Министерство образования и науки Пермского края
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Нытвенский многопрофильный техникум».

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ 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»

Профессия: 13.01.10 «Электромонтёр по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)»

Нытва 2023

Содержание

ВВЕДЕНИЕ…….

3

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ6

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ …… ……8

ПРИЛОЖЕНИЕ 1……...…….76

Методические указания для студентов по выполнению практических работ по ПМ 01 «Сборка, монтаж, регулировка и ремонт узлов и механизмов оборудования, агрегатов, машин, станков и другого электрооборудования промышленных организаций», разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 02.08.2013 года, № 802,зарегистрированным Министерством юстиции Российской Федерации20 августа 2013 г., регистрационный №29611, с изменениями, внесенными Министерством образования и науки Российской Федерации от 17 марта 2015 г., №247, зарегистрированными Министерством юстиции Российской Федерации03апреля 2015 г., регистрационный № 36, с учетом Приказа № 796 от 01.09.2022 *г.* «О внесении изменений в ФГОС СПО» и с учетом содержания рабочей программы профессионального модуля.

Утверждено:
Директор
_____ **Геберт Д.И.**
«__5__»____сентября__2023 г.

Рассмотрено и одобрено
Предметно-цикловой комиссией
общепрофессиональных дисциплин
и профессиональных модулей
Протокол № 1 от «04» сентября 2023 г.
Председатель ПЦК
_____/Мартемьянова О.А/

Организация-разработчик: Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Нытвенский многопрофильный техникум».

Разработчик: Богомягков Игорь Владимирович, преподаватель, высшая квалификационная категория.

Методические указания одобрены на заседании учебно-методического совета техникума и рекомендованы к использованию в учебном процессе.

ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации для обучающихся по выполнению практических и лабораторных занятий по профессиональному модулю ПМ.01 Сборка, монтаж, регулировка и ремонт узлов и механизмов оборудования, агрегатов, машин, станков и другого электрооборудования промышленных организаций составлены в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, рабочим учебным планом, рабочей программой ПМ и календарно-тематическим планом по профессии 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям).

Целью выполнения заданий при проведении практических и лабораторных работ является формирование профессиональных и общих компетенций в области овладения видами профессиональной деятельности:

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

Задачи, направленные на проведение практических и лабораторных работ:

- изучение основ слесарно-сборочных и электромонтажных работ;

- ознакомление с техникой безопасности и способами рациональной организации труда при выполнении слесарно-сборочных и электромонтажных работ;

- приобретение умений и навыков исследовательской работы, самостоятельной работы с приборами, инструментами, оборудованием;

- закрепление и накопление знаний учащихся, полученных на лекциях и при самостоятельном изучении литературы.

Каждая лабораторная работа имеет определенную тему, ориентирована на выполнение конкретных целей с использованием оборудования, четко обозначенным алгоритмом работы и контрольными вопросами для проверки и систематизации полученных знаний и умений. Просматривается взаимосвязь с учебной и производственной практикой.

Общие методические указания по выполнению лабораторных работ

Обучающимся предлагается изучить по методическим рекомендациям и конспекту лекций теоретические вопросы, относящиеся к теме предстоящей работы, познакомиться с содержанием и порядком выполнения работы. Перед выполнением практической или лабораторной работы студент должен изучить правила техники безопасности.

Алгоритм выполнения лабораторно-практической работы:

1) запись темы и целей работы в тетрадь;

2) повторение базовых теоретических знаний, необходимых для рациональной работы и осуществления эксперимента и других практических действий;

3) ознакомление с правилами инструктажа о соблюдении требований безопасности труда и их применении при обращении с приборами и оборудованием;

4) изучение чертежа (схемы) (как вариант);

5) выполнение работ по алгоритму действий (ходу работы);

6) внесение полученных результатов в тетрадь;

7) обобщение результатов работы в выводе к работе и составление отчета по проделанной работе;

8) запись ответов на контрольные вопросы.

Письменный отчет составляется обучающимся в процессе выполнения работы и сдается для проверки преподавателю.

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ

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

В процессе выполнения практических и лабораторных работ, обучающиеся должны овладеть следующими **умениями:**

- 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;

знаниями:

- 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.

Работа на практических и лабораторных занятиях формирует у обучающихся следующие общие и профессиональные компетенции:

Коды	Общие и профессиональные компетенции
ОК 1.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
ОК 2.	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 3.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях
ОК 4.	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.
ОК 5.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 6.	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрегиональных отношений, применять стандарты анти коррупционного поведения.
ОК 7.	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания по изменению климата, принципы бережливого производства эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
ОК 8.	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
ОК 9.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
ПК 1.1.	Выполнять слесарную обработку, пригонку и пайку деталей и узлов различной сложности в процессе сборки
ПК 1.2	Изготовлять приспособления для сборки и ремонта
ПК 1.3.	Выявлять и устранять дефекты во время эксплуатации оборудования и при проверке его в процессе ремонта
ПК 1.4.	Составлять дефектные ведомости на ремонт электрооборудования

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ МДК 01.01

№	Общие и профессиональные компетенции	Тема	Кол-во часов
	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК1.1- ПК1.2	Практическая работа № 1. Проведение измерения с использованием различного мерительного инструмента.	
	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК1.1- ПК1.2	Практическая работа № 2. Выполнение плоскостной разметки.	
	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК1.1- ПК1.2	Практическая работа № 3. Выполнение подготовительных работ.	
	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК 1.2 –ПК1.4	Практическая работа № 4. Составление технологической карты монтажа электропроводки	
	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК 1.1 –ПК1.4	Практическая работа № 5. Выполнение операции лужения и пайки проводов.	
	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК 1.1 –ПК1.4	Практическая работа № 6. Составление технологической карты выполнения опрессовки жил проводов и кабелей.	
		ИТОГО	

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ МДК 01.02

№	Общие и профессиональные компетенции	Тема	Кол-во часов
1.	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7;ПК1.2- ПК1.4	Практическая работа №1. «Расчёт сечения кабеля по допустимой длительной токовой нагрузке и потере напряжения».	2
2.	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК 1.1 –ПК1.4	Практическая работа №2. «Изучение технологии монтажа и принципиальных схем включения осветительных электроустановок».	1
3.	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7;ПК 1.2 –ПК1.4	Практическая работа №3 «Монтаж схем управления электрическим освещением»	1
4.	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК 1.1 –ПК1.2	Практическая работа № 4,5. «Выбор магнитного пускателя и контактора».	2
5.	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК 1.1 –ПК1.2	Практическая работа №6. «Выбор типа автоматического воздушного выключателя и тока его расцепителя».	2
6.	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК 1.1 –ПК1.2	Практическая работа № 7. «Расчет плавкой вставки предохранителя и выбор типа предохранителя».	1
7.	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК 1.2 –ПК1.4	Практическая работа № 8 «Изучение схем защитного отключения»	1
8.	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК 1.1 –ПК1.2	Практическая работа № 9. «Составление технологической карты выполнения опрессовки жил проводов и кабелей»	2
9.	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7;ПК 1.2 –ПК1.4	Практическая работа № 10. «Определение основных неисправностей в кабельных и воздушных линиях электропередач и способы их устранения».	2
10.	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК 1.3	Практическая работа № 11. Изучение конструкции проводов воздушных линий напряжением 0,4 кВ. и 10 кВ.	1

11.	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК 1.2, ПК 1.4.	Практическая работа № 12. Монтаж воздушной линии.	1
12.	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК 1.1 –ПК1.2	Практическая работа № 13. Монтаж контура заземления	1
13.	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК 1.1 –ПК1.2	Практическая работа № 14. Изучение защитного заземления, изучение правил измерения сопротивления изоляции.	1
14.	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК 1.2 ПК1.4	Практическая работа № 15. Устранение неисправностей в электрической схеме пуска и реверса электрического двигателя с короткозамкнутым ротором.	2
15.	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК 1.1 –ПК1.2	Практическая работа № 16. «Расчет основных параметров трехфазного трансформатора»	2
15	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК 1.1 –ПК1.2	Практическая работа № 17. Изучение электрической схемы электрической печи сопротивления	1
16	ОК 1, ОК2, ОК 4, ОК6, ОК7; ПК 1.1 –ПК1.2	Практическое занятие № 18. Изучение электрической схемы грузового лифта.	1
	ИТОГО		24

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ.

Практические и лабораторные работы знакомят студентов с устройством трансформаторов, электрических машин, электромашинных элементов электропривода, типовых схем автоматического электропривода и позволяют экспериментально проверить основные положения теории, приобрести навыки по сборке электрических схем, содержащих электрические машины, трансформаторы, пускорегулирующую аппаратуру, измерительные устройства. Непосредственное участие в экспериментах вырабатывает у студентов практические навыки по методике проведения опытов и обработке их результатов. По полученным данным лабораторного исследования студенты должны научиться оценивать свойства электрических машин и систем электропривода.

Прежде чем приступить к выполнению лабораторной работы, необходимо: тщательно изучить содержание работы и порядок ее выполнения; повторить теоретический материал; подготовить таблицы для занесения результатов наблюдений и вычислений. Студент должен иметь отдельную рабочую тетрадь для записей, необходимых для составления отчета о проделанной работе. Чтобы избежать возможных ошибок при чтении принципиальных схем и ознакомлении с лабораторными стендами, нужно знать условные обозначения и буквенные коды электротехнических элементов и устройств, соответствующих действующему стандарту.

Практические и лабораторные работы выполняются бригадами, обычно из 2 — 5 человек. При завершении работы студенты составляют отчет. Практические и лабораторная работа засчитывается, если отчет соответствует предъявляемым требованиям и если студент ответил на вопросы преподавателя. При этом студент должен знать устройство и принцип работы объекта исследования, назначение всех элементов схемы и понимать физические процессы, объясняющие полученные результаты, а также уметь объяснить порядок действий при выполнении любого эксперимента в лабораторной работе.

Лабораторные и практические работы рассчитаны на 1-4 академических часа.

Техника безопасности при проведении работ в электромонтажной мастерской.

1. Все работы по сборке или монтажу приборов, электродвигателей и электротехнических схем следует производить на рабочих местах без напряжения. Перед началом работы необходимо обеспечить сеть /вывинтить предохранитель, разомкнуть рубильник и т.п./. Надо помнить, что напряжение тока свыше 12 вольт, силой тока в 0,1 ампер в сырых и 36 вольт, в сухих помещениях при несоблюдении правил электробезопасности опасно для жизни человека.

2. Проверку собранных схем следует проводить на одном из рабочих мест, оборудованных вариатором /автотрансформатором/, а также оснащенных средствами защиты /резиновые перчатки, коврик, калоши, очки, исправная контрольная лампа-пробник/.

3. Основной причиной несчастных случаев являются оголенные провода, работа с приборами под напряжением. Включать только готовую схему можно лишь после осмотра и разрешения учителя.

До начала работы

1. Правильно надеть спецодежду /фартук с нарукавниками или халат и головной убор: берет или косынку. При этом следует тщательно подбирать волосы и заправлять концы косынки..

2. Разложить на рабочем месте инструменты индивидуального пользования в порядке, установленном учителем. На рабочем месте не должно быть ничего лишнего.

3. Проверить состояние инструментов. Ручки плоскогубцев, кусачек и т.д. должны иметь изолированное покрытие. Рукоятки отверток должны быть из изолированного материала. Пользоваться инструментами только по назначению.

4. Подготовить материалы и разложить их на рабочем месте так, чтобы все было на виду и не мешало в работе.

Во время работы

1. Монтировать или собирать электрические схемы, производить в них переключение можно лишь при отсутствии напряжения.

2. Схему собирать так, чтобы провода не перекрещивались, не были натянуты и не скрещивались петельками.

3. Припайки использовать в качестве флюса канифоль. Строго выполнять инструкцию по технике безопасности при электропаянии.

4. При работе возле электрических приборов и машин следить, чтобы руки, одежда и волосы не касались вращающихся деталей и оголенных проводов.

5. Собранную монтажную схему разрешается включать только после осмотра её учителем.

6. Запрещается проверять наличие напряжения пальцами.

7. Во всех случаях обнаружения поврежденной электропроводки, оборудования, измерительных приборов надо немедленно выключить рубильник и поставить в известность учителя.

После окончания работ

1. Выключить рубильник. Отключить схему /прибор/ от питания электротоком.

2. Измерительные приборы, инструменты положить так, как были первоначально до работы. Проверить их состояние.

3. Убрать рабочее место от отходов, пыли и лишних деталей. При уборке пользоваться сметкой – щеткой.

4. Привести в порядок и спецодежду в порядок.

МДК. 01.01. Основы слесарно -сборочных и электромонтажных работ

Практическая работа № 1.

«Проведение измерения с использованием различного мерительного инструмента»

Цель: познакомиться с рядом измерительных инструментов, используемых в электротехнической промышленности для измерения и контроля геометрических размеров деталей; получить практические навыки работы с данными инструментами.

Оборудование*:* штангенциркуль, образцы деталей, инструкция к л/р

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучите краткие теоретические сведения.

Для обеспечения высокого качества изделий необходимо, чтобы все параметры деталей (размеры, предельные отклонения форм, расположения поверхностей и др.) были выполнены с заданной точностью.

В технике эти параметры проверяют двумя способами - измерением и контролем.

Измерением называют нахождение физической величины (длины, массы, электрического сопротивления и т.д.) с помощью специальных технических средств.

При контроле обычно не находят действительные величины, а устанавливают, что они находятся в заданных пределах.

Измерения могут быть прямыми и косвенными. При прямом измерении величину находят непосредственно, например угол при измерении - угломером, длину - линейкой. При косвенном измерении величину находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям (например, находят угол по измеренным длинам катета и гипотенузы). Косвенные измерения в некоторых случаях позволяют получить более точные результаты, чем прямые.

Применяют различные методы измерений. Методом непосредственной оценки (абсолютное измерение) определяют измеряемую величину непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора. Например, определение диаметра вала микрометром, штангенциркулем.

Метод сравнения с мерой (относительное измерение) заключается в сравнении измеряемой величины с известной. При относительных измерениях определяемую величину сравнивают известной мерой, или эталоном.

К распространенным средствам измерения относятся различные штангенинструменты: штангенциркули, штангенглубиномеры и штангенрейсмасы.

Рисунок 1 - Штангенциркуль со стрелкой на круговой шкале

Рисунок 2 - Штангенциркуль с цифровой индикацией

2. Ознакомиться с устройством штангенциркуля:
а) изучить все части и их назначение (рисунок 3, а);
б) освоить устройство нониуса штангенциркуля (рисунок 3,6).

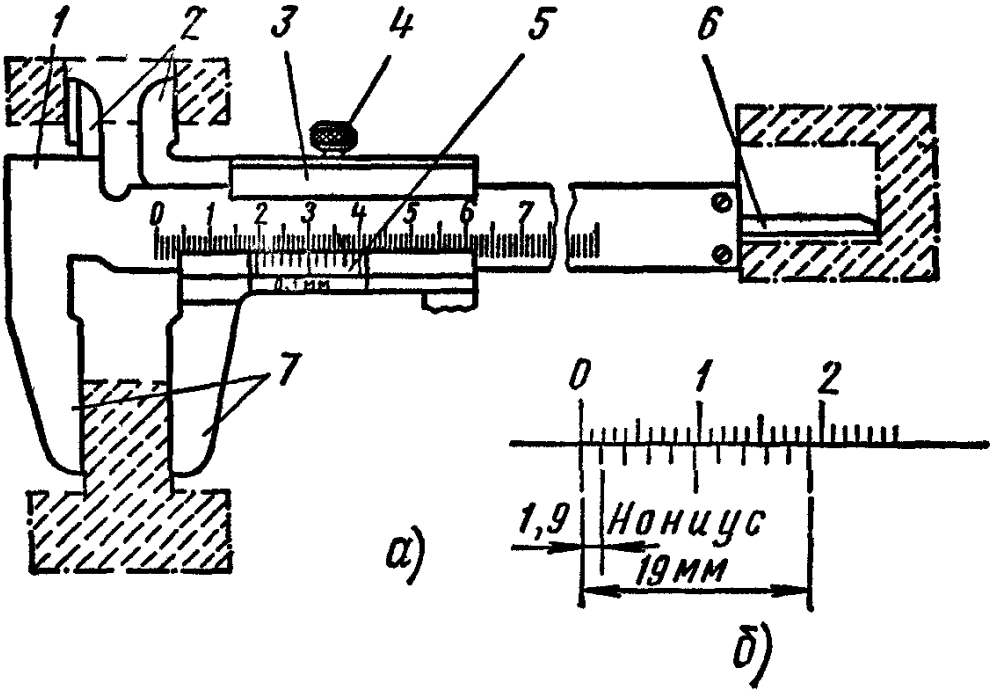


Рисунок 3 - Штангенциркуль:
а - штангенциркуль ШЦ-1: 1 - штанга, 2, 7 - губки, 3 - подвижная рамка, 4 – зажим, 6 - шкала нониуса, 6 — линейка глубиномера; б — нониус

3. Подготовить штангенциркуль к работе:

а) проверить комплектность инструмента;

б) произвести наружный осмотр: губки и торец штанги должны быть в полном порядке; на измерительных поверхностях не должно быть следов коррозии, забоин, царапин, затупленных острых концов губок или других дефектов, влияющих на точность измерения; штрихи и цифры шкал должны быть отчетливыми и ровными; проверить взаимодействие отдельных частей штангенциркуля, плавность хода рамки 3, параллельность губок 2 и 7, нет ли перекоса, тугого передвижения движка рамки;

в) проверить нулевое положение штангенциркуля: привести в соприкосновение губки штангенциркуля. Губки по всей длине должны быть параллельными. Зазора по краям губок не должно быть. Нулевой штрих нониуса должен совпадать с нулевой риской основной шкалы; размер просвета между измерительными поверхностями сведенных губок штангенциркуля оценивают при дневном освещении «на глаз». При отсутствии просвета между губками для наружных измерений или при небольшом просвете (не более 6 мкм) должны совпадать нулевые штрихи нониуса с начальным штрихом основной шкалы, если инструмент не отрегулирован, то в фактическое показание инструмента нужно вносить соответствующую поправку, равную начальной погрешности, но с обратным знаком; случае большого несовпадения нулевых штрихов необходимо отжать винты нониуса, сдвинуть нониусную пластинку до совпадения штрихов и закрепить ее винтами.

4. Выполнить измерения линейных размеров детали, предложенной преподавателем, результаты записать в тетрадь.

5. Определить с помощью штангенциркуля площадь сечения кабеля, результаты записать в тетрадь.

Площадь сечения кабеля определите по формуле $S = \pi d^2/4$

6*. Предложите метод измерения линейных размеров детали с наибольшей точностью.

Контрольные вопросы:

1. Укажите, какую роль играют измерения?

2. Расскажите в чем принципиальная разница между измерением и контролем размеров детали?

3. Перечислите основные методы измерений.

4. Каковы устройства и виды штангенинструментов?

Практическая работа № 2

«Выполнение разметки плоскостной»

Цель: научиться приемам разметки плоских деталей, отысканию центров и накерниванию разметочных рисок.

Оборудование: линейки измерительные; чертилки; циркули; транспортиры; разметочные центроискатели; шаблоны; слесарные молотки массой 200 г, кернеры.

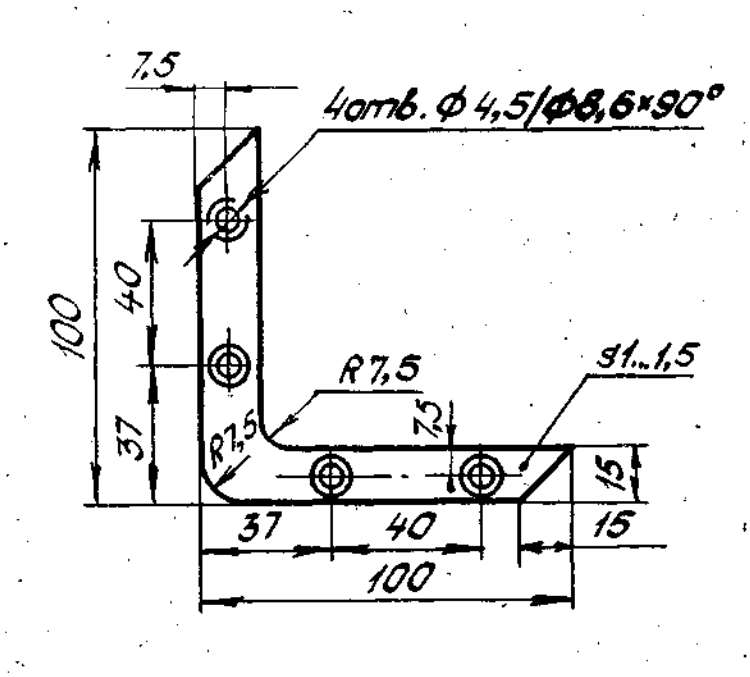
Содержание и порядок выполнения работы:

1. Подготовить поверхность заготовки к разметке: размечаемые места зачистить шкуркой.

2. Изучить чертежные размеры детали, измерить заготовку и учесть удаление дефектов при обработке.

3. Наметить план разметки — способ и порядок разметки, определить поверхности — базы, от которых надо откладывать размеры.

4. Согласно чертежа провести разметку детали, используя заготовку.



5. .В тетради ответить на контрольные вопросы.

6*. Укажите виды и причины возможного брака при разметке.

Контрольные вопросы:

1. Укажите, для чего применяется разметка?

2. Дайте определение припускам на обработку?

3. Расскажите, как надо выбирать разметочную базу при разметке? Какое минимальное количество баз должно быть?

4. Зарисуйте в своей тетради чертилку, опишите ее назначение и особенности конструкции,

5. Опишите в вашей тетради последовательность действия при подготовке деталей к разметке.

6. Поясните, почему разметочные риски надо проводить только один раз?

7. Укажите, каковы особенности нанесения разметочных рисок на деталях из алюминия и его сплавов?

Практическая работа № 3

«Выполнение подготовительных работ».

Виды и типы напильников, выбор по назначению»

Цель: Изучить правила организации рабочего места слесаря. Научиться приемам Опиливания и выбору инструментов по назначению.

Оборудование: линейки измерительные; чертилки; циркули; транспортиры; разметочные центроискатели; шаблоны; слесарные молотки массой 200 г, кернеры.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучите краткие теоретические сведения.

Опиливание и зачистка металлических деталей

Опиливание производится с помощью напильников и надфилей; зачистка чаще всего осуществляется абразивными кругами, брусками, шкурками, иногда используются проволочные щетки.

Процесс опиливания заключается в основном в опиливании деталей по контуру, для удаления заусенцев, забоин, образовавшихся при рубке (резке), в устранении дефектов на плоскостях (если технические условия позволяют такие исправления), снятии припусков под размер, опиливании плоскостей сложных поверхностей, выступов, пазов при подгонке деталей во время сборки. Но в любом случае после опиливания поверхности подвергаются зачистке.

В том случае, если нужно удалить слой металла более 0,2 мм, опиливание считается грубым; от 0,1 до 0,2 мм – средним; до 0,1 мм – тонким.

От того, какая обработка требуется, зависит выбор напильника по номерам:

- №0;1 – драчёвые напильники с крупной насечкой, 5-12 зубьев на 10 мм;

- №2;3 – личные напильники, 13-26 зубьев на 10 мм;

- №4;5 – бархатные напильники, 42-80 зубьев на 10 мм.

Самый маленький напильник – надфиль.

Выбор напильника по длине зависит от величины детали: он должен быть длиннее обрабатываемой плоскости, как минимум, на 150 мм.

Выбор формы напильника зависит от поверхности: ровные поверхности опиливают плоскими напильниками, сопряженные (углы между ними) – квадратными, ромбическими, треугольными, криволинейные – круглыми и полукруглыми (см. рис. 9).

Плоские напильники (см. рис.1) применяются для опиливания наружных или внутренних плоских поверхностей и для пропиливания шлицев и канавок.

Полукруглые напильники (см. рис.1) предназначены для обработки криволинейных поверхностей и углов более 30°.

Квадратные напильники (см. рис.1) применяют для пропиливания квадратных, прямоугольных и многоугольных отверстий.

Трехгранные напильники (см. рис.1) используются для опиливания углов 60° и более как с внешней стороны детали, так и в пазах, отверстиях и канавках.

Круглые напильники (см. рис.1) применяются для пропиливания круглых и овальных отверстий и вогнутых поверхностей небольшого радиуса.

Рисунок1 – Виды напильников.

Для более качественной обработки (и для повышения производительности) опиливание лучше всего производить перекрестными проходами (рис. 2).

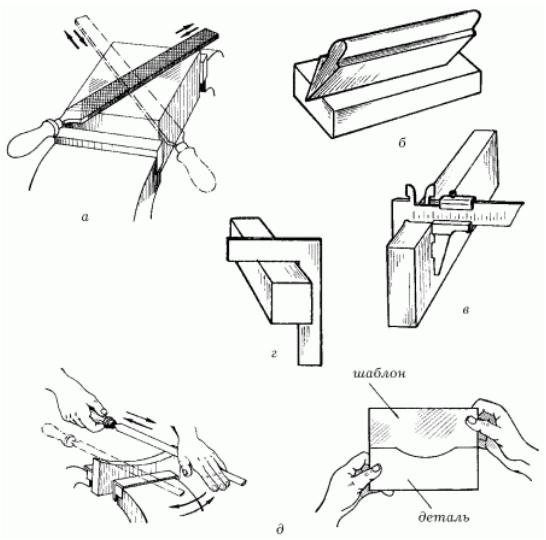


Рис. 2 – Опиливание поверхностей и контроль за качеством работ: а – перекрестное опиливание; б – контроль отклонений от плоскости и прямолинейности; в – контроль отклонений от параллельности; г – контроль отклонений от перпендикулярности; д – контроль криволинейных поверхностей по шаблону.

В том случае, если с поверхности детали нужно снять лишь выступающие части, опиливание производится круговыми движениями.

Во время работы рукоятка напильника должна опираться на центр ладони правой руки, а пальцы левой руки нужно расположить поперек напильника на расстоянии 20–30 мм от его носика (будет удобнее, если пальцы слегка согнуть, но не свешивать до рабочей плоскости напильника) (рис.3).

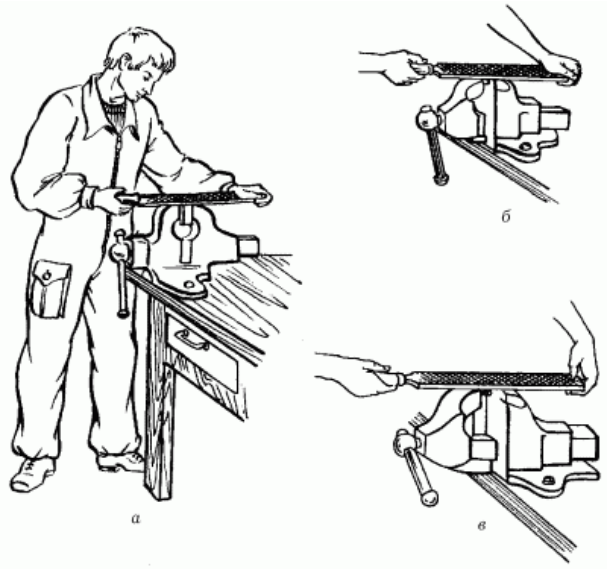


Рисунок 3 – Правильное положение слесаря (а) и положение его рук при грубом (б) и при чистом (в) опиливании.

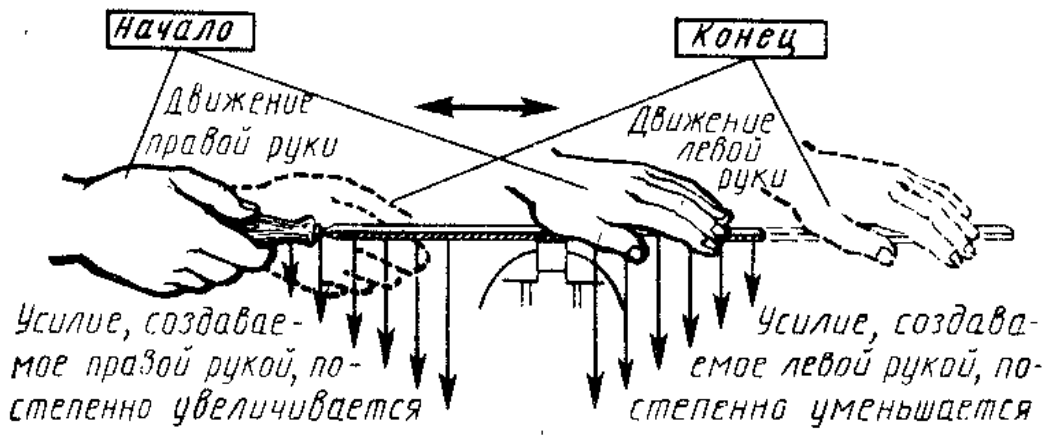
Движения напильником должны быть строго горизонтальными относительно обрабатываемой поверхности (рабочий ход – вперед, от себя, холостой ход – назад, к себе); темп движений – от 40 до 60 поступательно-возвратных движений в минуту. Производить движения следует обеими руками, распределяя силу давления на инструмент следующим образом:

– начало рабочего хода – основной нажим левой рукой, правая лишь поддерживает напильник в горизонтальном положении;

– середина рабочего хода – сила нажима обеими руками одинакова;

– конец рабочего хода – левая рука поддерживает напильник в горизонтальном положении, а основная нагрузка приходится на правую руку;

– холостой ход – напильник от опиливаемой поверхности не отрывается, но сила нажима минимальная.



