группы

4. Опыт х. х. (холостого хода)	Значительно завышенный ток и потери х.х.	Витковое замыкание в обмотке	Вынуть сердечник из бака и произвести испытание до обнаружения местного нагрева или появления дыма
		Наличие замкнутого контура через стяжные болты и прессующие плиты.	Проверить изоляцию стяжных болтов
		Неправильное включение параллельных обмоток	Проверить правильность распределения тока между параллельно включаемыми секциями при нагрузке (проверяется по двум амперметрам при опыте короткого замыкания), а также равенство напряжений на секциях, соединяемых параллельно (проверяется по равенству показаний двух вольтметров)
	Значительное увеличение тока х. х.	Недоброкачественная шихтовка магнитопровода, неполное сечение верхнего ярма за счет недоукладки числа листов	Осмотреть и произвести замер сечения ярма. Определить соответствие имеющегося сечения требуемому путем сопоставления
	Значительное увеличение потерь х. х.	Плохая изоляция между листами стали магнитопровода	Снять обмотки и на временных обмотках повторить испытание с проверкой, местных нагревов магнитопровода
		Начавшийся процесс "пожара стали"	Обратить особое внимание на качество шихтовки стыков и наличие изоляционных прокладок
5. Опыт к.з. (короткого замыкания)	Значительно повышенное напряжение и потери к. з. или значительное повышение напряжения к. з.	Плохой контакт на перемычке, закорачивающей выводы обмоток	Проверить соответствие сечения и качество контактов на перемычке по признакам нагрева
		Плохой контакт на выводах или переключателе	Вынуть и детально обследовать сердечник, предварительно измерив точно омическое сопротивление
		Плохой контакт в схеме обмоток или в переключателе со стороны питания	Измерить омическое сопротивление

Повреждения, наиболее характерные для отдельных частей трансформатора

Элементы трансформатора	Наименование повреждения	Причина повреждения
1. Обмотки	Витковое замыкание	Естественное старение и износ изоляции. Систематические перегрузки трансформатора. Динамические усилия при сквозных К. 3.
	Замыкание на корпусе (пробой). Междофазное К. 3.	Старение изоляции, увлажнение масла и понижение его уровня. Внутренние и внешние перенапряжения. Деформация обмоток вследствие протекания сверхтоков при сквозных к. 3.
	Обрыв цепи	Отгорание отводов (выводных концов) обмотки вследствие низкого качества соединения или электродинамических усилий при к. 3.
2. Переключатели напряжения	Отсутствие контакта	Нарушение регулировки переключающего устройства
	Оплавление контактной поверхности	Термическое воздействие сверхтоков на контакт при К. 3.
3. Вводы	Перекрытие на корпус	Трещины в изоляторах. Попадание влаги внутрь мастико-наполненных вводов. Понижение уровня масла в трансформаторе при одновременном загрязнении внутренней поверхности изоляторов
	Перекрытие между вводами отдельных фаз.	Недостаточное изоляционное расстояние. Наброс постороннего предмета
4. Магнитопровод	"Пожар стали"	Нарушение изоляции между отдельными листами стали или стяжных болтов. Слабая прессовка стали. Образование короткозамкнутого контура при повреждении изоляционных прокладок между ярмом и стержнями магнитопровода у стыковых трансформаторов. Образование короткозамкнутого контура при выполнении заземления магнитопровода со стороны выводов обмоток ВН и НН.
5. Бак, радиаторы и прочая арматура	Течь масла из сварного шва, кранов и фланцевых соединений	Плохое качество сварки или нарушение сварного шва от механических воздействий Недостаточно притерта пробка в корпусе крана Низкое качество прокладок и уплотнений в местах фланцевых соединений
6. Реле газовой защиты	Срабатывание реле газовой защиты при отсутствии повреждений в трансформаторе (ложное срабатывание)	Попадание воздуха в трансформатор. Резкое повышение или понижение уровня масла вследствие быстрого нагрева или охлаждения масла
	Отказ реле газовой защиты (несрабатывание) при возникновении или развитии повреждения в трансформаторе	На работающем трансформаторе не была включена газовая защита. Заедание поплавков в камере. Неудовлетворительное состояние контактов реле

Оформление отчета.

Отчет должен содержать:

1. Наименование и цель практической работы, ф.и.о студента, группу.
2. Порядок выполнения работы.
3. Заполненную таблицу 1.
4. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Каковы периодичность и объем текущих ремонтов трансформаторов?
2. Каковы периодичность и объем капитальных ремонтов трансформаторов?
3. Какова последовательность разборки и сборки трансформаторов?
4. Как определить степень износа изоляции трансформатора?
5. Каковы основные повреждения трансформаторов? .
6. Какими методами обнаруживают повреждения трансформаторов?
7. Перечислите основные операции ремонта обмоток.
8. Из каких основных операций состоит ремонт магнитопровода?
9. Какие операции входят в объем контрольных испытаний трансформатора?
10. Какие операции входят в объем капитального ремонта трансформатора?

Литература

1. Акимов Н.А., Котеленц Н.Ф. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования - М.: Академия, 2008. - 304 с.
2. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. «Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок – М.: Высшая школа, 2008. - 462 с.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей - М.: ЗАО "Энергосервис", 2006. - 392 с.
4. Правила устройства электроустановок - М.: ЗАО "Энергосервис", 2006. - 608 с.

Практическая работа № 24 Тема «Заполнение технологической карты ремонта трансформаторов без разборки активной части»

№ 17 ЭМ – 1 – 14

Цель работы: усвоение умения заполнять маршрутно-технологическую документацию ремонта трансформаторов без разборки активной части

Задание: Составить технологическую карту ремонта трансформаторов без разборки активной части по образцу таблицы 1.

Теоретические сведения.

Объем работ, выполняемых при капитальном ремонте трансформатора 110 кВ и выше

Капитальный ремонт трансформатора без разборки его активной части включает в себя следующие стадии работ:

- разборку вспомогательного оборудования;

- подъем съемной части бака (колокола) или крышки и активной части (у трансформаторов с верхним разъемом бака);
- осмотр и ремонт активной части и вспомогательного оборудования;
- контрольную подсушку или сушку изоляции активной части;
- испытания.

Разборка вспомогательного оборудования

Перед разборкой трансформатор осматривают снаружи, проверяют работу систем охлаждения и устройств переключения ответвлений обмоток; осматривают арматуру, сварные швы, армировку изоляторов, уплотнения и составляют опись внешних дефектов. Затем измеряют изоляционные характеристики, проводят сокращенный анализ и измерение $\tan \delta$ масла. Потом сливают масло из бака и измеряют $\Delta C/C$ изоляции трансформатора.

После выполнения указанных работ демонтируют приборы контроля, устройства защиты, автоматики и управления системой охлаждения. Снятые приборы сдают в лабораторию на проверку.

Далее снимают расширитель, предохранительную трубу, термосифонный фильтр и охладители. Отсоединяют маслонаполненные вводы.

Осмотр и ремонт активной части

Проверяют состояние изоляции обмоток, прессующих деталей обмоток, отводов и болтовых соединений, магнитопровода и его заземления, изоляции стяжных шпилек, ярмовых балок и бандажей, переключателей ответвлений обмоток.

Главную изоляцию проверяют внешним осмотром и считают ее пригодной, если электрокартон не хрупок и при сгибе не ломается.

При осмотре изоляции обмоток проверяют, не имеет ли она повреждений, разбуханий и определяют ее механическую прочность, при необходимости обмотки подпрессовывают.

При осмотре отводов проверяют состояние их изоляций, паяк и контактов.

Разъемные контакты отводов разбирают и зачищают. Паяные контакты, имеющие дефекты, переделывают заново. Нарушенную изоляцию контактов заменяют новой; Магнитопровод осматривают во всех доступных местах. При этом проверяют плотность сборки пакетов стали, отсутствие следов нагрева, целостность заземления и соединений ярмовых балок с магнитопроводом.

Состояние изоляции листов стали проверяют измерением сопротивления лаковой пленки пакетов стали и всего магнитопровода.

Сопротивление изоляции стяжных шпилек и ярмовых балок проверяют мегомметром. Сопротивление изоляции при этом не нормируется, устанавливается лишь отсутствие замыканий.

Проверяют состояние охлаждающих масляных каналов в магнитопроводе и обмотках. Минимальная высота каждого масляного канала в обмотках должна быть

не менее 4 мм. В каналах не должно быть отложений шлама, препятствующих циркуляции масла.

У трансформаторов, имеющих переключатели ПБВ, проверяют состояние валов, изоляционных цилиндров, деталей крепления, исправность контактов и достаточность их нажатия. Переключатель должен легко перемещаться из одного положения в другое.

У трансформаторов, снабженных устройствами РПН, проверяют исправность всех механизмов переключателя. Обращается внимание на отсутствие люфтов в схеме привода.

В процессе ремонта переключающего устройства измеряют переходное сопротивление его контактов и силу контактного нажатия. Переходное сопротивление одного контакта, измеренное микроомметром, не должно выходить за пределы 10 — 20 мкОм. Силу контактного нажатия измеряют динамометром.

После тщательного осмотра, проверки и устранения всех выявленных дефектов и повреждений активная часть трансформатора промывается струей сухого горячего (60 °С) масла той же марки, которым трансформатор был заполнен до ремонта.

Осмотр и ремонт отдельных узлов и вспомогательного оборудования

К осмотру и ремонту бака и его арматуры приступают после снятия колокола или выемки из бака активной части. Наружную поверхность бака и крышки очищают от грязи, устраняют места течи масла.

При ремонте расширителя и выхлопной трубы выявляют и устраняют места течи масла в сварных швах. Стенки расширителя, отстойник и маслоуказатель очищают от загрязнений и промывают горячим маслом. Заменяют все дефектные уплотнения. Проверяют целостность мембраны выхлопной трубы и качество ее уплотнения.

Термосифонные и адсорбционные фильтры проверяют на отсутствие течи масла, очищают и заполняют свежим высушенным адсорбентом. Воздухоосушитель также очищают, проверяют исправность масляного затвора, заменяют силикагель.

Радиаторы у трансформаторов с системой охлаждения Д очищают, ремонтируют и промывают горячим маслом. Аналогичным образом поступают с охладителями и маслопроводами систем охлаждения ДЦ и Ц. Радиаторы и системы охлаждения ДЦ и Ц испытывают на герметичность.

Маслонасосы, вентиляторы и их электродвигатели разбирают, осматривают и заменяют износившиеся детали (подшипники, рабочие колеса и пр.). У электродвигателей проверяют состояние обмоток, паяк, креплений. Мегомметром измеряют значение сопротивления изоляции (допустимое значение не менее 0,5 МОм).

Сборка трансформатора после ремонта.

После выполнения ремонтных работ активную часть трансформатора, опускают в бак. Затем устанавливают резиновые прокладки и крышку бака. Разъем равномерно стягивают болтами. Активную часть раскрепляют внутри бака. После этого

устанавливают вводы и соединяют их с отводами от обмоток. Устанавливают газоотводные трубы. Расширитель и выхлопную трубу пока не устанавливают, их люки и все отверстия в съемной части бака плотно закрывают заглушками. Собранный трансформатор проверяют на герметичность путем создания в баке разрежения. Проверкой выявляется качество сварных швов и уплотнений. Трансформатор считают герметичным, если не будет выявлено никаких дефектов и значительного изменения первоначального значения разрежения в течение 1 ч. Трансформатор выдерживают под вакуумом от 6 до 10 ч. Затем при работающем вакуумном насосе бак трансформатора заполняют сухим при температуре 50—60 °С маслом до уровня на 150—200 мм ниже уровня крышки. Вакуум в трансформаторе снимают постепенно подачей воздуха в пространство над маслом через силикагелевый воздухоосушитель. После заполнения трансформатора маслом проводят его окончательную сборку: устанавливают расширитель и выхлопную трубу, контрольно-сигнальные устройства; монтируют систему охлаждения и термосифонные фильтры. Затем в трансформатор доливают масло до уровня, соответствующего температуре окружающего воздуха.

На полностью собранном и залитом маслом трансформаторе с РПН под нагрузкой проверяют работу переключающего устройства.

В заключение для определения плотности всех соединений и сварных швов трансформатор в течение 3 ч испытывают избыточным давлением столба масла высотой 0,6 м над высшим уровнем масла в расширителе

Контрольная подсушка и сушка трансформаторов

Контрольная подсушка проводится в тех случаях, когда продолжительность пребывания активной части на воздухе не превысила допустимой (24 час. – для тр-ов до 35кВ включительно и 16 час. – для тр-ов 110 кВ. и выше) и нет оснований предполагать, что изоляция значительно увлажнена. Подсушка заключается в прогреве активной части (циркуляцией масла через электронагреватели, токами КЗ, с помощью паровых нагревателей и другими способами) в масле с температурой верхних слоев 80°С. В процессе такого прогрева периодически измеряются характеристики изоляции. Прогрев прекращается, когда характеристики изоляции будут отвечать требованиям норм, но не раньше чем через 24 ч, не считая времени нагрева до 80 °С. Продолжительность контрольного прогрева не более 48 ч. Если за это время характеристики изоляции не достигнут требуемых значений, трансформатор подлежит сушке.

Рекомендации преподавателя (алгоритм действий):

1) Изучить теоретический материал по ремонту трансформаторов без разборки активной части, используя учебное пособие Н.А.Акимова, Н.Ф. Котеленц Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования, § 11.3. (предоставляется преподавателем).

2) Заполнить технологическую карту согласно таблице 1. Каждая операции должна содержать не более одного действия. В случае наличия более одного варианта операции, описать каждый вариант, указывая в графе «Описание операции» в каких случаях она выполняется.

Таблица 1. Технологическая карта ремонта трансформаторов без разборки активной части

№ п/п	Наименование технологической операции	Механизмы, инструменты, приспособления, материалы	Описание операции и условий ее выполнения
1			
2			

Оформление отчета.

Отчет должен содержать:

1. Наименование и цель практической работы, фио студента, группу.
2. Порядок выполнения работы.
3. Заполненную таблицу 1.
4. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Из каких частей состоит трансформатор?
2. Каковы приемы и последовательность подготовки трансформатора к ремонту?
3. Каковы основные типы обмотки трансформаторов и способы их ремонта?
4. Как ремонтируют фарфоровый ввод трансформатора?
5. Какие повреждения ЭПТ чаще всего встречаются и как их устраняют?
6. Какие повреждения наблюдаются у трансформаторов чалой мощности?

Литература

1. Акимова Н.А., Котеленц Н.Ф. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования - М.: Академия, 2008. - 304 с.
2. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. «Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок – М.: Высшая школа, 2008. - 462 с.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей - М.: ЗАО "Энергосервис", 2006. - 392 с.
4. Правила устройства электроустановок - М.: ЗАО "Энергосервис", 2006. - 608 с.

Практическая работа № 25 Тема «Заполнение технологической карты ремонта трансформаторов с разборкой активной части»

№ 18 ЭМ – 1 – 14

Цель работы: усвоение умения заполнять маршрутно-технологическую документацию ремонта трансформаторов без разборки активной части

Теоретические сведения.

Рассмотрено содержание капитального ремонта трансформатора с разборкой активной части, последовательность разборки и дефектировки трансформатора. В процессе разборки производят отбраковку частей, ремонт или замену демонтированных устройств новыми. Технология ремонта обмоток, магнитной системы и последующая сборка активной части трансформатора максимально приближена к заводской. Обязательными при этом виде ремонта являются сушка активной части трансформатора и очистка масла. После окончания ремонта производят испытания трансформатора по программе приемо-сдаточных испытаний.

Дефектировка трансформатора

Прием трансформаторов в ремонт. Не все вышедшие из строя трансформаторы подвергаются ремонту. Не ремонтируют трансформаторы с магнитной системой из горячекатаной стали, оклеенной бумагой (из-за повышенных потерь холостого хода), с практически полностью вышедшей из строя магнитной системой (оплавление пластин, «пожар в стали»), а также со значительным повреждением баков, так как для большого по объему ремонта баков необходимо специальное оборудование, которым нецелесообразно оснащать электроремонтное предприятие. При сдаче трансформатора в ремонт заказчик составляет наряд-заказ, в котором указывает область применения трансформатора; условия, в которых он эксплуатировался (характер нагрузок, наличие толчков и перегрузок, загрязненность воздуха и т. п.); специальные требования; дефекты и неисправности, имевшие место при эксплуатации (течь масла; повышенные температура масла, потери и т. д.); виды и сроки ремонтов, которым подвергался трансформатор, с указанием выполнявшей ремонт организации.

