

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**Иркутский государственный аграрный университет
имени А.А. Ежевского**

С. В. Сукьясов

Монтаж электрооборудования и средств автоматике

Методические указания

для выполнения лабораторных работ

Направление: 35.03.06 - «Агроинженерия»

Профиль: «Электрооборудование и электротехнологии в АПК»

Уровень бакалавриата

Молодежный 2021

УДК 621.313

Допущено методическим советом энергетического факультета (протокол № 3 от 17 ноября 2020 года)

Лабораторные работы по дисциплине "Монтаж электрооборудования и средств автоматики" являются одним из видов учебных занятий, обеспечивающих связь между теорией и практикой, знакомящих студентов с конструкциями светильников и методами их расчета.

Основная задача лабораторных занятий – проработка и закрепление лекционного материала, также важным является обучение студентов методике эксперимента, обработке экспериментальных исследований, их анализу и сравнению с теоретическими положениями.

Составитель:

кандидат технических наук, доцент С. В. Сукьясов (Иркутский ГАУ)

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент В. Д. Очиров (Иркутский ГАУ)

© С. В. Сукьясов, 2021

© ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ им. А.А. Ежовского, 2021

Лабораторные работы способствуют более глубокому усвоению материала, развивают практические навыки, знакомят с измерительными приборами и методами измерения, а так же иллюстрируют теоретические положения курса.

Настоящие указания включают описание лабораторных работ, которое содержит подробное рассмотрение изучаемого материала.

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Работа в лаборатории проводится бригадами по 3-4 человека на рабочем месте.

Каждый студент в течение занятия выполняет одну работу.

Перед выполнением каждой работы студент должен ознакомиться с ее описанием, программой работы, целью и проработать контрольные вопросы.

Каждому студенту необходимо иметь тетрадь отчетов проведения лабораторных работ, в которой должно быть записано: наименование и цель работы; электрические схемы, таблицы замеров и расчетов, ответы на контрольные вопросы.

Преподаватель проверяет готовность студентов к выполнению работы, наличие подготовленных таблиц и схем. Неподготовленные студенты к выполнению работ не допускаются.

Получив разрешение преподавателя, студенты приступают к сборке электрических цепей на рабочем месте.

Собранная схема проверяется преподавателем. Если схема собрана не верно, студенты самостоятельно находят ошибку, после чего вновь предъявляют на проверку преподавателю.

Получив разрешение преподавателя, студенты подключают напряжение к цепи и проводят измерения, необходимые по ходу работы. Результаты наблюдений сводятся в таблицу.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ В ЛАБОРАТОРИИ

1. К проведению лабораторных работ допускаются только студенты, знающие правила техники безопасности. Инструктаж по технике безопасности проводит преподаватель.

2. При монтаже цепей используются только изолированные провода.

3. Напряжение на рабочем месте подключается только после проверки схемы преподавателем.

4. Во время выполнения лабораторных работ запрещается прикасаться к оголенным частям, которые могут оказаться под напряжением.

5. После завершения работы напряжение на рабочем месте немедленно отключается.

Лабораторная работа № 1

МОНТАЖ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ С СИП

Цель работы: изучить требования к монтажу **воздушной линии с самонесущим изолированным проводом**. Научиться монтировать провода ВЛИ, повторное заземление нулевого провода и устройства защиты от перенапряжений.

Программа работы:

- изучить требования к монтажу ВЛИ;
- ознакомиться с комплектом основного оборудования для проведения монтажа ВЛИ;
- изучить последовательность монтажа ВЛИ.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ

Монтаж воздушной линии (ВЛ) с самонесущими изолированными проводами (СИП) выполняется строго в соответствии с проектом, специально разработанным для данной конкретной воздушной линии.



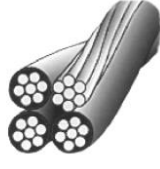
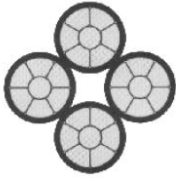
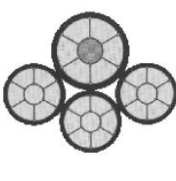
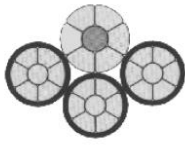
Далее будем использовать для обозначения ВЛ с СИП принятое в литературе сокращение - ВЛИ (воздушная линия сизолированными проводами).