Если во время работы напильник скользит, надо прочистить его стальной щеткой вдоль насечек.

Деталь, подлежащую опиливанию, зажимают между накладками тисков так, чтобы обрабатываемая поверхность выступала над губками на высоту 5–10 мм. При опиливании тонкой детали ее следует крепить на деревянном бруске деревянными пластинками, обеспечивающими неподвижность детали (рис. 4).

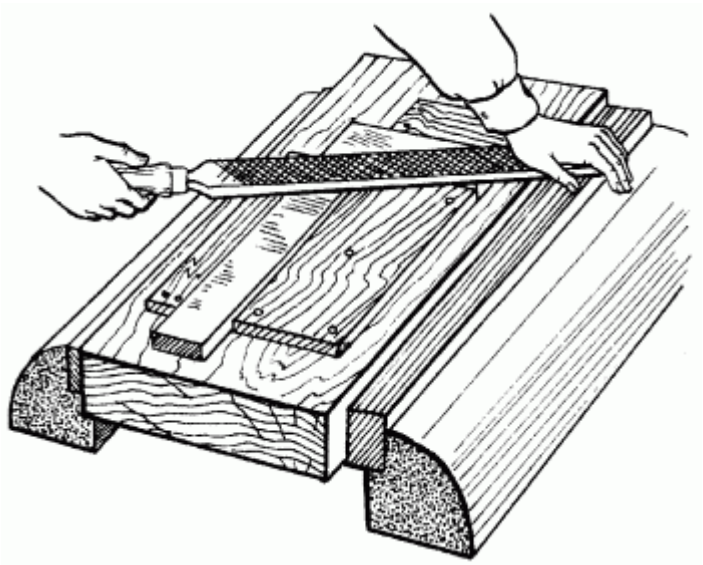
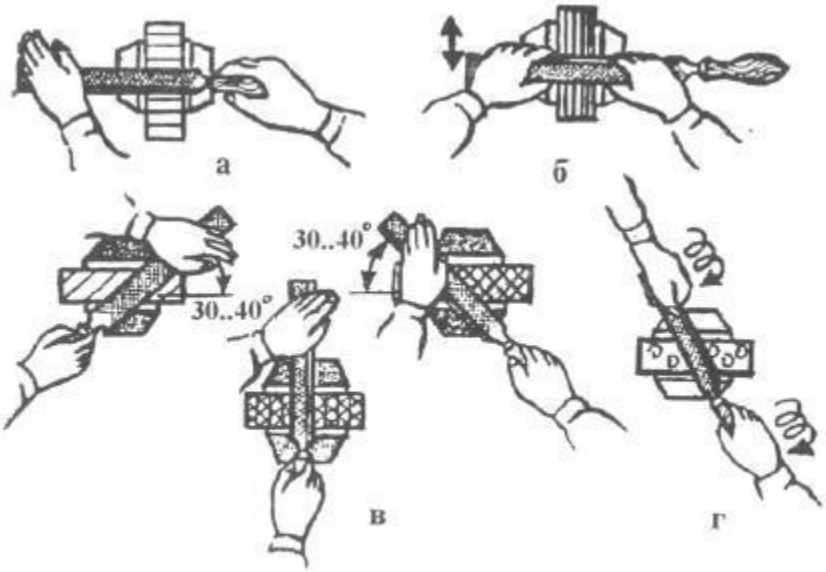


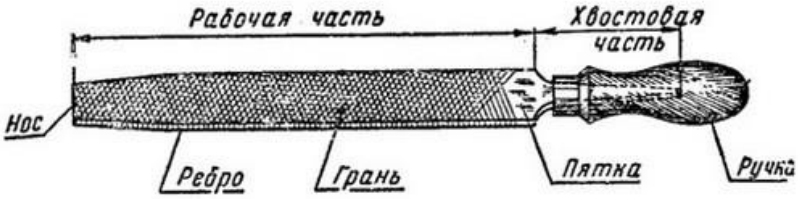
Рисунок 4 – Опиливание детали из тонкого металла.

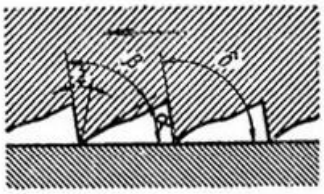
Существенное значение имеет положение слесаря в момент опиливания по отношению к обрабатываемой детали. Он должен располагаться сбоку тисков на расстоянии около 20 см от верстака так, чтобы корпус был прямым и повернутым под углом 45° к продольной оси тисков. Упор нужно делать на левую ногу.

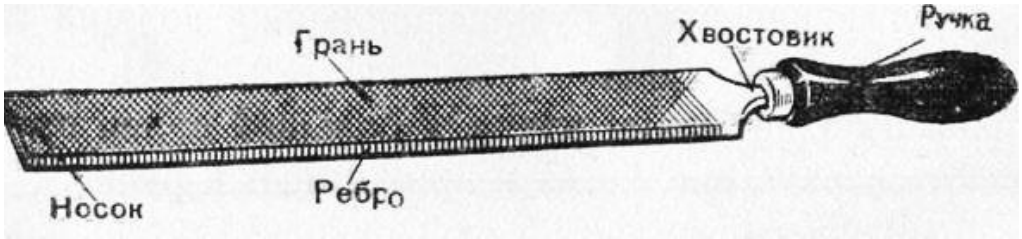


Рисvнок ›иемы опиливания заготовок: а — поперечное; б — продольное; в — перекрестное; г — круговое

В ходе операции опиливания периодически осуществляют проверку качества поверхностей. Контроль опиливания производится обычно с помощью проверочных линеек и проверочных плит методом «световой щели» или «на краску» (см. рис.5, в, г).

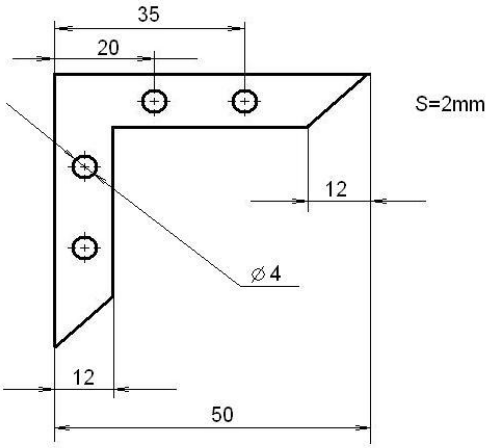






Класс напильника	Припуск на обработку	Слой металла, снимаемый за один ход	Достигаемая точность обработки
Драчевый № 0 и 1	0,5–12	0,1–0,2	0,25–0,6
Личной № 2 и 3	0,1–0,3	0,02–0,03	0,02–0,005
Бархатный № 4 и 5	0,025–0,05	0,025–0,01	До 0,01

Типы напильников	Номер насечки	Длина								
		100	125	150	200	250	300	350	400	450
		Размеры сечения								
Плоские	0–5	12×3	16×4	18×4,5	22×5,5	28×7	32×8	36×9	40×10	45×11
Квадратные	0–5	4	5	6	8	10	12	16	18	20
Трехгранные	0–5	8	10	12	16	18	20	22	25	28
Ромбические	1–3	12×3	16×4	18×4,5	22×5,5	28×7	32×9	36×12	–	–
Овальные	0–5	8×5,5	10×7	12×9	14×10	18×12	22×16	25×18	28×22	–
Линзовые	0–5	12×3	16×4	18×4,5	12×5,5	25×7	28×9	31×11	–	–
Полукруглые	0–5	10×3	12×4	16×5	20×6	25×8	32×10	36×11	20×12	45×14
Полукруглые широкие	0–5	–	–	–	28×5	32×5,5	36×6	40×7	–	–
Круглые	0–5	4	5	6	8	10	12	16	18	20



Технический рисунок

2. Подобрать заготовку L>=51x51.

3. Выбрать напильники и инструмнты.

4. Опилить базовую поверхность

Опилить поверхность перпендикулярную базовой (выдержать угол 90 град.)

5. Разметить заготовку согласно чертежу

6. Вырезать контур угольника с припуском 1мм

7. Опилить внутренние поверхности (выдержать угол 90;45 град.)

Правила ручного опиливания плоских, вогнутых и выпуклых поверхностей

1. Перед началом работы необходимо проверить соответствие конфигурации и размеров заготовки требованиям чертежа.

2. Необходимо прочно закреплять заготовку в тисках.

3. При выполнении чистовых отделочных операций опиливания необходимо пользоваться накладными губками.

4. Следует выбирать номер, длину и сечение напильника в соответствии с техническими требованиями к обработке

Типичные дефекты при опиливании металла, причины их появления и способы предупреждения

Дефект	Причина	Способ предупреждения
«Завалы» в задней части плоскости детали	Тиски установлены слишком высоко	Отрегулировать высоту тисков по росту
«Завалы» в передней части плоскости детали	Тиски установлены слишком низко	То же
«Завалы» опиленной широкой плоскости детали	Опиливание выполнялось только в одном направлении	При опиливании широкой плоской поверхности последовательно чередовать продольное, поперечное и перекрестное опиливание

«Выбор и гибка труб для прокладки кабеля».

Цель: научиться пользоваться инструментами и приспособлениями для гибки металла.

Оборудование: Детали или заготовки различной формы (материал - сталь конструкционная): полосы 5х10 мм, круглого сечения 8-12 мм, листы толщиной 1,5-3 мм, длиной не более 300 мм; правильные плиты; приспособления для гибки; бруски; гладилки; плиты поверочные; молотки со вставными бойками; деревянные молотки (киянки), металлические накладки.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучите краткие теоретические сведения

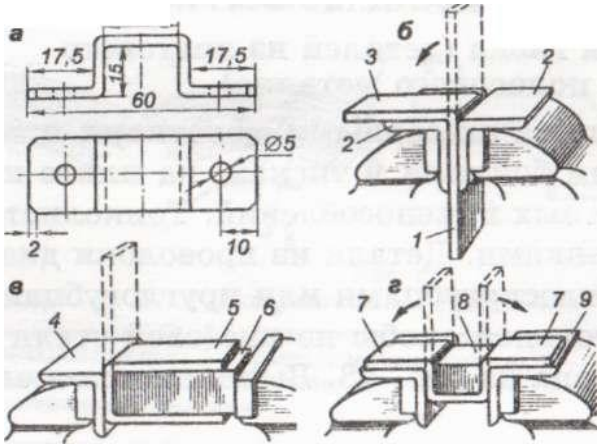
Гибка - способ обработки давлением, при котором заготовке или её части придаётся изогнутая форма.

Гибке подвергаются только пластичные материалы. Сущность гибки состоит в том, что под действием сил, превышающих внутренние силы упругости металла, заготовка пластически деформируется и одна её часть перегибается по отношению к другой на заданный угол.

Для гибки труб применяют наполнители которые предотвращают дефекты. Наполнитель оказывает давление на внутреннюю поверхность стенки трубы и препятствует изменению формы поперечного сечения. В качестве наполнителей при гибке труб используются жидкости и сыпучие материалы.

При гибке заготовки различные слои её в поперечном сечении ведут себя по разному. Слои на выпуклой части заготовки растягиваются, на вогнутой - сжимаются, а в средней не изменяют своей длины, и длина его до и после гибки остаётся постоянной. Поэтому средний слой - нейтральная линия может быть использован для определения длины заготовки изогнутой детали.

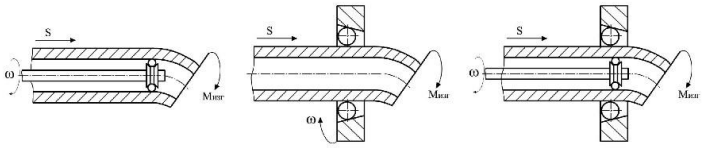
Развальцовка труб заключается в увеличении диаметра конца трубы или придания ему конической формы. Применяется при подготовке труб к образованию разъёмных и неразъёмных



соединений.

Технология сгиба трубы

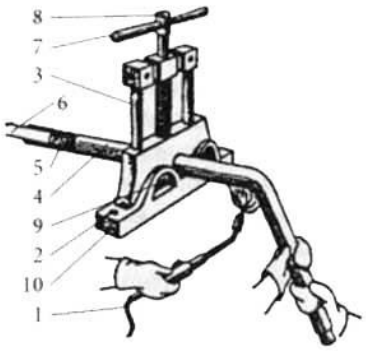
СПОСОБ ГИБКИ С РАСКАТЫВАНИЕМ– ОБКАТЫВАНИЕМ



ПРОЦЕСС ДЕФОРМАЦИИ ТРУБЫ

Схема деформации трубы при раскатывании

Схема деформации трубы при обкатывании



Горячее сгибание труб с помощью прижима: 1 — горелка; 2 — болт крепления прижима; 3 — колонна; 4 — изгибаемая труба; 5 — песок; 6 — пробка; 7 — рычаг; 8 — прижимной винт; 9 — призма; 10 — корпус

Для того чтобы согнуть металлическую трубу, изготовленную из стали, вам понадобятся следующие инструменты и материалы:

- газовая горелка;
- резиновая киянка;
- тиски;
- песок;
- колышки из дерева;
- кирпичные или деревянные опоры.

Для сгиба любых стальных труб подходит один и тот же способ. Вот порядок действий:

- первое, что мы делаем, фиксируем металлическую трубу в тисках;
- затем нагреваем при помощи газовой горелки место сгиба (показателем достаточного нагрева будет красный цвет металла);
- произвести изгиб, т.е. загибаем (исключение для такого способа составляют оцинкованные трубы).

2. Определить по чертежу (рисунок 1, а) длину заготовки, добавив припуск 0,5 толщины полосы на каждый загиб под прямым углом без закругления внутри.

3. Отметить длину заготовки, добавив припуск 1 мм на обработку каждого торца полосы, и обрубить зубилом.

4. Выправить заготовку на плите. Опилить в размер по чертежу.

5. Нанести риски загиба, зажать заготовку в тисках на уровне риски загиба между угольниками - нагубниками и ударами молотка отогнуть конец заготовки (рисунок1, б) — первый загиб. Загнуть второй конец — второй загиб (рисунок 2, в). Снять заготовку и разметить длину лапок на загнутых концах.

6. Установить в тиски второй угольник и, вложив в скобу оправку, зажать в тисках. Риски загиба должны совпадать с ребрами угольников (рисунок1, г), отогнуть первую и вторую лапки, делая третий и четвертый загибы. Проверить точность углов угольником. Снять заусенцы напильником и опилить в размер лапки скобы.

7. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Почему изогнутая заготовка не принимает исходное состояние?

2. Как деформируются наружный, средний и внутренний слои изогнутой части детали?

3. Почему длину заготовки для изогнутой детали определяют по длине нейтральной линии?

4. Какой припуск оставляют при загибе под прямым углом без закругления?

5. Определить длину нейтральной линии при загибе с радиусом г под углом 45°; 90°.

6. Определить минимально допустимый радиус гибки дюралюминия толщиной 0,8 мм; латуни толщиной 1 мм.

7. Какими инструментами гнут мягкие и тонколистовые металлы?

8. Как определить длину заготовки для изготовления втулки из листовой стали толщиной 2 мм? Внутренний диаметр втулки 10 мм.

9. Для чего применяют наполнители при гибке труб?

10. Определить длину нагреваемого участка трубы диаметром d при гибке под углом 60'.

11. Определить минимальный радиус гибки трубы диаметром 150 мм с нагревом.

12. Как гнут трубы, имеющие сварочный шов на боковой поверхности?

13. Какие трубы гнут в холодном состоянии без наполнителя?

14. Укажите температуру отжига медных труб перед гибкой: 300-400°С; 550-600°С; 600-700°С; 750-800°С.

15. Как проконтролировать овальность трубы после гибки?

«Выбор инструмента и приспособлений для сверления отверстий большого и малого диаметра в различных материалах»

Цель: научиться наладке и настройке вертикально-сверлильного станка, приемам сверления отверстий на станках и ручными сверлильными машинами, производить заточку сверл и выполнять различные виды сверлений.

Оборудование: Детали или заготовки различной формы (материал - сталь конструкционная); вертикально-сверлильный станок; ручные тисочки; сверла различных размеров, слесарные молотки.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучите краткие теоретические сведения.

Сверлением называют образование отверстий в сплошном материале путем снятия стружки с помощью сверла, совершающего вращательное и поступательное движения.

Увеличение диаметра имеющегося отверстия называют рассверливанием. Отверстия из-под сверла применяют для: размещения крепежных деталей (винтов, болтов, заклепок, шпилек); нарезания внутренней резьбы; улучшения качества отверстия с помощью зенкерования и развертывания. Точность отверстия из-под сверла — 10 и 11 квалитет. Шероховатость поверхности R_z = 320-80 мкм.

Сверла. Существуют различные конструкции сверл: перовое, спиральное, центровочное, для глубокого сверления и др. Изготавливаются из инструментальных углеродистых, быстрорежущих и легированных сталей. Могут оснащаться пластинками из твёрдых сплавов.

Сверло представляет собой двухзубьш (двухлезвийный) размерный режущий инструмент, состоящий из двух основных частей: хвостовика и рабочей части. Хвостовик сверла предназначен для его крепления. Хвостовики могут быть цилиндрическими — для свёрл диаметром от 0,1 до 20 мм и коническими от 6 до 80 мм. Конический хвостовик имеет лапку, фиксирующую сверло от проворачивания и служащую упором при удалении сверла из шпинделя станка или дрели. Цилиндрические хвостовики могут иметь поводок для дополнительной передачи крутящего момента сверлу от шпинделя.

Режимы резания при сверлении и их выбор. При сверлении сверлу сообщают два движения — вращательное, которое называют главным (рабочим) или движением резания и поступательное, направленное вдоль оси. Соотношение этих движений может изменяться в широких пределах в зависимости от диаметра сверла, материала детали и сверла и других факторов.

Для характеристики процесса сверления вводят понятие — режим резания. Под режимом резания понимают определенное сочетание скорости резания, подачи и глубины резания.

Скорость резания — это путь, проходимый в направлении главного движения наиболее удаленной от оси инструмента точкой режущей кромки в единицу времени.

$V = \pi\ d\ n/1000$ (м/мин),

где $\pi = 3{,}14$;

d — диаметр сверла (мм);

n — частота вращения сверла (об/мин).

Так как диаметр сверла измеряют в мм, а скорость резания определяют в м/мин произведение $\pi\ d\ n$ необходимо разделить на 1000. Величина скорости резания зависит от обрабатываемого материала, материала сверла и формы его заточки, подачи, глубины резания и охлаждения. Все перечисленные факторы влияют на температуру нагрева сверла и, следовательно, на его стойкость (способность противостоять износу).

Необходимо помнить, что при увеличении диаметра сверла или твердости обрабатываемого материала скорость резания надо снижать. Так при сверлении на станках она задается путем установок частоты вращения шпинделя. Допускаемая величина скорости резания определяется экспериментально и приводится в справочных таблицах.

Подача S — величина перемещения сверла вдоль оси за один оборот, измеряется в мм/об. Так как сверло имеет два зуба, подача на каждый зуб составляет S/2. От выбора подачи зависит производительность при сверлении и стойкость инструмента. Выгоднее работать с большой подачей и меньшей скоростью резания — при этом медленнее изнашивается сверло.

Рекомендуемые значения подач и скорости резания при сверлении с охлаждением сверла приведены в таблице.

Диаметр сверла из быстрорежущей стали, мм	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин		
		Сталь	Чугун	Латунь
от 5 до 10	0,15-0,2	20-30	20-25	25-30
от 10 до 20	0,15-0,25	25-35	25-35	30-40
свыше 20	0,05-0,15	30-35	30-35	35-40

Для твердосплавных инструментов скорость резания может быть увеличена в 3-4 раза.

Глубина резания t, мм — толщина слоя металла, в направлении радиуса снимаемая сверлом. При сверлении отверстий в сплошном материале t - d/2.

При рассверливании отверстий t = (d - D)/2, где d — диаметр сверла, D — диаметр рассверливаемого отверстия.

При выборе режимов резания в первую очередь по таблицам подбирают наибольшую подачу в зависимости от требуемого качества обрабатываемой поверхности (чем толще стружка, тем выше шероховатость), прочности сверла и станка. Затем устанавливают такую минимальную скорость резания, при которой стойкость инструмента между переточками будет наибольшей. Режимы резания приводятся в справочниках или таблицах.

2. Составьте текстовую таблицу «Основные элементы спирального сверла» по форме:

Элемент	Назначение

3. Определите какой угол должна составлять продольная ось сверла с образующей шлифовального круга при заточке сверла, если угол при вершине сверла 90°.

4. Определить частоту вращения сверла, если скорость резания V = 31,4 м/мин, а диаметр сверла d = 10 мм.

5. Определить глубину резания при сверлении отверстия сверлом d = 8 мм; сверлом d = 16 мм.

6. Выполните сверление металла на станке (диаметр отверстия - по указанию преподавателя), выбрать при этом диаметр сверла.

7*. Укажите виды и причины возможного брака при сверлении металла.

Контрольные вопросы:

1. Почему диаметр рабочей части спирального сверла неодинаков у режущей части и у хвостовика?

2. Укажите, какой хвостовик имеют сверла диаметром 2; 5; 6; 10; 20; 30 мм.

3. Как влияет угол подъема винтовой линии канавки сверла на прочность инструмента?

4. Как влияет угол при вершине сверла на прочность инструмента и процесс резания?

5. Как при сверлении можно определить начало затупления сверла?

6. Какими инструментами контролируют качество заточки сверл? Какие параметры сверл при этом контролируют?

7. В чем преимущество пневматических сверлильных машин перед электрическими?

8. Как удерживается конический хвостовик в конусном отверстии?

9. Как устанавливается и удаляется сверло с коническим хвостовиком?

10. В какой точке режущей кромки измеряют скорость резания?

11. Как выбрать величину подачи и скорость резания при сверлении, чтобы сверло меньше изнашивалось?

12. Почему при сверлении одиночного отверстия его размечают двумя концентричными окружностями? Какой диаметр этих окружностей?

13. Как выполняют пробное сверление при сверлении отверстий по разметке?

14. Как сверлят отверстия на цилиндрической поверхности?

15. Зачем устанавливают вкладыш при сверлении полых деталей?

16. Почему при сверлении нержавеющих сталей на режущих кромках сверл делают канавки?

17. Почему рекомендуются большие подачи сверла при сверлении термопластичных пластмасс?

Практическая работа № 4.

«Составление технологической карты монтажа электропроводки»

Цель: Изучить правила и составляющие требования к технологическим картам; научиться выбирать и подготавливать материалы и приспособления; научиться подготавливать жилы для оконцевания; освоить правила эксплуатации.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучите краткие теоретические сведения.

Технологические карты имеют своим назначением обеспечение правильной организации и передовой технологии монтажного процесса при выполнении работ по монтажу отдельных элементов электротехнического узла или по монтажу отдельных узлов электротехнических устройств.

Технологические карты на сложные работы и на работы, выполняемые новыми методами, не получившими широкого распространения, должны разрабатываться в составе ППР.

В технологических картах должны быть разработаны следующие разделы:

- Организация и технология выполнения монтажных процессов (схема организации работ и рабочих мест с указанием фронта работ; основные указания о последовательности и методах выполнения работ; специальные требования по технике безопасности).

- Материально-технические ресурсы (ведомость необходимых монтажных материалов, ведомость монтажных изделий и конструкций, механизмов, приспособлений и инструмента).

- Калькуляция трудовых затрат.

Типовые технологические карты способствуют внедрению единых форм ведомостей, графиков и таблиц, разрабатываемых в составе конкретных технологических карт, и значительно облегчают работу по их составлению, ограничивая ее внесением в типовые карты изменений, вызванных специфическими особенностями конкретной монтажной площадки (схемы такелажа оборудования, расстояния их места разгрузки оборудования до монтажной зоны, наличие механизмов и др.).

2. составить технологическую карту монтажа электропроводки на примере своей квартиры.
3. Заполнить Акт

АКТ
технической готовности электромонтажных работ

Комиссия в составе: представителя строительной организации _____

_____
(должность, фамилия, и., о.)

представителя заказчика _____
(должность, фамилия, и., о.)

представителя электромонтажной организации

_____
(должность, фамилия, и., о.)

произвела осмотр смонтированного электрооборудования.

1. Электромонтажной организацией выполнены следующие работы: _____

_____
(перечень, основные технические характеристики, физические объемы)

_____

2. Электромонтажные работы выполнены в соответствии с проектом, разработанным

_____
(проектная организация)

3. Отступления от проекта перечислены в Приложении 1 к акту.

4. Комиссия проверила техническую документацию (Приложение 2), предъявленную в объеме требований ПУЭ, СНиП 3.05.06-85.

5. Индивидуальные испытания электрооборудования _____
(проведены/не проведены)

6. Остающиеся недоделки, не препятствующие комплексному опробованию, и сроки их устранения перечислены в Приложении 3.

7. Ведомость смонтированного электрооборудования приведена в Приложении 4.

8. Заключение.

8.1. Электромонтажные работы выполнены по проектной документации согласно требованиям СНиП 3.05.06-85 и ПУЭ.

8.2. Настоящий акт является основанием для:

а) организации работы комиссии о приемке оборудования после индивидуальных испытаний;

б) непосредственной передачи электроустановки заказчику (генподрядчику) в эксплуатацию

Представитель заказчика _____
(подпись)

Представитель генерального подрядчика _____

	_____ (подпись)
Представитель электромонтажной организации	_____ (подпись)
Сдали*	Приняли
_____ (подпись)	_____ (подпись)

Практическая работа № 5.

«Выполнение операции лужения и пайки проводов»

Цель: научиться выполнять выбор припоя и флюса для лужения и пайки кабеля.

Оборудование: Паяльник, бокорезы, пинцет, отвёртки, плоскогубцы, линейка, напильники, ПОС – 40, спиртоканифоль.

Связь с темой программы практического обучения: с учебной практикой (производственным обучением) – Раздел 1 «Общетехническая подготовка», тема 1.1. «Слесарные и слесарно-сборочные работы»

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучите краткие теоретические сведения.

Паяные соединения — неразъемные соединения, образуемые силами молекулярного взаимодействия между соединяемыми деталями и присадочным материалом, называемым припоем. Припой-сплав (на основе олова, меди, серебра) или чистый металл, вводимый в расплавленном состоянии в зазор между соединяемые деталями. Температура плавления припоя ниже температуры плавления материалов деталей. По конструкции паяные соединения подобны сварным (рис. 1, *а* - *в*). преимущественное применение имеют соединения внахлестку. Стыковое соединение и соединение втавр применяют при малых нагрузках.

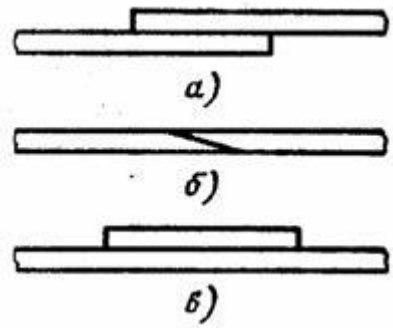


Рисунок 1

Пайка позволяет соединят не только однородные, но и разнородные материалы: черные и цветные металлы, сплавы, керамику, стекло и др.

При пайке поверхности деталей очищают от окислов и обезжиривают с целью получения хорошей смачиваемости поверхности припоем качественного заполнения им зазоров. Нагрев припоя и деталей в зависимости от их размеров осуществляют паяльником, газовой горелкой, электронагревом, в термических печах и др. Для уменьшения вредного влияния окисления поверхности деталей при пайке применяют флюсы (на основе буры, канифоли, хлористого цинка), а также паяют в вакууме или в среде нейтральных газов (аргон). Расплавленный припой растекается по нагретым поверхностям стыка деталей и при охлаждении затвердевает, прочно соединении детали.

Размер зазора в стыке определяет прочность соединения. При малом зазоре лучше проявляется эффект капиллярного течения припоя, процесс растворения материалов деталей

в расплавленном припое распространяется на всю толщину паяного шва (прочность образующегося раствора на 30…60% выше прочности припоя).

Размер зазора принимают 0,03…0,2 мм в зависимости припоя (легкоплавкий или тугоплавкий) и материала деталей.

Припой с температурой плавления до 400 °С называют легкоплавкими. Наиболее широкое применение имеют оловянные-свинцовые, оловянно-свинцовые сурьмянистые припои (ПОС90, ПОС61). Эти припои не следует применять для соединений, работающих при температуре свыше 100 °С или подверженных действию ударных нагрузок.

Припои с температурой плавления свыше 400 ^{0}С называют тугоплавкими (серебряные или на медной основе). Припой на медной основе (ВПр1, ВПр2) отличаются повешенной хрупкостью, их применяют для соединения деталей, нагруженных статической нагрузкой. Серебряные припои (ПСр40, ПСр45) применяют для ответственных соединений. Они устойчивы против коррозии и пригодны для соединения деталей, воспринимающих ударную и вибрационную нагрузки.