Представители ремонтного предприятия знакомятся с технической и эксплуатационной документацией трансформатора (паспорт, акты об авариях, журналы ремонтов, протоколы испытаний и т. п.), осматривают, проводят дефектировку трансформатора и все сведения заносят в соответствующие разделы «Ведомости осмотра и дефектировки», после чего окончательно определяют требуемый объем ремонта. При ремонте с заменой обмоток оформляется заказ на новые обмотки на предприятии-изготовителе, если ремонтное предприятие новые обмотки не изготавливает.

При осмотре активной части трансформатора, ее отдельных элементов и деталей измеряют размеры магнитной системы, обмоток, изоляционных расстояний и т. д. и составляют карту обмеров, в которой фиксируются также результаты промежуточных испытаний в процессе ремонта отдельных узлов трансформатора. При ремонте ведут документацию по особо ответственным операциям. Например, для трансформаторов I—IV габаритов такой операцией является сушка активной части, в процессе которой ведут протокол (журнал сушки). После капитального ремонта выполняют полный комплекс приемо-сдаточных испытаний

трансформатора, по которым составляют протокол испытаний, являющийся основным документом.

При сдаче отремонтированного трансформатора заказчику составляют приемосдаточный акт, в котором перечисляются все выполненные работы и даются рекомендации по использованию трансформатора в части специальных требований (параллельной работы, несимметричных режимов и др.).

Дефектировка в собранном виде. В объем капитального ремонта входят полная или частичная замена обмоток и главной изоляции, ремонт магнитной системы с полной или частичной переизолировкой пластин, реконструкция или замена отдельных устройств, системы охлаждения, устройств переключения ответвлений и т. п. При капитальном ремонте приходится разбирать активную часть трансформатора. До ее разборки трансформатор демонтируют в той же последовательности, что описана в гл. 11.

После расшихтовки верхнего ярма снимают обмотки и изоляцию. При необходимости переизолировки пластин магнитную систему разбирают. Полностью разобрав трансформатор, производят дефектировку его частей, ремонтируют узлы и детали или заменяют их новыми и затем производят сборку. При ремонтах с расшихтовкой верхнего ярма обязательными являются сушка активной части и очистка трансформаторного масла (см. гл. 11).

Каждый трансформатор, принятый в ремонт, имеет ремонтный номер; при разборке маркируют все части, вновь устанавливаемые на трансформатор после ремонта. До разборки устанавливается комплектность трансформатора; на все недостающие части составляют отдельный список, который прикладывают к ведомости осмотра и дефектировки.

Для выявления течей масла осматривают бак, отмечая места протечек мелом. Определяют состояние вводов. К дефектировке в собранном виде относятся и предварительные электрические испытания, необходимые для определения наличия[^] повреждений и их характера: отбор пробы масла для испытания его электрической прочности и сокращенного химического анализа; измерение характеристик изоляции.

При разборке трансформатора каждый узел или деталь, демонтированные с него, дефектируют и сразу определяют объем ремонтных работ, который необходимо выполнить для последующей установки на трансформатор.

Рассмотрим последовательность работ и технологические операции с момента выемки активной части из бака (для трансформаторов II—III габаритов).

При осмотре активной части определяют состояние изоляции обмоток и отводов, качество прессовки обмоток, отсутствие деформаций и других повреждений обмоток.

Бумажную изоляцию проверяют на отсутствие повреждений и определяют ее механическую прочность, условно разделяя на эластичную (при сгибе вдвое не

ломается, 1-й класс прочности), твердую (при сгибе вдвое образуются трещины, 2-й класс прочности), хрупкую (при сгибе вдвое изоляция ломается, 3-й класс прочности) и ветхую (при сгибе до прямого угла изоляция ломается, 4-й класс прочности).

Определяют также состояние главной изоляции, отсутствие деформаций обмоток и смещения витков. В зависимости от конструкции и причин возникновения дефектов может ставиться вопрос о полном изменении конструкции обмоток и главной изоляции.

Осматривают и фиксируют в ведомости дефектов состояние отводов, переключателя ответвлений, контактов и паек, стяжных шпилек и их изоляции, исправность заземления магнито-провода, отсутствие короткозамкнутого контура в магнитной системе и выполнение условий, исключающих его образование. Если активная часть подлежит разборке, то перед демонтажем отводов выполняют эскиз их размещения и крепления планками.

По результатам дефектировки активной части окончательно устанавливают объем ремонта трансформатора.

При хорошем состоянии обмоток и магнитопровода активную часть ремонтируют в объеме, рассмотренном в § 11.3; при необходимости (по состоянию изоляции) активная часть может подвергаться сушке.

При осмотре активной части определяют основные размеры магнитной системы, измеряя длину ярма и ширину средней ступени стержня, высоту окна (как расстояние между внутренними плоскостями верхнего и нижнего ярма в свету), а также ширину и толщину пакетов и охлаждающих каналов между ними. Во избежание ошибок при измерениях все замеры необходимо сопоставлять с общими размерами магнитной системы. По результатам замеров составляют эскиз магнитной системы.

Если объем ремонта требует полной дефектировки, определяют размеры обмоток и их частей, отдельные изоляционные расстояния, размеры изоляционных цилиндров, числа витков в отдельных катушках, конструкцию и состояние внутренних обмоток, а также конструкцию и состояние всей внутренней изоляции (от обмотки до стержня и между обмотками).

Весьма ответственными данными при дефектировке являются размеры провода, а также определение числа витков в обмотках. При отсутствии технического паспорта на трансформатор число витков в обмотке фазы можно определить при помощи контрольной обмотки, намотанной на изоляционный цилиндр из мягкого электрокартона поверх комплекта обмоток трансформатора.

Задание: Составить технологическую карту ремонта трансформаторов с разборкой активной части по образцу таблицы 1.

Рекомендации преподавателя (алгоритм действий):

1) Изучить теоретический материал по ремонту трансформаторов с разборкой активной части, используя учебное пособие Н.А.Акимова, Н.Ф. Котеленц Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования, § 12.3. (предоставляется преподавателем).

2) Заполнить технологическую карту согласно таблице 1. Каждая операции должна содержать не более одного действия. В случае наличия более одного варианта операции, описать каждый вариант, указывая в графе «Описание операции» в каких случаях она выполняется.

Таблица 1. Технологическая карта ремонта трансформаторов с разборкой активной части

№ п/п	Наименование технологической операции	Механизмы, инструменты, приспособления, материалы	Описание операции и условий ее выполнения
1			
2			

Оформление отчета.

Отчет должен содержать:

1. Наименование и цель практической работы, ф.и.о студента, группу.
2. Порядок выполнения работы.
3. Заполненную таблицу 1.
4. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Какие мероприятия проводят при оперативном и техническом обслуживании трансформаторов?
2. Какие существуют режимы нагрузки трансформаторов?
3. Чем определяется длительность аварийных перегрузок?
4. Что понимается под термином «нагрузочная способность трансформатора»?
5. Как определить допустимость систематических перегрузок?
6. Для чего предназначены устройства релейной защиты, автоматик;; и сигнализации, устанавливаемые на силовых трансформаторах?
7. Как защитить масло от увлажнения и старения?

Литература

1. Акимов Н.А., Котеленц Н.Ф. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования - М.: Академия, 2008. - 304 с.
2. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. «Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок – М.:Высшая школа, 2008. - 462 с.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей - М.: ЗАО "Энергосервис", 2006. - 392 с.
4. Правила устройства электроустановок - М.: ЗАО "Энергосервис", 2006. - 608 с.

Тема 5 Монтаж и ремонт кабельных и воздушных линий

Практическая работа 26 Тема «Заполнение технологической карты прокладки кабеля в траншее» № 19 ЭМ – 1 – 14

Цель работы: выработка умения заполнять маршрутно-технологическую документацию на прокладку кабеля в траншеях.

Задание. Используя теоретические сведения заполнить технологическую карту прокладки кабеля в траншеях по приведенной форме. Каждая операции должна содержать не более одного действия (всего около 14 операций). В начале технологической карты разместить общую характеристику этого способа прокладки, его преимущества и недостатки.

Теоретические сведения.

Наиболее дешевый способ канализации электроэнергии — размещение кабелей в траншее. В земле прокладывают бронированные и специальные кабели с пластмассовой оболочкой, например кабель марки ААШв. Такой способ не требует большого объема строительных работ и создает хорошие условия для охлаждения кабелей. Недостаток этого способа — возможность механических повреждений кабелей во время различных раскопок, проводимых при эксплуатации сооружений.

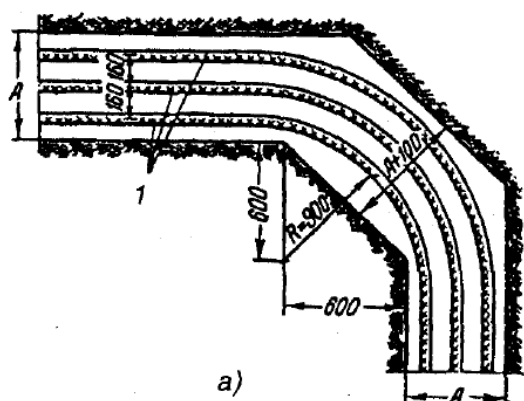
В траншеях кабели прокладывают на глубине не менее 0,7 м на трассах, не загруженных другими подземными и надземными коммуникациями. В одной траншее размещают не более шести кабелей на напряжение 6—10 кВ или двух кабелей на напряжение 35 кВ. Кроме того, рядом с ними допускается прокладка не более одного пучка из четырех контрольных кабелей.

До начала земляных работ по рытью траншеи монтажная организация вместе с представителями эксплуатирующей и строительной организаций обследуют запроектированную для прокладки кабельной линии трассу. При необходимости в проект и смету прокладки кабельной линии проектная организация по согласованию с представителями заказчика вносит необходимые изменения.

Осевую линию траншеи и исходные точки для разбивки (по ширине, длине, поворотам трассы) наносят на трассе согласно привязкам и ориентирам, указанным в плане. Ширина траншеи определяется количеством и типом прокладываемых кабельных линий, допустимыми расстояниями между ними, а также техническими данными применяемого землеройного механизма. При рытье траншеи в слабых неустойчивых грунтах для предупреждения смещения грунтов, образования каверн и присадок ставят крепления.

Траншеи роют по возможности прямолинейными. На всех поворотах, пересечениях и других местах трассы размеры траншеи по глубине и ширине делают такими, чтобы можно было проложить кабель с допустимым радиусом закругления и выдержать необходимые расстояния между прокладываемым кабелем и другими

сооружениями в местах сближения и пересечения. Дно траншеи выравнивают, удаляют воду (если она имеется), очищают от мусора и подсыпают землю (слоем не



менее 100 мм), не содержащую камней, строительного мусора и шлака.

В готовой траншее кабель прокладывают, раскатывая его с барабана, установленного на кабельном транспортере, автомобиле или трубоукладчике, которые перемещаются вдоль траншеи. При этом принимают сматываемый кабель и укладывают его на дно. На трассах с большим количеством пересечений с инженерными сооружениями

кабель раскатывают лебедкой по роликам, а барабаны с кабелем устанавливают на раскаточные домкраты в конце трассы. На другом конце трассы устанавливают лебедку, а вдоль трассы — раскаточные ролики.

Сразу после прокладки кабель засыпают слоем мелкой земли (100 мм), утрамбовывают, потом укладывают красный кирпич или железобетонные плитки толщиной 50 мм и траншею засыпают. Кабели, расположенные на глубине 1 — 1,2 м, можно не защищать от механических повреждений, а для кабелей напряжением до 1000 В защиту устраивают только в местах вероятных механических повреждений. При параллельной прокладке в одной траншее нескольких кабелей расстояние между ними (в свету) должно быть не менее 100 мм. Там, где не представляется возможным устраивать переходы через дороги и другие инженерные сооружения в открытых траншеях, переходы выполняют с помощью горизонтального прокола или бурения грунта винтовыми или гидравлическими домкратами различных конструкций, устанавливаемыми в котлованах в начальной точке прокола или бурения грунта (рис. 3-3).

Ввода кабеля из траншеи в здание осуществляют по заранее заложенным в стене отрезкам стальных или чугунных труб, размещенным на расстоянии друг от друга (в свету) при горизонтальном расположении не менее 100 мм и при вертикальном не менее 250 мм. Трубы берут с внутренним диаметром, равным 1,5—2 наружным диаметрам кабеля. Кабель вводят в здание с запасом по длине 1,5—2 м на случай, если потребуется замена концевых муфт.

Таблица 1. Технологическая карта прокладки кабеля в траншее

№ п/п	Наименование технологической операции	Механизмы, инструменты, приспособления, материалы	Описание операции и условий ее выполнения
1			
2			

Оформление отчета.

Отчет должен содержать:

1. Наименование и цель практической работы, ф.и.о студента, группу.
2. Порядок выполнения работы.
3. Заполненную таблицу 1.
4. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют способы транспортирования кабелей на барабанах?
2. Перечислите виды кабельных сооружений.
3. Расскажите о температурных условиях прокладки кабелей.
4. Охарактеризуйте способы раскатки кабелей при монтаже их в траншеях.
5. Охарактеризуйте способы прокладки кабелей в блоках.

Литература

1. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: Учеб. пособие для вузов / П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.В. Девятков и др. Под ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат, 1990. - 160 с.
2. Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Общие правила. Главы 1.1, 1.2, 1.7, 1.9. Раздел 6. Электрическое освещение. Главы 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Главы 7.1, 7.2, 7.5, 7.6, 7-10. - 7-е изд. - М.: ООО «ТПК Старатель», 2002.
3. Комплект нормативно-технической документации на проектирование ВЛ 0,38 кВ с СИП «АМКА»/АО ОРГРЭС – М.: 1995. – 112 с.

Практическая работа № 27 Тема «Заполнение технологической карты ремонта концевых заделок кабеля» № 20 ЭМ – 1 – 14

Цель работы: усвоение умения заполнять маршрутно-технологическую документацию ремонта концевых заделок кабеля

Задание. Используя теоретические сведения заполнить технологическую карту ремонта концевой заделки кабеля по приведенной форме. Первые подготовительные операции общие для всех случаев. Следующие операции расписываются для 4-х приведенных случаев отдельно.

Теоретические сведения.

1. **Подготовительные работы.** Ремонт концевых заделок силовых кабелей обычно выполняется во время проведения текущего ремонта электрооборудования. При ремонте концевых заделок силовых кабелей проверяют соответствие расстояний от фаз до "земли" значениям, указанным в ПУЭ. При напряжении 6 кВ это расстояние должно быть не менее 90 мм, при 10 кВ - 120 мм. Поверхность концевых заделок силовых кабелей тщательно очищают от пыли. При внешнем осмотре проверяют целостность наконечников, их соответствие сечению жил кабеля и качество пайки (сварки, опрессовки). Обнаруженные дефекты устраняют.

2. Течь пропитывающего состава. Концевые заделки из эпоксидного компаунда осматривают и при обнаружении течи пропитывающего состава принимают меры по восстановлению герметичности. Нарушение ее происходит обычно в результате несоблюдения указаний по обезжириванию поверхности и других технологических указаний при монтаже концевых заделок силовых кабелей.

Для устранения течи пропитывающего состава в месте входа кабеля в корпус заделки обезжиривают ее нижнюю часть на участке 40 - 50 мм и на таком же расстоянии участок брони (оболочки) кабеля тряпкой, смоченной в ацетоне или авиационном бензине. Участок брони (оболочки) обрабатывают ножовочным полотном, ножом или напильником для создания шероховатой поверхности.