В целом для типового участка ВЛ с СИП можно выделить следующие этапы выполнения монтажных работ:

- 1 Установка опор
- 2 Монтаж крепежных устройств
- 3 Размотка СИП
- 4 Натяжение ВЛИ и ее анкерные крепления
- 5 Замена роликов на промежуточные зажимы
- 6 Обустройство линейных ответвлений от магистрали
- 7 Защита ВЛИ от перенапряжений. Заземление
- 8 Защита ВЛИ от коротких замыканий
- 9 Обустройство уличных светильников
- 10 Обустройство трансформаторных вводов

Самонесущие изолированные провода (СИП), в отличие от проводов неизолированных, имеют изолирующее полиэтиленовое покрытие на фазных проводах и, в зависимости от модификации, имеют или не имеют подобное покрытие на несущем нейтральном проводе. Кроме того, есть разновидность СИП без несущего провода, у которой все четыре провода изолированы. Все три системы СИП разработаны за рубежом и на сегодняшний день являются равноправными, поскольку они одинаково широко получили распространение в десятках стран.

Особенности этих систем СИП следующие:

Самонесущая система проводов СИП	СИП с изолированной несущей нейтралью	СИП с голой несущей нейтралью
Зарубежные системы		
		
ALUS, EX	Torsada, АХКА-Т, АМКА-Т	АХКА, АМКА
Отечественные системы		
		

СИП-4	СИП-1А, СИП-2А	СИП-1, СИП-2
<p>Самонесущая система СИП состоит из 4-х изолированных алюминиевых жилы.</p> <p>Механическая прочность и сечение всех 4-х жил одинаковы. При натяжении линии все 4 жилы несут одинаковую нагрузку.</p> <p>Линии абонентов для всех 3-х систем проводов применяются обычно также самонесущего типа и состоят из 2-х или 4-х скрученных изолированных алюминиевых жил сечением 16, 25,35 мм².</p>	<p>Система СИП с изолированной несущей нейтралью, называемая также "Французской системой", состоит из 3-х изолированных алюминиевых жил и 1 изолированной несущей нейтрали из алюминиевого сплава "Альмелек". Есть отечественная модификация, у которой несущая нейтраль изготовлена из стале-алюминиевого провода.</p> <p>Механическая прочность и сечение 3-х фаз одинаковы. Проводник нейтрали предназначен для подвешивания СИП и имеет высокую механическую прочность.</p> <p>При натяжении линии только нейтраль несет всю растягивающую нагрузку.</p>	<p>Система СИП с голой несущей нейтралью, называемая также "Финской системой", состоит из 3-х изолированных алюминиевых жилы и 1 несущей нейтрали из алюминиевого сплава без изоляции. Есть отечественная модификация, у которой несущая нейтраль изготовлена из стале-алюминиевого провода.</p> <p>Механическая прочность и сечение 3-х фаз одинаковы. Проводник нейтрали предназначен для подвешивания СИП и имеет высокую механическую прочность.</p> <p>При натяжении линии только нейтраль несет всю растягивающую нагрузку.</p>

Во всех указанных выше системах СИП могут быть включены 1 или 2 добавочных изолированных алюминиевых проводника сечением 16 или 25 мм² в качестве дополнительных жил или жил для уличного освещения.

1. Установка опор.

Монтаж ВЛИ начинается с установки опор.

Опоры устанавливаются согласно проекту на ВЛИ и могут реализовываться на основе железобетонных стоек, деревянных или металлических.

При проектировании и установке опор для ВЛИ следует учитывать климатические особенности эксплуатации в отечественных распределительных сетях: в зимний период провода линии могут потяжелеть в несколько раз за счет поочередных воздействий на них оттепели, мокрого снега и заморозков. Различают опоры промежуточные (поз.5, рис. 1), анкерные (поз.7), концевые (поз.1), ответвительные (поз.4), угловые (промежуточная или анкерная) (поз.6).