Достоинством паяных соединении является возможность соединения разнородных материалов, стойкость против коррозии, возможность соединения тонкостенных деталей, герметичность, малая концентрация напряжений вследствие высокой пластичности припоя. Пайка позволяет получать соединения деталей в скрытых и труднодоступных местах конструкции.

Недостатком пайки по сравнению со сваркой является сравнительно невысокая прочность, необходимость малых и равномерно распределенных зазоров между соединяемыми деталями, что требует их точной механической обработки и качественной сборки, а также предварительной обработки поверхностей перед пайкой.

Применение паяных соединений в машиностроении расширяется в связи с внедрением пластмасс, керамики и высокопрочных сталей, которые плохо свариваются. Пайкой соединяют листы, стержни, трубы и др. Ее широко применяют в автомобилестроении (радиаторы и др.) и самолетостроении (обшивка с сотовым промежуточным заполнением). Пайка является одни из основных видов соединений в радиоэлектронике и приборостроении.

Расчет на прочность паяных соединений производят на сдвиг методами сопротивления материалов. Надо учитывать, что в нахлесточном соединении площадь расчетного сечения равна площади контакта деталей. Для нахлесточных соединений деталей из низкоуглеродистой стали, полученных оловянно-свинцовыми припоями (ПОС40), допускаемое напряжение на сдвиг $[\tau]_c$=60Н/мм^2.

2. Подготовить паяльник пайке.

3. Выполнить зачистку от изоляции и лужение кабеля.

4. Выполнить пайку подготовленной скрутки двух и трех проводов.

5. Ответить на контрольные вопросы.

6*. Укажите виды и причины возможного брака при пайке и лужении.

Контрольные вопросы:

1. Почему при пайке соединяемые детали сохраняют первоначальную форму и размеры?

2. В чем особенность плотных швов?

3. Что называют припоем?

4. Расшифровать марку припоя ПОС 61.

5. Какие материалы паяются мягкими припоями?

6. Основной недостаток швов, паяных мягкими припоями.

7. Назовите наиболее распространенные твердые припои.

8. Для чего применяют флюсы?

9. Назовите флюсы для пайки мягкими припоями.

10. Назовите флюсы для пайки твердыми припоями.

11. Почему электрические паяльники более предпочтительны, чем все другие?

12. В чем состоит подготовка поверхности детали к пайке?

13. Как подготовить паяльник к пайке?

14. Какие припои применяют для пайки малоуглеродистых сталей?

15. Какими припоями паяют инструментальные стали?

16. Какой припой применяют для напайки твердосплавных пластинок режущих инструментов?

17. С какой целью выполняют лужение?

Практическая работа № 6

«Составление технологической карты выполнения опрессовки жил проводов и кабелей»

Цель: Изучить способ напрессовки медных наконечников для подсоединения жил к винтовым (болтовым) зажимам; научиться выбирать и подготавливать наконечники для напрессовки; научиться подготавливать жилы для оконцевания; освоить правила эксплуатации пресса.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучите краткие теоретические сведения.

Соединение, ответвление и оконцевание 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 наилучший 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 достаточно высока, если правильно определена область применения, точно выбраны наконечник или гильза, рабочие инструменты, тщательно подготовлены поверхности и правильно произведена опрессовка.

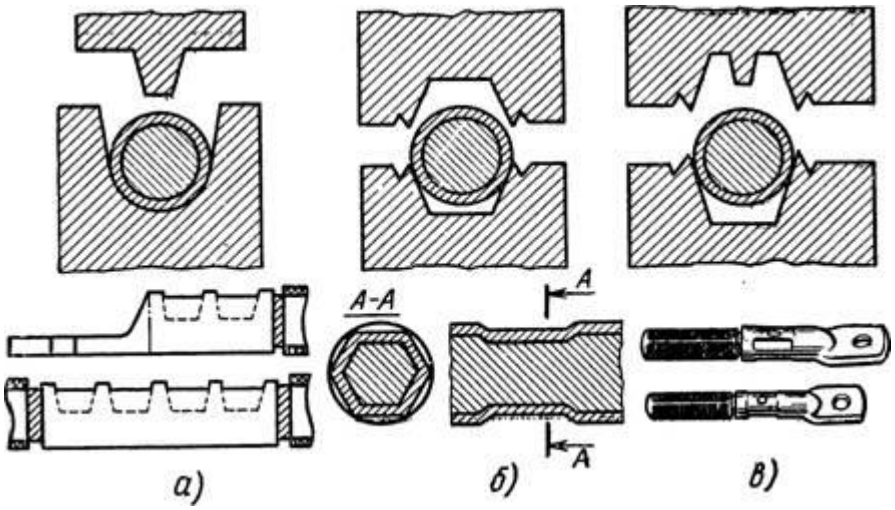


Рис. 1. Способы опрессовки:
а — местным вдавливанием, б, в — сплошным и комбинированным обжатием

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

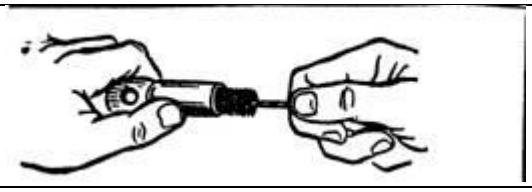
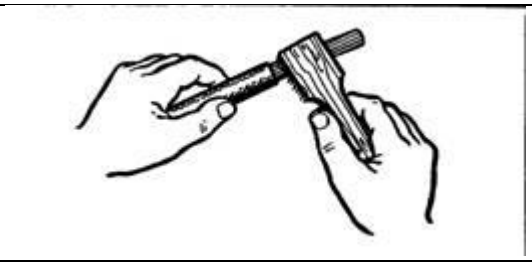
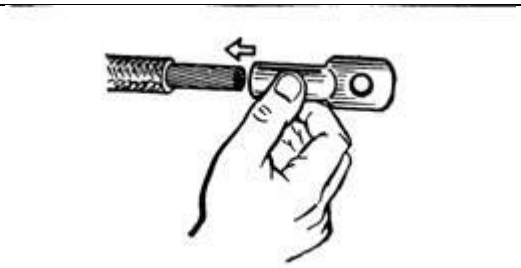
Для соединения алюминиевых жил (сечением от 16 до 240 мм^2) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ рекомендуются гильзы по ГОСТ 9691-68, а для соединения и ответвления жил сечением 10 мм2 —гильзы ГАО, для соединения медных жил (сечением от 16 до 240 мм^2) проводов напряжением до 2 кВ ц кабелей до 1 кВ — гильзы по ГОСТ 7388—70.

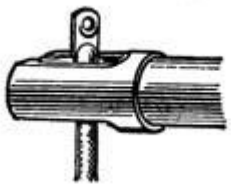
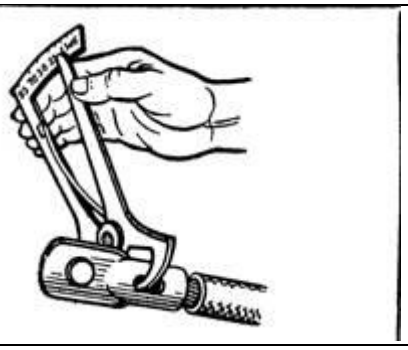
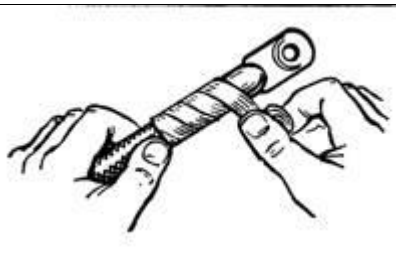
Для оконцевания медных жил (сечением от 0,75 до 240 мм^2) проводов напряжением до 2 кВ кабелей до 35 кВ надо использовать наконечники по ГОСТ 7386—70, а многопроволочных жил (сечением 1— 2,5 мм^2) проводов напряжением 2 кВ и кабелей до 1 кВ — наконечники (пистоны) по ГОСТ 9688—76.

Допускается применять ответвления жил сечением 2,5 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.

Инструменты и приспособления: пресс или клещи, матрицы и пуансоны, стальная щетка из кардоленты, стальной ершик, инструмент для замера глубины вдавливания, комбинированные плоскогубцы, пассатижи, клещи для снятия изоляции КСИ-1, МБ-1.

Изучите и дополните раздел «Инструктивные указания и пояснения» Технологической карты:

Эскизы и наименование операций	**Инструктивные указания и пояснения**
Выбор наконечника	
	
Подготовка наконечника	
	
Подготовка конца жилы	
	

Установка наконечника	
	
Опрессовка оконцевания	
	
Проверка качества опрессовки	
	
Изолировка	

МДК 01.02.

Практическая работа № 1.

«Расчёт сечения провода по допустимой длительной токовой нагрузке и потере напряжения».

Цель: Получить навык расчёта и выбора сечения проводов.

Задание: Выберите и обоснуйте выбор проводки для вашей квартиры.

Расчёт производится по двум параметрам:

- по допустимому нагреву проводов;
- по допустимому падению напряжения на участке цепи.

Для определения падения напряжения на участке цепи необходимо знать длину этого участка в метрах. То есть иметь точный план линии электропередачи в масштабе. Затем, вычислив предполагаемую нагрузку на данный участок линии электропередачи в Вт (ваттах) или кВт (киловаттах), определить предполагаемый ток, который будет протекать по участку, разделив нагрузку в Вт (1кВт=1000Вт) на напряжение сети (127,220 или 380 вольт), результат деления и будет означать предполагаемый ток в А (амперах).

Заметим, что при расчёте нагрузки необходимо суммировать мощности всех потребителей электроэнергии (осветительные приборы, нагреватели, электродвигатели, электронную аппаратуру, стиральные машины, холодильники и т.д.). Затем сумму мощностей потребителей умножить на некий коэффициент, учитывающий возможность одновременного включения потребителей. Другими словами, если все потребители не могут быть включены одновременно – то это нужно учесть.

Определив нагрузку и предполагаемый ток, зная допустимое значение падения напряжения, можно по закону Ома определить требуемое сопротивление участка цепи – разделив допускаемое падение напряжения в вольтах на ток в амперах. Получим допускаемое сопротивление участка цепи в омах. Далее, зная длину участка в метрах, мы можем определить требуемое удельное сопротивление проводов, разделив найденное общее сопротивление в Омах на долину участка в метрах. Зная удельное сопротивление Ом/м, по таблицам подбираем необходимое сечение проводов, учитывая выбранный материал, для меди будет одно сечение, для алюминия – другое.

ВЫБОР СЕЧЕНИЯ КАБЕЛЯ

Медные жилы			Ток автомата А	Сечение кабеля мм.кв.	Ток автомата А	Алюминиевые жилы		
Мощность, кВт		Ток А				Мощность, кВт		Ток А
220 В	380 В					220 В	380 В	
3,3	6,4	15	10	1,5	-	-	-	-
4,6	9	21	20	2,5	16	3,5	6,8	16
5,9	11,5	27	25	4,0	20	4,6	9	21
7,4	14,5	34	32	6,0	25	5,7	11,1	26
11	21,4	50	50	10	32	8,3	16,3	38
15,4	30	70	63	16	50	12,1	23,5	55
18,7	36,4	85	80	25	63	14,3	27,8	65
22	42,9	100	100	35	63	16,5	32,1	75

Мы остановились вкратце на данном расчёте потому, что в обычной бытовой практике для неспециалистов, а обычных людей этот расчёт, как правило, не нужен. Потому что нам

приходится подбирать провода к внутренней проводке дома или квартиры, а при небольших расстояниях падение напряжения на проводах будет столь малым, что его можно не учитывать.

Для этого точно так же определяем, что у нас будет подключено из потребителей, причём суммируем мощности только тех потребителей, которые могут быть подключены одновременно! Из всех вариантов подключения выбираем вариант с максимальной мощностью. Например, мы получили суммарную максимальную мощность одновременно включённых потребителей – 11 000 ватт (1,1 кВт). Разделив мощность в ваттах на напряжение в вольтах (11 000/220=50 А) получим ток в 50 ампер.

Далее большинство статей на эту тему предлагает обратиться к таблицам, из которых по току можно выбрать необходимое сечение провода. (Такая таблица есть в ПУЭ). И это правильно. Но в жизни часто под рукой нет ни таблиц, ни интернета, а определить сечение нужно. Поэтому, не повторяя другие статьи и не приводя таблицы, мы предложим другой способ определения сечения, прикидочный.

Выбор сечения кабеля и провода: по нагреву, по току, по потере напряжения

Сечение проводов и кабелей определяют, исходя из допустимого нагрева с учетом нормального и аварийного режимов, а также неравномерного распределения токов между отдельными линиями, поскольку нагрев изменяет физические свойства проводника, повышает его сопротивление, увеличивает бесполезный расход электрической энергии на нагрев токопроводящих частей и сокращает срок службы изоляции. Чрезмерный нагрев опасен для изоляции и контактных соединений и может привести к пожару и взрыву.

Выбор сечения кабеля и провода по нагреву

Выбор сечения из условий допустимого нагрева сводится к пользованию соответствующими таблицами длительно допустимых токовых нагрузок Iд при которых токопроводящие жилы нагреваются до предельно допустимой температуры, установленной практикой так, чтобы предупредить преждевременный износ изоляции, гарантировать надежный контакт в местах соединения проводников и устранить различные аварийные ситуации, что наблюдается при Iд ≥ Iр, Iр - расчетный ток нагрузки.

Периодические нагрузки повторно-кратковременного режима при выборе сечения кабеля пересчитывают на приведенный длительный ток

$$I_{\text{р}} = I_{\text{ПВ}} \cdot \frac{\sqrt{\text{ПВ}}}{0{,}875}$$

где Iпв - ток повторно-кратковременного режима приемника с продолжительностью включения ПВ.

Практическая работа № 2

«Изучение технологии монтажа и принципиальных схем включения осветительных электроустановок».

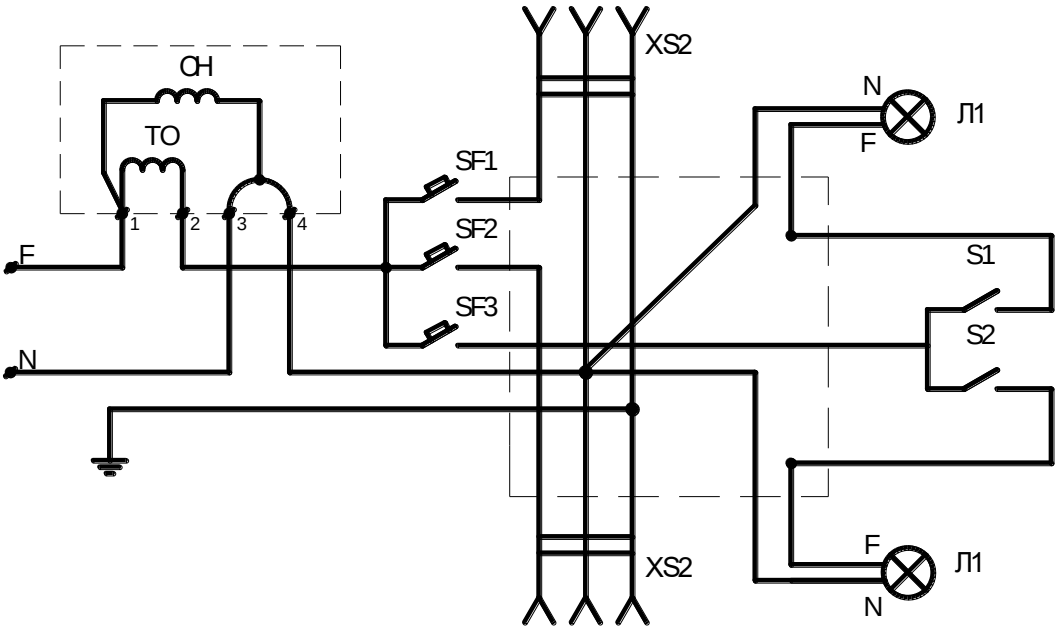
Цель: освоить чтение принципиальных схем квартирной электропроводки; научиться составлять по принципиальным схемам (монтажные) схемы соединений.

Задание 1. Монтаж квартирной проводки

Оборудование: однофазный счетчик СО-4, однофазные автомат ВА25, ВА 16; распределительная коробка на 4 ввода; евро розетка наружная; двухполюсный выключатель наружный; патрон настенный; розетка с вилкой для электроплиты; кабель кабель ВВГ 3х2,5; указатель напряжения; электромонтажный инструмент.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучите схему квартирной проводки.



2. Выполните монтаж схемы на стенде.

3. Не включайте автоматы, без разрешения преподавателя.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите правила техники безопасности при выполнии монтажа квартирной проводки.

2. Укажите, какие марки проводов применяют для монтажа проводки в квартире?

Задание 2. Монтаж и подключение люстры на 3-5 ламп

Оборудование: Патрон настенный; кабель кабель ВВГ 3х2,5; указатель напряжения; электромонтажный инструмент.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучите принципиальную схему осветительной установки и составите для схему соединений осветительной установки. Особенностью схем соединений установок с многоламповыми светильниками является то, что число проводов, идущих из ответвительной коробки в светильник, может быть не равно удвоенному числу ламп этого светильника, так как часть соединений выполнена внутри светильника, а оставшаяся часть - в ответвительной коробке.

Соединение элементов схемы осветительной установки производят вычерчиванием перемычек между концами (вводами) проводов в ответвительной коробке. Прослеживая принципиальную схему от фазы «А» до «N», последовательно определяют, между какими элементами в схеме соединения необходимо установить разрывы (при помощи перемычек) для того, чтобы обеспечить в ней такое же протекание токов, как и в принципиальной схеме.

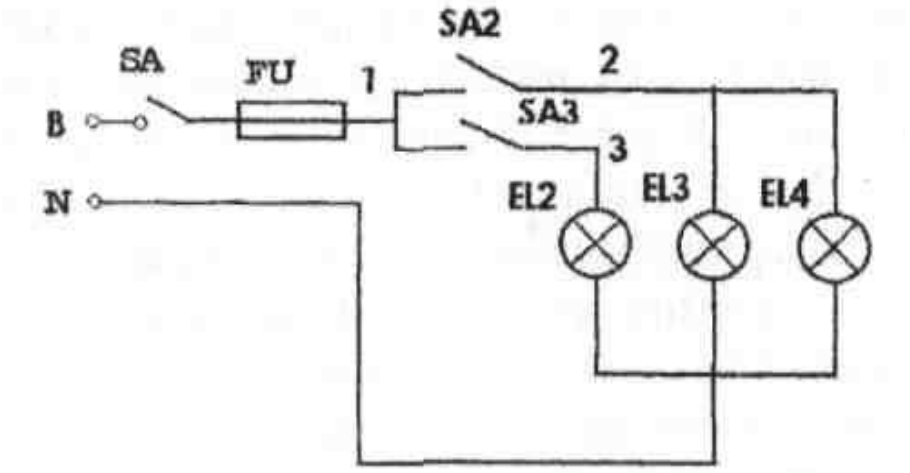


Рисунок 1- Схема принципиальная (люстра)

2. Собрать схему, выполнить проверку работоспособности схемы.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите правила техники безопасности при выполнии монтажа квартирной проводки.

2. Укажите, какие марки проводов применяют для монтажа проводки в квартире?

Практическая работа № 3.

«Монтаж схем управления электрическим освещением»

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

Теоретическая часть

Электрическое освещение – это преобразование электроэнергии в свет в целях создания гигиенически благоприятных, комфортных и безопасных условий для зрительного восприятия.

Управление электрическим освещением можно осуществлять как в ручном, так и в автоматическом режиме.

При ручном управлении включение освещения осуществляется при помощи включения клавишных выключателей, кнопочных постов, рубильников или автоматических выключателей.

Автоматическое управление включением осуществляется при помощи датчиков освещения и движения, реле времени, управляемых реле, а также от систем АСУ.

Системы автоматического управления освещением, условно можно разделить на два основных класса - так называемые **локальные** и **централизованные**.

Для локальных систем характерно управление только одной группой светильников, в то время как централизованные системы допускают подключение практически бесконечного числа раздельно управляемых групп светильников.

В свою очередь, по охватываемой сфере управления локальные системы могут быть подразделены на **«системы управлении светильниками»** и **«системы управления освещением помещений»**, а централизованные - на **специализированные (только для управления освещением)** и **общего назначения (для управления всеми инженерными системами здания** - отоплением, кондиционированием, пожарной и охранной сигнализацией и т.д.).

Используемое оборудование:

- электромонтажный стол ЭМС-СМП:
  - ▪ лабораторный модуль «Однофазное и трёхфазное питание»;
  - ▪ лабораторный модуль «Питание и кнопка аварийного отключения»;
- трёхфазный автоматический выключатель (ВА 47-29 3Р);
- клавишный выключатель;
- датчик движения;
- фотореле;
- патрон настенный для лампы накаливания;
- лампа накаливания 40-60 Вт (не более);
- соединительные проводники;
- кабель канал;
- монтажная панель;

DIN-рейка.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить теоретический материал достаточный для выполнения лабораторной работы. Ответить на контрольные вопросы и получить у преподавателя допуск проведению лабораторной работы.

2. Согласно рисунка 1 выполнить электрические соединения модулей и электроустановочных устройств.

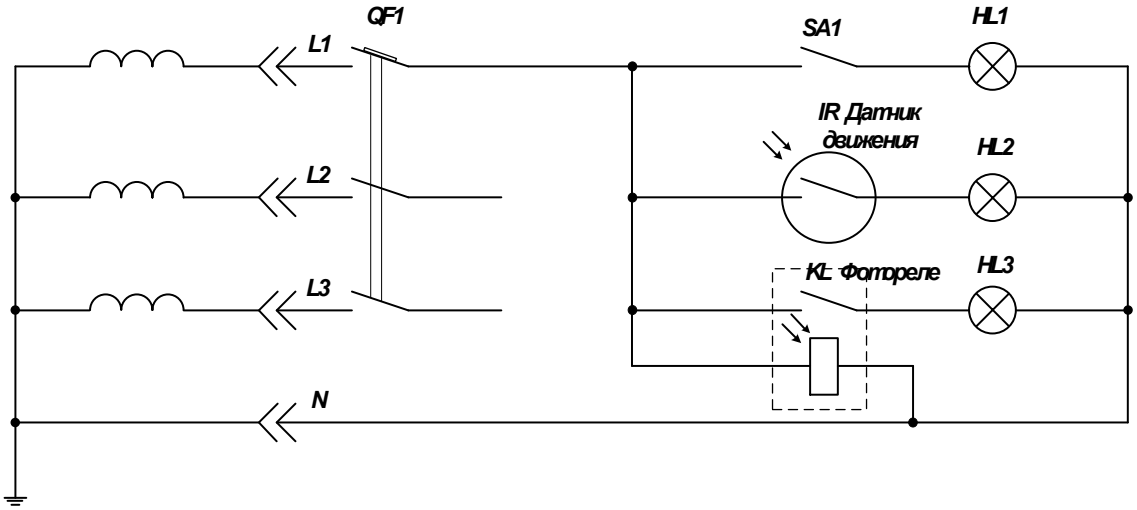


Рисунок1 – Схема электрическая для изучения схем управления электрическим освещением.

Для закрепления DIN-рейки необходимо установить несколько монтажных клипс при помощи саморезов так, чтобы расстояние между клипсами соответствовало присоединительным размерам DIN-рейки. Автоматический выключатель QF1, крепить на DIN-рейку. Лампы накаливания HL1, HL2, HL3, клавишный выключатель, фотореле и датчик движения крепить к монтажной панели при помощи монтажных клипс и саморезов так, чтобы расстояние между клипсами соответствовало присоединительным размерам данных электроустановочных изделий. **Обязательно соединить заземляющую клемму на монтажной панели с нулевым рабочим проводником PE комплекта соединительным проводником с наконечниками. Монтаж схемы производить при отключенном питании.**

После проверки схемы преподавателем подать напряжение, включив дифференциальный автомат модуля «Питание и кнопка аварийного отключения».

3. Произвести проверку работоспособности собранной схемы.

4. После проверки результатов преподавателем необходимо отключить и разобрать схему, предоставить комплект в полном составе и исправности преподавателю.

Контрольные вопросы

1. Что такое электрическое освещение?
2. При помощи чего можно осуществить управление электрическим освещением?
3. Можно ли при помощи фотореле управлять наружным уличным освещением?

Практическая работа №4, 5

«Выбор магнитного пускателя и контактора».

Цель: Получить навыки подбора магнитного пускателя по заданным характеристикам оборудования.

Задание. Подобрать магнитный пускатель для электродвигателя со следующими номинальными данными:

1. $P_{НОМ}$ = 15 кВт;
2. $I_{Н.\ ДВИГ.}$ = 21 А;
3. Цепи управления питаются от сети 380 В;
4. ПРА будет эксплуатироваться в сухом и закрытом помещении.

Магнитный пускатель является коммутационным аппаратом и относится к семейству электромагнитных контакторов, позволяющий коммутировать мощные нагрузки постоянного и переменного тока, и предназначен для частых включений и отключений силовых электрических цепей.

Электромагнитные пускатели предназначены для управления АД и трехфазными приёмниками электрического тока, в том числе:

- дистанционного пуска, непосредственным подключением к сети;
- остановки и реверсирования трехфазных асинхронных двигателей.

При наличии тепловых реле осуществляют защиту управляемых электродвигателей от:

- перегрузок недопустимой продолжительности;
- и от токов, возникающих при обрыве одной из фаз.

Магнитный пускатель - это модифицированный контактор.

В отличие от контактора, магнитный пускатель комплектуется дополнительным оборудованием:

- тепловым реле;
- дополнительной контактной группой или автоматом для пуска электродвигателя;
- плавкими предохранителями.

Помимо простого включения, в случае управления электродвигателем пускатель может выполнять функцию:

- переключения направления вращения его ротора (т. н. реверсивная схема), путем изменения порядка следования фаз для чего в пускатель встраивается второй контактор;
- переключения обмоток трехфазного двигателя со «звезды» на «треугольник» производится для уменьшения пускового тока двигателя.

Реверсивный магнитный пускатель представляет собой два трёхполюсных контактора, укреплённых на общем основании и сблокированных механической или электрической блокировкой, исключающей возможность одновременного включения контакторов.

Исполнение магнитных пускателей может быть:

- открытым и защищенным (в корпусе);
- реверсивным и нереверсивным;
- с встроенной тепловой защитой электродвигателя от перегрузки и без нее.

Магнитные пускатели выбирают по следующим характеристикам:

- номинальное напряжение силовых контактов Uн. ≥ U;
- номинальное напряжение и ток катушки Uн.к = U ц.упр ; Iн.авт ≥ IP ;
- габарит Рп ≥ Р н.дв или Iн.м.п ≥ I н.дв ;

- возможность реверсирования;

- наличие тепловых реле;
- условия окружающей среды;
- по количество блок-контактов.

Величина электромагнитного пускателя (ток нагрузки, который способен включать и выключать пускатель своими главными контактами) – электромагнитные пускатели бывают 1-й величины (ток главных контактов - 10 и 16А), 2-й величины (25А), 3-й величины (40А), 4-й величины (63А), 5-ой величины (100 А) и 6-й величины (160 А). Ток главных контактов аппарата должен быть больше максимального тока нагрузки (рабочего тока электродвигателя или другого электроприёмника, для включения которого мы выбираем пускатель).

Рабочее напряжение катушки – должно соответствовать напряжению цепей управления - стандартные значения напряжения ~24 В, ~110 В, ~220 В, ~380 В, DC 24 В

Количество дополнительных контактов электромагнитного пускателя – должно соответствовать необходимому числу контактов в схеме управления. Отдельно необходимо считать контакты замыкающие и размыкающие. В случае, если количество контактов аппарата, оказывается меньше необходимого и в качестве аппарата была выбрана серия ПМЛ, то существует возможность использовать приставку с дополнительными контактами серии ПКЛ. Существует еще один тип приставок - ПВЛ. В отличии, от приставок ПКЛ, эти приставки могут обеспечивать замедление срабатывания контактов на небольшое время, т. е. фактически, пускатели серии ПМЛ с приставками ПВЛ можно использовать, как простое реле времени (иногда для простых схем этот вариант оказывается дешевле, чем установка обычного реле времени).

Степень защиты, IP – электромагнитный пускатель должен соответствовать условиям окружающей среды в которой он работает. Необходимо учитывать то, что аппарат установленный в пыльном помещении, но находящийся в шкафу управления со степенью защиты IP44, может иметь степень защиты IP20.

Наличие теплового реле – если электромагнитный пускатель включает и выключает электродвигатели, которые по своим технологическим режимам могут испытывать перегрузки, то необходимо выбирать аппарат с тепловыми реле. Выбирается реле равным номинальному току электродвигателя.

Наличие реверса – для управления реверсивным электродвигателем существует возможность использовать реверсивный магнитный пускатель, который содержит 2электромагнитных катушки, 6 силовых контактов, механическую блокировку.