На обезжиренный участок накладывают двухслойную подмотку из хлопчатобумажной ленты, смазываемой эпоксидным компаундом, затем устанавливают съемную ремонтную форму из винипласта, полиэтилена и т. д. Формы из жести или картона предварительно смазывают тонким слоем тавота, трансформаторного масла или другим веществом во избежание прилипания эпоксидного компаунда, затем заливают тем же компаундом, из которого был выполнен корпус заделки.

3. При нарушении герметичности в месте выхода жил кабеля из корпуса заделки обезжиривают верхнюю плоскую поверхность корпуса и выходящие участки фаз длиной 30 мм. Устанавливают съемную ремонтную форму, размеры которой выбирают в зависимости от типоразмера заделки. Форму заливают компаундом аналогично предыдущему случаю.

4. Нарушение герметичности на жилах. При нарушении герметичности на жилах кабеля обезжиривают поврежденный участок трубки или подмотки жилы и накладывают двухслойную подмотку из хлопчатобумажных лент, с обильной смазкой эпоксидным компаундом каждого витка подмотки. Поверх подмотки накладывают плотный бандаж из крученого шпагата и также обмазывают эпоксидным компаундом.

5 Установка муфт на поврежденный кабель. Если пробита изоляция кабеля для проведения ремонта требуется **установка муфты на кабель**. Соединительная свинцовая муфта марки СС представляет собой трубу, изготовленную из свинца. После изолирования мест соединений жил концам трубы при монтаже придают сферическую форму до соприкосновения со свинцовой или алюминиевой оболочками соединяемых концов кабелей. Затем трубу припаивают к оболочкам для обеспечения герметичности муфты. Муфту заполняют заливочным составом через отверстия, вырубаемые в ней во время монтажа, а затем запаивают после заливки. Заземление осуществляют медным многопроволочным проводом, припаянным к корпусу муфты и металлическим оболочкам кабеля.

Таблица 1. Технологическая карта ремонта концевых заделок кабеля

№ п\п	Наименование	Инструменты, приспособления,	Описание операции,

	операции	материалы и др.	условия проведения.
	1. Подготовительные работы		
1.1.			

Оформление отчета.

Отчет должен содержать:

1. Наименование и цель практической работы, фио студента, группу.
2. Порядок выполнения работы.
3. Заполненную таблицу 1.
4. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Какую документацию представляют при сдаче кабельной линии в эксплуатацию?
2. На основании чего составляют паспорт кабельной линии, и какие сведения в него вносят?
3. Какие осмотры производят в процессе эксплуатации кабельных линий? Каковы их периодичность и содержание?
4. Почему нельзя допускать нагрев жил кабелей выше допустимого?
5. Как осуществляют контроль за нагрузками кабельных линий?
6. Каковы причины коррозии кабельных линий?
7. С какой целью испытывают кабельные линии после монтажа и в процессе эксплуатации?
8. Каковы характерные повреждения кабелей, соединительных муфт и концевых заделок?
9. Какими методами определяют место повреждения кабельной линии?
10. Как устраняют течь пропиточного состава из эпоксидных концевых заделок?

Литература

1. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: Учеб. пособие для вузов / П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.В. Девятков и др. Под ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат, 2010. - 160 с.
2. Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Общие правила. Главы 1.1, 1.2, 1.7, 1.9. Раздел 6. Электрическое освещение. Главы 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Главы 7.1, 7.2, 7.5, 7.6, 7-10. - 7-е изд. - М.: ООО «ТПК Старатель», 2006.
3. Комплект нормативно-технической документации на проектирование ВЛ 0,38 кВ с СИП «АМКА»/АО ОРГРЭС – М.: 2055. – 112 с.

Практическая работа № 28 Тема «Заполнение технологической карты ремонта защитных оболочек кабеля» № 21 ЭМ – 1 – 14

Цель работы: Усвоение умения заполнять маршрутно-технологическую документацию ремонта защитных оболочек кабеля.

Задание. Используя теоретические сведения заполнить технологическую карту ремонта шланга ПВХ по приведенной форме таблицы 1. Первые подготовительные операции общие для всех случаев. Следующие операции расписываются для 4-х приведенных случаев отдельно.

Теоретические сведения.

Ремонт поливинилхлоридного шланга или оболочек проводят с помощью сварки, в струе горячего воздуха (при температуре 170... 200 °С) с применением сварочного пистолета с электрическим подогревом. Сжатый воздух при этом подводится под давлением $0,98 \times 10^4$ Па от компрессора или баллона со сжатым воздухом. В качестве присадки при сварке применяется поливинилхлоридный пруток диаметром 4...6 мм.

1. Подготовительные работы. Перед сваркой места, подлежащие ремонту, необходимо очистить и обезжирить бензином, кабельным ножом вырезать посторонние включения и срезать в местах повреждения шланга выступающие края и задиры.

2. Ремонт шланга с повреждениями в виде небольших отверстий и раковин. Место повреждения в шланге или оболочке и конец присадочного прутка прогревают в течение 10...15 с струей горячего воздуха, затем струю отводят, а конец прутка прижимают и приваривают к шлангу в месте разогрева. После охлаждения, убедившись в прочности приварки прутка легким его подергиванием, пруток отрезают. Для герметизации и выравнивания сварочного шва место ремонта прогревают до появления признаков плавления, после этого к разогретому месту прижимают рукой кусок кабельной бумаги, сложенной в 3 – 4 слоя. Для надежности операцию повторяют 3 – 4 раза.

3. Ремонт шланга, имеющего щели, прорезы и вырезы. Конец присадочного прутка приваривают к целому месту шланга на расстоянии 1–2 мм от места повреждения. Убедившись в прочности приварки легким его подергиванием, направляют струю воздуха так, чтобы одновременно прогревались нижняя часть присадочного прутка и обе стороны прорезы или щели. Легким усилием нажимая на пруток, последний укладывают и приваривают вдоль щели или прорезы. Приварку прутка заканчивают на целом месте на расстоянии 1 – 2 мм от повреждения. Затем ножом срезают выступающие поверхности прутка и производят выравнивание сваренного шва.

4. Разрывы шланга с применением поливинилхлоридных разрезанных манжет. Для ремонта шланга или оболочки с применением разрезной манжеты кусок поливинилхлоридной трубки отрезают длиной на 35...40 мм больше поврежденного места, разрезают трубку вдоль и надевают ее на кабель симметрично месту повреждения. Манжету временно закрепляют поливинилхлоридной или миткалевой лентой с шагом 20...25 мм, приваривают конец прутка в месте стыка манжеты со шлангом (оболочкой), а затем укладывают и приваривают пруток вокруг торца

манжеты. После приварки обоих торцов манжеты к шлангу (оболочке) снимают ленты временного крепления, приваривают прутки вдоль разреза манжеты, срезают выступающие поверхности прутка и производят окончательное выравнивание всех сварных швов.

5. Ремонт с применением эпоксидного компаунда. Поверхность шланга или оболочки предварительно обрабатывают, как указано выше, и с помощью специального напильника добиваются ее шероховатости. Место повреждения и за его краями на расстоянии 50...60 мм в обе стороны смазывают эпоксидным компаундом с введенным в него отвердителем. По слою эпоксидного компаунда накладываются 4 –5 пять слоев стеклотенты, каждый из которых также промазывают слоем компаунда.

Таблица 1. Технологическая карта ремонта поливинилхлоридного шланга

№ п\п	Наименование операции	Инструменты, приспособления, материалы и др.	Описание операции, условия проведения.
	1. Подготовительные работы		
1.1.			

Оформление отчета.

Отчет должен содержать:

1. Наименование и цель практической работы, фио студента, группу.
2. Порядок выполнения работы.
3. Заполненную таблицу 1.
4. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

1. Пояснить назначение поясной изоляции
2. Какими должны быть конструктивные особенности марки кабеля, предназначенного для прокладки в стволе шахты?
3. Расшифруйте марки кабелей: АВВГ 3х70, АСБ 3х35, СБ 4х30, ААШву 3х35,1х16
4. Назначение соединительных муфт, концевых муфт и заделок, их особенности.
5. Виды кабельных сооружений и способы прокладки кабельных линий
6. Какое кабельное сооружение наиболее целесообразно при прокладке по территории предприятий?
7. Чем опасны перенапряжения на кабельных линиях?

Литература

1. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: Учеб. пособие для вузов / П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.В. Девятков и др. Под ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат, 2010. - 160 с.
2. Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Общие правила. Главы 1.1, 1.2, 1.7, 1.9. Раздел 6. Электрическое освещение. Главы 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Главы 7.1, 7.2, 7.5, 7.6, 7-10. - 7-е изд. - М.: ООО «ТПК Старатель», 2006.

3. Комплект нормативно-технической документации на проектирование ВЛ 0,38 кВ с СИП «АМКА»/АО ОРГРЭС – М.: 2005. – 112 с.

Практическая работа № 29 Тема «Монтаж воздушных линий электропередачи напряжением 0,38 кВ» № 22 ЭМ 1 – 14

Цель работы

Изучить технологию монтажа линий электропередачи напряжением 0,38 кВ на железобетонных и деревянных опорах.

Ознакомиться с технологией сборки и монтажа опор и строительства линий.

Задание к работе

1. Изучить технологию монтажа линий электропередачи напряжением 0,38 кВ на железобетонных и деревянных опорах.
2. Выполнить монтаж участка ВЛ.
3. Измерить сопротивление изоляции линии и непрерывность цепи зануления.
4. Подключить ВЛ к вводу в здание и проверить на световой эффект наружное освещение.

Общие сведения

Основанием для строительства ВЛ служит проектно-сметная документация и проект организации строительства. План трассы ВЛ (рис. 15.1), чертежи пересечений инженерных сооружений и другие рабочие чертежи должны быть согласованы со всеми заинтересованными организациями. Срок действия согласований – 1 год. Строительство ВЛ делят на два периода: подготовительный период – разбивка мест установки опор, рубка просек, комплектация материалов, развозка опор по трассе; основной период – развозка конструкций и проводов, сборка опор на пикетах, разработка котлованов, установка опор, монтаж проводов.

Сборка и установка опор ВЛ 0,38 кВ . Трасса ВЛ должна расчищаться для проезда транспорта и механизмов на ширину не менее 25 метров. Комплектация материалами и инструментом обеспечивается до начала строительства на 100%. В случаях выполнения работ в зоне линий связи, автодорог, газопроводов и других инженерных сооружений, при вырубке леса и зеленых насаждений, а также при потравках посевов – обязательно получить от заказчика письменное разрешение на право выполнения работ в этой зоне с указанием сроков. Котлованы под опоры разрабатывают не раньше, чем за сутки до их установки.

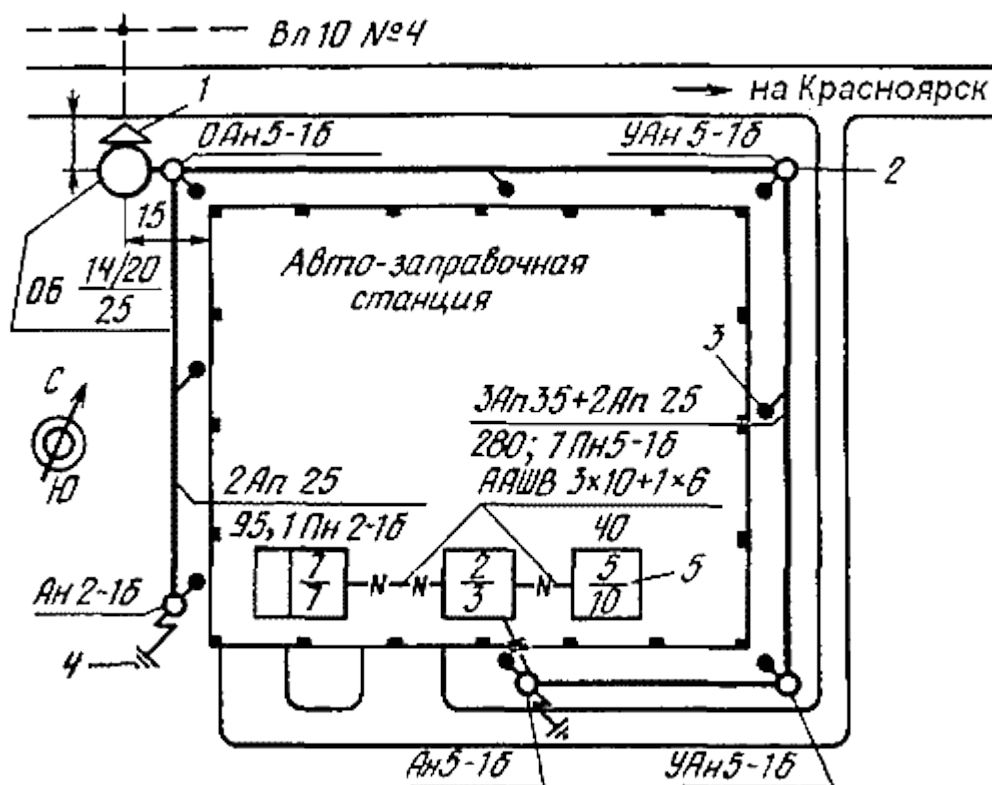


Рис. 15.1. План расположения трассы ВЛ 0,38 кВ:

- 1 - трансформаторная подстанция; 2 - опоры ВЛ;
3 - светильники наружного освещения; 4 - заземление;
5 - приемники электроэнергии

Порядок комплектации опор: сверяют место расположения пикета на местности с его расположением на плане ВЛ; планируют площадку для сборки опоры и установки крана; проверяют комплектность материалов, доставленных на пикет, их качество и соответствие чертежам.

У железобетонных опор и приставок проверяют марку, отсутствие трещин и раковин, наличие и состояние закладных деталей, наличие заземляющих и зануляющих проводников (при необходимости опору ремонтируют); у деревянных опор – тип, марку и размеры элементов; у изоляторов и колпачков – тип и их число, чистоту и отсутствие на поверхности изолятора трещин, отколов, наличие резьбы; у металлоконструкций и метизов – их число и соответствие деталей опоре, качество сварки, качество резьбовых соединений (состояние и длина резьбы), наличие метизов (гайки, шайбы) и соответствие их болтам, качество покраски.

Технология сборки железобетонных опор включает: выкладку стойки так, чтобы центр тяжести располагался у пикета; крепление и заземление траверсы; установку колпачков и изоляторов; раскерновку и окраску резьбы.

Технология сборки деревянных опор: стойку и приставку выкладывают на деревянные прокладки, одновременно для вязки одевают проволоку; деревянные приставки крепят бандажами из оцинкованной проволоки, диаметром 4 мм по 6 витков, например, опоры ПН-1ДД; железобетонные приставки – хомутами, например, опоры ПН-1ДБ (рис. 15.2, а); устанавливают крюки, изоляторы в

[illegible]

а – крепление деревянной и железобетонной приставок к стойке;
б – установка крюков с изоляторами для одинарного и двойного
крепления проводов; в – крепление подкоса к опоре:

5 - изоляторы; 6 - крюки; 7 - подкос; 8 - болты

Бурение котлованов. Работой руководит электролинейщик III разряда. При установке сложных опор разбивают центры котлованов под подкосы: для угловых опор – по биссектрисе угла поворота линии; для концевых – вдоль трассы (рис.15.3,а). Отрезок трассы l выбирают произвольно. При работе в зоне расположения инженерных коммуникаций (кабель, газопровод и др.) необходимо получить разрешение на земляные работы и пригласить представителя – владельца сооружения.

Электролинейщик должен находиться не ближе 2 м от бура (рис. 15.3, б). Котлованы роют вручную, придают им ступенчатую форму (рис. 15.3, в). Центр котлованов для промежуточных опор допускается смещать по оси трассы до 2 м.