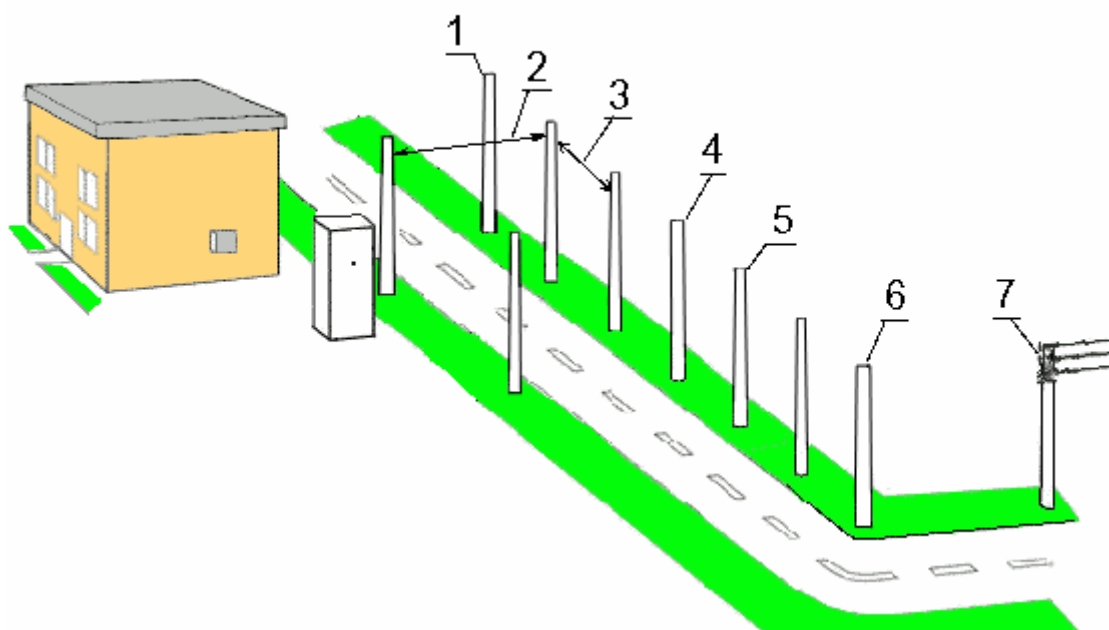


Рисунок 1 – Установка опор

2. Монтаж крепежных устройств.

Монтаж крепежных устройств включает в себя закрепление на опорах, на фасадах зданий и сооружений металлических кронштейнов или крюков, используемых для фиксации изолированных зажимов, которые удерживают СИП.

Типы кронштейнов для каждого места закрепления комплектуются в строгом соответствии с проектом на ВЛИ и с учетом технических характеристик устанавливаемых кронштейнов, приводимых в каталоге предприятия-производителя.

Закрепление кронштейнов на опорах осуществляется с помощью стальной ленты из нержавеющей стали либо с помощью болтов, на фасадах зданий - с помощью болтов либо шурупов.

3. Размотка СИП.

Размотка жгута самонесущего провода осуществляется непосредственно с барабана, закрепленного на раскаточной тележке, с помощью механической лебедки, установленной с противоположного от барабана конца линии, с использованием раскаточных роликов, закрепленных на опорах монтируемого участка.

Размотка СИП выполняется в следующей последовательности:

- с одного конца монтируемого участка устанавливается барабан с СИП на раскаточной тележке;

- с другого конца участка устанавливается механическая лебедка со вспомогательным тросом;

- закрепляются на опорах раскаточные ролики, начиная с опоры со стороны лебедки, одновременно в них заправляется вспомогательный трос, разматываемый с барабана лебедки,

- после подтягивания троса к барабану с СИП на конце троса закрепляется монтажный чулок.

- с помощью механической лебедки жгут СИП протягивается через все ролики и размотка прекращается, когда жгут пройдет последний ролик и немного опустится в сторону лебедки.

4. Инструменты для размотки.

Раскаточная тележка или прицеп для барабана с СИП, раскаточный ролик, комплект "вертлюг-монтажные чулки", трос вспомогательный, механическая лебедка.

5. Натяжение ВЛИ и ее анкерное закрепление.

После размотки жгута самонесущего провода на роликах, закрепленных на опорах, необходимо на конечной опоре закрепить несущий провод анкерным зажимом. При этом механическая лебедка через комплект "вертлюг-монтажные чулки" должна удерживать линию в натянутом положении.

Далее с помощью комплекта инструментов для натяжения: ручной лебедки, закрепленной на ближней опоре, и натяжного устройства линия натягивается до требуемого проектной документацией значения силы натяжения, что контролируется с помощью динамометра.

Натянутая ручной лебедкой линия на ближней (начальной) опоре закрепляется с помощью анкерного зажима. СИП на конечной опоре освобождается из монтажного чулка.

На ближней опоре оставляется заданный запас провода СИП, остальной провод отрезается с помощью секторных ножниц.

6. Замена роликов на промежуточные зажимы.

После выполнения натяжения СИП и закрепления его анкерными зажимами на концевых опорах необходимо заменить ролики на промежуточные зажимы на опорах промежуточных и, при необходимости, на угловых.

7. Обустройство линейных ответвлений от магистрали.

Ответвления от магистрали ВЛИ в виде линейного ответвления или ответвления от ВЛИ к вводу осуществляются в следующей последовательности:

- Размотка СИП для ответвительной линии,
- Закрепление проводов в начале ответвительной линии,
- Натяжение ответвительной линии и закрепление ее конца,
- Закрепление ответвительной линии на опорах,
- Подключение ответвительной линии к потребителю,
- Подключение ответвительной линии к магистральной ВЛИ.