Дополнительные элементы управления (кнопки на корпусе, лампочка)

Класс износостойкости (количество срабатываний) – важный параметр в том случае, когда аппарат предназначен для коммутации нагрузки, работающей в режиме частых включений и выключений. При большом значении количества вкл/выкл в час используют бесконтактные пускатели.

Пример выбора пускателя.

Подберём пускатель для электродвигателя с номинальными данными:

$P_{НОМ}$=3 кВт $I_{Н.\ ДВ}$ = 6,7А.

Предварительно выбираем пускатель ПМЛ-121002 у которого $I_Н$(пуск)>6,7А

1. Сила номинального тока пускателя должна быть больше или равно силе номинального тока двигателя.

$I_{Н}$ (пуск) > $I_{Н.\ дв}$.

2. Напряжение втягивающей катушки должно быть родным напряжению в сети:

Uкат = Uсети

220 В = 220 В.

3. Пускатель должен обеспечить нормальное условие коммутации.

Как видно условие на пуск соблюдаются. Окончательно принимаем магнитный пускатель

4. Выбираем тепловое реле с нагревательным элементом.

1нэ > 1дв;

6,8>6,7А.

Выбираем тепловое реле типа РТЛ101204 с диапазоном регулирования силы тока 5,5….8А.

Практическая работа № 6

«Выбор типа автоматического воздушного выключателя и тока его расцепителя».

Цель: Получить навыки в выборе типа автоматического выключателя, изучить типы защит, применяемых в автоматических выключателя. Научиться подбирать требуемые автоматические выключатели согласно технических требований.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучите краткие теоретические сведения.

Автоматические выключатели

Автоматические выключатели классифицируются по следующим признакам:

- количество полюсов - от 1 до 4;
- род тока главной цепи: постоянный; переменный; постоянный и переменный ток.
- токоограничивающие или не токоограничивающие;
- по виду расцепителя:
- с расцепителем, тепловым или полупроводниковым, в зоне токов перегрузки;
- с расцепителем электромагнитным в зоне токов коротких замыканий.

Конструкцией выключателя может предусматриваться наличие теплового (полупроводникового) или электромагнитного расцепителя, либо наличие теплового и электромагнитного расцепителя одновременно - т.н. комбинированный расцепитель;

- неселективные или селективные - с выдержкой времени в зоне токов короткого замыкания;
- по виду привода - с ручным приводом или электроприводом;
- по исполнению:
- стационарного исполнения с креплением неподвижно на щите или панели;
- выдвижной с креплением в раме (на DIN-рейке), с возможностью перемещения без разрыва электрической цепи для обслуживания и ремонта.

Многие типы автоматических выключателей предусматривают установку дополнительных сборочных единиц, дополнительных (сигнальных) контактов, независимых расцепителей, позволяющих дистанционно отключать автоматический выключатель. Кроме того, выключатели могут комплектоваться крепежными изделиями, специальными кабельными наконечниками, устройствами ручного дистанционного привода для оперирования выключателем без открывания двери шкафа, устройствами запирания выключателя на замок в положении «выключено» и т.п.

Нормируемые технические характеристики

Номинальный ток выключателя Iн - максимальное значение тока (переменного или постоянного), протекающего в длительном режиме через автоматический выключатель при нормальных условиях эксплуатации.

Калибруемое значение номинального рабочего тока теплового (или полупроводникового) расцепителя Iнр - такое значение тока, переменного или постоянного, при длительном протекании которого не происходит отключения автоматического выключателя, но происходит его отключение при протекании за нормированное время тока, большего по значению, как правило 1,05 Iнр...1,2 Iнр. Калибруемое значение номинального рабочего тока теплового (полупроводникового) расцепителя выбирается из стандартного ряда, но не может превышать номинального тока выключателя.

Уставка по току срабатывания в зоне токов короткого замыкания - такое значение тока, переменного или постоянного, при котором происходит практически мгновенное срабатывание автоматического выключателя с разрывом электрической цепи. Уставка по току срабатывания в зоне токов короткого замыкания нормируется либо в единицах тока, либо как величина, кратная току теплового расцепителя Iнр, например, 10 Iнр.

Для автоматических выключателей, выполненных в стандартах DIN, уставка по току срабатывания в зоне токов короткого замыкания стандартизована и имеет обозначение:

«B» - устанавливают в сетях жилых домов, где нет скачков тока (например, от включающихся двигателей), ток электромагнитного расцепителя лежит в пределах 3...5 Iнр теплового расцепителя;

«C» - также предназначены для установки в сетях жилых зданий. Диапазон срабатывания 5...10 Iнр. Используются для защиты электроустановок с небольшими пусковыми токами (например, стиральные машины);

«D» и «K» - имеют диапазон срабатывания мгновенного расцепителя 10...14 Iнр. Устанавливаются, в основном, в производственным помещениях, где электроустановки с большими пусковыми токами (например, мощные электродвигатели);

«L» - 3...4 Iнр;

«U» - 6...9 Iнр;

«Z» - 2,5...3,5 Iнр.

У европейских производителей классификация может несколько отличаться. В частности, имеется дополнительный тип «A» (свыше 2·Iнр. до 3·In.) и верхняя граница типа «D» составляет 20·Iнр.

Во избежание неправильных срабатываний автоматических выключателей при расчете нагрузки необходимо учитывать поправочный коэффициент (К=1...0,85) взаимного теплового влияния автоматических выключателей, стоящих рядом друг с другом.

При выборе автоматических выключателей необходимо учитывать следующие параметры:

- номинальный ток;
- номинальное напряжение;
- условия эксплуатации (тип исполнения).

Если Вам нужно выбрать автоматический выключатель для подключения заранее известной электроустановки с определенной нагрузкой нужно произвести расчет тока.

Выбор автоматического выключателя по параметрам короткого замыкания:

I=U/Rk,

где U –напряжение сети (220/380 В);

R – полное сопротивление петли фаза-ноль;

k– поправочный коэффициент для автоматических выключателей:

характеристики «B»: k = 5;

характеристики «C»: k=10,

характеристики «D»: k = 50.

Расчет минимального номинального тока автоматического выключателя:

I min n = 4,55xP,

где P – суммарная мощность потребителей (кВт), подключаемых к автоматическому выключателю;

4,55 – коэффициент пропорциональности (А/кВт).

Основное правило при выборе автоматического выключателя – номинальный ток автоматического выключателя не должен превышать допустимые токовые нагрузки для Вашей проводки. В противном случае при полной нагрузке электроустановки, превышающей предел допустимой для электропроводки, автомат не защитит провода от перегрева и возможного выхода из строя или возгорания.

В обычных квартирах чаще всего используются модульные автоматические выключатели. Для того чтобы выбрать тот аппарат, который наиболее вам подходит, необходимо выяснить, какова общая мощность потребления ваших электроприборов в ваттах и разделить ее на напряжение сети, равное 220 в. Чтобы узнать мощность электроприбора, можно воспользоваться его паспортом.

Учтите, что нагрузка в сети неравномерна: пусковой ток нагрузки, необходимый для двигателей пылесосов, фенов и других подобных приборов, намного больше потребляемого. Поэтому нужно подобрать такой автоматический выключатель, который сможет выдержать и возникновение больших кратковременных токов, и «отшить» короткое замыкание.

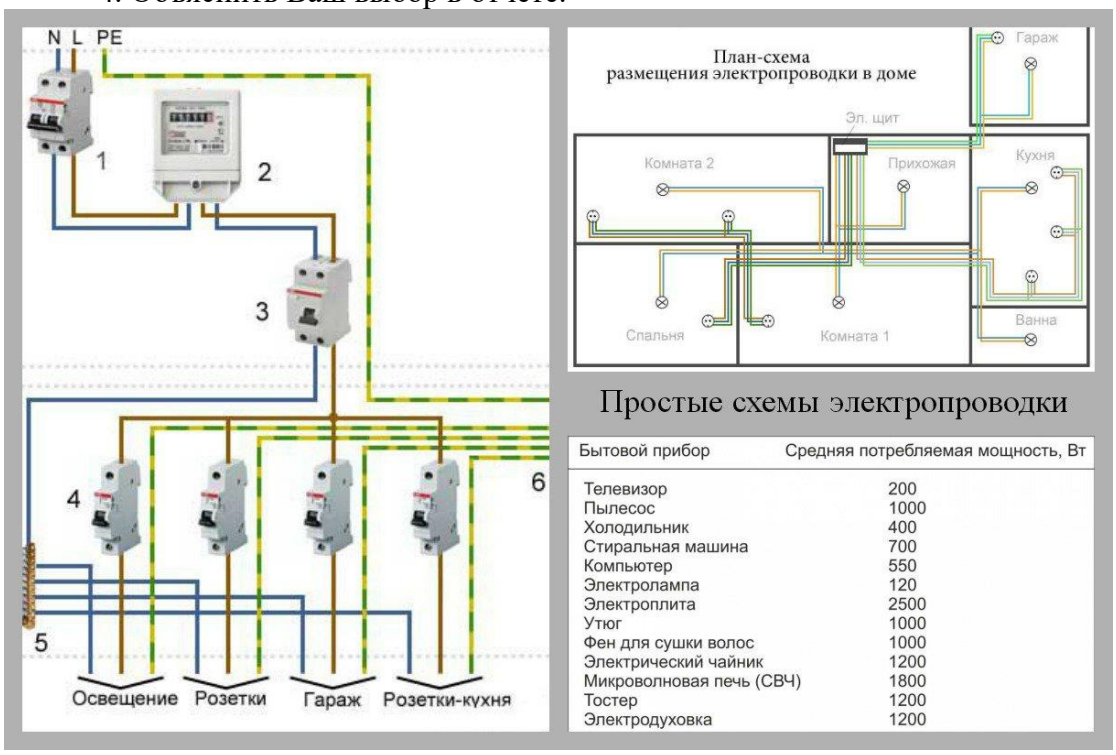
Пусковые токи потребителей электроэнергии:

Потребитель	Кратность пускового тока	Длительность импульса пускового тока, с.
Лампы накаливания	5-13	0,05-0,3
Электронагревательные приборы из сплавов: нихром, фехраль, хромаль	1,05-1,1	0,5-30
Люминесцентные лампы с пусковыми устройствами	1,05-1,1	0,1-0,5
Приборы с выпрямителем на входе блока питания	5-10	0,25-0,5
Приборы с трансформатором на входе блока питания	до 3	0,25-0,5
Устройства с электродвигателями	3-7	1-3

2. На примере вашей квартиры выполнить требуемые расчеты, разбить потребители на группы.

3. Выполнить выбор автоматических выключателей для компликтовки ЩО вашей квартиры.

4. Объяснить Ваш выбор в отчете.



Бытовой прибор	Средняя потребляемая мощность, Вт
Телевизор	200
Пылесос	1000
Холодильник	400
Стиральная машина	700
Компьютер	550
Электролампа	120
Электроплита	2500
Утюг	1000
Фен для сушки волос	1000
Электрический чайник	1200
Микроволновая печь (СВЧ)	1800
Тостер	1200
Электродуховка	1200

Практическая работа № 7

«Расчет плавкой вставки предохранителя и выбор типа предохранителя».

Цель: исследовать методы расчета и замены плавкой вставки предохранителей.

Оборудование: предохранители различных марок, набор плавких вставок; указатель напряжения; электромонтажный инструмент.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучите краткие теоретические сведения.

Расчёт предохранителя ведётся с учётом тока короткого замыкания в конце линии, нагреванием проводников, проседанием напряжения (не более 4-5%), а также с учётом потребностей самого потребителя. Выделенная в ходе протекания электрического тока через проводники теплота должна рассеиваться в окружающую среду, не повреждая при этом каких-либо частей и/или составляющих проводящих частей электрооборудования.

Расчёт нужд потребителя рассчитывается по формуле:

$$I_{nom} = \frac{P_{max}}{U},$$

где I_{nom} — номинальный ток срабатывания предохранителя, А;

P_{max} — максимальная мощность нагрузки, Вт (с запасом примерно 20 %);

U — напряжение сети, В.

Предохранитель выбирается из стандартного ряда, с ближайшим номинальным током срабатывания, превышающим полученное значение. Так же должны учитываться пусковые токи нагрузки потребителя при выборе характеристики.

Условия выбора предохранителя в трёхфазных цепях (нагрузки):

1. Для трёхфазного эл. приёмника без пусковых токов (нагреватель и др.)

$I_{вст} \geq I_{дл.расч.}$,

2. Для трёхфазного эл. приёмника с пусковым током (Электрический двигатель)

$I_{вст} = К_п \cdot I_{ном}/\alpha$.

где: $К_п$ =5…8 (обычно 7) – коэффициент пуска ЭД ($I_{пуска} = Кп \cdot I_{ном}$), α – коэффициент тяжести пуска: 1,6 – тяжёлый, 2 – средний, 2,5 – лёгкий пуск.

Приэтом должно выполняться неравенство: $I_{К.З.} \geq 3 \cdot I_{вст}$. Где: $I_{К.З.}$ - ток короткого замыкания (в защищаемом участке цепи).

Для ремонта предохранителя необходимо заменить перегоревшую проволочку. При производстве предохранителей на заводах используют, в зависимости от величины тока и быстродействия, серебряные, медные, алюминиевые, никелиновые, оловянные, свинцовые и проволочки из других металлов. Для изготовления предохранителя в домашних условиях доступна только красная медь. При выборе предохранителя для аппаратуры разработчики пользуются простым законом. Ток предохранителя должен быть в два раза больше максимально потребляемым изделием. Например, если максимальный ток потребления усилителя составляет 5 Ампер, то предохранитель выбирается на 10 Ампер. Первое, что необходимо найти на корпусе предохранителя его маркировку, по которой узнать, на какой ток он рассчитан. Часто величину тока пишут на корпусе изделия, рядом с местом установки предохранителя. Затем из ниже приведенной таблицы определить какого диаметра нужен провод. Данные в таблице являются эмпирическими.

Таблицы для выбора диаметра провода в зависимости от тока защиты предохранителя

Для ремонта предохранителей на ток защиты от 0.25 до 50А

Ток защиты предохранителя, Ампер		0,25	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0
Диаметр проволочки, мм	Медной	0.01	0.02	0.04	0.07	0.10	0.18	0.20	0.25	0.32	0.39	0.46	0.52	0.58	0.63	0.68	0.73
	Алюминиевой	-	-	0.07	0.10	0.14	0.19	0.25	0.30	0.40	0.48	0.56	0.64	0.70	0.77	0.83	0.89
	Стальной	-	-	0.32	0.20	0.25	0.35	0.45	0.55	0.72	0.87	1.00	1.15	1.26	1.38	1.50	1.60
	Оловянной	-	-	0.18	0.28	0.38	0.53	0.66	0.85	1.02	1.33	1.56	1.77	1.95	2.14	2.30	2.45

Для ремонта предохранителей на ток защиты от 50 до 300А

Ток защиты предохранителя, Ампер		60	70	80	90	100	120	160	180	200	225	250	275	300
Диаметр проволочки, мм	Медной	0.82	0.91	1.00	1.08	1.15	1.31	1.57	1.72	1.84	1.99	1.14	2.20	2.40
	Алюминиевой	1.00	1.10	1.22	1.32	1.42	1.60	1.94	2.10	2.25	2.45	2.60	2.80	2.95
	Стальной	1.80	2.00	2.20	2.38	2.55	2.85	3.20	3.70	4.05	4.40	4.70	5.0	5.30
	Оловянной	2.80	3.10	3.40	3.65	3.90	4.45	4.90	5.80	6.20	6.75	7.25	7.70	8.20

2. Рассчитайте плавкую вставку для защиты электродвигателя мощность 5, 5 КВт, напряжение сети 380 В, 220 В.

Контрольные вопросы:

1. Поясните, что называется времятоковой характеристикой плавкой вставки?
2. Укажите, для чего в пластинчатых плавких вставках делаются суженные места?
3. Поясните, что такое металлургический эффект и для чего он применяется?
4. Укажите, какими способами гасится дуга в предохранителях?
5. Поясните, как влияют условия гашения дуги на время срабатывания предохранителя?

Практическая работа № 8.

«Изучение схем защитного отключения».

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

Теоретическая часть

Защитное отключение - вид защиты от поражения током в электроустановках, обеспечивающей автоматическое отключение всех фаз аварийного участка сети. Длительность отключения поврежденного участка сети должна быть не более 0,2 с.

Области применения защитного отключения: дополнение к защитному заземлению или занулению в электрифицированном инструменте; дополнение к занулению для отключения электрооборудования, удаленного от источника питания; мера защиты в передвижных электроустановках напряжением до 1000 В.

Сущность работы защитного отключения заключается в том, что повреждение электроустановки приводит к изменениям в сети. Например, при замыкании фазы на землю изменяется напряжение фаз относительно земли – значение фазного напряжения будет стремиться к величине линейного напряжения. При этом возникает напряжение между нейтралью источника и землей, так называемое напряжение нулевой последовательности. Снижается общее сопротивление сети относительно земли при изменении сопротивления изоляции в сторону его уменьшения и т. д.

Принцип построения схем защитного отключения заключается в том, что перечисленные режимные изменения в сети воспринимаются чувствительным элементом (датчиком) автоматического устройства как сигнальные входные величины. Датчик выполняет роль реле тока или реле напряжения. При определенном значении входной величины защитное отключение срабатывает и отключает электроустановку. Значение входной величины называют уставкой.

Практическая часть

Используемое оборудование:

- электромонтажный стол ЭМС-СМП:
  - ▪ лабораторный модуль «Однофазное и трёхфазное питание»;
  - ▪ лабораторный модуль «Питание и кнопка аварийного отключения»;
- трёхфазный автоматический выключатель (ВА 47-29 3Р);
- автоматический выключатель дифференциального тока АВДТ32;
- клавишный выключатель;
- розетка;
- патрон настенный для лампы накаливания;
- лампа накаливания 40-60 Вт (не более);
- соединительные проводники;
- кабель канал;
- монтажная панель;

DIN-рейка.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить теоретический материал достаточный для выполнения лабораторной работы. Ответить на контрольные вопросы и получить у преподавателя допуск проведению лабораторной работы.

2. Согласно рисунка1 выполнить электрические соединения модулей и электроустановочных устройств.

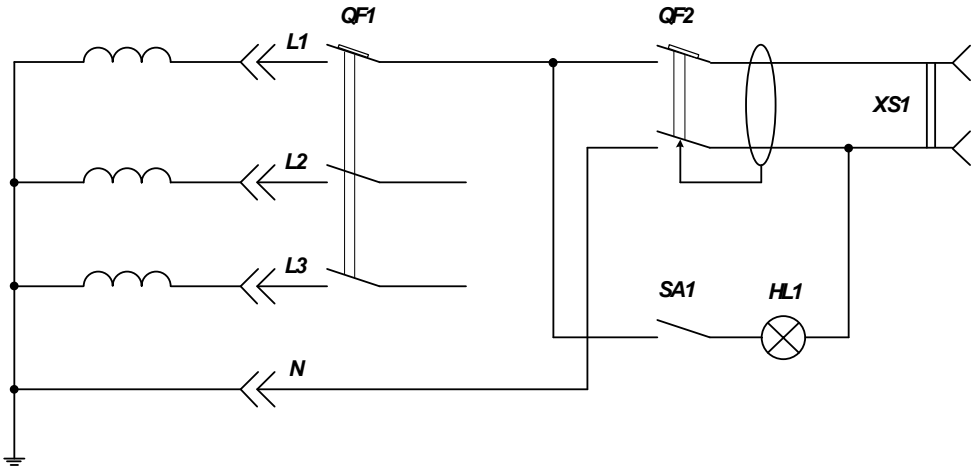


Рисунок 1. – Схема электрическая для изучения работы УЗО

Для закрепления DIN-рейки необходимо установить несколько монтажных клипс при помощи саморезов так, чтобы расстояние между клипсами соответствовало присоединительным размерам DIN-рейки. Автоматический выключатель QF1 и дифференциальный выключатель QF2 крепить на DIN-рейку. Лампу накаливания HL1, клавишный выключатель и розетку крепить к монтажной панели при помощи монтажных клипс и саморезов так, чтобы расстояние между клипсами соответствовало присоединительным размерам данных электроустановочных изделий. **Обязательно соединить заземляющую клемму на монтажной панели с нулевым рабочим проводником PE комплекта соединительным проводником с наконечниками. Монтаж схемы производить при отключенном питании.**

После проверки схемы преподавателем подать напряжение, включив дифференциальный автомат модуля «Питание и кнопка аварийного отключения».

3. Путём включения выключателя SA1 произвести имитацию повреждения и замыкания на землю. Проверить срабатывания защитного отключения (дифференциального автомата).

4. После проверки результатов преподавателем необходимо отключить и разобрать схему, предоставить комплект в полном составе и исправности преподавателю.

Контрольные вопросы

1. Что такое УЗО?
2. Что такое ток утечки?
3. Можно ли соединять защитный (PE) и нулевой (N) проводники в розетке при использовании УЗО?

Практическая работа № 9.

«Составление технологической карты выполнения опрессовки жил проводов и кабелей».

Цель: Изучить способ напрессовки медных наконечников для подсоединения жил к винтовым (болтовым) зажимам; научиться выбирать и подготавливать наконечники для напрессовки; научиться подготавливать жилы для оконцевания; освоить правила эксплуатации пресса.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Изучите краткие теоретические сведения.

Соединение, ответвление и оконцевание 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 наилучший 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 достаточно высока, если правильно определена область применения, точно выбраны наконечник или гильза, рабочие инструменты, тщательно подготовлены поверхности и правильно произведена опрессовка.

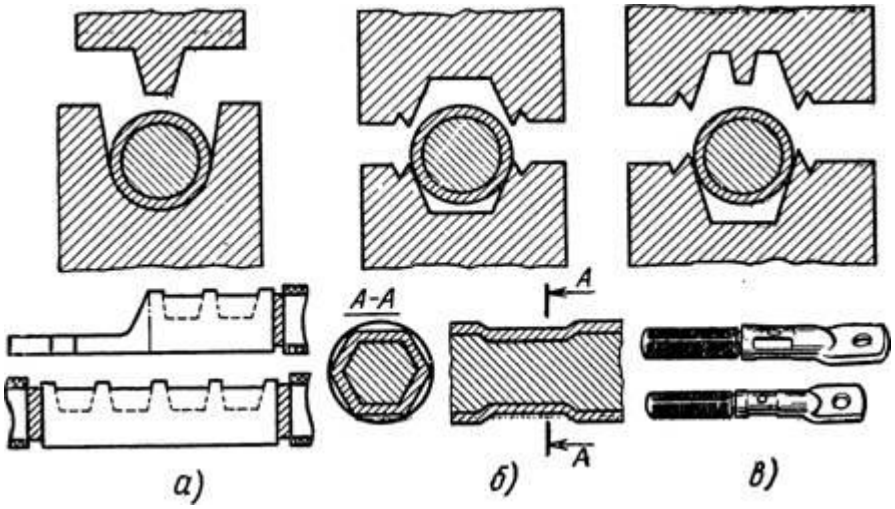


Рис. 1. Способы опрессовки:
а — местным вдавливанием, б, в — сплошным и комбинированным обжатием

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

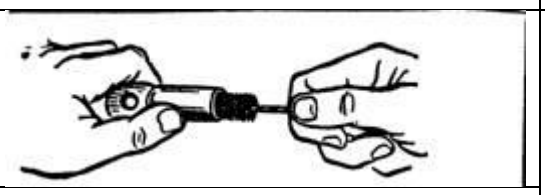
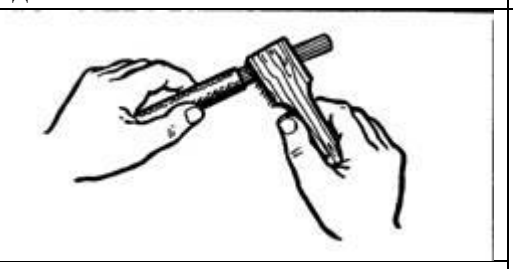
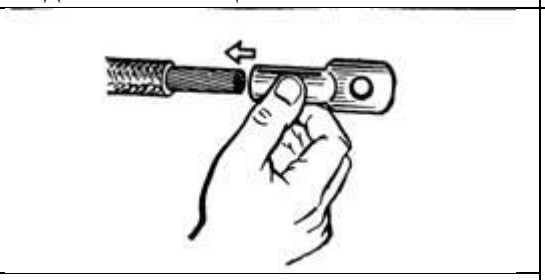
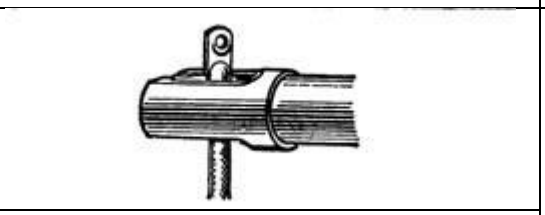
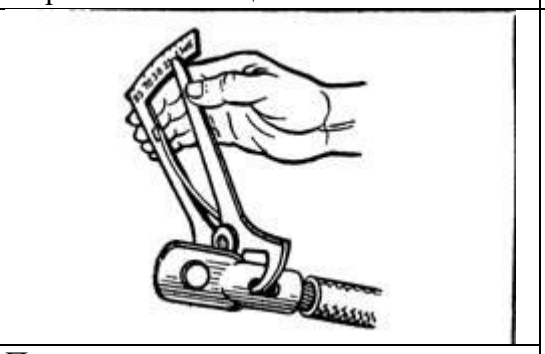
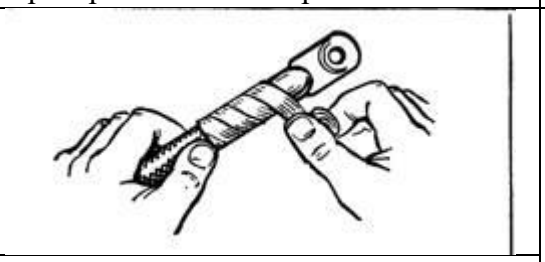
Для соединения алюминиевых жил (сечением от 16 до 240 мм^2) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ рекомендуются гильзы по ГОСТ 9691-68, а для соединения и ответвления жил сечением 10 мм2 —гильзы ГАО, для соединения медных жил (сечением от 16 до 240 мм^2) проводов напряжением до 2 кВ ц кабелей до 1 кВ — гильзы по ГОСТ 7388—70.

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

Допускается применять ответвления жил сечением 2,5 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.

Инструменты и приспособления: пресс или клещи, матрицы и пуансоны, стальная щетка из кардоленты, стальной ершик, инструмент для замера глубины вдавливания, комбинированные плоскогубцы, пассатижи, клещи для снятия изоляции КСИ-1, МБ-1.

Изучите и дополните раздел «Инструктивные указания и пояснения» **Технологической карты:**

Эскизы и наименование операций	**Инструктивные указания и пояснения**
Выбор наконечника	
 Подготовка наконечника	
 Подготовка конца жилы	
 Установка наконечника	
 Опрессовка оконцевания	
 Проверка качества опрессовки	
 Изолировка	

Практическая работа № 10

«Определение основных неисправностей в кабельных и воздушных линиях электропередач и способы их устранения»

Цель: Изучить основные причины повреждений ЛЭП и КЛ. Способы их устранения и предупреждения.

Задание:

1. Изучите краткие теоретические сведения.

Линия электропередачи (ЛЭП) – сооружение, состоящее из проводов и вспомогательных устройств, предназначенное для передачи или распределения электрической энергии. ЛЭП, являясь основным звеном энергосистемы, вместе с электрическими подстанциями образует электрические сети.

Быстрое развитие и совершенствование ЛЭП обусловлены созданием развитых электрических сетей и объединением их в электроэнергетические системы.

Различают **воздушные ЛЭП**, провода которых подвешены над землёй или над водой, и **подземные (подводные) ЛЭП**, в которых используются главным образом силовые кабели.

Повреждения и неправильные режимы линий электропередач

По **воздушным ЛЭП** электрическая энергия передаётся на значительные расстояния по проводам, прикрепленным к опорам (столбам) с помощью изоляторов.

Воздушные ЛЭП являются одним из основных звеньев современных энергосистем. Напряжение в линии зависит от её протяжённости и передаваемой по ней мощности.

Для воздушных ЛЭП применяют неизолированные провода (однопроволочные, многопроволочные и полые) из меди, алюминия, сталеалюминия, реже стальные (главным образом при электрификации сельских местностей).

Важнейшие характеристики воздушных ЛЭП:

l – длина пролёта линии (расстояние между соседними опорами);

f – наибольшая стрела провеса провода в пролёте;

h – наименьшее (габаритное) допустимое расстояние от низшей точки провода до земли;

l – длина гирлянды изоляторов;

a – расстояние между соседними проводами (фазами) линии;

H – полная высота опоры.

Конструктивные параметры воздушной ЛЭП зависят от номинального напряжения линии, от рельефа и климатических условий местности, а также от технико-экономических требований.

Допустимое расстояние от низшей точки провода до земли составляет в ненаселённой местности 5-7 м, а в населённой 6-8 м.