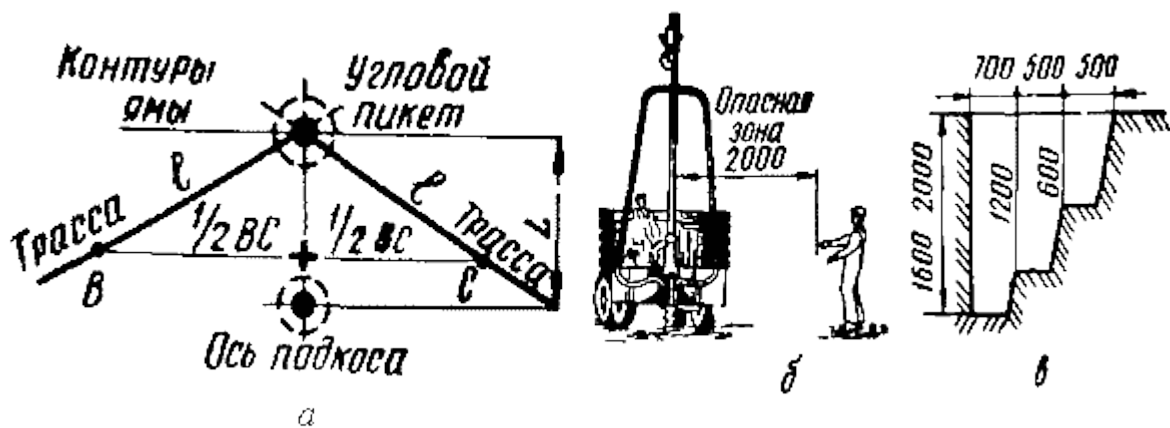


Рис 15.3. Рытье котлованов под опоры:

а - разбивка центров котлованов для угловой опоры;

б - установка машины на пикет;

в - размеры котлована для установки опоры

Установка опор. Звено состоит из пяти человек: звеньевой – электролинейщик IV разряда, два электролинейщика III разряда, машинист V разряда.

Все электролинейщики должны быть оснащены:

- каской строительной по ГОСТ 12.4.087-84;
- поясом предохранительным по ГОСТ 12. 4. 089-86;
- лазами монтерскими по ТУ 34-09-10129-89;
- рукавицами по ГОСТ 12.4.010-75.

Способ закрепления опоры в грунте и ее заложение принимают по проекту. Перед установкой опоры проверяют: комплектность сборки, надежность крепления конструкций, отсутствие посторонних предметов, наличие и состояние строп, тросов, ухватов. Машинист приводит машину в положение для установки опоры. На опору одевают строп и крепят "удавкой". Электролинейщики занимают места в безопасной зоне (рис. 15.4, а) и выполняют пробный подъем на 0,3 м над землей. Звеньевой проверяет качество сборки и строповки.

По команде звеньевого опору поднимают и ухватами направляют в котлован.

Звеньевой отвесом проверяет вертикальное положение опоры и ее установку в створе, придерживаясь допустимых отклонений от вертикального положения – 1 см на 1 м высоты опоры, а выхода опоры со створа линии – не более 0,1 м (рис. 15.4, б).

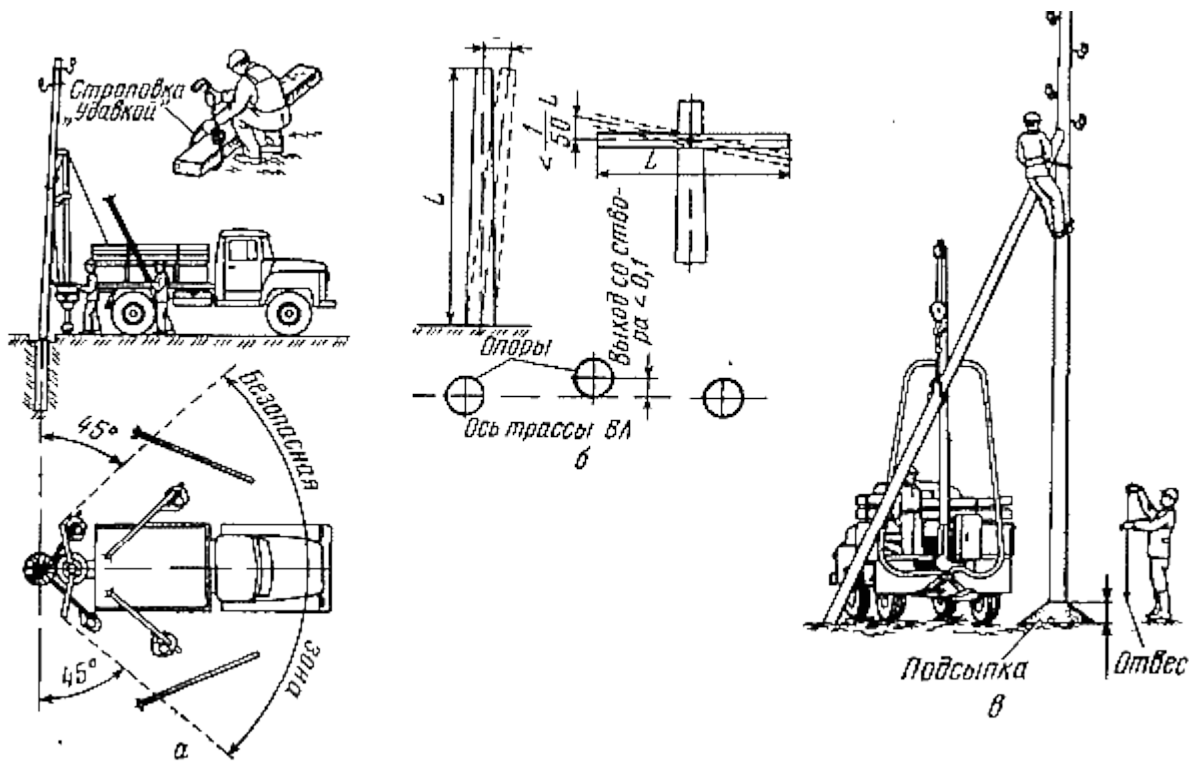


Рис. 15.4. Монтаж опор:

а - установка опоры; б - допустимые отклонения положения опоры и траверсы; в - установка подкоса

Траверсы и крюки должны быть перпендикулярны оси линии, допускается отклонение траверсы от горизонтали не более 2 см на 1 м ее длины. Котлован засыпают грунтом с послойным трамбованием через 0,20...0,30 м. Стропы разрешается снимать после засыпки $\frac{2}{3}$ глубины котлована. Подсыпают опору не менее чем на 0,2 м (рис. 15.4, в). На опоры несмываемой краской при помощи трафаретов наносят порядковые номер и год установки.

Заземление опор. На линиях 0,38/0,22 кВ с глухозаземленной нейтралью все металлические элементы железобетонных опор и металлические элементы деревянных опор, на которых монтируют повторное или грозозащитное заземление, подлежат заземлению и соединению с PEN-проводом ВЛ.

В качестве заземляющих проводников используют арматуру железобетонных опор или специально проложенные по опоре проводники, к которым присоединяют металлические элементы в процессе сборки (рис. 15.5). Расстояние a между заземлителями должно быть не меньше длины L заземлителя. Глубина заложения горизонтального заземлителя в траншее 0,7 м, а в пахотном слое – 1 м. Глубина погружения вертикального заземлителя не менее 2,5 м.

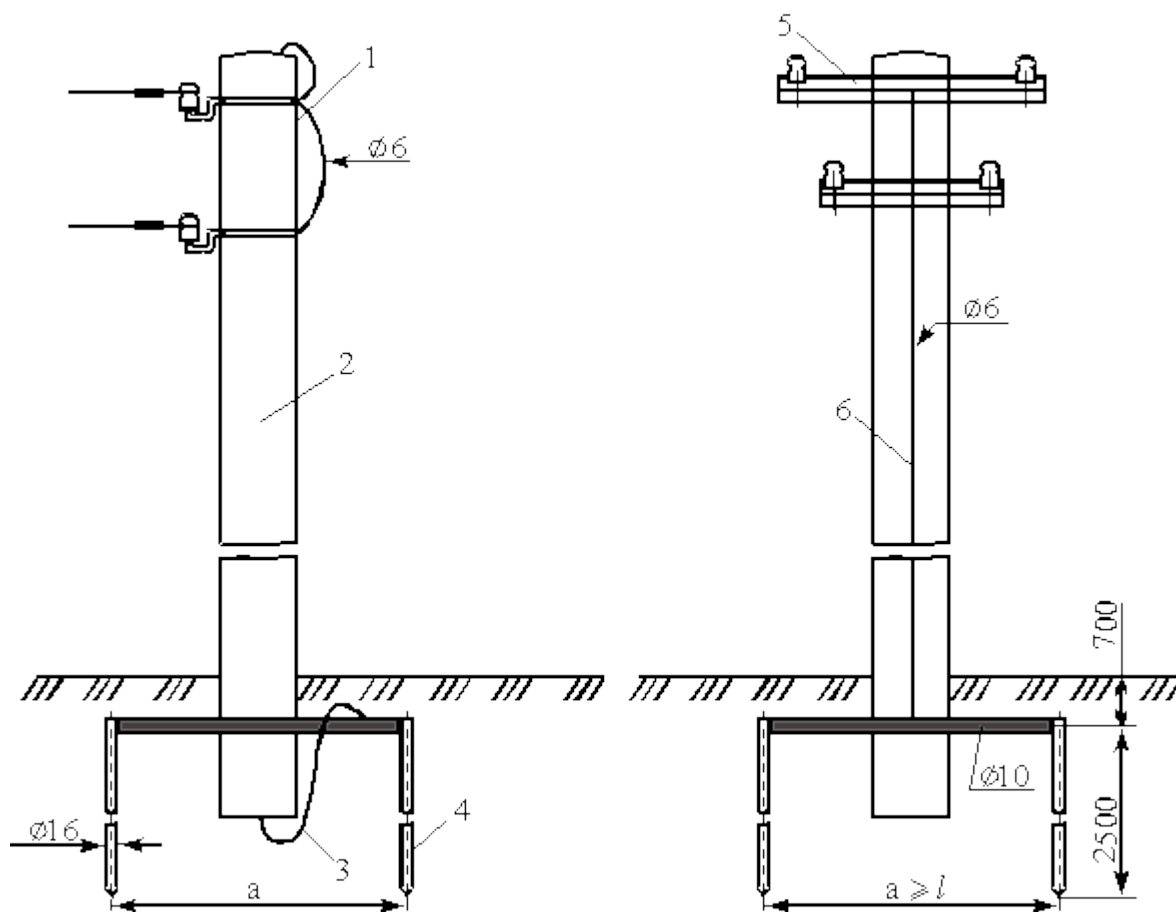


Рис. 15.5. Заземление опор:

1, 3 - заземляющие проводники соединены с арматурой опоры;

2 - опора; 4 - заземлитель; 5 - траверса;

6 - заземляющий проводник проложен по опоре

Все соединения заземляющих проводников сваривают, места сварки закрашивают. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 30 Ом [2].

Наименьшие размеры заземлителей и заземляющих проводников, проложенных в земле, для повторных заземлений PEN-проводников ВЛ 0,38 кВ приведены в табл. 10.3 и в ПУЭ [2].

Монтаж проводов ВЛ 0,38 кВ [1]. Трасса должна быть полностью подготовлена к монтажу проводов: вырублены и расчищены просеки, переустроены пересекаемые линии, установлены защитные устройства через дороги и другие сооружения, проверено качество закрепления опор в грунте. Готовность трассы проверяет ИТР (мастер или прораб).

К монтажу проводов разрешается приступать только после устранения обнаруженных недоделок и получения письменного разрешения от лица, ответственного за установку опор. При монтаже проводов должны соблюдаться установленные ПУЭ расстояния от проводов до ближайших инженерных сооружений, древесных насаждений и земли.

Бригаду для монтажа проводов делят на звенья, которые последовательно выполняют операции: первое звено – раскатывает и соединяет провода; второе – поднимает провода на опоры; третье – натягивает, регулирует и вяжет провода. Порядок раскатки проводов. До погрузки барабана с проводом в машину проверяют площадь сечения провода и исправность барабана. Перевозить барабаны с проводом разрешается только в вертикальном положении с креплением в кузове растяжками. Разгружают барабаны грузоподъемными механизмами и устанавливают: на домкраты или на лаги впрямок так, чтобы провод сходил сверху. Запрещается разгружать барабаны сбрасыванием. Раскатывают провода по трассе одним из способов: по раскаточным роликам, временно устанавливаемым на опорах, автомашиной с раскаточного устройства. Запрещается раскатывать провода волочением по земле.

Соединение проводов. При скручивании в овальных соединителях подбирают соединитель по площади сечения провода, зачищают его внутри стальным ершиком под слоем кварцевазелиновой пасты, обрезают провода, зачищают их под слоем пасты и вводят в соединитель, скручивая приспособлением типа МИ-189 4 раза (рис. 15.6, а).

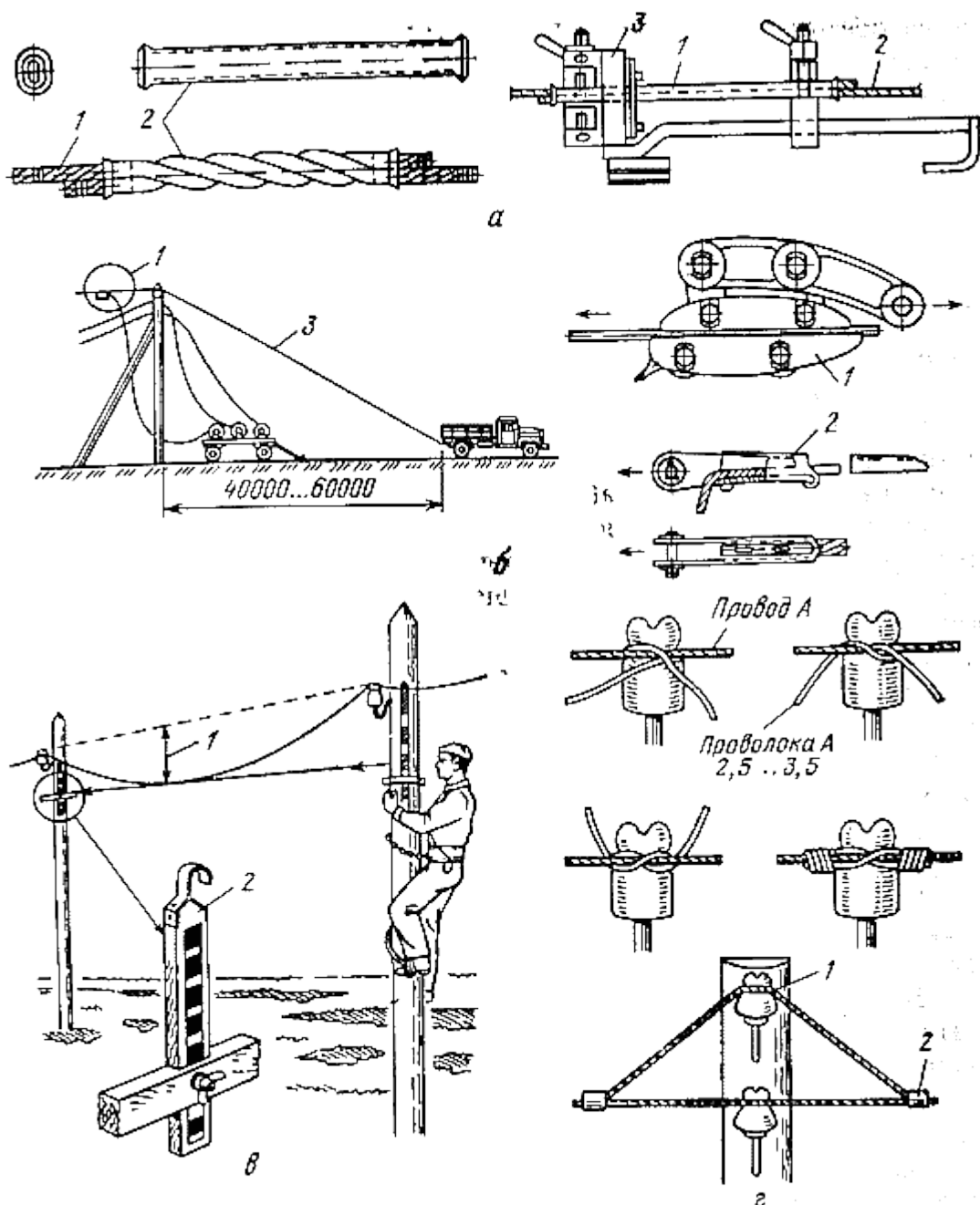


Рис. 15.6. Монтаж проводов:

а - соединение проводов скручиванием:

1 - провод; 2 - овальный соединитель; 3 - приспособление МИ-189;

б - установка тягового механизма и зажимов на проводе:

1 - плашечного; 2 - клинового; 3 - тяговый трос;

в - регулирование стрелы провеса; 1 - стрела провеса; 2 - рейка;

г - боковая вязка к изоляторам и двойное крепление проводов на опоре:

1 - вязка; 2 - зажим

Болтовыми зажимами соединяют провода на опорах при отсутствии на них механических нагрузок (например, в петлях анкерных опор).