Закрепление проводов в начале ответвительной линии осуществляется с помощью комплекта анкерного крепления: зажима и кронштейна.

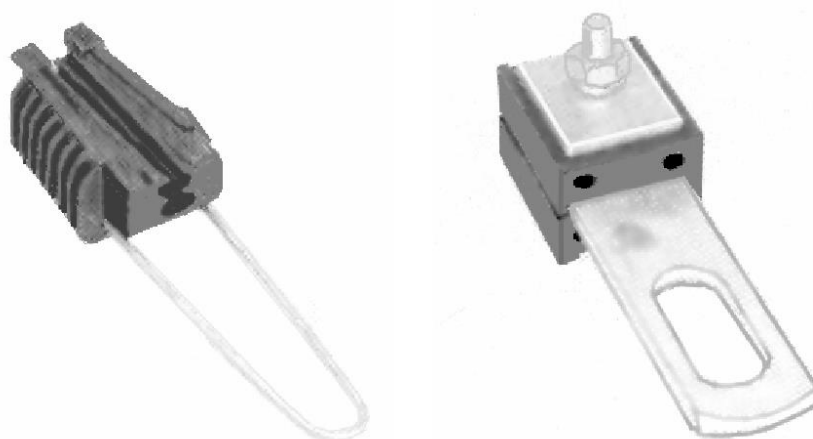


Рисунок 2 – Зажимы

Подключение ответвительной линии к потребителю выполняется с помощью герметичных изолированных наконечников, опрессовываемых ручным прессом.

8. Защита ВЛИ от перенапряжений. Заземление.

Защиту ВЛИ от перенапряжений необходимо выполнять во всех случаях, предусмотренных в ПУЭ.

Особого внимания требуют участки ВЛИ:

- проходящие по открытой или высокой местности,
- в зонах со среднегодовой продолжительностью гроз 40 часов и более,

- в населенной местности и в местах скопления людей,
- подключаемые к трансформаторным подстанциям,
- стыкующиеся с подземными кабелями или с кабельными вставками,
- заканчивающихся вводом в здание с дорогостоящим электрооборудованием.

Для защиты от перенапряжений, вызванных грозовыми разрядами, при монтаже ВЛИ необходимо использовать:

- Заземляющие устройства, состоящие из заземлителя, размещенного в земле и заземляющих проводников (спусков) для деревянных опор или заземляющих выпусков арматуры железобетонных стоек.

- Аппараты защиты от перенапряжений: разрядники и ограничители перенапряжений (ОПН).

Заземляющие устройства (выполняемые согласно требованиям гл. 1.7 и 2.4.25-2.4.26 ПУЭ) необходимо применять, кроме указанного выше, также для:

- повторного заземления несущего нулевого провода,
- заземления электрооборудования, установленного на опорах ВЛИ,
- для заземления разрядников и ОПН.

В качестве заземляющих проводников на опорах ВЛИ следует применять оцинкованную круглую сталь диаметром не менее 6 мм.

Допускается применять неоцинкованную круглую сталь диаметром не менее

6 мм, имеющую антикоррозионное покрытие.

Разрядники и ОПН, устанавливаемые на опорах ВЛИ для защиты кабельных вставок от грозовых перенапряжений, должны быть присоединены к заземлителю отдельным спуском.

9. Защита ВЛИ от коротких замыканий.

Защиту ВЛИ от коротких замыканий и от перегрузок по мощности необходимо выполнять по аналогии с защитой ВЛ с изолированными проводами, выполняемой с учетом требований ПУЭ.

Основным элементом защиты ВЛИ от коротких замыканий является проходной предохранитель для абонентских ответвлений.

Проходные предохранители монтируются на опорах, на которых к магистрали ВЛИ подключаются линейные ответвления, при этом выполняется защита:

- магистрали ВЛИ и всех ответвлений от короткого замыкания и от перегрузки по мощности, возникших в одном из линейных ответвлений (секционирование),

- ответвления от короткого замыкания и от перегрузки по мощности, возникших в ВЛ с изолированными проводами, подключенной к ответвлению,

- временных подключений к ВЛИ.

Проходной предохранитель представляет собой разборную конструкцию, состоящую из корпуса из двух частей и плавкой вставки, вставляемой в корпус предохранителя.

10. Обустройство уличных светильников.

По аналогии с ВЛ с неизолированными проводами уличные светильники, монтируемые на ВЛИ, могут крепиться на опоре сверху на дополнительной выступающей штанге и сбоку с помощью болтового соединения или монтажной ленты из нержавеющей стали.