На воздушных ЛЭП применяют различные по конструкции опоры. Провода воздушных ЛЭП должны обладать хорошей проводимостью, механической прочностью, стойкостью против атмосферных и химических воздействий. Для защиты воздушных ЛЭП от атмосферных перенапряжений, возникающих при грозовых разрядах в линию или вблизи неё, применяют грозозащитные тросы или разрядники, которые устанавливают на ЛЭП с напряжением до 35 кв.

Для воздушных ЛЭП (переменного тока) в России принята следующая шкала напряжений: 35, 110, 150, 220, 330, 400, 500 и 750 кв.

Подземная ЛЭП состоит из одного или нескольких кабелей, стопорных, соединительных и концевых муфт (заделок) и крепёжных деталей; а ЛЭП, содержащая маслонаполненный или газонаполненный кабель, снабжается также подпитывающей системой и сигнализацией давления масла (газа).

Подземные ЛЭП широко применяются при прокладке электрических сетей на территории городов и промышленных предприятий. Но их стоимость в 2-3 раза выше стоимости воздушных ЛЭП.

Кабели прокладываются в земле, в траншеях на глубине 0,8-1,0 м, в кабельных каналах, блоках или тоннелях. Наиболее экономична подземная прокладка кабелей – до 6 кабелей в одной траншее при расстоянии между кабелями 0,2-0,3 м. В одном тоннеле допускается прокладка не менее 20 кабелей.

В России стандартизированные номинальные напряжения и сечения токопроводящих жил и проводов кабельных и воздушных ЛЭП совпадают (кроме номиналов 150 и 750 кВ.).

Распределительные кабельные линии выполняются на напряжения 1, 3, 6, 10 и 20 кВ.; питающие кабельные линии выполняют на 35 кВ. и выше. Иногда кабельные сети 35 и 110 кВ называют распределительными в связи с их большой разветвлённостью.

Кабельные линии используются, как правило, при создании сетей электроснабжения городов, крупных промышленных предприятий и ряда др. объектов.

В России для сетей городского электроснабжения наиболее распространены системы напряжений:

- 110 / 35 / 6 / 0,4 кВ.;
- 110 / 35 / 10 / 0,4 кВ.;
- 110 / 10 / 0,4 кВ.;
- 110 / 6 / 0,4 кВ. (реже).

Понижение частоты электрического тока из-за недостатка мощности или энергоресурсов

Поддержание (регулирование) частоты электрического тока в единой энергосистеме и в изолированно работающих энергосистемах осуществляется в соответствии с требованиями государственных стандартов.

В поддержании нормального уровня частоты участвуют все энергосистемы, работающие параллельно. Для этого каждой энергосистемой (объединенной энергосистемой) выполняется заданный суточный график сальдо-перетока мощности с коррекцией его значения в зависимости от уровня частоты.

Если для регулирования частоты в единой энергосистеме (энергосистеме, объединенной энергосистеме) назначена отдельная электростанция (или несколько электростанций), то регулирование частоты осуществляется разгрузкой или загрузкой других электростанций, обеспечивая ей необходимый регулировочный диапазон.

При понижении частоты в единой энергосистеме (объединенной энергосистеме или энергосистеме), при потере генерирующей мощности или возрастании потребления энергосистемы (объединенные энергосистемы) при выполнении операций своими действиями не оказывают отрицательного влияния на режим работы остальных энергосистем (объединенных энергосистем) – например, не разгружают электростанции для сохранения своего сальдо-перетока мощности.

При понижении частоты в единой энергосистеме (энергосистеме, объединенной энергосистеме) в избыточных энергосистемах не снижается выдача мощности, а дефицитные энергосистемы, увеличивая прием своего сальдо-перетока мощности, используют свои резервы мощности.

В энергосистеме (объединенной энергосистеме), в которой произошла потеря генерирующей мощности, используются все имеющиеся собственные резервы мощности, а также согласовывается использование резервов мощности других энергосистем (объединенных энергосистем) с учетом пропускной способности связей.

Повышение частоты электрического тока

При внезапном (в течение нескольких секунд) повышении частоты на 0,1 Гц и более по сравнению с установившимся значением в энергосистемах, объединенных (единой) энергосистемах на основании показаний устройств телесигнализации на диспетчерском пункте, опроса и сообщений подчиненного оперативного персонала определяются причины повышения частоты, выясняются состояние и режим работы межсистемных и внутрисистемных контролируемых связей, а при частоте более 50,2 Гц разгружаются электростанции (ГЭС, ТЭС, ТЭЦ) и переводятся агрегаты ГАЭС в двигательный режим для понижения частоты.

Отключение линий электропередачи или другого оборудования

При аварийном отключении линии, трансформаторов связи, шунтирующего реактора и другого оборудования:

а) регулируется допустимый режим работы контролируемых связей (допустимые перетоки мощности для создавшейся схемы, уровни напряжения) и производятся операции по перестройке релейной защиты и противоаварийной автоматики в соответствии с инструкцией энергопредприятия или программой переключений;

б) включаются потребители, отключенные действием устройств САОН, а при невозможности – включаются после отключения других потребителей по графикам аварийных отключений (или ограничений) и снижения перетока мощности по контролируемым связям;

в) определяются причины отключений на основе показаний устройств телесигнализации и телеизмерений, анализа работы устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики, опроса персонала и сообщений с мест, и после устранения причин производится включение оборудования в работу.

Понижение напряжения в основных узловых пунктах энергосистемы

Контроль и регулирование напряжения в заданных контрольных пунктах сети осуществляется в соответствии с утвержденными графиками напряжений.

Если напряжение в контрольных пунктах понижается до указанного аварийного предела, то оно поддерживается путем использования перегрузочной способности генераторов и компенсаторов, а энергосистемы, объединенные (единая) энергосистемы при проведении этих операций оказывают помощь путем перераспределения реактивной и активной мощности между ними. При этом повышается напряжение в отдельных контрольных пунктах до значений не выше предельно допустимых для оборудования. Повышение уровней напряжения на оборудовании сверх допустимых значений. Поддерживаются уровни напряжений в контрольных пунктах в соответствии с заданным графиком, не превышая на оборудовании уровень напряжения, установленный правилами технической эксплуатации и нормами завода-изготовителя.

В случае повышения напряжения сверх допустимого на одном или нескольких объектах на основе сообщений с мест, показаний устройств телеизмерений и телесигнализации выявляются причины повышения напряжения (односторонне отключены ВЛ, разгружены линии электропередачи, отключены шунтирующие реакторы) и принимаются меры к его понижению путем:

- снижения загрузки генераторов электростанций и СК по реактивной мощности, работающих в режиме выдачи, перевода их в режим потребления (или увеличения потребления) реактивной мощности;
- отключения батарей статических конденсаторов;
- включения шунтирующих реакторов, находящихся в резерве;
- увеличения загрузки линий электропередачи перетоками мощности;
- изменения коэффициентов трансформации трансформаторов, оснащенных устройствами РПН;
- вывода в резерв линии в районе повышенного напряжения только выключателями.

При одностороннем отключении линии и повышении напряжения сверх допустимого эта линия включается в транзит, а при отсутствии такой возможности с нее снимается напряжение.

Разделение единых, объединенных энергосистем

При ликвидации аварии с разделением энергосистемы, единой или объединенной энергосистем, на основании показаний приборов диспетчерского пункта, сообщений с мест и анализа действия устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики:

- выявляются характер аварии и причины ее возникновения;
- устанавливается место повреждения;
- определяется, на какие несинхронные части разделилась единая и объединенная энергосистемы, энергосистема, а также уровни частоты и напряжения в раздельно работающих частях.

Одновременно выясняются состояние и загрузка межсистемных и других контролируемых внутрисистемных связей.

Перегрузки межсистемных и внутрисистемных транзитных связей

Переход на работу с аварийно допустимыми перетоками мощности осуществляется на период прохождения максимума нагрузок энергосистемы, объединенной и единой энергосистем или на время, необходимое для ввода ограничений потребителей, а в послеаварийном режиме (после отключения генератора, линии, автотрансформатора и др.) – на время, необходимое для мобилизации резерва (в том числе холодного), и оформляется записью в оперативном журнале энергосистемы, объединенных (единой) энергосистем (с указанием времени и причины перехода на работу с аварийно допустимыми перетоками).

Перегрузки сверх максимально (аварийно) допустимых значений перетоков мощности (токов) по связям, линиям и оборудованию устраняются:

а) при наличии резерва – немедленной загрузкой электростанций в приемной части энергосистемы и разгрузкой их в передающей части для разгрузки транзитных связей; в других случаях – использованием одного из указанных приемов;

б) при отсутствии резерва – за счет использования аварийных перегрузок генерирующего оборудования и ограничений и отключений в приемной части энергосистемы, а также разгрузкой генерирующей мощности в периферийных избыточных частях энергосистем, объединенной или единой энергосистем.

Линия электропередачи перегрузка

Важным условием безаварийной работы является сохранение персоналом спокойствия при изменении режима или возникновении неполадок, дисциплинированное и сознательное выполнение указаний инструкций и распоряжений старшего персонала, недопущение суеты, растерянности, вмешательства в работу посторонних лиц.

При возникновении аварийной ситуации эксплуатационный персонал принимает меры по локализации и ликвидации создавшегося положения, обеспечивается безопасность людей и сохранность оборудования.

Во время ликвидации аварии находящийся на дежурстве персонал, непосредственно обслуживающий оборудование, остается на рабочих местах, принимая все меры к сохранению оборудования в работе, а если это невозможно – к его отключению. Уходя, дежурный персонал сообщает о своем местонахождении вышестоящему оперативному персоналу. Рабочее место оставляется:

- при явной опасности для жизни;
- для оказания первой помощи пострадавшему при несчастном случае;
- для принятия мер по сохранению целостности оборудования;
- по распоряжению работника, руководящего ликвидацией аварии.

Все переключения в аварийных условиях производятся в соответствии с правилами технической эксплуатации, техники безопасности.

При ликвидации аварии производятся необходимые операции с устройствами релейной защиты и противоаварийной автоматики в соответствии с действующими нормативными документами и указаниями органов диспетчерского управления энергосистем.

Воздушные линии электропередач до 1000В:

2. Подготовить дефектную ведомость (по образцу).

3. Получить у преподавателя параметры неисправностей ВЛ, занести в ведомость дефектов.

4. Оформить отчет о проделанной работе.

5. Сделать вывод о состоянии ВЛ на основании ведомости дефектов.

Контрольные вопросы:

1. Какие работы входят в объем текущего ремонта?

2. Для чего заземляются опоры?

3. Для какой цели выполняется ремонт и окраска кабельных спусков и концевых муфт?

4. Как расшифровывается марка провода, А-35, АС-70?

5. Как проверить состояние верхней части опор и спусков заземления?

6. Назовите категорию работ при выполнении ТТ ВЛ.

Кабельные линии электропередач до 1000В:

1. Изучить теоретические сведения.

2. Преподаватель распределяет группу на несколько бригад. Каждая бригада должна подробно изучить один из методов ОМП КЛ. Схемы методов определения места повреждения кабеля представлены в приложении 1. 3.

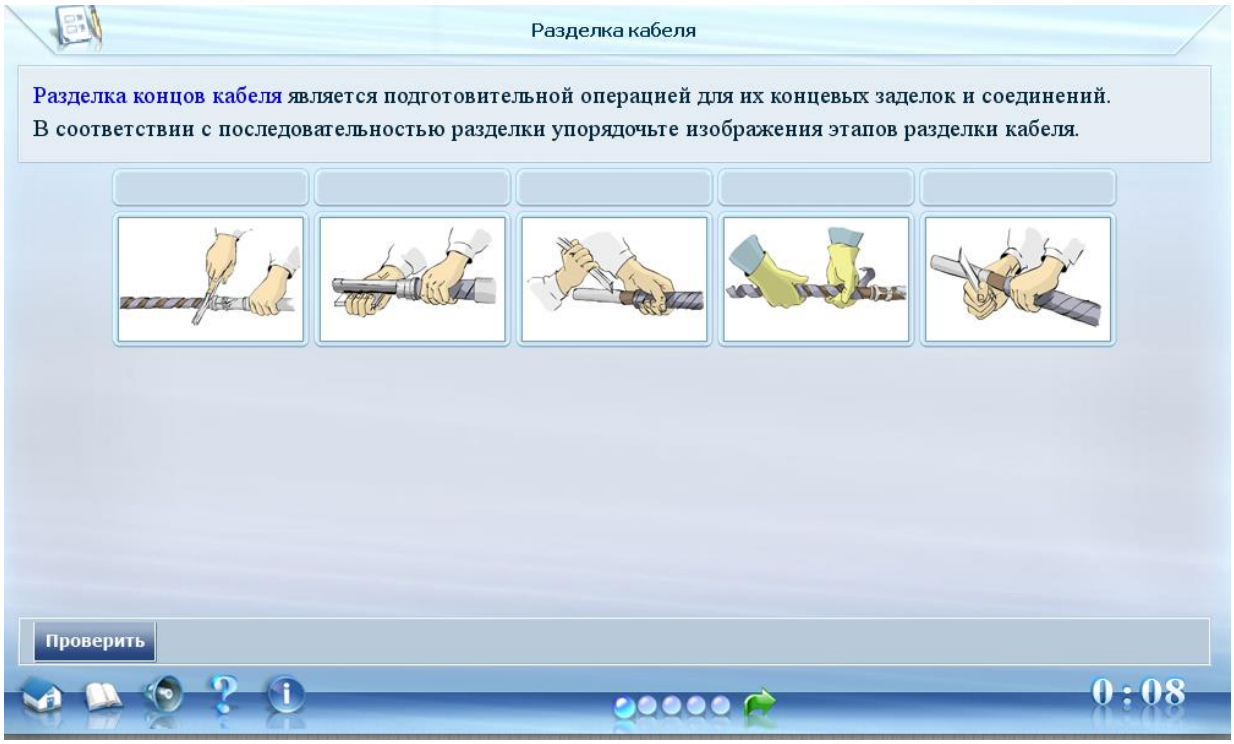
3. Оформить отчет о проделанной работе с подробным описанием изучаемого метода и кратким описанием других методов ОМП КЛ.

4. Сделать вывод о проделанной работе.

Задание на работу: Изучить информационный материал, выполнить практический модуль ФЦИОР, составить технологическую карту монтажа термоусаживаемой муфты для соединения трехжильных кабелей.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить инструкцию к практической работе.
2. Изучить информационный материал.
3. Включить модуль ФЦИОР и выполнить все задания.



35

Утверждаю

_____

_____

_____

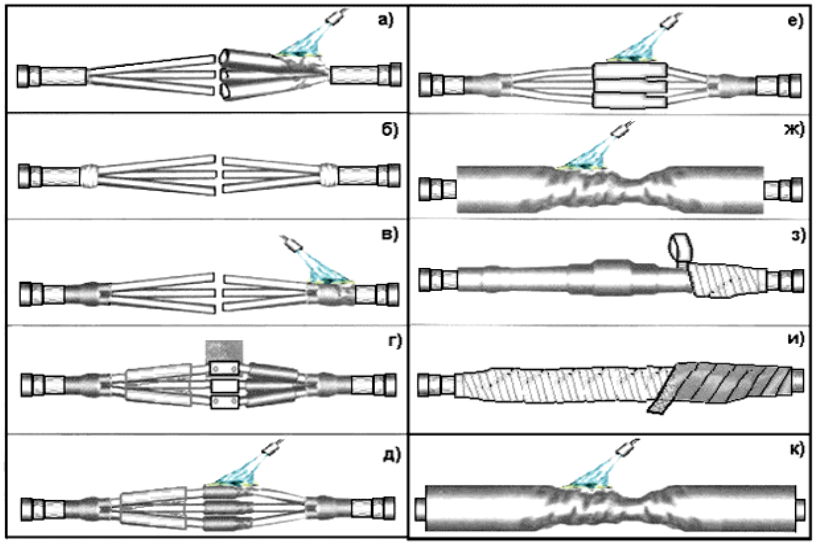
ДЕФЕКТНАЯ ВЕДОМОСТЬ №____

«____»_____20___г. г._____

При осмотре _____
выявлены дефекты в работе.
Для устранения выявленных дефектов необходима замена следующих запасных частей:

№	Наименование	Ед. изм.	Количество
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
	Составили: главный механик_____		

4.Составть технологическую карту монтажа термоусаживаемой муфты для соединения трехжильных кабелей.



5.Оформить отчет.

Содержание отчета:
1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Выполненные задания модуля ФЦИОР.
5. Ответы на вопросы.

Практическая работа № 11.

Изучение конструкции проводов воздушных линий

Цель работы.

Целью работы является изучение конструкции и марок проводов, способ подвески изоляторов на опорах, линейной арматуры воздушных линий, типов опор и расположения проводов на опорах.

План работы.

1. Изучение конструктивных элементов воздушных линий.
2. Изучение проводов и защитных тросов.

Основные теоретические положения.

Электрической воздушной линией (ВЛ) называется устройство для передачи и распределения электрической энергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным при помощи изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам инженерных сооружений.

Большинство наружных электрических сетей стояться воздушными. Основными причинами широкого распространения воздушных сетей является: значительно меньшая стоимость их по сравнению с кабельными сетями, легкое обнаружение мест повреждения и простота ремонта.

Главными конструктивными элементами любой воздушной линии являются (рис. 1):

1. провода, служащие для передачи электрической энергии;
2. защитные тросы, монтируемые в верхней части опор для защиты проводов от атмосферных (грозовых) перенапряжений;
3. опоры, поддерживающие провода и тросы на определенной высоте над уровнем земли или воды;
4. изоляторы, изолирующие провода от корпуса (тела) опоры;
5. арматура, при помощи которой провода и тросы закрепляются на изоляторах, а изоляторы - на опоре.

По конструктивному устройству воздушные линии разделяются на одноцепные и многоцепные, т.е. расположением одной или нескольких цепей на одних и тех же опорах. Цепь – это три провода одной трехфазной линии.

Провода и защитные тросы.

Провода для воздушных линий электропередачи изготавливаются неизолированными (голыми), они должны обладать хорошей электрической проводимостью, изготавливаться из недефицитных металлов, иметь достаточно высокую механическую прочность и значительную стойкость по отношению к коррозии и химическим воздействиям.

Материалами для проводов могут служить алюминий и его сплавы, медь и ее сплавы, сталь и сталеалюминий. Грозозащитные тросы выполняются, как правило, из стали. Сплав алюминия, магния и кремния называется альдреем, а сплав меди с оловом и фосфором называться бронзой. Медь, алюминий и их сплавы с иными металлами применяются в виде холоднотянутой проволоки, обладающей достаточной механической прочностью.

Медные провода, изготовленные из твердотянутой медной проволоки, обладают малым удельным сопротивлением (ρ = 18,0 Ом·мм^2 / км) и хорошей механической прочностью, успешно противостоят атмосферным воздействиям и коррозии от вредных примесей в воздухе. Медные провода маркируют буквой М с прибавлением номинального сечения провода.

Алюминиевые провода отличаются от медных значительно меньшей массой, большим удельным сопротивлением (ρ = 28,7 ÷ 28,8 Ом·мм^2 / км) и меньшей механической прочностью. Алюминиевые провода применяются в основном в местных сетях. Малая механическая прочность этих проводов не допускает создания большого натяжения. Чтобы избежать больших стрел провеса приходиться уменьшать расстояние между опорами, а это удорожает линию. Для повышения механической прочности алюминиевых проводов их изготавливают многопроволочными, из твердотянутых проволок. Хорошо переносят атмосферные воздействия, плохо противостоят воздействию вредных примесей воздуха. Поэтому для воздушных линий, сооружаемых вблизи морских побережий, соленых озер и химических предприятий, используют провода, защищенные от коррозии (алюминиевые коррозионностойкие, с заполнением межпроволочного пространства нейтральной смазкой). Провода из алюминия маркируются буквой А с добавлением номинального сечения провода.

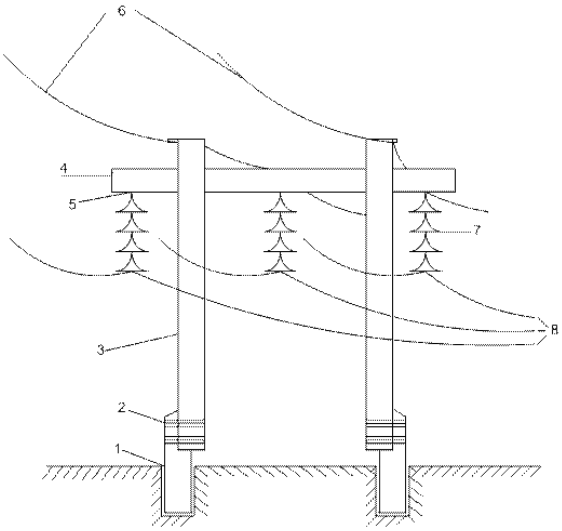


Рис. 1. Элемент воздушной одноцепной линии – деревянная промежуточная опора с грозозащитными тросами (на подходе к подстанции).1 – пасынок; 2 – бандаж; 3 – стойка опоры; 4 – траверса; 5 – арматура; 6 – грозозащитные тросы; 7 – гирлянда изоляторов; 8 – провода.

Сталеалюминевые провода имеют то же удельное сопротивление, что и алюминиевые провода равного им сечения, так как в электрических расчетах сталеалюминевых проводов проводимость стальной части не учитывается ввиду ее незначительности по сравнению с проводимостью алюминиевой части проводов. Если сравнить сталеалюминевые провода с равными им по проводимости и прочности медными проводами, то окажется, что сталеалюминевые провода легче и диаметр их значительно больше, чем у медных. Это благоприятствует применению сталеалюминевых проводов на воздушных линиях напряжением 110 кВ. и выше.

Самонесущие изолированные провода. В последние десятилетия в мире все большее применение в практике строительства воздушных линий электропередачи находят

самонесущие изолированные провода. Они применяются при строительстве воздушных линий электропередачи до 1 кВ. и 6—110 кВ. при температуре от —45 до +50 °С.

Преимущества самонесущих изолированных проводов (СИП):
1. возможность применения опор действующих проектов и новых опор меньшей высоты;
2. высокая надежность и бесперебойность энергообеспечения потребителей;
3. отсутствие коротких замыканий между проводами фаз, случайных перекрытий;
4. малая вероятность замыкания на землю;
5. уменьшение расстояния между проводами на опорах и в пролете;
6. уменьшение ширины просеки при строительстве;
7. отсутствие гололедообразования на проводах;
8. общее снижение энергетических потерь в линиях электропередачи;
9. сокращение трудозатрат при строительстве линий;
10. сокращение общих эксплуатационных расходов за счет уменьшения объемов аварийно-восстановительных работ.

Провода АМКА и SAX изготовляются из термоупрочненного алюминиевого сплава, имеют круглую форму сечения. Все провода, за исключением несущего нулевого провода, имеют изолированную оболочку из атмосферостойкого полиэтилена с включением газовой сажи для обеспечения длительного срока эксплуатации. Провод SAX покрыт изолирующей оболочкой толщиной не менее 2,3 мм из атмосферостойкого светостабилизированного полиэтилена. Провода АМКА и SAX сохраняют механическую прочность и электрические параметры при температурах окружающей среды от —45 до +50 °С, не распространяют горения.

Полые провода из меди и алюминия имеют большой диаметр по сравнению со сплошными проводами того же активного сечения. Отдельные плоские проволоки соединяются друг с другом в паз, чем обеспечивается конструктивная прочность провода. Полые провода предназначаются главным образом для ошиновки подстанций напряжением 330 кВ. и выше.

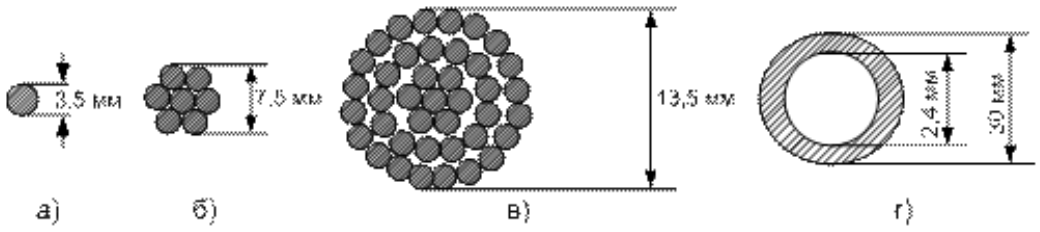


Рис. 2. Конструкция проводов воздушных линий.

По конструкции различают следующие типы проводов:
1. однопроволочные провода, состоящие из одной проволоки сплошного сечения (рис.2, а);
2. многопроволочные провода из одного металла, состоящие из скрученных между собой отдельных проволок (рис.2, б);
3. многопроволочные провода из двух металлов (рис. 2, в);
4. полые провода (рис. 2, г).

Контрольные вопросы.
1. Каким атмосферным явлениям подвергаются провода ВЛ?
2. Что такое «пляска проводов»?
3. Причины вибрации проводов.
4. Почему провода ВЛ, как правило выполняются многопроволочными?
5. Какие достоинства имеют ВЛ с изолированными проводами?
6. Какой материал применяют для грозозащитных тросов?

Практическая работа № 12.

Монтаж воздушной линии.

Цель работы. Изучить приемы и приобрести навыки по монтажу воздушных линий (ВЛ).

Оборудование и приборы. Деревянная опора длиной 6,5...7 м (диаметр тонкого конца не менее 15 см); деревянная и железобетонная приставки; два отрезка стальной оцинкованной проволоки диаметром 4...5 мм, длиной 10 м; деревянные колодки: две 150х150х300 мм и одна 400х400х300 мм; монтировка диаметром

- 25.. .30 мм; молоток слесарный; топор; учебные плакаты; отвес; барабан с проводом; штыревые изоляторы ШФН-1 —4 шт., НС-16 — 4 шт., ШФ10-Г — 3 шт.; полиэтиленовые колпачки — 10 шт.; отрезки алюминиевых и сталеалюминиевых проводов А-35 и АС-35 длиной 1м — 2 шт.; овальные соединители — 2 шт.; специальные клещи; ручной гидропресс; термитные патроны со стальной и медной трубками; клещи для термитной сварки; крюки для изоляторов — 4 шт.; отрезки алюминиевой проволоки диаметром 2 мм, длиной
- 500.. .600 мм; отрезки стальной оцинкованной проволоки с площадью поперечного сечения 1... 1,5 мм^2, длиной 500...600 мм; макет деревянной опоры с установленными четырьмя изоляторами на крюках; крепежные хомуты — 2 шт.; брезентовые рукавицы.

Последовательность выполнения задания. 1. Расположить на колодках и подогнать поверхности связываемой опоры и приставки.

- 2. Осуществить вязку опоры к железобетонной приставке проволокой или крепежными хомутами.
- 3. По плакатам и учебному пособию ознакомиться с технологией рытья ям и установкой в них опор.
- 4. Осуществить раскатку провода.
- 5. Ознакомиться со способами закрепления изоляторов на опорах и закрепить несколько изоляторов на крюках.

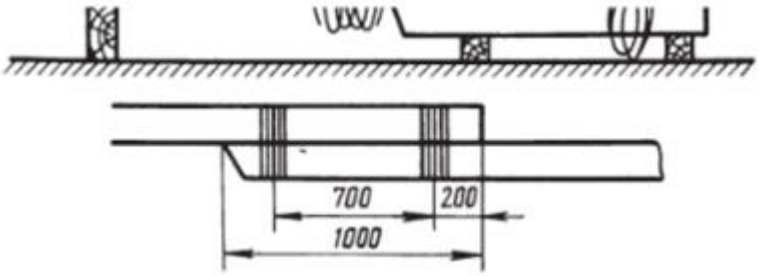


Рис. 1. Привязывание стойки к приставке

- 6. Выполнить соединение медных, алюминиевых и сталеалюминевых проводов ВЛ с помощью овальных соединителей.
- 7. Выполнить соединение медных, алюминиевых и сталеалюминевых проводов сваркой.
- 8. Привязать к изоляторам, закрепленным на макете опоры, провода посредством верхней вязки.
- 9. Выполнить боковую вязку проводов к изоляторам.
- 10. Оформить отчет.

Методические пояснения. Для монтажа ВЛ применяют как составные, так и несоставные опоры. Для нормативных несоставных опор заготавливают бревна длиной 8...8,5 м, а для

составных — 6,5...7 м. Нижнюю часть несоставной опоры крепят непосредственно в грунте. Стойку составной опоры привязывают к железобетонной приставке (реже к деревянной, пропитанной антисептиком). Верхнюю часть опоры — верхушку — для меньшего задерживания и проникновения в нее влаги стесывают в форме клина или конуса. Часто верхушки деревянных одностоечных опор закрывают конусными капроновыми колпачками, которые прибивают гвоздями с диаметрально противоположных сторон.

Составные опоры с железобетонными приставками дольше служат, чем несоставные.

При заготовке составных опор нижний конец деревянной стойки длиной 1.. .1,1 м несколько стесывают топором для обеспечения плотного прилегания к приставке (пасынку). При наличии кривизны в стойке нижний конец ее стесывают таким образом, чтобы после подъема (установки) опоры она располагалась вдоль трассы.