Подъем проводов на опору осуществляют механизмами или вручную. Запрещается поднимать провод на плечах или крепить к монтажному поясу при подъеме на опору.

Натяжка и регулирование проводов. После раскатки проводов, их, насколько возможно, подтягивают вручную. Затем на провод устанавливают плашечный или клиновой зажимы (рис. 15.6, б). К зажиму крепят стальной трос, присоединенный к автомашине или другому механизму, которым натягивают провода.

Звеньевой по проекту определяет длину стрелы провеса проводов для конкретных условий монтажа. При выборе стрелы провеса учитывают: климатический район по гололеду и ветру, марку и площадь сечения проводов, длину пролета и температуру воздуха в момент регулирования провеса. Фактическую длину стрелы определяет (визуирует) электромонтер, находящийся на опоре, при помощи двух мерных реек (рис. 15.6, в). Сначала провод натягивают так, чтобы стрела провеса оказалась на 20 % меньше заданной проектом, а затем отпускают до проектной отметки.

Отклонение допускается ± 5 %.

Стрелу провеса остальных проводов регулируют путем сравнения на глаз со стрелой провеса первого провода. Разрегулирование проводов допускается не более 10 % от проектной стрелы провеса.

Крепление проводов к изоляторам. Первоначально провода крепят на концевых и анкерных опорах при помощи плашечных зажимов типа ПАБ или боковой вязки проволокой. Алюминиевые провода вяжут только алюминиевой проволокой диаметром 2,5...3,5 мм. На промежуточных опорах провода крепят вязкой (рис. 15.6, г), прочность крепления не должна превышать 1500 Н.

В пролетах пересечения инженерных сооружений выполняют двойное крепление проводов вязкой или зажимами. Включение ВЛ под напряжение проводит эксплуатационный персонал заказчика после получения разрешения энергонадзора.

Монтаж ВЛ 0,38 кВ с самонесущими изолированными проводами. Для передачи и распределения электрической энергии в воздушных силовых и осветительных сетях на напряжение до 1 кВ предназначены самонесущие изолированные провода (СИП - 1А; 2А; 4; 5). Провода по конструктивному исполнению, техническим характеристикам и эксплуатационным свойствам соответствуют финскому стандарту HD 626 SI. Преимущественная область применения СИП: для магистральных воздушных линий электропередач и ответвлений к вводам в жилые дома, хозяйственные постройки.

Акционерное общество «Трансэнерго» (Москва) [4] осуществляет продажу оборудования и технологической оснастки для монтажа СИП зарубежных фирм Tyco, Ensto, Niled, Sicame.

Преимущества самонесущих изолированных проводов:

1. Резкое снижение (до 80 %) эксплуатационных затрат, вызванное высокой надежностью и бесперебойностью энергообеспечения потребителей, т.к. исключены короткие замыкания из-за схлестывания при вибрационной пляске проводов, обрывы из-за падения деревьев, гололедообразования и снегоналипания.

2. Уменьшение затрат на монтаж воздушной линии с изолированными проводами (ВИЛ), связанное с вырубкой более узкой просеки в лесной местности, возможностью вести монтаж проводов по фасадам зданий в условиях городской застройки, применением более коротких (4 метра вместо 6) опор, отсутствием изоляторов и дорогостоящих траверсов, возможностью совместной подвески на уже существующих ВЛ низкого, высокого напряжения и линиях связи.
3. Снижение потерь электроэнергии в линии из-за уменьшения более чем в три раза реактивного сопротивления изолированных проводов по сравнению с неизолированными.
4. Простота монтажных работ, возможность подключения новых абонентов под напряжением, без отключения остальных от энергоснабжения и как следствие сокращение сроков ремонта и монтажа.

Основной недостаток СИП – увеличение стоимости изолированных проводов по сравнению с традиционными неизолированными проводами А и АС.

Конструктивное исполнение. Вокруг нулевого несущего троса скручены изолированные фазные жилы, а также, при необходимости, жила уличного освещения.

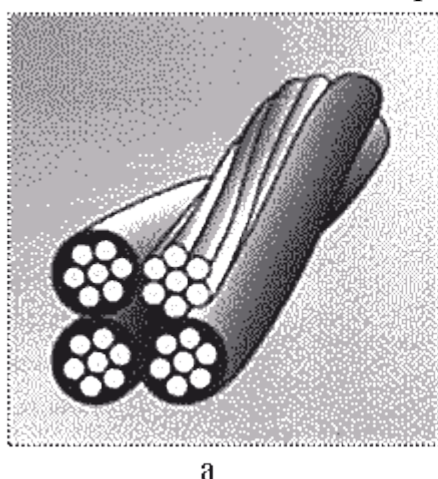
Основные типы СИП:

СИП-1А – все жилы, в том числе несущий трос, имеют изоляционный покров из термопластичного светостабилизированного полиэтилена.

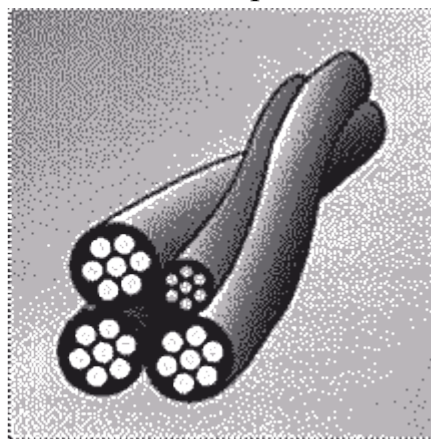
СИП-1 – все жилы за исключением неизолированного нулевого несущего троса, имеют изоляционный покров из сшитого светостабилизированного полиэтилена.

СИП-2А – все жилы, в том числе несущий трос, имеют изоляционный покров из сшитого светостабилизированного полиэтилена.

СИП-2 – все жилы, за исключением нулевого неизолированного несущего троса, имеют изоляционный покров из сшитого светостабилизированного полиэтилена.



а



б

Рис. 15.7. Самонесущие изолированные провода:

а) СИП с голой несущей нейтралью;

б) СИП с изолированной несущей нейтралью

Число и номинальное сечение жил, максимальный наружный диаметр и расчетная масса проводов приведены в таблице 15.1.

Монтаж СИП. До начала монтажа СИП должны быть выполнены следующие работы [3]:

- подготовлена трасса воздушной линии электропередачи с самонесущими изолированными проводами;
- собраны и установлены в проектное положение опоры;
- выполнено устройство защит на переходах через инженерные сооружения;
- на вводах в здания установлена необходимая арматура для анкерного крепления проводов вводов;
- доставлены на трассу барабаны с СИП и механизмы для раскатки.

Таблица 15.1

Марка провода	Число и номинальное сечение фазных и нулевой несущей жил, мм ²	Максимальный наружный диаметр провода, мм	Расчетная масса 1 км провода, кг
СИП-1, СИП-1А	1х16+1х25	15	140
	3х16+1х25	22	270
	3х25+1х35	26	390
	3х35+1х50	30	530
	3х50+1х70	35	700
	3х70+1х90	41	990
	3х120+1х95	47	1510
	4х16+1х25	22	330
	4х25+1х35	26	490
СИП-2, СИП-2А	1х16+1х25	14	135
	3х16+1х25	21	260
	3х25+1х35	25	380
	3х35+1х50	29	520
	3х50+1х70	34	690
	3х70+1х90	39	960
	3х120+1х95	46	1460
	4х16+1х25	21	320
	4х25+1х35	25	480

Монтаж СИП производится при температуре окружающего воздуха не ниже минус 20°С.

Работы по монтажу СИП выполняет бригада в следующем составе:

- электролинейщик 5 разряда (бригадир) – 1 чел.;
- электролинейщик 4 разряда – 1 чел.;
- электролинейщик 3 разряда – 2 чел.;
- шофер 5 разряда – 1 чел.

Раскатка СИП в анкерном пролете. Одно звено в составе двух электролинейщиков готовит к раскатке барабан с СИП (рис. 15.8), другое звено в составе трех электролинейщиков закрепляет на опоре механизм для раскатки СИП и производит раскатку троса-лидера с одновременной подвеской монтажных роликов и

комплектов крепления поддерживающих зажимов на опорах монтируемого участка ВЛИ. Два электролинейщика удаляют наружную обшивку, защищающую СИП при транспортировке. Разворачивают барабан с СИП относительно оси раскатки таким образом, чтобы после его установки на раскаточное устройство и в процессе раскатки провод сходил с верхней части барабана. Звено электролинейщиков устанавливает на анкерной опоре специальную раму и закрепляет ее цепными стяжками, позволяющими регулировать длину крепления в зависимости от размеров сечения охватываемой конструкции. На раме устанавливают и закрепляют бензиновый двигатель и катушку с тросом-лидером.

Раскатку троса-лидера в анкерном пролете с подвеской монтажных роликов и поддерживающих зажимов производят два электролинейщика, которых сопровождает бригадная машина, перевозящая комплект роликов, бригадный инструмент и линейную арматуру.

Подъем троса, подвеска роликов и поддерживающих зажимов производятся по мере продвижения вдоль анкерного пролета от механизма раскатки к барабану с СИП. У очередной опоры укладывают трос-лидер в монтажный ролик, один из электролинейщиков поднимается на опору и закрепляет ролик с тросом на крюке промежуточной опоры; другой в это время удерживает трос-лидер. На крюках промежуточных опор закрепляются монтажные ролики с одним роликом и двумя раздвижными щеками.

На анкерных опорах устанавливают сдвоенный монтажный ролик, который закрепляется на стойке опоры выше крюка посредством цепной стяжки и резьбового соединителя с гайкой барашком. По окончании раскатки троса-лидера электролинейщики на свободный конец СИП надевают раскаточный чулок. Для этого один электролинейщик сжимает чулок, в результате чего диаметр чулка увеличивается, а другой электролинейщик вставляет свободный конец СИП в чулок. После

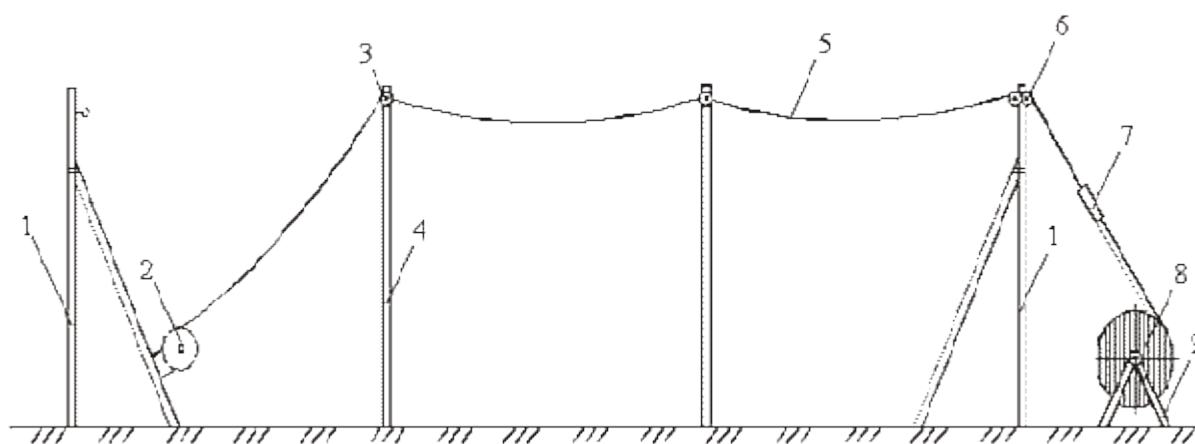


Рис. 15.8. Монтаж СИП в анкерном пролете:

1 – анкерная опора; 2 – механизм для раскатки СИП, включающий раму, бензиновый двигатель и катушку с тросом-лидером; 3 – монтажный ролик;

4 – промежуточная опора; 5 – трос-лидер; 6 – сдвоенный монтажный ролик; 7 – раскаточный чулок; 8 – барабан с СИП; 9 – раскаточное устройство освобождения от сжимающего усилия раскаточный чулок плотно охватывает конец пучка СИП. Для более надежного соединения чулка с проводом накладывают два банджа из изоляционной ленты. К кольцу чулка крепят трос-лидер и проверяют надежность выполненного соединения.

После проверки готовности к раскатке СИП дается команда на запуск двигателя раскаточного механизма. Обязанности между членами бригады распределяются следующим образом: один электролинейщик регулирует работу бензомоторного двигателя и следит за равномерностью намотки троса-лидера на катушку раскаточного механизма, другой следит за плавностью вращения барабана с СИП, остальные электролинейщики наблюдают за прохождением узла соединения троса-лидера с СИП через монтажные ролики. Команды об остановке процесса раскатки в случае необходимости передаются электролинейщику, находящемуся у раскаточного механизма. Процесс раскатки продолжается до тех пор, пока весь трос-лидер не навяжется на металлическую катушку раскаточного механизма, а узел соединения троса с монтажным чулком не приблизится вплотную к катушке. Бензомоторный двигатель останавливают, СИП прикрепляют к анкерной опоре капроновым канатом или временным анкером, после чего освобождают от монтажного чулка трос-лидер и снимают с СИП монтажный чулок.

В процессе раскатки не допускается трение СИП о поверхность земли, металлические и железобетонные элементы опор. Скорость раскатки СИП не должна превышать 5 км/час.

Натяжение и закрепление СИП в анкерном пролете. В процессе натяжения и закрепления СИП в анкерном пролете выполняют следующие работы [3]:

- установка анкерного зажима и закрепление СИП на первой анкерной опоре;
- натяжение СИП и закрепление его на второй анкерной опоре;
- закрепление СИП на промежуточных опорах.

По монтажным таблицам [3], в зависимости от температуры окружающего воздуха, сечения подлежащего монтажу СИП, и расстановки опор в анкерном пролёте определяют величину усилия, с которым будет натягиваться СИП.

С помощью технологической оснастки [4] устанавливают на СИП анкерный зажим (рис. 15.9).

Например, зажим анкерный фирмы Ensto рассчитан на монтаж четырех проводов сечением от 16 до 25 мм². Момент затяжки составляет 25 Нм, разрушающая нагрузка составляет 8,75 кН.

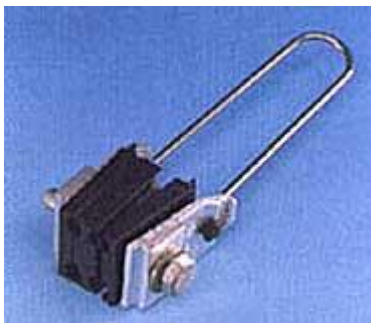


Рис. 15.9. Зажим анкерный SO 158.1

Закрепление СИП на первой анкерной опоре производят следующим образом. Один электролинейщик удерживает раскатанный СИП вручную, а второй отвязывает капроновый канат, удерживающий раскатанный СИП от обратного проскальзывания в анкерный пролет. Затем он закрепляет один конец капронового каната на СИП непосредственно около анкерного зажима, другой конец закрепляет на своем монтерском поясе и поднимается на анкерную опору. Наверху он конец каната перебрасывает через крюк опоры и подтягивает вверх конец СИП с анкерным зажимом. Находящийся на земле электролинейщик помогает, вытягивая СИП за свободный конец каната. Когда анкерный зажим окажется в непосредственной близости от крюка анкерной опоры, его надевают на крюк, отвязывают от СИП капроновый канат.

Натяжение СИП и закрепление его на второй анкерной опоре производится после того, как все члены бригады переходят к анкерной опоре, около которой установлен барабан с СИП (рис. 15.10). Один электролинейщик, захватив анкерный зажим, ручную лебедку с динамометром, отделительные клинья, временный анкер и секторные ножницы, поднимается на анкерную опору и закрепляет на опоре ручную лебедку как можно ближе к оси закрепления монтируемого СИП, а временный анкер – несколько выше узла крепления монтажных роликов. Остальные члены бригады вручную, с усилием до 500 Н на одного рабочего, вытягивают СИП из анкерного пролета, навивают его на барабан с остатками провода и устанавливают барабан на тормоз. Электролинейщик, находящийся на опоре, возможно дальше от оси опоры (в сторону анкерного пролета) выделяет из общего пучка СИП несущий нулевой провод и закрепляет на нем монтажный зажим ручной лебедки. Ручной лебедкой производится вытягивание СИП, при этом показания динамометра сравниваются с проектным значением тягового усилия. Если весь тяговый трос ручной лебедки намотан на барабан, а усилие тяжения по динамометру ниже требуемого по условиям монтажа, процесс повторяют снова. На некотором расстоянии от опоры, с помощью отделительных клиньев, выделяют несущий провод. Закрепляют на нём монтажный зажим временного анкера, снимают с несущего провода монтажный зажим ручной лебедки и, отмотав предварительно с барабана лебедки несколько витков тягового троса, переставляют монтажный зажим лебедки на несущий провод СИП, возможно дальше в сторону анкерного пролета и т.д. Процесс натяжения повторяют необходимое количество раз. Допускается натягивать СИП с усилием,

превышающим проектное значение примерно на 5 %, с учетом удлинения СИП через несколько часов после окончания монтажа, за счет освобождения от деформаций, возникающих при намотке и хранении на барабане. Визуально (по стрелам провеса) оценивают качество натяжки СИП в анкерном пролете, после чего провод оставляют «отвисеться»).

Для закрепления СИП на промежуточной опоре с помощью разделительных клиньев выделяют из пучка СИП несущий провод (рис. 15.11). Затем, приподняв провод, отводят с крюка опоры наружную подвижную щеку ролика и снова опускают провод в ручей ролика. Стальной щеткой зачищают, а затем смазывают участок несущего провода в месте установки поддерживающего зажима. При закреплении зажима провод укладывают на основание корпуса (типа "лодочки"), надев сверху прижимную планку и затягивают крепежный болт.

Закрепление СИП на угловых промежуточных опорах проводят следующим образом. На опоре выше монтажного ролика закрепляют с одной стороны ручную лебедку, с другой временный анкер. По обе стороны от монтажного ролика с помощью

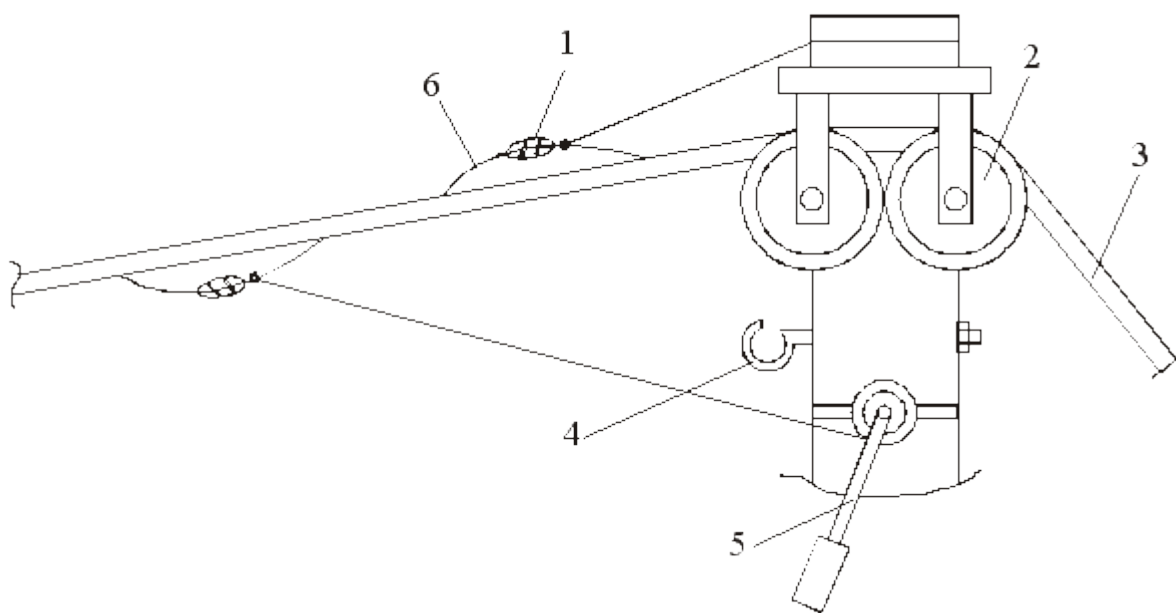


Рис. 15.10. Монтаж СИП на анкерной опоре:

1 - монтажный зажим; 2 - сдвоенный монтажный ролик с двумя раздвижными щеками; 3 - СИП; 4 - крюк; 5 - ручная лебедка; 6 – несущая нейтраль.

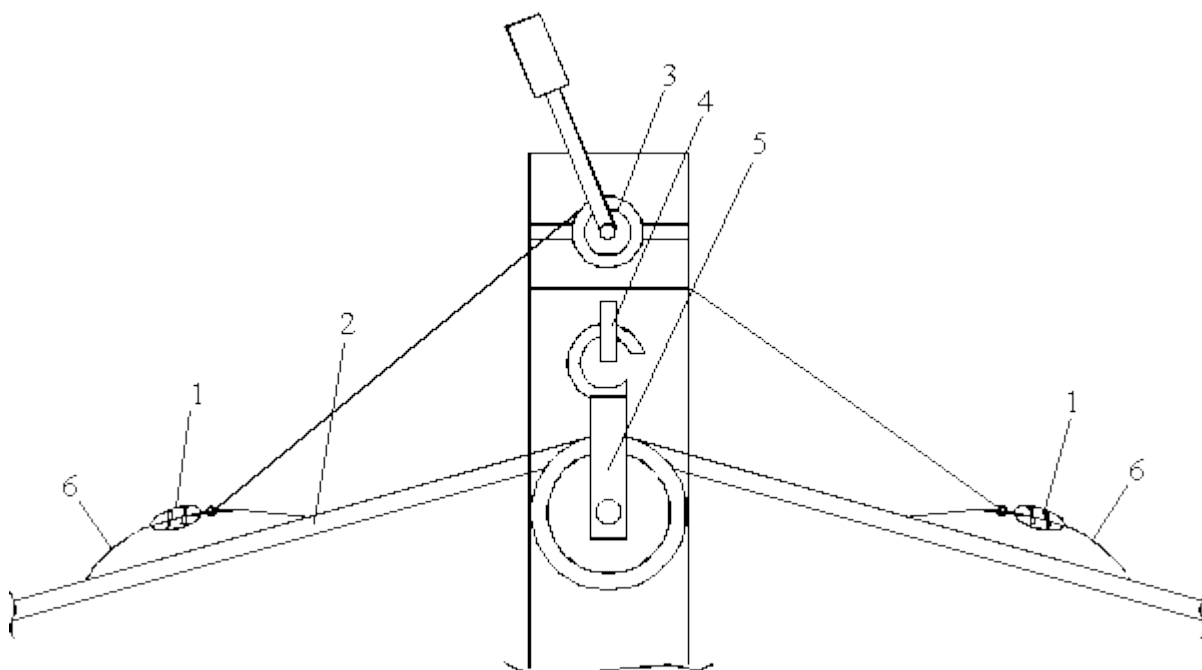


Рис. 15.11. Монтаж СИП на промежуточной опоре:

1 - монтажный зажим; 2 - СИП; 3 - ручная лебедка; 4 - крюк;
5 - монтажный ролик; 6 – несущая нейтраль

двух отдельных клиньев выделяют участки несущего провода и устанавливают на один из них монтажный зажим тягового троса ручной лебёдки, а на другой – монтажный зажим временного анкера. Ручной лебёдкой СИП подтягивают настолько, чтобы на участке между двумя монтажными зажимами можно было установить поддерживающий зажим (рис. 15.12) и закрепить его на крюке опоры. Технология установки и закрепления поддерживающего зажима описана ранее.



Рис. 15.12. Поддерживающий зажим SO 69 фирмы Ensto на сечение несущего троса 25–70 мм²

для промежуточных угловых опор при углах до 90°

Монтаж ответвлений к вводам в здание. В процессе монтажа ответвлений к вводам в здание выполняются следующие операции [3]:

- раскатка СИП ответвлений;
- установка анкерного зажима;
- закрепление СИП ответвлений на опоре и здании.

Монтаж ответвлений от СИП магистрали к вводам в здание выполняют два электролинейщика. С бухты или катушки вручную отматывают СИП ответвления между опорой и зданием. Стальной щеткой зачищают место установки анкерного зажима на несущем неизолированном проводе и покрывают его смазкой.

Устанавливают анкерный зажим, поднимают провод на опору и навешивают анкерный зажим на крюк опоры.

Другой электролинейщик поднимается к крюку, установленному в стене здания, натягивает провод ответвления, отмечает на нем место крепления второго анкерного зажима. Замерив расстояние от крюка до места соединения проводов ответвления с внутренней проводкой, он секторными ножницами обрезает провод от бухты, зачищает место установки анкерного зажима, устанавливает его и закрепляет на стене здания. На СИП накладывают полиэтиленовые бандажи, располагая их с обеих сторон анкерного зажима.

Установка ответвительных зажимов. Присоединение ответвлений с применением СИП выполняют ответвительными зажимами (рис. 15.13). На предохранительных футлярах ножом отрезают часть выступов с расчетом, чтобы образовавшиеся в футляре отверстия были равны диаметрам соединяемых проводов. Выбор необходимой арматуры [4] производят по проекту на монтаж ВЛИ.

Соединение смонтированных проводов на опоре выполняет, как правило, один электролинейщик. Перед установкой зажима из СИП магистрали с помощью отделительных клиньев выделяют токоведущую жилу или несущий нулевой провод. С целью равномерного распределения нагрузки по фазам ВЛИ выбор нужной токоведущей жилы осуществляют по специальной маркировке, имеющейся на их изоляции.

При монтаже ответвлений с применением "прокалывающих" зажимов, изоляцию с проводов магистрали и ответвления не удаляют.

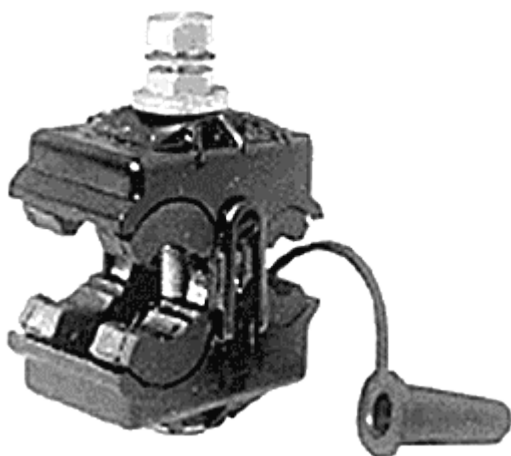


Рис. 15.13. Зажим прокалывающий ответвительный Р 95 фирмы Niled для прокалывания изоляции на магистральной линии сечением 16–150 мм²

Шестигранным или динамометрическим ключом вывинчивают стяжной болт зажима настолько, чтобы в образовавшееся между прокалывающими зубцами пространство свободно вошел выделенный провод магистрали. В пространство между прокалывающими зубцами с другой стороны стяжного болта зажима вводят провод СИП ответвления. При необходимости лишний провод отрезают секторными ножницами. На нижний выступ зажима надевают держатель и шестигранным или динамометрическим ключом закручивают стяжной болт с усилием, указанным в таблице для данного типа зажима. Смонтированный зажим помещают в предохранительный футляр (если этого требует конструкция зажима) и вынимают отделительные клинья. Расстояние между двумя смежными зажимами ответвления должно составлять 15 - 20 см.

При монтаже ответвительного зажима на неизолированном несущем проводе (рис. 15.14) место установки зажима зачищают стальной щеткой и покрывают смазкой. Ответвительные зажимы поступают на объект, как правило, с очищенными и смазанными контактными поверхностями. Технология их установки аналогична описанной выше.

По обеим сторонам полностью смонтированного ответвления, на расстоянии 15–20 см от крайних ответвительных зажимов на магистральный СИП накладывают скрепляющую ленту.



Рис. 15.14. Монтаж прокалывающего ответвительного зажима N 640 фирмы Niled при выполнении магистрали неизолированными проводами сечением от 16 до 150 мм²

Порядок выполнения работы

1. В соответствии с индивидуальным заданием преподавателя вычертите эскиз участка ЛЭП 0,38 кВ (с фрагментом ВЛ или ВЛИ) с указанием сборочных и монтажных размеров, всех элементов участка ВЛ и стрелы провеса.
 2. Составьте технические требования на монтаж заданного пролета ВЛ.
 3. Составьте заявку на материалы и инструменты.
 4. Прежде чем подключать фрагмент ВЛ к сети, убедитесь в том, что отключен автоматический выключатель, питающий стенд. Убедитесь в целостности лабораторного оборудования и соединительных проводов.
- Выполните монтаж участка ВЛ на лабораторном стенде.

Измерьте сопротивление изоляции линии и непрерывность цепи зануления.

5. После проверки преподавателем правильности проведенных коммутаций проводов, осуществите подачу напряжения на стенд.

Во избежание поражения электрическим током касаться руками проводов, клемм, других токоведущих деталей категорически запрещается.

При возникновении аварийных ситуаций, появлении запаха дыма и возникновении прочих аварийных режимов – немедленно отключите автоматический выключатель и сообщите о неисправности лаборанту или преподавателю.

6. Под руководством преподавателя подключите фрагмент ВЛ к вводу в здание и проверьте на световой эффект наружное освещение.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.

2. Эскиз ЛЭП 0,38 кВ (с фрагментом ВЛ или ВЛИ), согласно задания.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляют к качеству опор, конструкций, изоляторов и проводов?

2. Расскажите о порядке установки опор ВЛ и допустимых отклонениях от норм.

3. Как устроены заземления и зануления опор ВЛ?

4. Как выбирают и визируют стрелу провеса проводов?

5. Как ведут монтаж проводов при пересечениях инженерных сооружений?

6. Укажите основные преимущества СИП.

7. Расскажите технологию раскатки СИП.

8. Расскажите технологию натяжения СИП на промежуточной опоре.

9. Расскажите технологию натяжения СИП в анкерном пролете.

10. Расскажите технологию монтажа ответвительных зажимов на СИП.

Литература

1. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: Учеб. пособие для вузов / П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.В. Девятков и др. Под ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат, 2010. - 160 с.

2. Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Общие правила. Главы 1.1, 1.2, 1.7, 1.9. Раздел 6. Электрическое освещение. Главы 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Главы 7.1, 7.2, 7.5, 7.6, 7-10. - 7-е изд. - М.: ООО «ТПК Старатель», 2006.

3. Комплект нормативно-технической документации на проектирование ВЛ 0,38 кВ с СИП «АМКА»/АО ОРГРЭС – М.: 2005. – 112 с.

Тема 2.7. Аппараты и распределительные устройства в сетях напряжением выше 1000 В

Практическая работа № 30 Тема «Составление бланков оперативных переключений»

1. Цель работы: Изучить порядок и последовательность выполнения переключений в электроустановках.

2. Теоретические сведения.

Электрическое оборудование может находиться в одном из следующих **оперативных состояний**: в работе, ремонте, резерве (ручном или автоматическом) и на консервации. **Оперативные переключения** — одна из наиболее ответственных операций, выполняемых дежурным персоналом электроцеха РУ и ПС. Оперативное состояние электрического оборудования определяется **положением коммутационных аппаратов**, с помощью которых оно отключается или включается под напряжение и вводится в работу.