Стойку к приставке прикрепляют двумя специальными хомутами или двумя бандажами из стальной оцинкованной проволоки диаметром 4...5 мм. Допускается также использование для этой цели стальной не оцинкованной проволоки диаметром 6 мм (катанка). Бандажи из не оцинкованной проволоки должны быть покрыты асфальтовым лаком для защиты их от коррозии.

Стойки составных опор ВЛ напряжением до 1 кВ. и напряжением

6... 10 кВ привязывают к приставкам на участке длиной 1 м. Расстояние между бандажами принимают равным 700 мм. Верхний из них располагают на расстоянии 200 мм от нижнего конца стойки (рис. 1). Обычно число витков в бандаже выбирают в зависимости от диаметра проволоки:

Число витков бандажа	Диаметр стальной проволоки, мм
12	4
10	5
8	6

Стойку к приставке привязывают в такой последовательности. Отмеряют и отрезают проволоку из бухты для каждого бандажа. Заготавливают две низкие колодки для накладки под приставку 150x150x300 и одну высокую 300x150x300 под верхушку стойки. Приставку укладывают на две колодки, предварительно надев на нее проволоку для нижнего бандажа.

Проволоку размещают на приставке между колодками. Стойку укладывают толстой частью на приставку, надев на нее проволоку для верхнего бандажа. Она должна плотно лежать на приставке, а ее кривизна должна быть направлена в сторону, если смотреть сверху. При установке такой опоры кривизна будет направлена вдоль трассы. При этом следует помнить, что приставки составных, промежуточных опор располагают сбоку трассы.

Концы проволоки длиной 25...30 мм загибают под углом 90° и забивают молотком в стойку. Проволоку плотно наворачивают, огибая ее вокруг стойки с приставкой. Все витки бандажа должны быть одинаково натянуты и плотно прилегать один к другому, для этого их сбивают молотком при наворачивании проволоки. Второй конец проволоки заворачивают под уложенный бандаж и загибают.

В середине бандажа (в месте соприкосновения стойки и приставки) между проволоками вставляют монтировку (ломик с загнутым острым концом) и скручивают бандаж с двух сторон, причем закручивание бандажа с каждой стороны опоры необходимо выполнять в разных направлениях. Вместо скрутки бандажи можно стягивать болтом с фигурной головкой, который вставляют между витками бандажа с одной стороны опоры и выводят его

свободный конец с резьбой между витками бандажа с другой стороны опоры. На резьбовой конец болта надевают фигурную скобу и навертывают гайку. При завинчивании гайки фигурные скобы сближаются и прочно стягивают обе стороны бандажа (рис. 2).

Хомуты изготовляют из полосовой стали с размерами поперечного сечения 50х5 мм, к концам которой приваривают стальные шпильки диаметром И? мм и длиной 250...300 мм. Применение хомутов вместо проволочных бандажей существенно ускоряет выполнение работ.

Одностоечные составные опоры собирают на одной площадке, а затем развозят на место установки. Это сокращает время на переходы и исключает необходимость

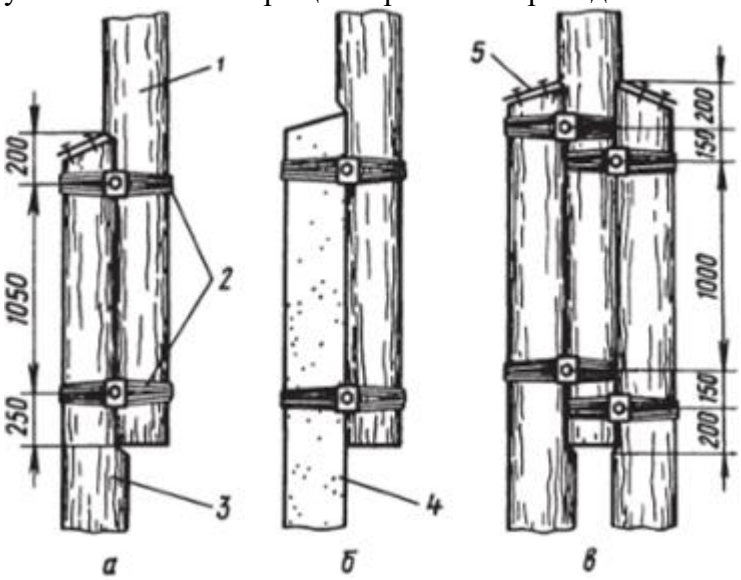


Рис. 2. Способы сопряжения деревянных стоек опор с приставками (пасынками): *а* — с одной деревянной; *6* — с одной железобетонной; *в* — с двумя деревянными, *1* — стойка, 2 — бандажи; *3* — деревянная приставка; *4* — железобетонная приставка, 5 — слой толя

переносить инструменты, материалы и приспособления. Для связывания составных опор выбирают сухую ровную площадку, доступную для подъезда транспорта и вблизи склада материалов.

Если опоры собирают непосредственно на месте их установки, то их укладывают пятой к яме или реперу, чтобы при подъеме не перетаскивать.

При сооружении ВЛ наиболее трудоемкие работы — земляные: рытье котлованов для установки в них железобетонных или деревянных опор, котлованов под фундаменты и подножки для металлических опор. Чтобы уменьшить затраты рабочего времени на эти работы, одностоечные железобетонные и деревянные опоры устанавливают в котлованах, пробуриваемых специальными машинами, смонтированными на тракторе или автомашине.

Технология сверления котлованов проста. Машину устанавливают перпендикулярно трассе таким образом, чтобы бур находился над местом установки опоры, и высверливают яму необходимой глубины.

Для рытья котлованов прямоугольной формы под сборные и монолитные железобетонные фундаменты применяют одноковшовые экскаваторы на гусеничном ходу Э-652, которые используют и как краны для погрузочно-разгрузочных работ при установке опор.

Одновременно с погружением опоры в котлован, если требуется, погружают и заземляющий электрод, который прикрепляют к свае.

При небольших объемах работ ямы под опоры роют вручную. Для этого на поверхности грунта возле колышка вдоль трассы наносят лопатой контур ямы. Ее роют уступами, отбрасывая грунт в одну сторону, чтобы впоследствии он не мешал подъему опоры.

Вначале грунт следует отбрасывать дальше, чтобы при заглублении он не обсыпался снова в яму, а также не создавал дополнительного давления на края ее стенок, которые выполняют с откосами. Угол наклона зависит от плотности грунта. При глубине до 1,5 м в плотных грунтах ямы роют с отвесными стенками. В слабых грунтах ямы с отвесными стенками допускается отрывать на глубину до 1 м. При большей глубине их стенки необходимо раскреплять досками.

Для угловых опор ямы роют так, чтобы вертикальная стенка была со стороны тяжения проводов.

Если опоры устанавливают вручную, то при рытье ям необходимо учитывать удобства их подъема. Отвесная сторона ямы должна быть со стороны ноги опоры, а уступы — к верхушке, с тем чтобы при подъеме опоры не разворачивать.

Если опору необходимо установить вблизи здания или забора, яму роют под небольшим углом к оси трассы. Для установки опоры на углу постройки яму роют вдоль трассы отвесной стенкой в сторону постройки. Диаметр самой глубокой части ямы должен быть таким, чтобы опора в ней свободно размещалась и ее можно было перемещать при выверке. Глубина ямы зависит от высоты опоры, количества подвешенных на ней проводов и грунтовых условий, а также способа производства работ, и ее определяют по справочным таблицам.

Глубина ям под концевые и угловые опоры должна быть больше, чем под промежуточные, на 20%, если в проекте нет специальных указаний. Рытье ям необходимо выполнять только перед установкой опор, особенно в населенной местности. Оставленные без надзора ямы засыпаются песком, а в дождь заплывают грязью. Кроме того, они могут явиться причиной несчастного случая, особенно в темное время суток. При слабом грунте дно ям необходимо укреплять камнями или кусками бракованных железобетонных приставок.

Развезенные по трассе готовые или собранные на месте опоры ВЛ устанавливают с помощью бурильно-крановых машин, оборудованных подъемными механизмами.

При подъеме машину устанавливают поперек трассы таким образом, чтобы ее рабочий орган находился над ямой. Опору закрепляют тросом (застроповывают) и привязывают две оттяжки, которыми она удерживается от опрокидывания на подъемный механизм. Привязывают опору за ее верхнюю часть, с тем чтобы при подъеме комель мог перемещаться, не отрываясь от земли. В этом случае поднятая опора будет занимать почти вертикальное положение.

После подъема над землей ногу опоры направляют и устанавливают на дно ямы, затем выверяют:

- 1 — по расположению изоляторов или траверс и в отношении трассы путем поворачивания опоры вокруг своей оси. Если они с приставками, то последние должны находиться с одной стороны трассы;
- 2 — по оси трассы в створе с другими установленными опорами;
- 3 — по вертикальности установки с применением отвеса или визуально, находясь в стороне от линии.

Окончательно выверенные опоры укрепляют в яме вынутым грунтом слоями 200...300 мм. Каждый слой тщательно утрамбовывают деревянными брусьями. Затем у опоры подсыпают грунт высотой 40...50 см. После полной засыпки и утрамбовки грузовой трос механизма опускается и опора расстроповывается путем тяжения за крюк посредством веревки, привязанной к нему при строповке.

При небольших объемах работ преимущественно на ВЛ до 1 кВ. легкие деревянные опоры можно устанавливать вручную с помощью ухватов. Возможны и другие способы подъема. Каждый ухват должен иметь посередине острый зубец, чтобы опора не скользила. Деревянные черенки для ухватов должны быть гладкими, без сучков, прочными, но легкими.

Поднимаемую опору размещают вдоль трассы так, чтобы ее нога при подъеме упиралась в отвесный край ямы. Для лучшего скольжения опоры вдоль отвесной стены ямы ставят прочную доску. Обычно опоры ВЛ поднимает бригада в составе 6...8 человек. Ухваты подготавливают попарно с двух сторон опоры, короткие кладут к верхушке, а длинные — к комлю. Поднимают опору сначала на плечи, а затем ухватами, начиная короткими от

вершины опоры. Ухваты должны иметь длину попарно равную; для первой пары — 2,5 м, второй — 3,5, третьей — 4,5, четвертой — 5,5 м.

Опору, поднятую над поверхностью земли на 70...80°, удерживают с противоположной стороны предпоследней парой ухватов для сохранения вертикального положения. При подъеме опоры ухватами люди должны находиться с двух ее сторон на расстоянии 1,2...1,5 м от проекции опоры на землю (25...30°). Поднятую опору выверяют, засыпают вынутым грунтом, который утрамбовывают.

Железобетонные и деревянные одностоечные опоры без ригелей устанавливают в котлован, высверленный в грунте, и засыпают пазухи. Одностоечные опоры с верхними ригелями устанавливают в котлован без ригелей и после засыпки котлована на $^2/_3$ глубины отрывают траншею, в которую краном укладывают ригели. Последние прикрепляют к опоре при помощи оцинкованных хомутов и после этого окончательно засыпают котлован.

Железобетонные опоры заделывают в цилиндрических котлованах цементным раствором после временного закрепления их клиньями. Цементный раствор, доставленный от смесительной установки, выгружают в специальный лоток, установленный у опоры, и с помощью совковых лопат заполняют пазухи котлована. Уплотняют раствор в пазухах штыкованием металлическими стержнями. При температуре воздуха 10°С и выше временные клинья удаляют через 24 ч, а при среднесуточной температуре 5°С — через 48 ч, затем заполняют грунтом «карманы», оставшиеся после выемки клиньев, и подсыпают грунт вокруг опоры.

На концах линии или при изменении ее направления опоры снабжают подкосами или оттяжками.

Провода больших площадей поперечного сечения для монтажа ВЛ доставляют на склады электромонтажных организаций намотанными на деревянные барабаны, а малых — в бухтах. Барабаны должны быть кругом обшиты досками, прибитыми с двух сторон гвоздями, под шляпку которых подложена металлическая лента по окружности барабана. На одной из сторон барабана указывают марку провода, площадь поперечного сечения и массу.

Грузить барабаны с проводом на транспорт и разгружать необходимо с помощью подъемных кранов, талей и других механических приспособлений. При погрузке и разгрузке вручную следует применять прочные и без сучков покаты. Сбрасывать барабаны с транспорта на землю запрещается. Спускать их следует осторожно, соблюдая правила охраны труда при погрузочно-разгрузочных работах.

Перед раскаткой проводов необходимо выполнить подготовительные работы: осмотреть местность, установленные опоры, определить возможности прохождения транспорта и устроить переходы через препятствия (реки, железные и шоссейные дороги, линии связи и т. п.).

Провода ВЛ напряжением до 1 кВ. имеют малую длину и различные площади поперечных сечений вдоль линии, поэтому раскатывают провода при их монтаже с барабанов, установленных на неподвижных домкратах, козлах и других приспособлениях, с помощью трактора (рис. 3), а при коротких участках и небольшой площади поперечного сечения проводов — вручную.

При отсутствии раскаточных приспособлений разматывают провода с барабана на небольших участках следующим образом (рис. 51). Роют небольшой котлован, в котором может разместиться V_2 барабана в направлении трассы линии. Вдоль ямы на строго горизонтальном и одинаковом уровне кладут параллельно два бревна с вырубками на их середине. В отверстие барабана вставляют металлический стержень диаметром 20...30 мм и

осторожно скатывают барабан в яму. Металлический стержень должен иметь строго горизонтальное положение и находиться в зарубках во избежание перекатывания его по бревнам. Перед закатыванием барабана в яму нужно убедиться, что провод снимается с верхней части барабана.

Провода необходимо раскатывать по обе стороны опор по числу установленных на каждой стороне изоляторов. Все работы следует выполнять в хлопчатобумажных или брезентовых рукавицах.

При раскатке провода один из работающих должен постоянно находиться возле барабана и следить за снятием с него провода и отсутствием дефектов. Наиболее частый дефект — повреждение жил. Если в проводе оборвано не более 10... 15% проволок, то на место повреждения накладывают проволочный бандаж, препятствующий свиванию поврежденных проволок.

Более современный способ — это раскатка проводов с барабанов, установленных на

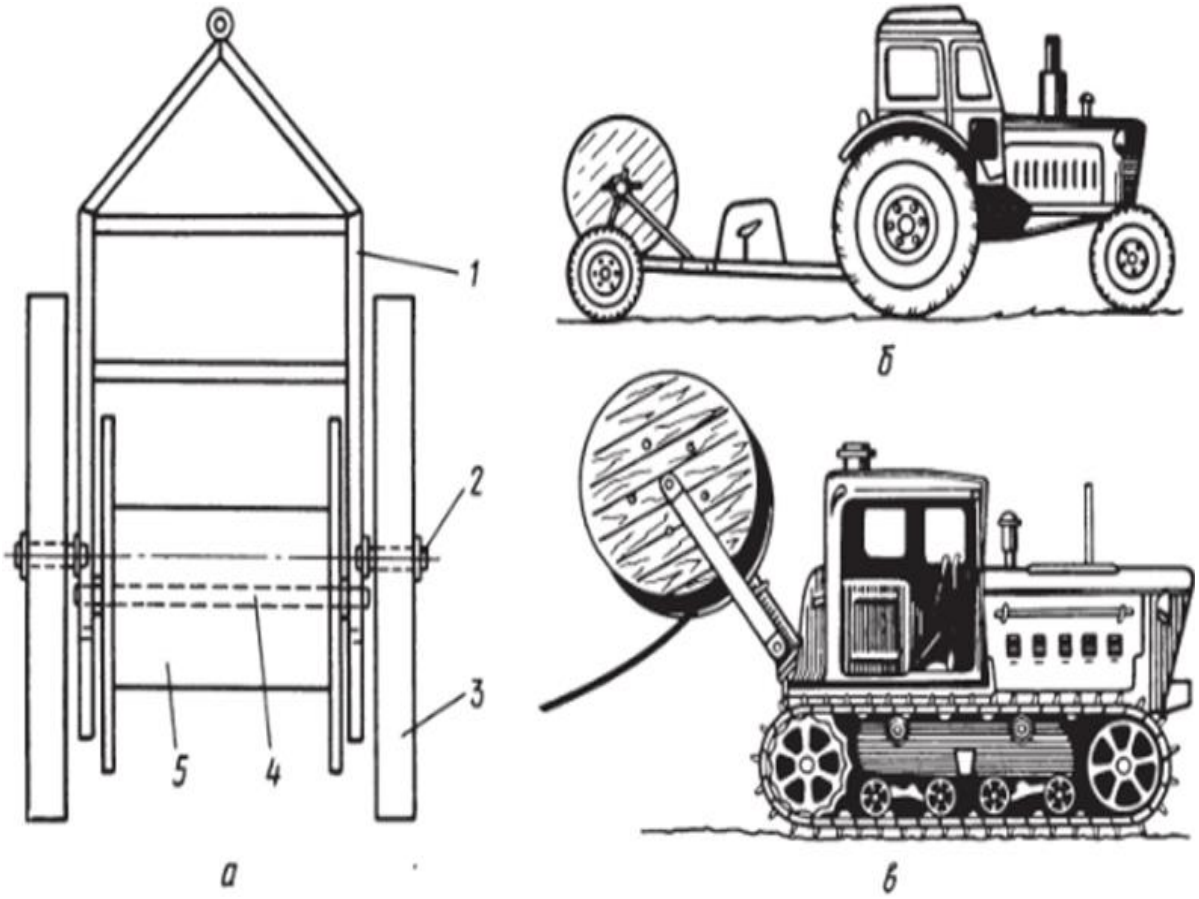


Рис. 3. Передвижные раскаточные механизмы: *а* — прицепная тележка, *б*—прицепное устройство к трактору; *в* — навесное устройство; *1* — рама, *2* — ось; *3* — кольцо, *4* — вал; 5 — барабан

движущемся транспорте. В этом случае провод снимают с барабана и укладывают на землю. Штыревые изоляторы на ВЛ напряжением до 1 кВ. закрепляют на опорах так, чтобы вертикальные расстояния между проводами были не менее 400 мм, горизонтальные при пролетах до 30 м — не менее 200 мм, а при пролетах более 30 м — 300 мм.

В IV и особом районе голо-ледности вертикальное расстояние принимают 600 мм, а горизонтальное — 400 мм. У ВЛ напряжением 6... 10 кВ на штыревых изоляторах вертикальное и горизонтальное расстояние между проводами не менее 800 мм. Штыревые изоляторы закрепляют на крюках и штырях также с помощью полиэтиленовых колпачков.

Изоляторы, закрепленные на крюках, устанавливают непосредственно на стволах деревянных опор без траверс. В опоре буравом высверливают отверстия, в которые ввертывают хвосты крюков. Для удобства завертывания крюков применяют специальный ключ. Изоляторы, закрепленные на штырях, устанавливают на траверсах. При этом штырь крепят на траверсе гайкой.

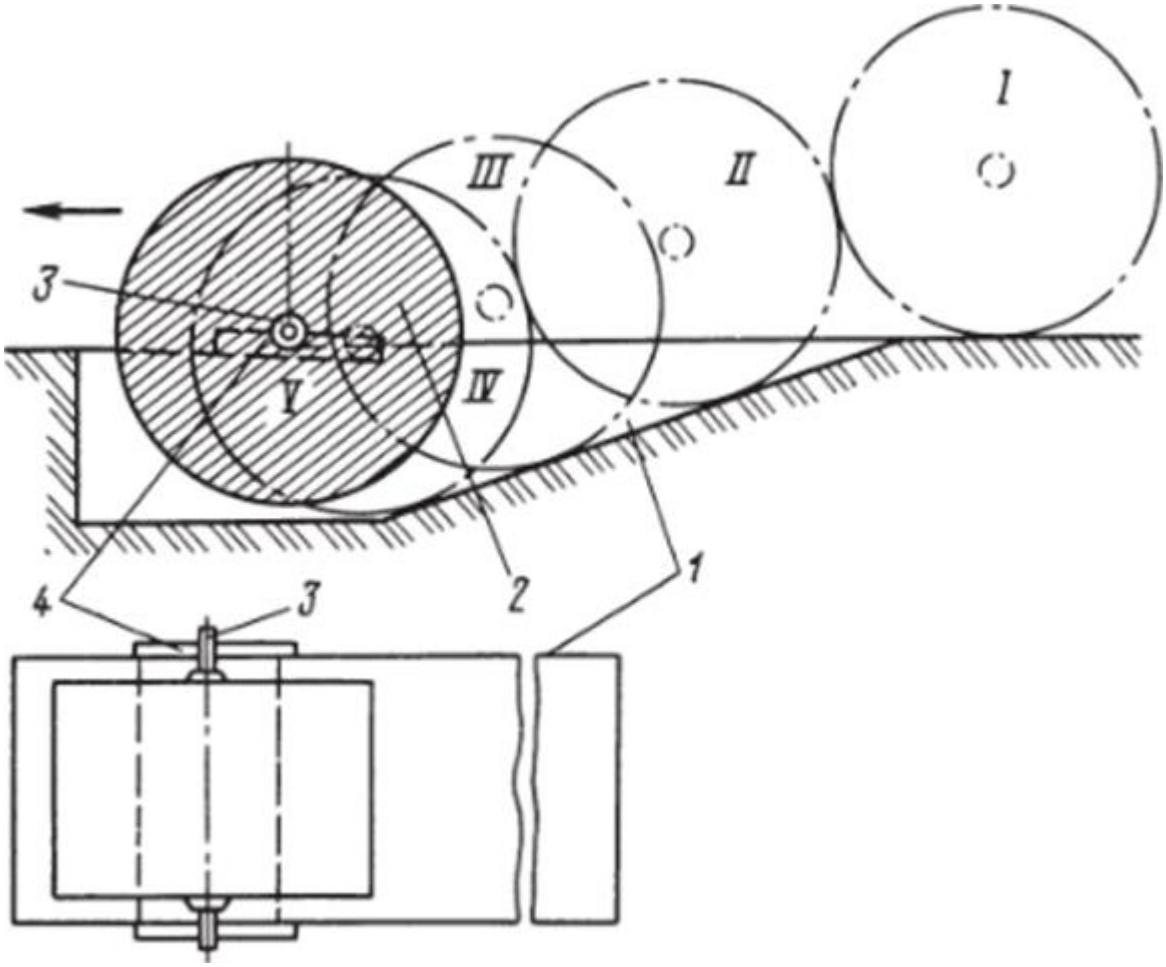


Рис. 4. Устройство для раскатки провода:
I — котлован (траншея по ширине барабана с пологим углублением); 2 — барабан с проводом, *3* — вал к барабану; *4* — подкладка из деревянного бруса или шпалы (100х200х 1500 мм) с врубкой под вал, *I, II, III IV, V* — последовательность установки барабана в котлован

Штыревые изоляторы закрепляют на опорах или траверсах вертикально. При креплении обводного провода разрешается устанавливать штыревой изолятор под углом до 45° к вертикали.

Соединение проводов ВЛ выполняют зажимами и сваркой. Перед монтажом соединения на провода накладывают бандажи на расстоянии, равном длине соединителя плюс 70...80 мм, торцы проводов подравнивают ножовкой или клещами со специальными вкладышами-ножами, затем на концы проводов накладывают вторые бандажи на расстоянии 50 мм от первых бандажей (ближе к концу провода). Соединение проводов выполняют в следующем порядке: чистой тряпкой, смоченной в растворе синтетического моющего средства (СМС), очищают концы проводов от грязи и заводской смазки; смазывают поверхность всех проводов вазелином или защитной смазкой, расплетают повивы провода на длине, равной

длине соединителя; стальной щеткой счищают пленки окиси с поверхности проводов всех повивов, внутреннюю поверхность соединителя очищают от грязи чистой тряпкой, смоченной в растворе СМС, и смазывают ее чистым вазелином или защитной смазкой; стальным ершом очищают внутреннюю поверхность соединителя и удаляют опилки чистой сухой тряпкой; протирают чистой сухой тряпкой поверхность проволок всех повивов соединяемых проводов; скручивают проволоки в повивы; соединяемые провода вводят в овальную гильзу так, чтобы концы их вышли из соединителя на25...30 мм, и специальными клещами (рис. 5) выполняют насечки на гильзе в шахматном порядке в последовательности, указанной цифрами на рисунке 6, проставленными в лунках,

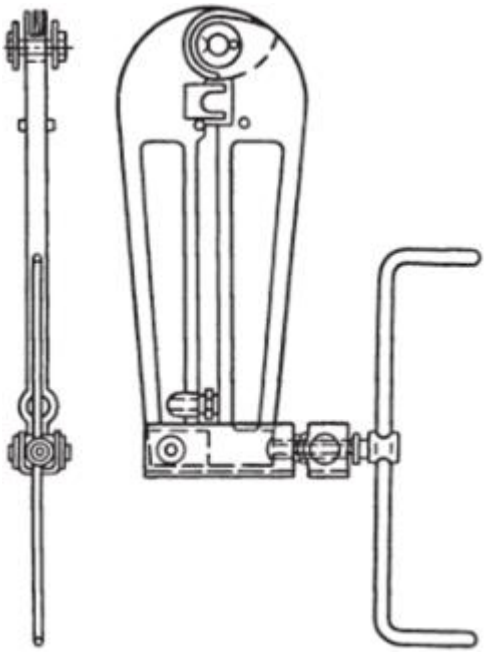


Рис. 5. Клещи для обжатия овальных соединений МИ-19А.

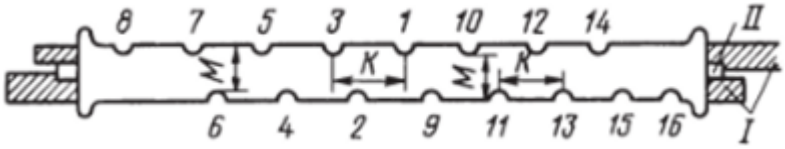


Рис. 6. Обжим овальных соединений при монтаже сталеалюминевых проводов:
I — провода, *II* — вкладыш

образующихся после обжима. Так, например, первое обжатие выполняют в том месте, где проставлена цифра /, второе — там, где проставлена цифра 2 и т. д. Глубина лунок должна соответствовать размеру М. Размеры М для различных площадей поперечного сечения проводов, соединяемых обжимом, приведены в справочных таблицах.

После обжима проверяют отсутствие трещин на соединительном зажиме, и если обнаружат трещины, то зажим вырезают и соединение делают вновь. При отсутствии трещин замеряют значения обжимов, и если обжим недостаточен, то делают дополнительный обжим до размера, соответствующего данным таблицы.

Расстояние между лунками К определяют по рискам, имеющимся на зажимах. Отклонение от рисок должно быть не более ±10 мм.

Аналогично выполняют соединение опрессовкой овальных соединителей при монтаже сталеалюминевых проводов (специальным прессом). После опрессовки соединительный зажим проверяют, как и после обжима. Опрессовку можно выполнять с помощью малогабаритного пресса или ручного гидропресса, применяемого для опрессовки наконечников и соединительных гильз на жилах изолированных проводов и кабелей.

Сталеалюминевые провода соединяют также способом скручивания овального соединителя. Эти провода имеют однопроволочный стальной сердечник, и при соединении их обжатием овального соединителя из-за большой жесткости стального сердечника механическая прочность соединения получается недостаточной. Для повышения механической прочности соединения таких проводов применяют соединители, монтируемые скручиванием. Способом скручивания монтируют соединения проводов и других марок при наличии овальных соединителей соответствующих размеров.

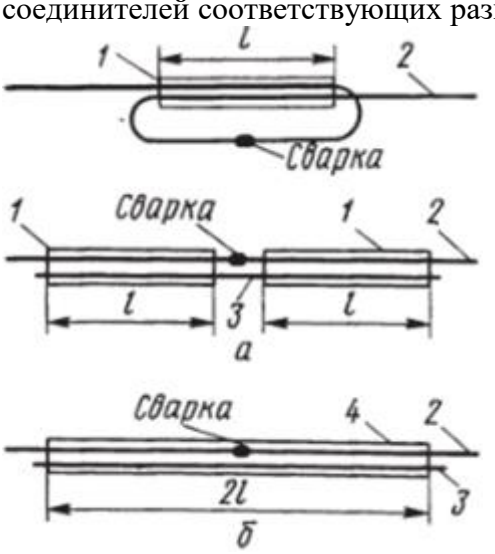


Рис. 7. Схемы соединения проводов в пролетах: *а* — сталеалюминевых и медных, *6* — сталеалюминевых, / — укороченный овальный зажим, *2* — соединяемый провод. *3* — вспомогательный провод (шунт); *4* — овальный зажим, / — длина соединителя.

Весь процесс подготовки аналогичен описанному для соединения обжимом. После ввода соединяемых проводов в соединитель его закладывают в приспособление для скручивания, закрепляют в зажимах и поворотом планшайбы с помощью воротка скручивают соединитель в соответствии с монтажной инструкцией.

Соединения проводов обжимом и опрессовкой обладают достаточной механической прочностью, однако электрическое сопротивление переходного контакта в этих соединениях с течением времени увеличивается. Это приводит к повышенному нагреву их током, и если своевременно не будут приняты меры по улучшению контакта, то провода в месте соединения могут перегреться, потерять свою механическую прочность и оборваться.

Поэтому при эксплуатации ВЛ с такими соединителями приходится проводить контроль нагрева соединителей и дефектные зажимы заменять новыми.

Чтобы избежать ухудшения контакта, применяют сварку концов проводов, соединенных обжимом или опрессовкой. Сварку концов проводов выполняют либо газовой горелкой, либо с помощью термитных патронов. Наиболее распространена термитная сварка. Процесс соединения проводов следующий: соединяемые провода вводят в овальный соединитель по одной из схем, приведенных на рисунке 54; овальный соединитель на время сварки сдвигают

в сторону, концы проводов сваривают термитной сваркой, обрабатывают и зачищают места сварки, опрессовывают соединители, как указано выше. Термитная сварка сводится к следующему: в зависимости от марки проводов берут термитный патрон со стальной (для проводов А и АС) или медной (для проводов марки М) трубкой; концы свариваемых проводов зачищают металлической щеткой; ставят бандаж из стальной проволоки на расстоянии 50 мм от конца каждого провода; вводят концы проводов в трубку термитного патрона; один конец провода с одной стороны патрона, а другой — с противоположной; закрепляют свариваемые провода в зажимах специальных приспособлений; зажигают термитной спичкой термитный патрон; после сгорания термитного состава и охлаждения места соединения снимают остатки трубки патрона с места соединения, зачищают место соединения с помощью металлической щетки или шабера, промывают его раствором СМС и протирают насухо тряпкой; опрессовывают овальные соединители, как указано выше.

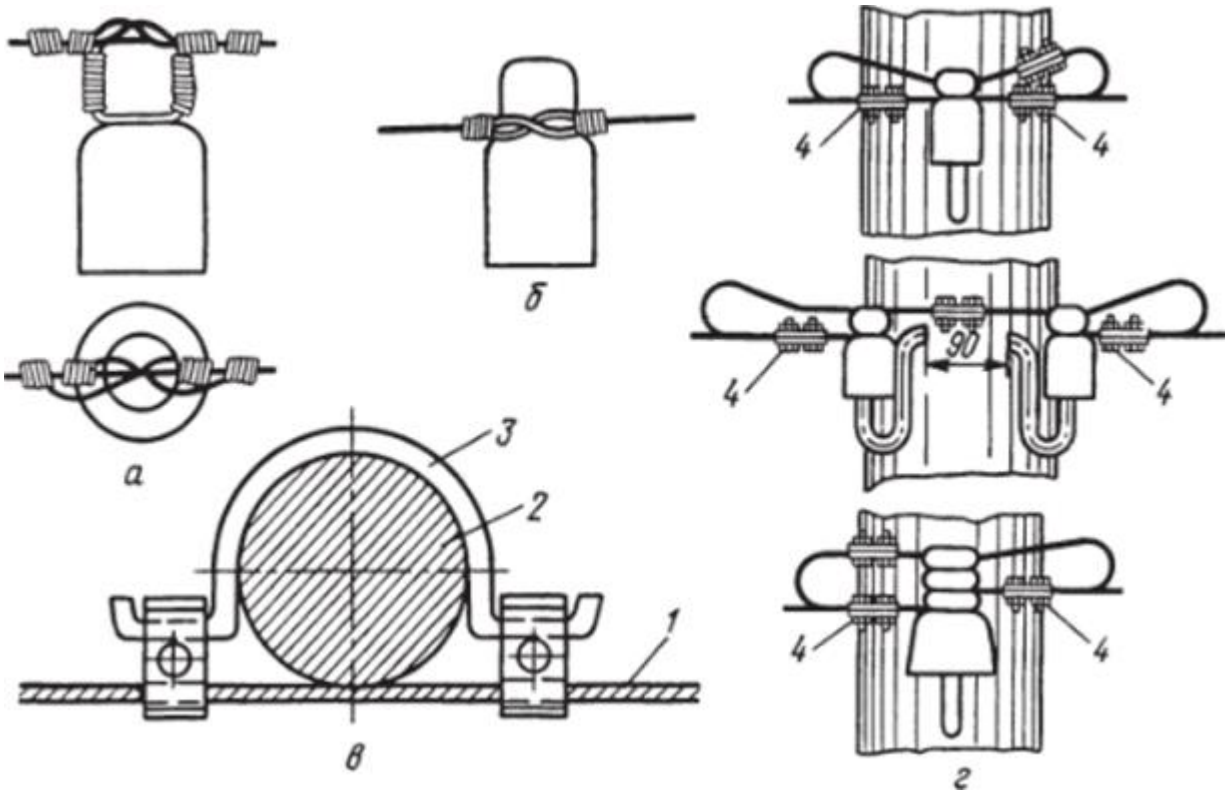


Рис. 8. Вязка проводов на штыревых изоляторах ВЛ напряжением до 1 кВ: *а* — головная; *6* — боковая; в — с помощью скоб, *г* — в платочных зажимах, *1* — провод, 2 —изолятор; *3* — скоба; *4* — зажим

Процесс термитной сварки происходит автоматически, без какого-либо вмешательства, при этом специальная пружина, имеющаяся в сварных клещах, производит автоматически так называемую «осадку» при расплавлении концов проводов горящим термитным составом.
Следует иметь в виду, что при сварке сталеалюминевых проводов происходит сварка только алюминиевых проволок. Проволоки стального сердечника лишь частично оплавляются, но не свариваются, поэтому механическая прочность соединения сталеалюминевых проводов термитной сваркой определяется только механической прочностью алюминиевого соединения. Чтобы обеспечить механическую прочность соединения, равную механической прочности цельного сталеалюминевого провода, выполняют спрессовывание овальных соединителей. Если соединение проводов выполняют в петле на анкерной опоре, оно не несет механической нагрузки и овальные соединители не устанавливают.

К штыревым изоляторам провода ВЛ напряжением до 1 кВ прикрепляют при помощи специальных зажимов или проволоки.

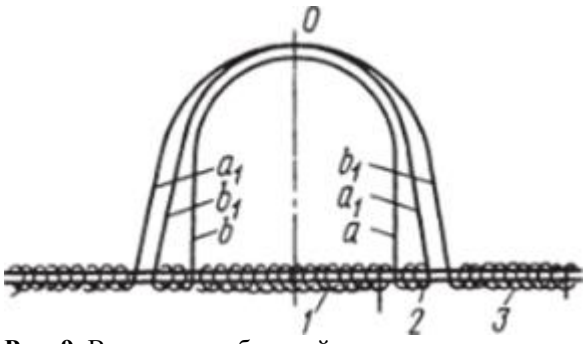


Рис. 9. Выполнение боковой вязки провода к штыревым изоляторам ВЛ напряжением 6... 10 кВ:
I — подмотка из вязальной проволоки; 2 и *3* — участки крепления провода вязальной проволокой.

Привязку алюминиевого провода к изолятору выполняют алюминиевой проволокой, стального — мягкой оцинкованной. Для медных проводов применяют медную проволоку. При вязке проводов к изоляторам проволокой следят за тем, чтобы не повредить плоскогубцами провода (а также и вязальную проволоку).

Более надежная и долговечная в эксплуатации — боковая вязка, которая меньше повреждается при вибрации и «пляске» проводов. На рисунке 9 показана рекомендуемая боковая вязка алюминиевых и сталеалюминевых проводов для ВЛ напряжением 6... 10 кВ.

При этом провода защищают от истирания об изолятор подмоткой проволоки. Вязку проводов начинают от точки 0, совпадающей с серединой вязальной проволоки. Правый конец проволоки идет по линии, *a* и закрепляется тремя витками на проводе, затем следует по линии a_x и закрепляется на левой стороне провода. Аналогично левый конец следует по линиям *b* и b_v

В сетях с заземленной нейтралью арматуру железобетонных опор соединяют с нулевым заземленным проводом перемычкой из голого проводника с помощью специальных ответвительных болтовых зажимов. Зажимы изготовляют из того же металла, что и провода линии (алюминий, медь, сталь). Контактные соединения перемычки предварительно тщательно очищают от загрязнений и коррозии и покрывают слоем вазелина.

Заземление опор наружного освещения с кабельным питанием выполняют через нулевую жилу кабеля с присоединением к ней оболочки кабеля в сетях с заземленной нейтралью.

Металлические оттяжки опор, закрепленные нижним концом на высоте менее 2,5 м от земли, либо заземляют, либо изолируют при помощи изолятора, рассчитанного на напряжение ВЛ и установленного на высоте не менее 2,5 м. Для подъема на опоры линий электропередачи применяют телескопические вышки, а также приспособления, называемые монтерскими когтями (для подъема на деревянные опоры) и лазами (для подъема на центрифугированные железобетонные опоры). Подъем на железобетонные опоры прямоугольного профиля осуществляют с помощью лазов типа когтей с металлическими шипами и резиновыми прокладками.

Контрольные вопросы.

1. Из чего состоят опоры?
2. Как выполняют вязку опоры и приставки?
3. С помощью каких средств выполняют рытье котлованов под опоры?
4. Как осуществляют раскатку проводов?
5. Как устанавливают опоры?
6. Каким образом соединяют провода ВЛ?
7. Для чего необходима трамбовка грунта при установке опоры?
8. Чем отличается верхняя вязка провода к изолятору от боковой?
9 Для чего антисептируют деревянные опоры?

Практическая работа № 13.
Монтаж схем заземления.

Цель: Научиться методике и правилам выполнения разводки схем питания. Научиться методике выполнения разводки схем защитного зануления.

Краткая теория:

Питающей сетью называется сеть от распределительного устройства подстанции или ответвления от линии электропередачи до внутреннего распределительного устройства (ВРУ), а также от ВРУ до главного распределительного щита (ГРЩ) и внутреннего распределительного щита (ВРЩ) и до распределительных пунктов (РП) или групповых щитков. Электросеть внутри дома начинается с ГРЩ, через который производится снабжение электроэнергией всего здания. Роль ГРЩ может выполнять ВРУ или щит напряжений 0,4кВ подстанции.
Линия, идущая от щитков до электроприемников, называется локальной (групповой) сетью. Групповые линии выполняются трехпроводным однофазным и пяти-проводным трехфазным с рабочим и защитным нулевыми проводами.
Наиболее распространенной схемой питания жилых зданий, характерных для городской застройки, является петлевая или магистральная с резервной перемычкой:

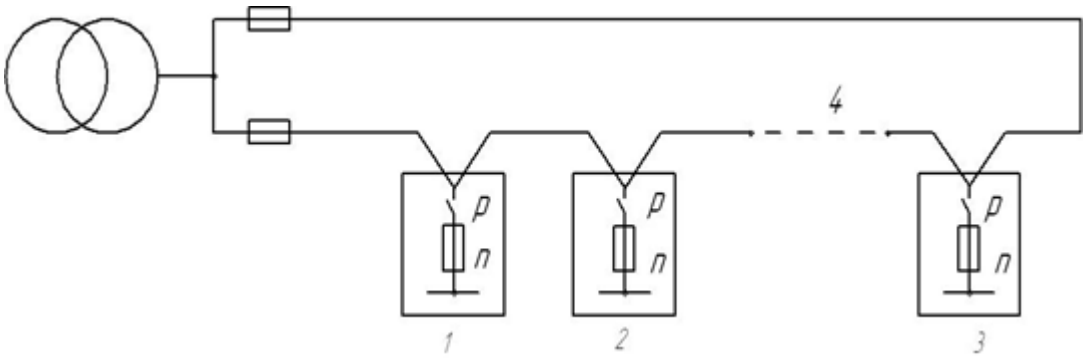


Рис.1. 1,2,3 – жилые дома; 4 – резервная перемычка. Резервная перемычка включается в случаях повреждения или короткого замыкания на одном из участков сети.

Локальная сеть должна выполняться однофазными линиями, присоединенными к защитным аппаратам на групповом квартирном щитке. Для защиты сети на вводе устанавливают аппаратуру защиты: автоматические выключатели или плавкие предохранители. Для защиты групповых распределительных и питающих сетей электроприемников от к.з. и от перегрузки нормативными документами предусматриваются аппараты защиты, установленные только в фазных проводах.

Номинальные токи плавких вставок или тепловых расцепителей автоматических выключателей в квартирах жилых домов должны быть:

А) 16 А – для локальной осветительной и штепсельной сети квартир с розетками на ток до 10 А;
Б) 25 А – для штепсельной сети в квартирах с ПК и бытовыми кондиционерами мощностью до 1,5 кВт; для самостоятельных групп питания бытовых электроприборов мощностью до 4 кВт.

Допустимые длительные токи Ig для проводов до 1 кВ при окружающей температуре воздуха 25 ^{0}С.

Таблица 1

Сечение мм^2	Алюминиевые жилы провода с резиновой и пластмассовой изоляцией марок АПР, АПРТО, АППВ, АППС, АПВГ, АПРН.		Медные жилы провода с резиновой и пластмассовой изоляцией марок ПР, ПРТО, ПРГ, ППВ, ПРГВ, ППВС, ПРН.	
	Способ		Прокладки	
	Открыто	В стальных трубах и под штукатуркой	Открыто	В стальных трубах и под штукатуркой
1,5	-	-	23	17
2,5	24	19	30	25
4	32	28	41	35
6	39	32	50	42
10	60	47	80	60
16	75	60	100	80
25	105	80	140	100
35	130	95	170	125

Пример: Определить расчётный наибольший ток и выбрать сечение проводов с алюминиевыми и медными жилами, питающих 40 компьютеров, каждый мощностью 0,5 кВт.
Решение:

- определим расчётную мощность:

2) для однофазной сети найдём расчётный ток:

3)по таблице 1 находим допустимый длительный ток и выбираем сечение
3- х жильного провода:
- марки АПРТО сечением 35 мм^2 (d=6,7 мм)
- марки ПРТО сечением 25 мм^2 (d=5,7 мм)

Заземлением какой-либо части электроустановки называют преднамеренное электрическое соединение её с заземляющим устройством.

Заземляющее устройство – это совокупность заземлителя и заземляющих проводов.

Заземлитель – это металлический проводник или группа проводников, находящихся в непосредственном соприкосновении с землёй.

Глухозаземлённой нейтралью называют нейтраль трансформатора или генератора, присоединённую к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление трансформаторы тока).

Изолированной нейтралью называют нейтраль, не присоединённую к заземляющему устройству или присоединённую через аппараты, компенсирующие емкостный ток в сети.

Нулевой провод – это провод сети, соединённый с глухозаземлённой нейтралью трансформатора ил генератора, служащий обратным проводом при неравномерной нагрузке фаз или полюсов.

В электроустановках напряжением до 1000В с глухозаземлённой нейтралью источника питания основной мерой защиты от поражения эл. током в случае прикосновения к металлическим конструкциям, оказавшимся под напряжением, вследствие повреждения изоляции, является **зануление.**

Зануление – преднамеренное электрическое соединение металлических частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, с глухозаземлённой нейтралью источника питания посредством нулевых защитных проводников. Надёжное эл. соединение металлических частей эл. установки с глухозаземлённой нейтралью превращает всякое замыкание токоведущих частей в однофазное короткое замыкание, в результате чего происходит отключение аварийного участка сети аппаратом защиты.

В качестве нулевых защитных проводников могут использоваться:

1. Нулевые защитные (дополнительные) проводники.
2. Специально предусмотренные проводники (4-я или 3-я жила кабеля, стальные полоски).
3. Стальные трубы электропроводки.
4. Металлические конструкции производственного назначения и т.д.

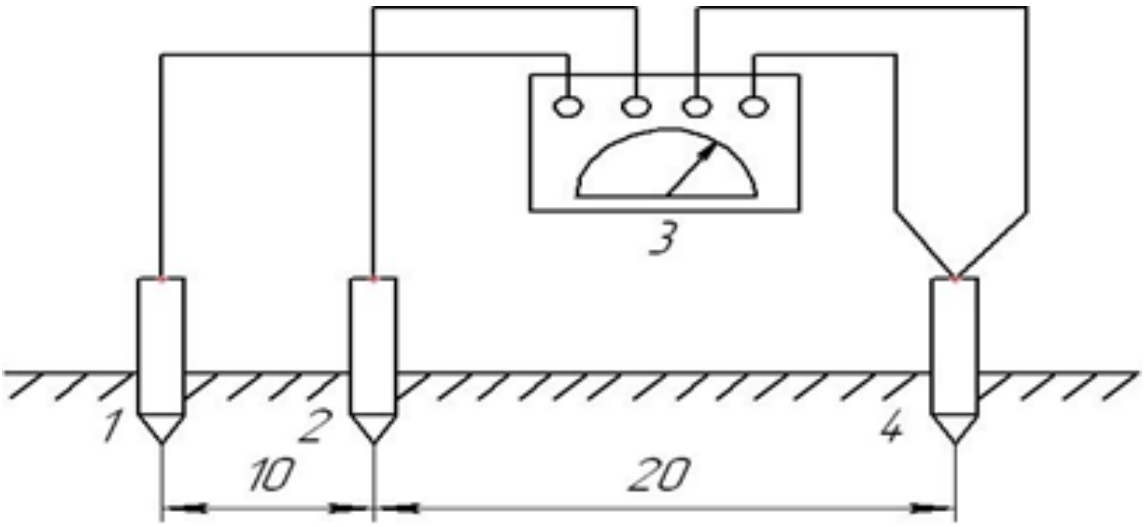
Каждая часть электроустановки, подлежащая занулению, должна быть присоединена при помощи отдельного ответвления к нулевому защитному проводнику или к магистрали зануления.

Использовать для зануления нулевой рабочий проводник **запрещается**.

Нулевой защитный проводник должен присоединяться к заземляющему болту на корпусе рубильника, щитка освещения или аппаратуры защиты.

1. Заземляющие проводники прокладывают горизонтально и вертикально или параллельно наклонным конструкциям зданий.
2. В сухих помещениях заземляющие проводники укладывают непосредственно по бетонным и кирпичным основаниям, с креплением полос дюбель-гвоздями. В сырых помещениях – на подкладках или опорах (держателях) на расстоянии не менее 10мм от основания.
3. Проводники крепят на расстояниях 600-1000мм на прямых участках, 100мм на поворотах от вершин углов, 100мм от мест ответвлений, 400-600мм от уровня пола помещений и не менее 50мм от нижней поверхности съёмных перекрытий.
4. Соединение заземляющих проводников и присоединение их к металлическим конструкциям зданий выполняют сваркой внахлёстку, за исключением разъёмных мест, предназначенных для измерений. При соединениях проводников длину для сварки принимают равной ширине полосы при прямоугольном сечении. Качество сварных швов проверяют осмотром, а прочность – ударом молотка массой 1кг. Место сварки во избежание коррозии покрывают битумным лаком.
5. Заземляющие проводники к корпусам машин и аппаратов присоединяют под заземляющий болт на их корпусах. Если машины установлены на салазках, их заземляют присоединением салазок к заземляющему проводнику.
6. Открыто проложенные заземляющие и нулевые защитные проводники имеют отличительную окраску – по зелёному фону прокрашивают жёлтую полосу вдоль проводника. Места, предназначенные для подсоединения переносных заземлителей, не окрашивают.
7. У мест ввода заземляющих проводников в здание устанавливают опознавательные знаки заземлителя.
8. Расположенные в земле заземлители не окрашивают.
9. Горизонтальные заземлители в местах пересечения с подземными сооружениями (кабелями, трубопроводами), а также в месте возможных механических повреждений защищают асбестоцементными трубами.

Схема измерения сопротивления заземления с использованием 4 -х выводов:



1 – вспомогательный зонд;
2 – рабочий зонд; 3 – прибор М – 416;
4 – заземляющие устройства.

Задача 1

В жилой комнате под персональный компьютер (ПК) устанавливается штепсельная розетка с заземляющим контактом на ток 10 А и мощностью до 1,5 кВт. По результатам подобрать провода и кабели требующего сечения: из установочных проводов наиболее часто применяются провода марок ППВС, ППВ, ПРВ, ПРТО

Задача 2

Рассчитать потенциал на корпусе пробитой Эл. установки при наличии повторного зануления:

$$f_k = U_ф \cdot \frac{\gamma_n}{\gamma_0 + \gamma_n}$$

, где - фазное напряжение сети, В; и - сопротивления рабочего заземления нейтрали и защитного повторного заземления, Ом.

<u>Порядок выполнения работы</u>:

1. Ознакомиться с методикой и технологией монтажа питающей электросети. Ознакомиться с методикой и технологией монтажа устройств заземления и зануления.
2. Оформить отчет. Зарисовать электрическую локальную схему питания ПК. Зарисовать электрическую схему защитного зануления.
3. Зарисовать электрическую локальную схему питания ПК. Зарисовать электрическую схему защитного зануления. Зарисовать схему измерения сопротивления заземления с помощью прибора М-416.
4. Ответить на контрольные вопросы. Решить задачи. Провести вычисления.
5. Сделать вывод

Контрольные вопросы:
1) Что является эффективной мерой защиты человека от поражения электрическим током.
2) Дать определение защитного зануления.
3) В каких электрических сетях используют зануление.
4) Что можно использовать в качестве зануляющих проводников, а что запрещено.
5) Каким измерительным прибором пользуются для измерения сопротивления заземления. Каким должно быть по величине это сопротивление.

Литература:

1. И.М. Готтлиб «Источники питания» - М., Постмаркет, 2000г., 375 стр.
2. Д.П. Кучеров, А.А. Куприянов «Современные источники питания ПК и периферии», 2007г., 343 стр.
3. К.А. Арестов «Основы электроники и микропроцессорной техники», М.2001г., 403 стр.

Практическая работа № 14

«Изучение защитного заземления, изучение правил измерения сопротивления изоляции».

Цель: Изучить виды, назначение и конструктивное исполнение защитных заземлений. Получить навыки в измерении сопротивления изоляции.

Задачи работы:

1) изучить краткие сведения по теме;

2) ознакомиться с методами измерения параметров изоляции;

3) произвести измерения сопротивления изоляции электрооборудования.

Заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказываться под напряжением, вследствие замыкания на корпус и по другим причинам (индуктивное влияние соседних токоведущих частей, вынос потенциала, разряд молнии и т.п.).

Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу электроустановки и к другим нетоковедущим металлическим частям, оказавшихся под напряжением в следствии замыкания на корпус и по другим причинам.

Защитное заземление следует отличать от рабочего заземления и заземления молниезащиты.

Рабочее заземление – преднамеренное соединение с землей определенных точек электрической цепи (например, нейтральных точек обмоток генераторов, силовых и измерительных трансформаторов, дугогасящих аппаратов, реакторов поперечной компенсации в дальних ЛЭП, а также в фазы при использовании земли в качестве фазного или обратного провода).

Рабочее заземление предназначено для обеспечения надлежащей работы ЭУ в нормальных и аварийных условиях и осуществляется непосредственно или через специальные аппараты (пробивные предохранители, разрядники, резисторы).

Заземление молниезащиты – преднамеренное соединение с землей молниеприемников и разрядников в целях отвода от них токов молнии в землю.

Принцип действия защитного заземления: понижение до безопасных значений напряжения прикосновения и шагового напряжения, путем уменьшения потенциала заземленного оборудования (понижение сопротивления заземлителя), а также путем выравнивания потенциалов основания, на котором стоит человек и заземленного оборудования.

Расчет защитного заземления.

Цель расчета: определить основные параметры заземления – число, размеры, порядок размещения одиночных заземлителей и заземляющих проводников, при которых напряжение прикосновения или напряжение шага в период замыкания фазы на заземленный корпус не превышают допустимых значений.

Существует два вида расчета.

При расчете заземлителей в *однослойном грунте* учитывают сопротивление верхнего слоя земли. Расчет проводят способом коэффициентов использования и выполняют его как при простых, так и при сложных конструкциях.

При расчете заземлителей в *многослойном грунте* (обычно грунт принимают двухслойным с удельным сопротивлением слоев ρ_1 и ρ_2 и толщиной верхнего слоя – h.), расчет производится способом, основанным на учете потенциалов, наведенных на электроды, входящие в состав группового заземлителя и называемым способом наведенных потенциалов.

Расчет в двухслойном грунте дает более точный результат, но трудоемок. Поэтому его целесообразно применять при сложных конструкциях заземляющих устройств, что имеет место обычно в электроустановках с эффективно заземленной нейтралью (через реактор с

небольшим активным сопротивлением и индуктивностью) т.е. в электроустановках напряжением выше 110кВ.

Для электроустановок с изолированной нейтралью напряжением ниже 1000В, а также выше 1000В до 35кВ включительно расчет заземлителя проводится обычно по допустимому сопротивлению растеканию $R_{доп}$.

Для электроустановок с эффективно заземленной нейтралью напряжением ?110кВ заземлитель можно рассчитывать как по $R_{доп}$, так и по $U_{пр.доп.}$, $U_{ш.доп}$.

В обоих случаях потенциал заземляющего устройства при стекании с него тока замыкания на землю не должен превышать 10 кВ, если возможен вынос потенциала за пределы зданий и внешних ограждений электроустановки.

При потенциале заземляющего устройства более 5кВ до 10кВ должны быть предусмотрены меры по защите изоляции отходящих кабелей связи и телемеханики и предотвращению выноса опасных потенциалов за пределы электроустановки.

Порядок расчета заземляющих устройств.

1) уточнение исходных данных (форма и размер заземляющих электродов, тип заземлителя, предполагаемая глубина заложения в землю, удельное сопротивление грунта, данные о естественных заземлителях, расчетный ток замыкания на землю);

2) вычисление допустимого сопротивления заземляющего устройства по ПУЭ ($R_{доп}$);

3) расчет необходимого сопротивления искусственного заземлителя, составление схемы (проекта) заземляющего устройства, т.е. размещение на плане принятых для сооружения заземлителя электродов и заземляющих проводников;

4) сравнение полученного расчетного сопротивления с $R_{доп}$ по ПУЭ, если необходимо, уточнение размеров заземлителя

5) расчет потенциала заземляющего устройства и сравнение с допустимым.

Если есть естественные заземлители, но их сопротивление не удовлетворяет ПУЭ, то необходимо создавать искусственное сопротивление заземляющего устройства. Тогда общее сопротивление заземляющего устройства, с учетом естественных и искусственных заземлителей можно рассчитать по формуле:

$$R_{з.у.} = \frac{R_е \cdot R_и}{R_е + R_и}$$

- и оно должно быть сравнено с $R_{з.доп.}$ по ПУЭ.

Допустимые по ПУЭ сопротивления заземляющих устройств:

1) для электроустановок до 1000В

— 10 Ом при полной суммарной мощности трансформаторов и генераторов, питающих данную сеть не более 100 кВА;

— 4 Ом во всех остальных случаях.

2) для электроустановок выше 1000В

— 0,5 Ом при эффективно заземленной нейтрали;

— $\frac{250}{I_з}$, но ≤10 Ом при изолированной нейтрали и при условии, что заземлитель используется только для электроустановки напряжением более 1000В;

— $\frac{125}{I_з}$, но ≤4 или 10 Ом согласно норме при изолированной нейтрали и условии, что заземлитель используется одновременно для электроустановок напряжением до 1000В и выше 1000В.

250, 125 – допустимые напряжения на заземлителе.

$I_з$ – ток замыкания на землю, А.

При расчете заземлителя в однородном грунте *способом коэффициента использования* по напряжениям прикосновения и шага, располагая наибольшими

допустимыми их значениями, находят наибольшие допустимые расчетные сопротивления заземлителя:

$U_{пр.доп}=\varphi_з \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2$

$U_{ш.доп}=\varphi_з \cdot \beta_1 \cdot \beta_2$ (1)

$\varphi_з=I_з \cdot R_з$

подставим значение $\varphi_з$ в (1), выразим $R_з$, получим:

$$R_з = \frac{U_{пр.доп.}}{I_з \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2}$$

$$R_з = \frac{U_{ш.доп.}}{I_з \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}$$

Меньшее из этих значений будет расчетным допустимым сопротивлением заземлителя.

Коэффициенты α_1 и β_1 берут из таблицы справочника (табл.3.6. стр.119 Долин). Для этого необходимо предварительно выбрать тип заземлителя, задаться формой, размером, числом электродов, условно разместить их на предоставленной площади.

Коэффициенты α_2 и β_2 определяются по формуле:

$$\alpha_2 = \frac{R_h}{R_h + 1{,}5\rho}$$

$$\beta_2 = \frac{R_h}{R_h + 6\rho}$$

где ρ – расчетное удельное сопротивление основания, на котором стоит человек (пол, гравий, грунт);

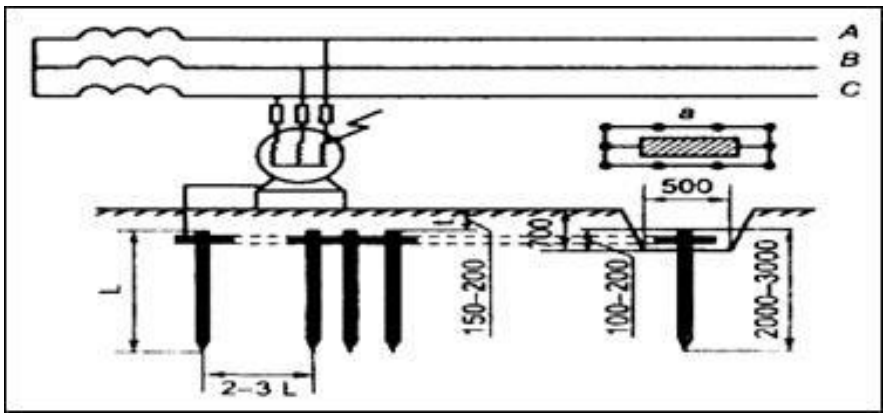
R_h – сопротивление тела человека (1000 Ом – для расчетов).