Переключения в нормальном режиме работы электроустановки выполняются оперативным персоналом по распоряжению **оперативного руководителя, издающего распоряжение о переключении**, в котором устанавливает цель переключений и необходимую в данном случае последовательность операций. Распоряжение повторяется дежурным и записывается в **оперативный журнал**. Заданная последовательность операций проверяется по оперативной схеме. В соответствии с распоряжением о переключении дежурный заполняет специальный бланк — **бланк переключений**, в котором последовательно записывает все операции с коммутационными аппаратами, устройствами релейной защиты и автоматики, операции по проверке отсутствия напряжения и наложению заземлений и др.

Особенности выполнения переключений в схемах с различными аппаратами.

- 1)** Оборудование может находиться в работе или под напряжением только с включенной релейной защитой от токов КЗ. Все исправные устройства релейной защиты должны быть всегда включены в работу.
- 2)** После включения или отключения выключателя или разъединителя обязательно проверяется на месте его действительное положение, так как команда включения или отключения может оказаться невыполненной.
- 3)** Разъединитель всегда отключается после отключения выключателя, чтобы не возникало дуги.
- 4)** При отключении линии, имеющей выключатель, линейные и шинные разъединители с каждой из ее сторон, первой операцией является отключение выключателей, с помощью которых разрывается цепь тока нагрузки и снимается напряжение с линии. После проверки отключенного положения выключателя

отключают линейные, а затем шинные разъединители. Включение линии производится в обратном порядке.

5) Для определения наличия напряжения используют амперметр.

6) включение в работу трехобмоточного трансформатора обычно проводят в следующей последовательности включают шинные и трансформаторные разъединители со стороны высшего, среднего и низшего напряжений. После чего включают выключатели высшего, среднего и низшего напряжений. Отключение проводится **в обратной последовательности**: отключают выключатели низшего, среднего и высшего напряжений, затем отключают трансформаторные и шинные разъединители с трех его сторон.

Если к нейтрали обмотки трансформатора 35 кВ подключен дугогасящий реактор, то отключение трансформатора следует начинать с отключения дугогасящего реактора.

7) Последовательность операций при отключении кабельной линии: отключить устройство АПВ и выключатель линии, линейные, а затем шинные разъединители. При включении линии сначала включают шинные разъединители на соответствующую систему шин, затем линейные разъединители, выключатель и АПВ линии.

3. Порядок выполнения работы.

3.1. Изучить теоретический материал к практической работе – теоретические сведения и приложение. Обратить внимание на порядок и последовательность операций при оперативных переключениях.

3.2. Ознакомиться с условиями задачи своего варианта, выписать условия задачи, задание и составить перечень аппаратов схемы с указанием условного обозначения и наименования аппарата..

3.3. Заполнить бланк переключений.

4. Контрольные вопросы.

1. Последовательность действий оперативного персонала при осуществлении переключений.

5. Оформление отчета.

Отчет должен содержать:

5. Наименование и цель практической работы, фио студента, группу.
6. Условие задачи, задание.
7. Перечень аппаратов.
8. Заполненный бланк переключений.
9. Ответы на контрольные вопросы.

Литература

1. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: Учеб. пособие для вузов / П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.В. Девятков и др. Под ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат, 2010. - 160 с.

2. Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Общие правила. Главы 1.1, 1.2, 1.7, 1.9. Раздел 6. Электрическое освещение. Главы 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Главы 7.1, 7.2, 7.5, 7.6, 7-10. - 7-е изд. - М.: ООО «ТПК Старатель», 2006.

3. Комплект нормативно-технической документации на проектирование ВЛ 0,38 кВ с СИП «АМКА»/АО ОРГРЭС – М.: 2005. – 112 с.

ЗАДАЧА 1. Вывести в ремонт одну из двух рабочих систем шин и заземлить с двух сторон разъединитель ТН этой системы шин.

Исходная схема - см. рис. 1. РУ-220 кВ ТПС с двумя рабочими и одной обходной системами шин. ШСВ и 0В совмещены (ШОВ). На I СШ - АТЗ, АТ1, Л-201; на II СШ - АТ4, АТ2. ШОВ включен. Имеется АПВ на обеих системах шин, УРОВ, ДЗШ с фиксированным распределением присоединений. Предусмотрен автоматический перевод цепей напряжения защит при переводе присоединений на другие шины. Все разъединители с одним (ручным) приводом на три фазы. Взаимное расположение присоединений соответствует схеме ОРУ. Нагрузка присоединений, в том числе ШОВ, от 600 до 1000 А на каждом, нагрузка сборных шин на отдельных участках до 2000 А. Обходные шины без напряжения.

Задание. Составить бланк переключений с целью перевода присоединения на II с.ш., снять напряжение с I с.ш. и заземлить с двух сторон разъединитель ТН I с.ш. (РТН1).

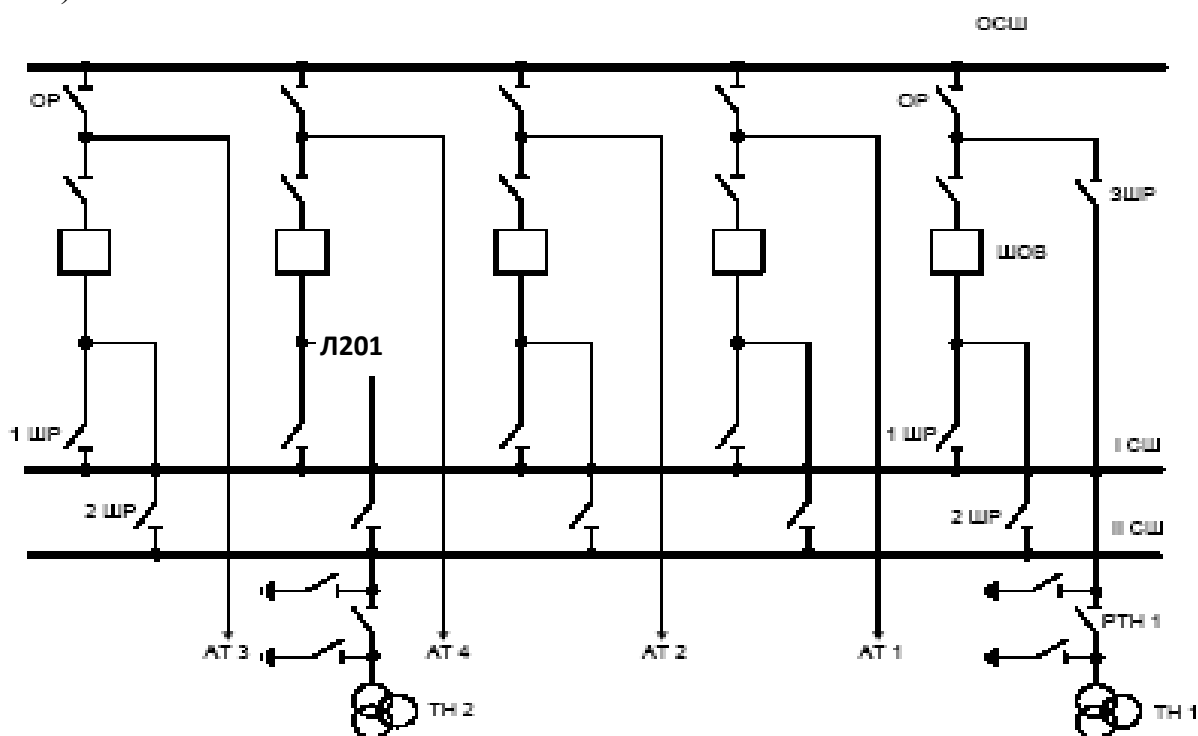


Рис. 1. Схема к задачам 1, 2 .

ЗАДАЧА 2. Замена выключателя присоединения обходным выключателем в схеме с совмещенным обходным и шиносоединительным выключателем.

Исходная схема - см. рис.1. ОРУ-220 кВ ТПС с двумя рабочими и обходной системами шин при совмещенном обходном и шиносоединительном выключателе

(без перемычки между обходной и рабочей с.ш.). На I с.ш. - АТЗ, АТІ, Л201; на II с.ш. - АТ4, АТ2. Совмещенный выключатель используется как ШСВ и включен, обходные разъединители всех присоединений отключены. Имеются АПВ шин и АПВ на Л201, УРОВ и ДЗШ, с фиксированным расположением присоединений. Основная быстродействующая защита Л201-ДФЗ; резервные защиты. Все разъединители с трехфазным приводом (привод ручной). Расположение присоединений в ОРУ соответствует схеме.

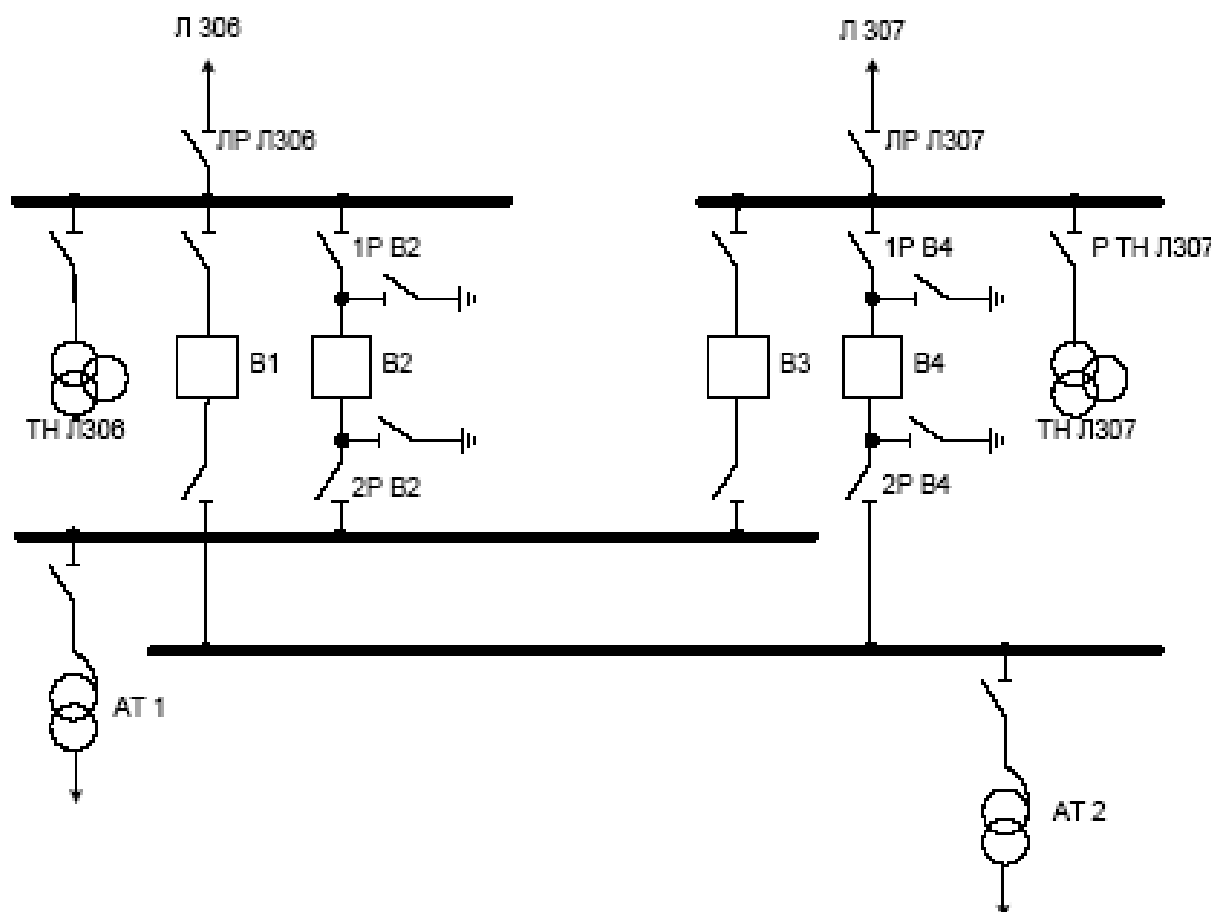
Задание. Составить бланк переключений на вывод из схемы собственного выключателя Л201 с заменой его обходным.

ЗАДАЧА 3. Вывести в ремонт выключатель в схеме четырехугольника.

Исходная схема - см. рис. 2. РУ-330 кВ ТПС по схеме четырехугольника.

Выключатели воздушные; разъединители с пофазными приводами (средняя фаза В), управление с места. На линиях Л306 и Л307 защиты ДФЗ; на трансформаторах АТ1 и АТ2 газовая, дифференциальная и максимальные защиты 330, 110, и 10 кВ.

Задание. Составить бланк переключений на вывод в ремонт выключателя В2 330 кВ для последующих работ по его ремонту и проверки его ТТ.



ЗАДАЧА 4. Вывод в ремонт трансформатора 110 кВ на двухтрансформаторной подстанции, выполненной по упрощенной схеме с отделителями.

Исходная схема - см. рис.3. РУ-110 кВ транзитной двухтрансформаторной ТПС выполнена по схеме мостика с выключателями в перемычке и отделителями на трансформаторах. Трансформаторы Т1 и Т2 работают отдельно на стороне 35 и 10 кВ. СВ 10 и 35 кВ отключены и на них введены двухсторонние АВР. СВ 110 кВ включен, линии Л1 и Л2 работают в транзите. ДГР 35 кВ (с регулированием без нагрузки) включен в нейтраль Т1. Нейтраль 110 кВ Т1 заземлена. На трансформаторах Т1 и Т2 введен АРНТ. Собственные нужды ПС питаются от ТСН1, введен АВР СН, срабатывающий при отключенном АВ1. Т1 и Т2 оснащены газовой, дифференциальной и максимальной защитами. Линии 110 кВ имеют основную защиту ДФЗ. На линиях 110 кВ введено АПВ.

Задание. Составить бланк переключений на вывод в ремонт трехобмоточного трансформатора Т1 для последующих работ по его текущему ремонту.

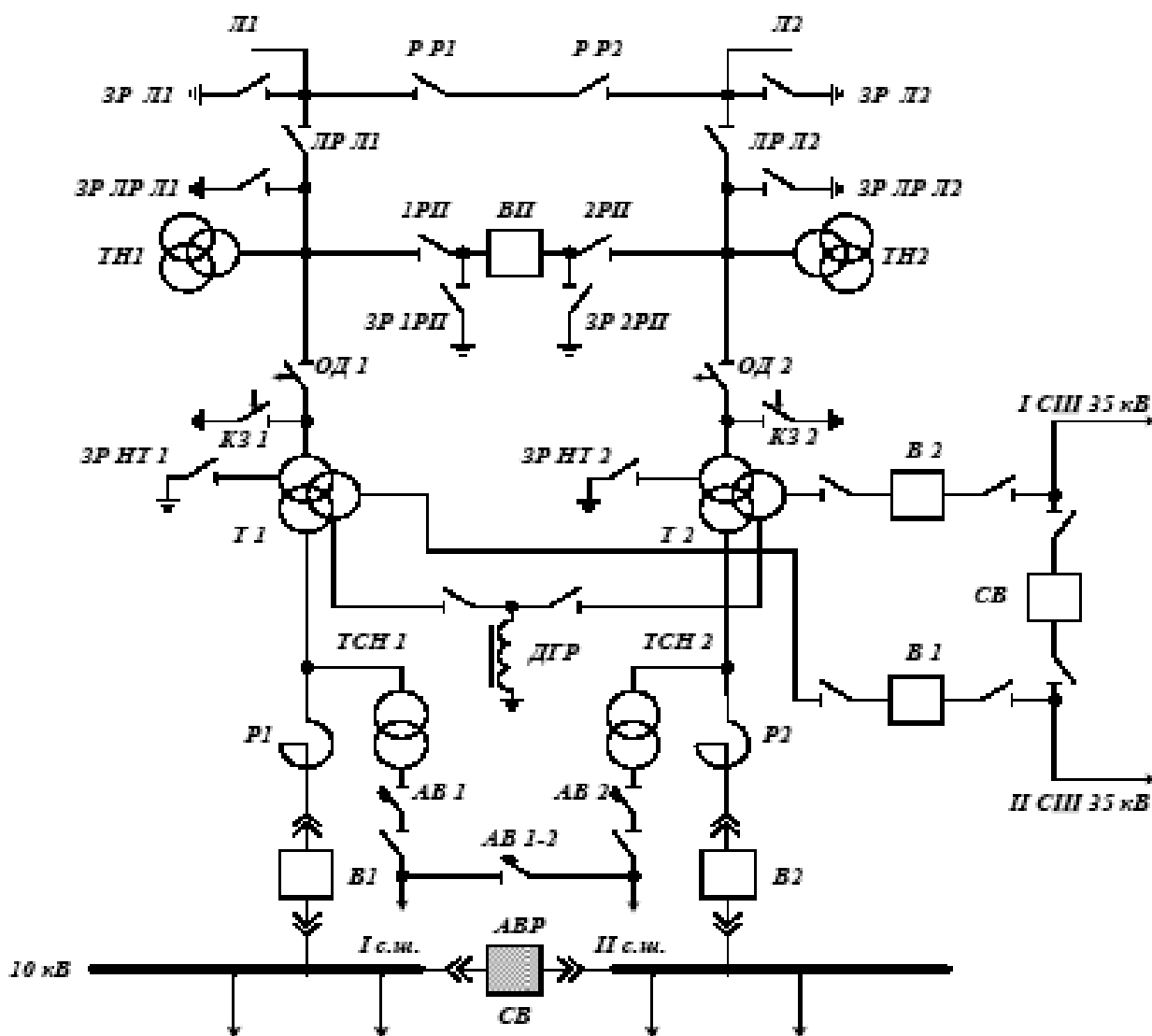


Рис. 3. Схема к задачам 4,5

ЗАДАЧА 5. Вывод в ремонт выключателя перемычки в РУ-110 кВ по схеме мостика.

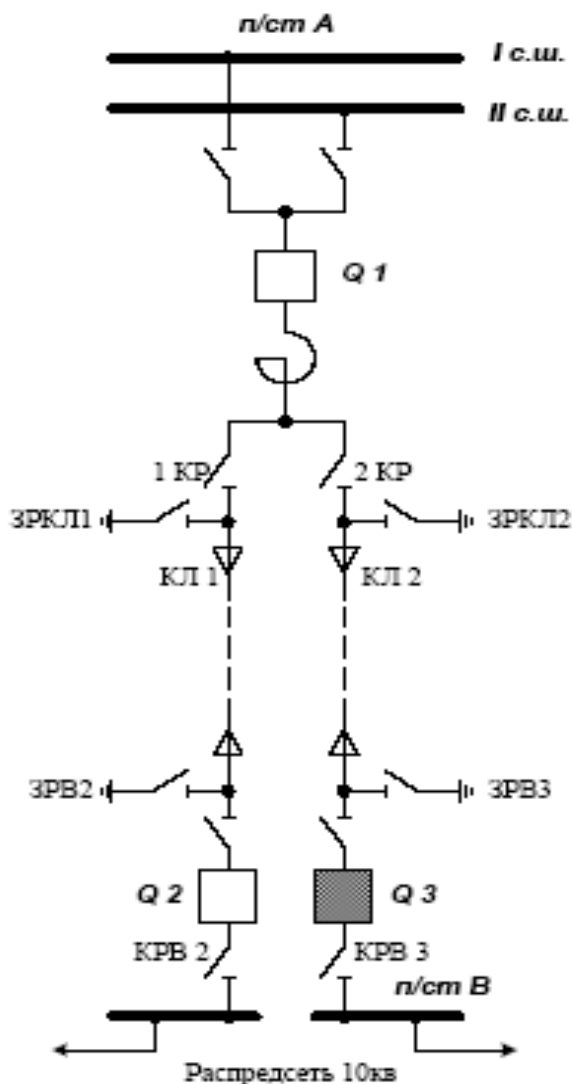
Исходная схема (см. рис.3) и состав оборудования соответствуют задаче №4.

Задание. Составить бланк переключений на вывод в капитальный ремонт выключателя перемычки ВП в РУ-110кВ по схеме мостика; учитывая необходимость сохранения непрерывности транзита мощности по линиям электропередачи Л1 и Л2 перед выводом из работы выключателя перемычки замкнуть имеющуюся ремонтную перемычку.

ЗАДАЧА 6. Отключение одной из двух включенных со стороны питания под общий выключатель кабельных линий 10 кВ при сохранении в работе второй.

Исходная схема - см. рис. 4. Управление разъединителями 1КР и 2 КР - червячным приводом с места. Выключатели В2 и В3 10 кВ относятся к разным узлам распределительной сети, причем возможна подача напряжения со стороны этой сети на КЛ 1 (КЛ 2). Длительное отключение одновременно КЛ 1 и КЛ 2 недопустимо по режиму работы.

Задание. Составить бланк переключений на вывод в ремонт КЛ 1 при сохранении в работе КЛ 2.



ЗАДАЧА 7. Вывод в ремонт трансформатора собственных нужд 6/0,4 кВ.

Исходная схема - см. рис.5. Вторая секция 0,4 кВ (2С) имеет источник питания, способный покрыть нагрузку как первой, так и второй секции 0,4 кВ. Секционный автоматический выключатель 0,4 кВ (САВ) нормально отключен; на него действует АВР, срабатывающий при исчезновении напряжения на первой секции (1С). На ТСН 1 действует максимальная защита и защита минимального напряжения.

Задание. Составить бланк оперативных переключений по выводу в текущий ремонт трансформатора ТСН1.

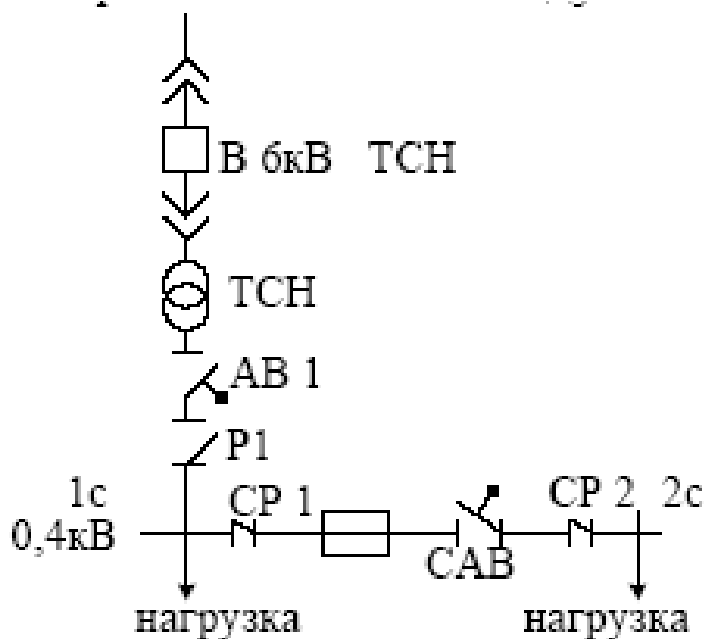


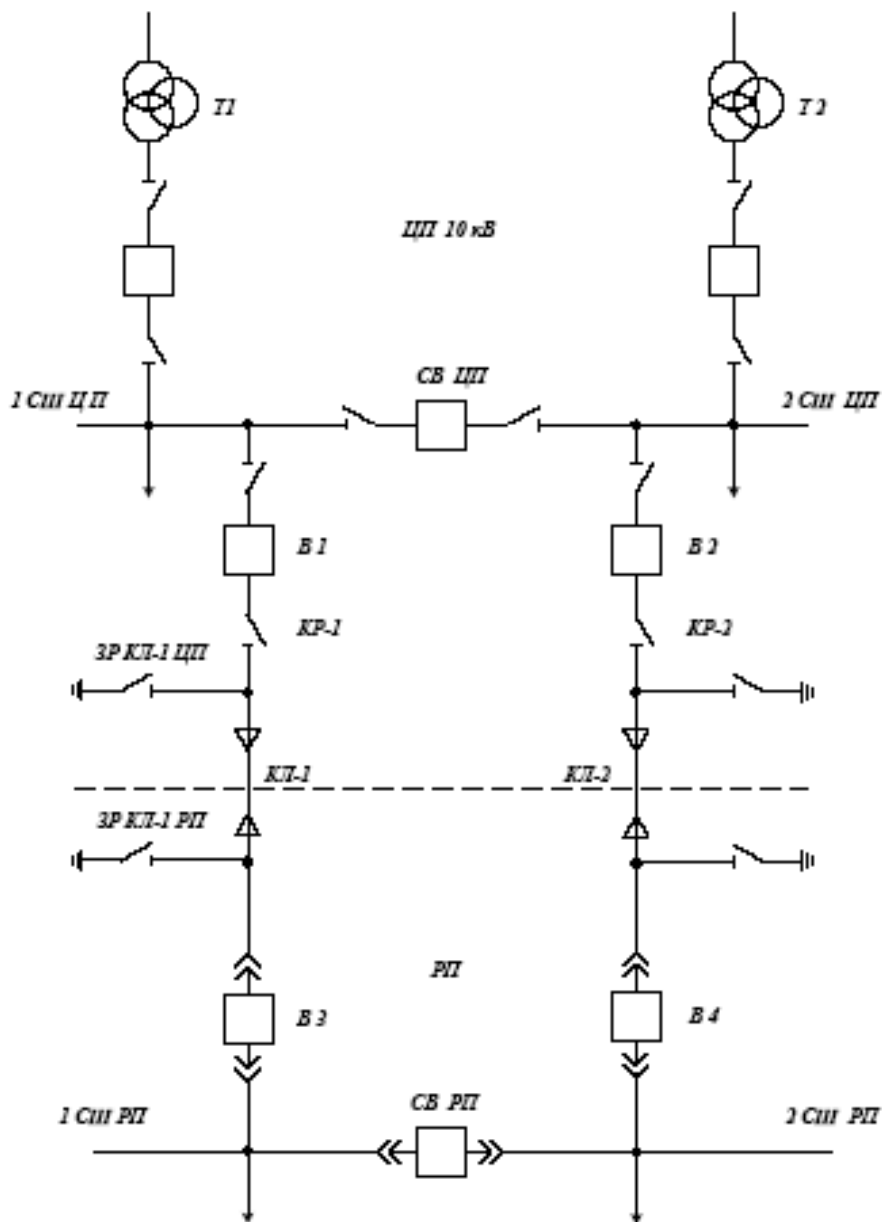
Рис. 4. Схема к задаче 6.

ЗАДАЧА 8. Вывод в ремонт питающей кабельной линии 10 кВ.

Исходная схема - см. рис.6.

Распределительная подстанция (РП) сети 10 кВ получает питание по двум кабельным линиям (КЛ 1 и КЛ2) от ЦП с трансформаторами Т 1 и Т 2 через РУ-10 кВ с двумя секциями (1С и 2С), работающими отдельно. Питающие трансформаторы имеют АРНТ, на отключенном СВ 10 кВ ЦП введен двухсторонний АВР. По режиму сети отключение одной из питающих сеть линий допустимо. Имеющийся на РП секционный выключатель (СВПР) отключен, на нем введен двусторонний АВР. На ЦП разъединители ячеек 10 кВ имеют ручные (рычажные) трехфазные приводы, на РП установлены ячейки с выкатными тележками.

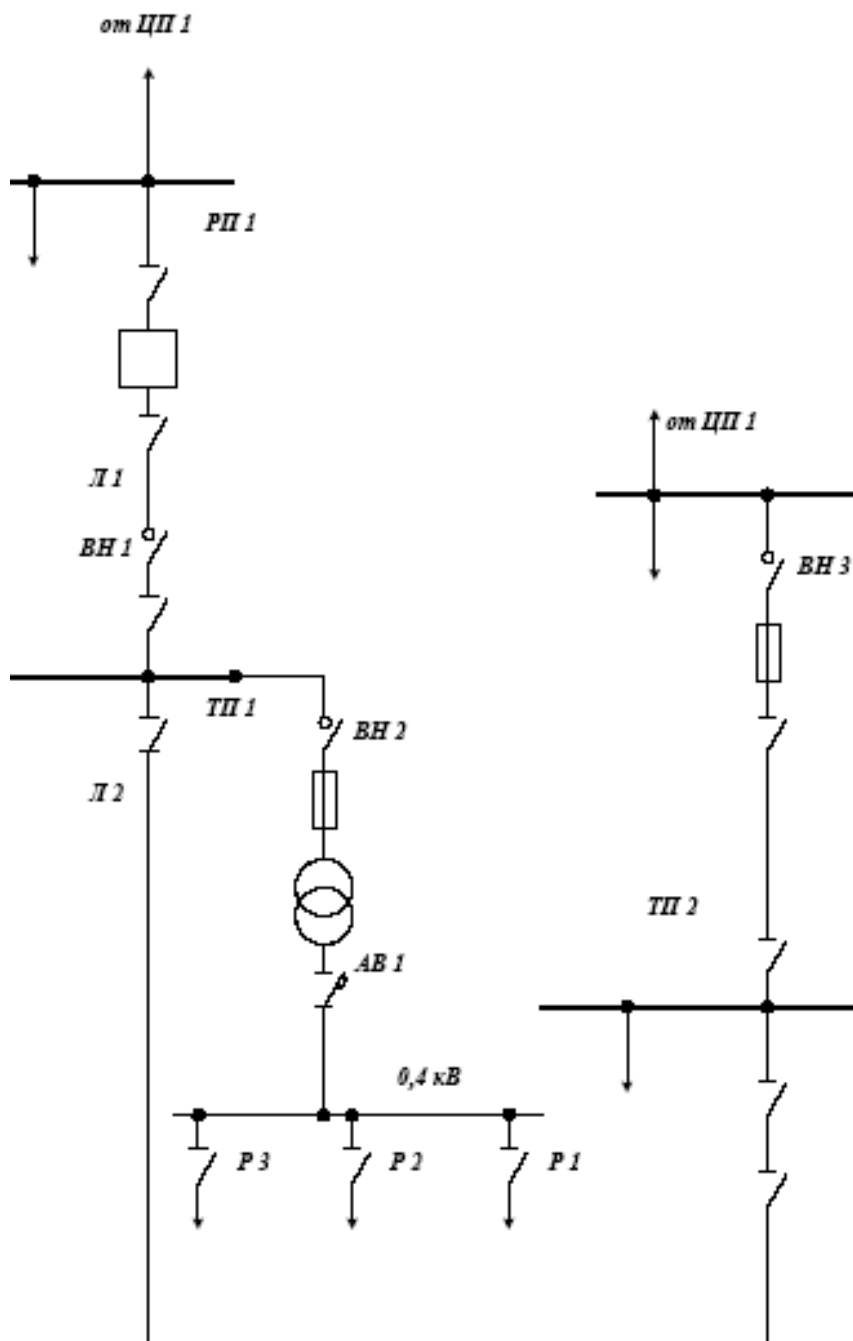
Задание. Составить бланк переключений на вывод в ремонт кабельной линии КЛ 1 (замена участка со состарившейся изоляцией).



ЗАДАЧА 9. Рис. 6. Схема к задаче 8.

Исходная схема участка распределительной сети 10 кВ представлена на рис.7. Распределительная сеть питается от двух ЦП (ЦП 1 и ЦП 2) соответственно через РП 1 и РП 2, раздел в сети - на ТП 2: выключатель нагрузки ВН 3 нормально отключен и на нем введен двухсторонний АВР. На выключателе Л1 в РП1 введено однократное АПВ.

Задание. Составить бланк переключений на вывод из работы ТП 1 для обтирки изоляции всего оборудования.



Приложение к практической работе № 30

БЛАНК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ N _____

начало _____ ч _____ мин.

Электростанция _____ дата _____ 200_ г.

Подстанция _____

Исходная схема _____

Задание _____

Последовательность производства операций при переключении

1. _____

2. _____

[illegible]

(ПОДПИСЬ)

(ПОДПИСЬ)

(ПОДПИСЬ)