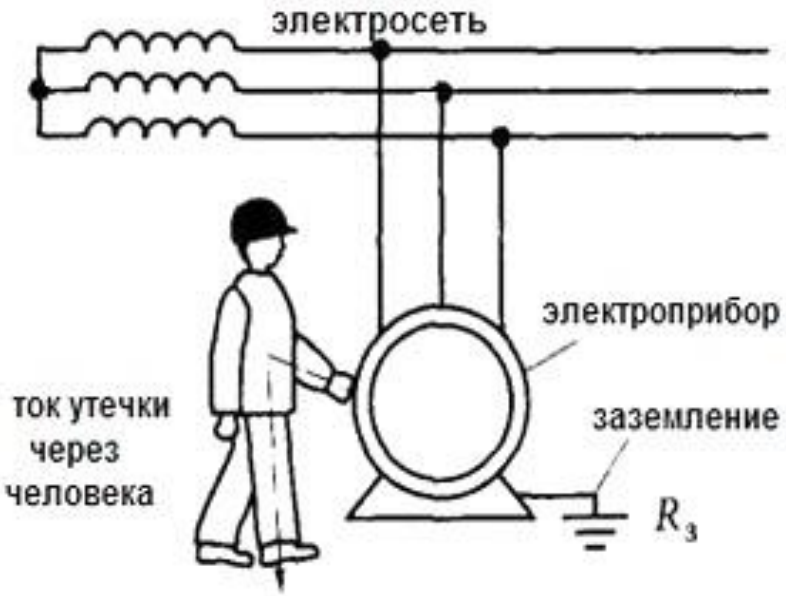
При расчете сложного заземлителя в двухслойной земле (способом наведенных потенциалов) по заданному допустимому напряжению прикосновения сопротивление заземлителя определяют по формуле:

$$R_з = \frac{U_{пр.доп.}}{I_з \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2}$$

После сравнения $R_{з.у}$ и $R_{з.у.доп}$ в электроустановках с эффективно заземленной нейтралью вычисляют потенциал заземляющего устройства в аварийный период, который не должен превышать 10 кВ:

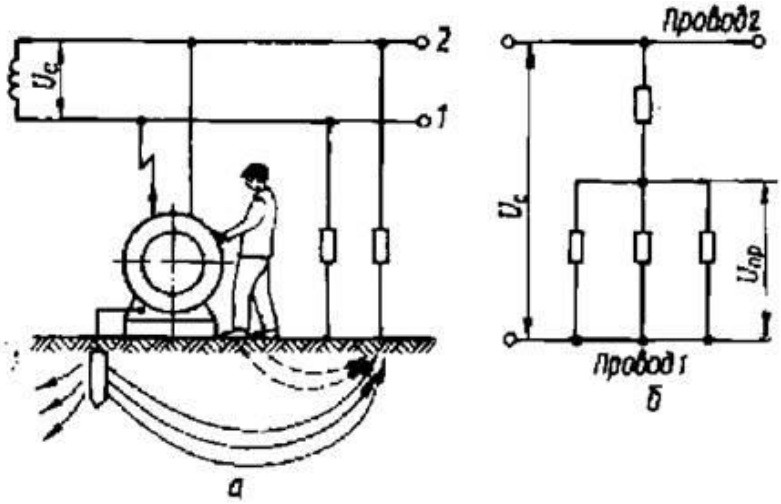
$\varphi_{зу}=I_з \cdot R_{зу} \leq 10$ кВ.


A
B
C
a
500
L
L
150–200
100–200
2000–3000
2–3 L


электросеть
электроприбор
ток утечки
через
человека
заземление
$R_з$

а

63


2
1
U_c
а
Провод 2
U_c
$U_{пр}$
Провод 1
б

Измерение сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции постоянному току является основным показателем состояния изоляции, и его измерение является неотъемлемой частью испытаний всех видов электрооборудования и электрических цепей.

Нормы проверок и испытаний изоляции электрооборудования, определяются ГОСТ, ПУЭ и другими директивными материалами.

Сопротивление изоляции практически во всех случаях измеряется **мегомметром** - прибором, состоящим из источника напряжения - генератора постоянного тока чаще всего с ручным приводом, магнитоэлектрического логометра и добавочных сопротивлений.

Поскольку в мегомметрах есть источник постоянного тока, то сопротивление изоляции можно измерять при значительном напряжении (2500 В в мегомметрах типов МС-05, М4100/5 и Ф4100) и для некоторых видов электроаппаратуры одновременно испытывать изоляцию повышенным напряжением. Однако следует иметь в виду, что при подключении мегомметра к аппарату с пониженным сопротивлением изоляции напряжение на выводах мегомметра также понижается.

Порядок проведения измерений при испытании изоляции мегомметром

Сопротивление изоляции является важной характеристикой состояния изоляции электрооборудования. Поэтому измерение сопротивления производится при всех проверках состояния изоляции. Сопротивление изоляции измеряется мегомметром.

Широкое применение нашли электронные мегомметры типа Ф4101, Ф4102 на напряжение 100, 500 и 1000 В. В наладочной и эксплуатационной практике до настоящего времени находят применение мегомметры типов М4100/1 - М4100/5 и МС-05 на напряжение 100, 250, 500, 1000 и 2500 В. Погрешность прибора Ф4101 не превышает ±2,5%, а приборов типа М4100 - до 1% длины рабочей части шкалы. Питание прибора Ф4101 осуществляется от сети переменного тока 127-220 В или от источника постоянного тока 12 В. Питание приборов типа М4100 осуществляется от встроенных генераторов.

Как правило, для измерения сопротивления изоляции оборудования номинальным напряжением до 1000 В (цепи вторичной коммутации, двигатели и т. д.) используют мегомметры на номинальное напряжение 100, 250, 500 и 1000 В, а в электрических установках с номинальным напряжением более 1000 В применяют мегомметры на 1000 и 2500 В.

При проведении измерений мегомметрами рекомендуется следующий порядок операций:

1. Измерить сопротивление изоляции соединительных проводов, значение которого должно быть не меньше верхнего предела измерения мегомметра.

2. Установить предел измерения; если значение сопротивления изоляции неизвестно, то во избежание «зашкаливания» указателя измерителя необходимо начинать с наибольшего предела измерения; при выборе предела измерения следует руководствоваться тем, что точность будет наибольшей при отсчете показаний в рабочей части шкалы.

3. Убедиться в отсутствии напряжения на проверяемом объекте.

4. Отключить или закоротить все детали с пониженной изоляцией или пониженным испытательным напряжением, конденсаторы и полупроводниковые приборы.

5. На время подключения прибора заземлить испытуемую цепь.

6. Нажав кнопку «высокое напряжение» в приборах, питающихся от сети, или вращая ручку генератора индукторного мегомметра со скоростью примерно 120 об/мин, через 60 с после начала измерения зафиксировать значение сопротивления по шкале прибора.

7. При измерении сопротивления изоляции объектов с большой емкостью отсчет показаний производить после полного успокоения стрелки.

8. После окончания измерения, особенно для оборудования с большой емкостью (например, кабели большой протяженности), прежде чем отсоединять концы прибора, необходимо снять накопленный заряд путем наложения заземления.

Когда результат измерения сопротивления изоляции может быть искажен поверхностными токами утечки, например, за счет увлажненности поверхности изолирующих частей установки, на изоляцию объекта накладывают токоотводящий электрод, присоединяемый к зажиму мегомметра Э.

Присоединение токоотводящего электрода Э. определяется из условия создания наибольшей разности потенциалов между землей и местом присоединения экрана.

В случае измерения изоляции кабеля, изолированного от земли, зажим Э присоединяется к броне кабеля; при измерении сопротивления изоляции между обмотками электрических машин зажим Э присоединяется к корпусу; при измерении сопротивления обмоток трансформатора зажим Э присоединяется под юбкой выходного изолятора.

Измерение сопротивления изоляции силовых и осветительных проводок производится при включенных выключателях, снятых плавких вставках, отключенных электроприёмниках, приборах, аппаратах, вывернутых лампах.

Категорически запрещается измерять изоляцию на линии, если она хотя бы на небольшом участке проходит вблизи другой линии, находящейся под напряжением, и во время грозы на воздушных линиях передачи.

Для снятия показаний состояния изоляции используют специальный прибор - мегомметр. Он состоит из генератора тока и механизма, измеряющего напряжение. Существует оборудование, рассчитанное на рабочее напряжение до 1000 В и до 2500 В.

На подготовительном этапе измерения сопротивления изоляции необходимо:

- проверить состояние мегомметра путем испытания его при разомкнутых проводах – при этом его стрелка должна показывать на знак бесконечности, а также при замкнутых проводах – в этом случае стрелка должна остановиться у 0;
- проверить указателем напряжения, не подан ли ток к кабелям, на которых планируется проводить измерение сопротивления изоляции;
- провести заземление токоведущих жил кабелей, которые будут подвергнуты испытаниям.

При работе с мегомметром обязательно нужно использовать зажимы с изолированными рукоятками. Если изоляция исследуется на напряжение выше 1000 В, необходимо надевать диэлектрические перчатки. К токоведущим частям во время проверки сопротивления прикасаться нельзя.

Показания с мегомметра снимаются только тогда, когда его стрелка принимает устойчивое положение. Чтобы добиться этого, необходимо производить вращение ручки прибора со скоростью 120 оборотов в минуту. Сопротивление изоляции можно устанавливать после 1 минуты вращения ручки, когда положение стрелки стабилизировалось.

Когда измерение окончено, на прибор накладывается заземление для снятия напряжения, только после этого концы мегомметра отсоединяются.

Чаще всего сопротивление изоляции измеряют в сетях освещения. Проверка проводится на напряжение 1000 В, при этом снимаются показатели с изоляции магистральных линий до общих распределительных щитов, от них до квартирных распределительных щитов, далее – от выключателей до светильников. Измерение включает проверку изоляции самих осветительных приборов.

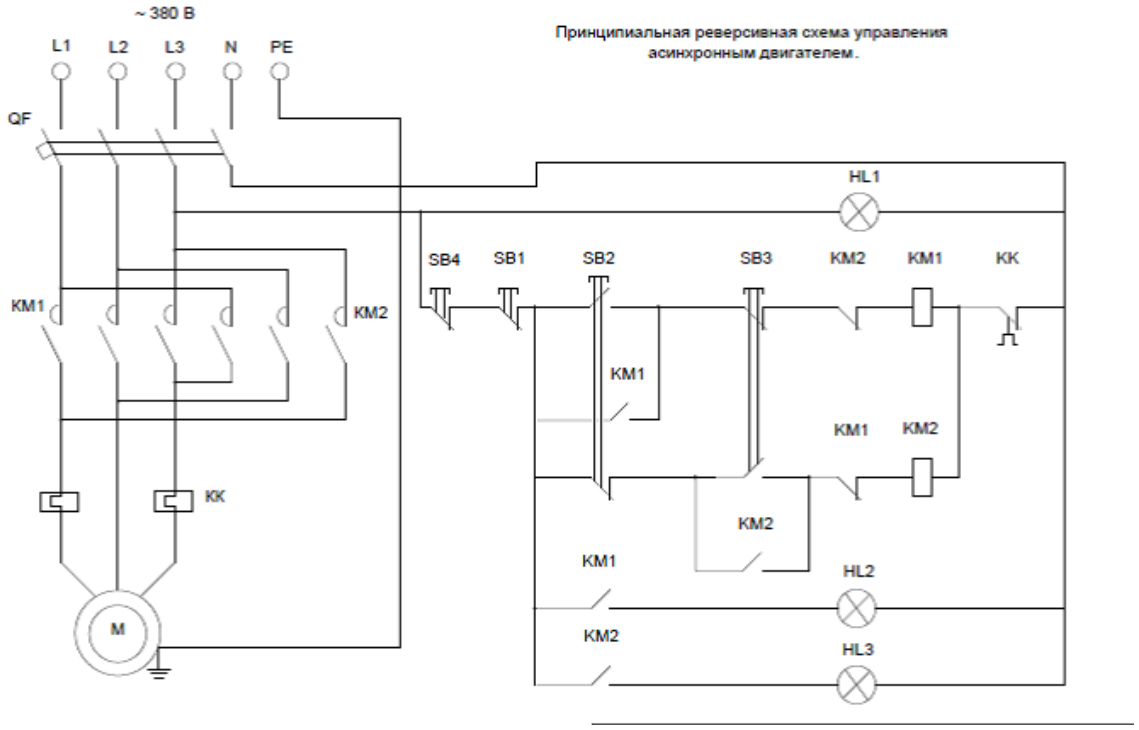
Практическая работа № 15

«Устранение неисправностей в электрической схеме пуска и реверса электрического двигателя с короткозамкнутым ротором»

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

Порядок выполнения задания:

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



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

В число неисправностей могут входить:

- высокое сопротивление заземлению;
- низкое изоляционное соединение;
- неправильная полярность;
- визуальная неисправности

Также могут быть включены следующие типы неисправностей:
• Неправильные настройки таймера;
• Неправильные настройки превышения нагрузки;
• Обрыв цепи;
• Высокое переходное сопротивление контактов;
• Перекрестная связь.

	SHORT CIRCUIT	КОРОТКОЕ	COURT CIRCUIT
	OPEN CIRCUIT	РАЗРЫВ ЦЕПИ	CIRCUIT OUVERT
	LOW RESISTANCE INSULATION FAULT	НИЗКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ	DEFAUT D'ISOLEMENT, RESISTANCE D'ISOLEMENT FAIBLE
SET	INCORRECT SETTING	ОШИБКА НАСТРОЙКИ	MAUVAISE CONFIGURATION
	CROSS OVER	ПЕРЕСЕЧЕНИЕ	INVERSION

Рис. 1. Условные обозначения неисправностей

Критерии оценки

Критерий	Оценки (балл)		
	Субъективная (если это применимо)	Объективная	Общая
Поиск неисправностей	0	10	10

Полученный балл	Оценка
9-10	5
7-8	4
5-6	3
1-4	2

Практическая работа № 16.

«Расчет основных параметров трехфазного трансформатора».

Цель: Изучить основные параметры трёхфазного трансформатора и методы расчёта этих параметров.

Задачи работы:

1) изучить краткие сведения по теме;
2) ознакомиться с методами измерения параметров трехфазного трансформатора;
3) произвести расчет по заданным параметрам.

Основным параметром, характеризующим однофазный трансформатор, является коэффициент трансформации:

n = U1н / U2н = w1 / w2.

При работе однофазного трансформатора под нагрузкой в номинальном режиме из сети потребляется полная мощность:

Sн = U1н + I1н = U2н + I2н.

Коэффициент полезного действия трансформатора определяется отношением активной мощности, отдаваемой в нагрузку, P2 к активной мощности, потребляемой трансформатором из сети, P1:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{U_2 \cdot I_2 \cdot cos\varphi_2}{U_2 \cdot I_2 \cdot cos\varphi_2 + \Delta P_c + \Delta P_{эл}},$$

где:

ΔPст – потери в магнитопроводе (постоянные);

ΔPэл – потери в обмотках, зависящие от тока нагрузки.

Величина ΔPст определяется по данным режима (опыта) холостого хода трансформатора.

Трансформатор в режиме холостого хода потребляет из сети, главным образом, реактивную мощность на создание магнитного потока в магнитопроводе. Активная мощность P0 относительно невелика и обусловлена потерями от вихревых токов и на гистерезис в стали магнитопровода:

ΔPст = P0 = U1н I0 cos φ_{10}

Величина ΔPэл определяется в опыте короткого замыкания. В этом опыте вторичная обмотка замыкается накоротко, на первичную обмотку подается пониженное напряжение U1к такой величины, чтобы токи в обмотках трансформатора были равны номинальным I1н и I2н. В этом случае регистрируемая ваттметром активная мощность Pк равна (без учета потерь ΔPст ≈ 0) электрическим потерям в обмотках ΔPэл н, соответствующим номинальному режиму:

Pк = ΔPэл н = U1н I1н cos $\varphi_{1к}$.

В номинальном режиме КПД трансформатора определяется формулой:

$$\eta = \frac{S_н \cdot cos\varphi_2}{S_н \cdot cos\varphi_2 + P_0 + P_к}$$

Если нагрузка отличается от номинальной, мощность потерь в обмотках:

ΔPэл = (I1 / I1н)2 Pк = β2 Pк

при этом

$$\eta = \frac{\beta S_н \cdot cos\varphi_2}{\beta S_н \cdot cos\varphi_2 + P_0 + \beta^2 P_к},$$

где:

β – коэффициент загрузки трансформатора.

По данным опытов холостого хода и короткого замыкания рассчитываются параметры схемы замещения трансформатора. Сопротивления намагничивающей цепи:

Z0 = U1н / I0 ; R0 = P0 / I0 2 ; X0 = (Z0 2 - R0 2) 1/2 .

Сопротивления короткого замыкания:

Zк = U1к / I1н ; Rк = Pк / I1н 2 ; Xк = (Zк 2 - Rк 2) 1/2 .

Сопротивления первичной обмотки:

R1 = R'2 = Rк / 2 ; X1 = X'2 = Xк / 2 .

Напряжение на зажимах вторичной обмотки трансформатора определяем по формуле:

U2 = (100 - ΔU2%) U2н / 100 .

Ток во вторичной обмотке трансформатора I2 = I2н и может быть рассчитан по формуле:

$I_2 = I_н = \frac{E_2}{\sqrt{(R_2+R_н)^2+(X_2+X_н)^2}}$.

Трехфазным трансформаторы характеризуются фазный nф и линейный nл коэффициенты трансформации:

nф = U1ф / U2ф = w1 / w2 ; nл = U1л / U2л .

При схемах соединения «звезда-звезда» (Y = Y) или «треугольник-треугольник» (Δ = Δ) линейные и фазные коэффициенты одинаковы (Кл = Кф).

Полная мощность трехфазного трансформатора определяется соотношением:

$S_н = \sqrt{3}U_{1н} \cdot I_{1н} = \sqrt{3}U_{2н} \cdot I_{2н}$.

Коэффициент полезного действия рассчитывается также как для однофазного трансформатора

Практическая работа № 17

«Изучение принципиальной электрической схемы управления печью сопротивления».

Цель: выработка умения разбираться в схемах управления нагревательными установками.
Время – 1 час.

Методические указания

Схема управления печью сопротивления выполняет две функции:

1) Регулирование температуры печи через управление автотрансформатором АТ;

2) Поднимание и опускание двери печи с помощью электродвигателя АД в сторону начального вращения.

Исходное состояние печи: поданы все виды питания (включены ВА1, ВА2, ВА3), изделие находится вне печи, дверь закрыта, УП – «0», засвечена лампа зеленая ЛЗ – «ЭПС отключена».

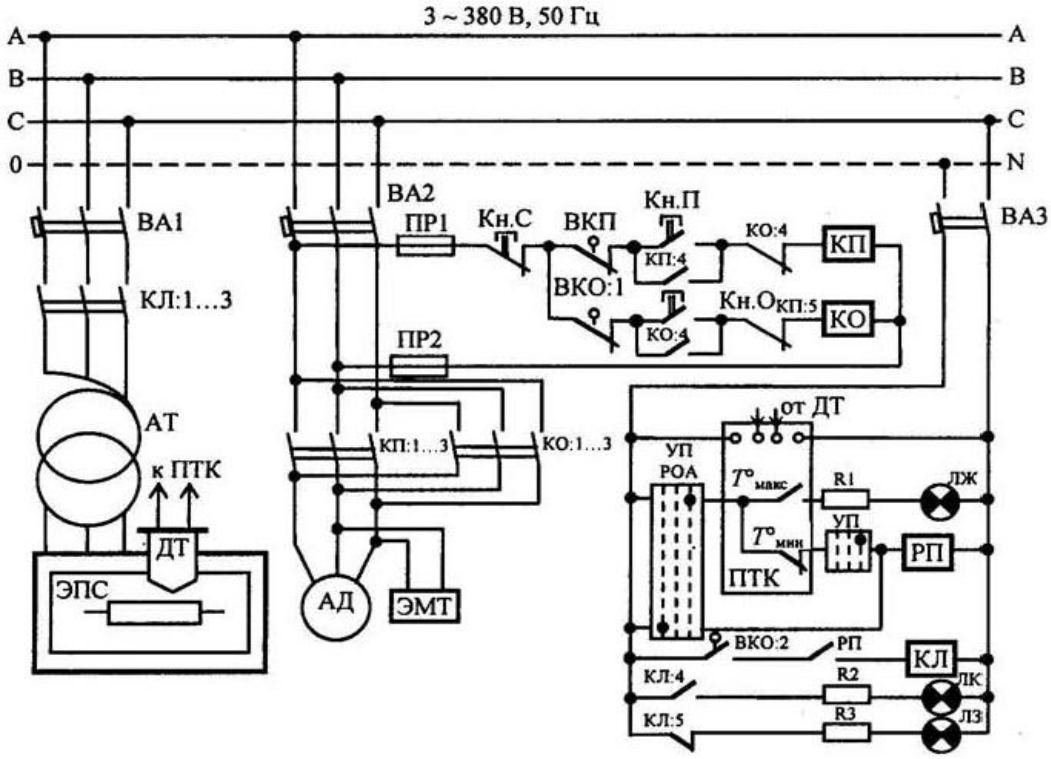


Рис. 1 - Принципиальная электрическая схема управления электрической печью сопротивлением.

Задание:

1. Начертить принципиальную электрическую схему управления ЭПС.
2. Определить на схеме место ввода питания, род тока, фазность. Записать характеристики питания цепи.
3. Определить составные элементы схемы и органы управления, записать их в таблицу 1.
4. Перечислить для каждого элемента его контакты в соответствующей графе таблицы 1.
5. Описать работу схемы по форме таблицы 2. Считать, что вводные выключатели включены и питание подано. Включение, отключение аппарата (катушки, контакта) показать стрелкой ↑↓.

Составные элементы схемы и органы управления Таблица 1

Обозначение элемента	Наименование элемента	Обозначение контактов элемента с указанием «о» - открытый, «з» - закрытый

Работа схемы управления электрической печью сопротивлением Таблица 2

Управление	Аппарат, катушка которого срабатывает (отключается)	Замыкание (размыкание) контактов аппарата	Срабатывание элемента схемы (катушка, контакты, лампы)	Готовится (блокируется) цепь	Запускается (останавливается, реверсируется) ЭД или АТ
КнП ↑↓					
КнО↑↓					
УП- «А»					
Тмин.↓					
Кн.С ↑↓					
Тмакс↑					

Практическая работа № 18.

Тема «Исследование работы электрической схемы пассажирского быстроходного лифта».

Цель: выработка умения разбираться в схеме пассажирского быстроходного лифта.

Время – 1 час.

Методические указания

Принципиальная электрическая схема предназначена для пуска, управления и защиты приводного АД лифта.

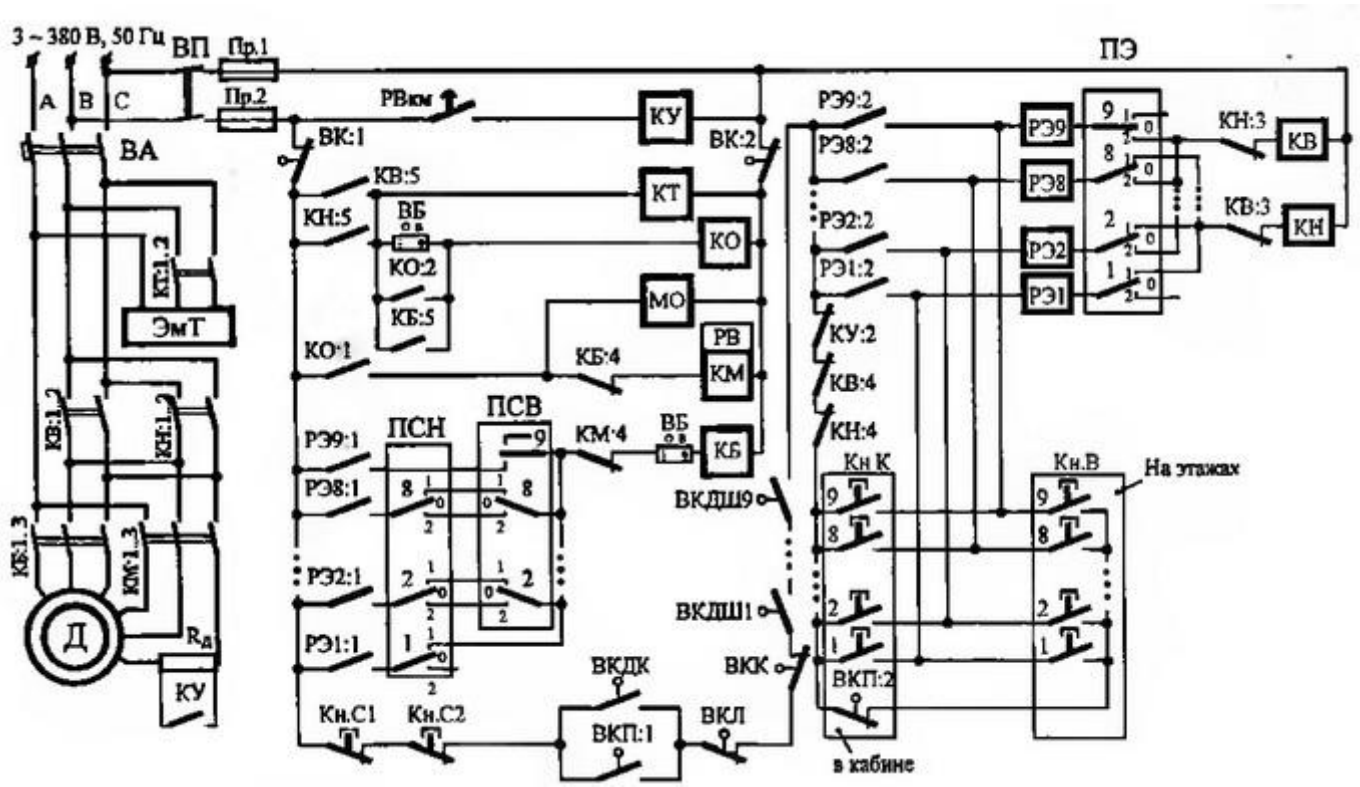


Рисунок 1 - Принципиальная электрическая схема пассажирского быстроходного лифта

ПСН, ПСВ, ПЭ – переключатели скорости низа и верха, этажные. Переключатели трехпозиционные, рычажные, устанавливаются в стволе шахты ниже (ПСН) и выше (ПСВ) этажа на 0,5 метра. Предназначены для информации о положении кабины (ПЭ) и для подачи импульса на снижение скорости. При нахождении кабины вверху – замкнуты верхние контакты. При опускании кабины подвижные контакты переводятся вниз. При нахождении кабины на уровне этажа ПЭ переводятся в среднее положение.

Контактор малой скорости имеет пристроенное маятниковое реле времени РВ, для контроля времени торможения Д при переходе с большой на малую скорость.

Задание:

1. Начертить принципиальную электрическую схему пассажирского быстроходного лифта.
2. Определить на схеме место ввода питания, род тока, фазность. Записать характеристики питания цепи.
3. Определить составные элементы схемы и органы управления, записать их в таблицу 1.
4. Перечислить для каждого элемента его контакты в соответствующей графе таблицы 1.

5. Описать работу схемы по форме таблицы 2 (Лифт находится на 9 этаже, пассажир вызывает аго на 2 этаже). Считать, что вводные выключатели включены и питание подано. Включение, отключение аппарата (катушки, контакта) показать стрелкой (↑↓ - кратковременное нажатие, ↑ - включение, ↓ - отключение).

Таблица 1 - Составные элементы схемы и органы управления

Обозначение элемента	Наименование элемента	Обозначение контактов элемента с указанием «о» - открытый, «з» - закрытый

Таблица 2 – Работа принципиальной электрической схемы

Включение кнопки	Аппарат, катушка которого срабатывает	Контакты аппарата	Собирается (размыкается) цепь элемента (обозначение)	Готовится (блокируется) цепь элемента (обозначение)	Запускается (останавливается) ЭД
2 Кн.В ↑↓					
8 Кн.К ↑↓					
3 Кн.В ↑↓					
5 Кн.К ↑↓					

Приложение 1

Критерии оценивания работы обучающихся на лабораторных работах

Оценка 5 «отлично» ставится, если учащийся:

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

б) самостоятельно и рационально выбрал необходимое оборудование, инструменты;

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

г) соблюдал технику безопасности при выполнении работы.

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

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

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

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

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

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

в) не выполнен или выполнен неверно вывод по работе.

Оценка 2 «неудовлетворительно» ставится, если:

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

б) слесарные или электромонтажные работы производились неправильно;

в) в ходе работы или в отчете обнаружились в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «удовлетворительно».