Аналогичным способом выполняется заземление корпуса светильника.

Монтаж уличного светильника начинается с закрепления его на опоре.

Для зануления корпуса светильника выполняется отдельный заземляющий спуск из стальной оцинкованной проволоки диаметром не менее 6 мм, который для железобетонной опоры также можно закрепить с помощью ленты и скрепы. Для деревянных опор такой вид закрепления спуска на опоре не приемлем, поскольку в этом случае дерево внутри ленточного кольца постепенно выгорает.

Подключение проводов от светильника к проводам СИП выполняется по аналогии с монтажом ответвлений, описанным в разделе о подключении ответвлений к магистрали ВЛИ.



Рисунок 3 – Светильник на опоре

11. Обустройство трансформаторных вводов.

Для выполнения трансформаторных вводов окончание ВЛИ закрепляется на фасаде трансформаторной подстанции комплектом анкерного крепления и заводится через кабельный проход в стене внутрь здания. У проводов оставляются концы нужной длины, на которые одеваются изолированные наконечники и запрессовываются ручным прессом с матрицей.

Для защиты трансформатора от перенапряжений со стороны ВЛИ к каждому фазному проводу ВЛИ перед стеной здания подключается ограничитель перенапряжения типа с помощью ответвительных зажимов.

Заземляющие выводы ОПН подключаются к заземляющему спуску.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

В отчёт занести последовательность монтажа ВЛИ.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как производится натяжение ВЛИ и ее анкерные крепления?
2. Какие типы и марки опор ВЛ вы знаете?
3. Как производится установка опор ВЛ?
4. Для чего нужно устройство защиты от перенапряжений, и как оно действует?
5. Как производится монтаж крепежных устройств?
6. С какой целью и каким образом производится повторное заземление нулевого провода?
7. Как производится размотка СИП?
8. Как производится обустройство уличных светильников?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЛИНИИ И ПРОВОДКИ

Цель работы:

Ознакомиться с линиями электропередачи, внутренними проводками, марками проводов, применяемыми в сельскохозяйственном производстве, освоить принципы расчёта проводов.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с устройством линии электропередачи и видами электрических проводов.
2. Ознакомиться с марками проводов и кабелей.
3. Составить отчёт по работе.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Электрическая энергия передается и распределяется по воздушным линиям напряжения 6, 10, 35, и 110 кВ, алюминиевые, сталеалюминевые и стальные провода воздушных линий подвешивают при помощи изоляторов на деревянных и железобетонных опорах. На территории животноводческих

ферм и комплексов применяются воздушные и кабельные линии, передающие трёхфазный переменный ток напряжением 380/220 В.

По условию механической прочности для воздушных линий можно применять голые провода площадью поперечного сечения не менее: алюминиевые – 16 мм², сталеалюминевые – 10 мм², стальные многопроволочные – 25 мм², стальные однопроволочные – 4 мм². На ответвлениях к вводам допускается применять стальной одиночный оцинкованный провод ПСО-3 диаметром 3 мм и изолированные алюминиевые провода с виниловым покрытием и несущим тросом марок АВТ-1 и АВТ-2.

Воздушной линией называют устройство для передачи и распределения электрической энергии по проводам, расположенным на открытом воздухе. На воздушных линиях, как правило, подвешивают неизолированные провода. Кабельные линии состоят из специально изолированных проводов (проводов) с наружной защитной оболочкой. Их прокладывают в земле (траншеях, туннелях, бетонных блоках), а в производственных помещениях – по стенам, конструкциям и в полу. В сельском хозяйстве к низковольтным сетям относят воздушные и кабельные линии электропередачи напряжением до 1000 В включительно, на практике чаще всего применяют электрические сети напряжением 660/380 В, 380/220 В с глухозаземлённой нейтралью.

Соединение проводов воздушных линий электропередачи должно обеспечивать надёжный электрический контакт и высокую механическую прочность. Провода воздушных линий соединяют либо термитной сваркой, либо специальными зажимами. Расстояние от проводов линии электропередачи до поверхности земли (в любой местности) должно быть не менее 6 м. Кабельные линии электропередачи широко используются при строительстве крупных комплексов по производству молока и мяса, на промышленной основе, в птицеводстве и т.п.

Для распределения электрической энергии в зданиях служат внутренние проводки различных видов (провода, шнуры, кабели), а также относящиеся к ним монтажные изделия, поддерживающие и защитные конструкции. Вид проводок определяют характером, средой, категорией помещений, маркой применяемых монтажных материалов.

Кабель – одна или более изолированных жил (проводников), заключённых, как правило, в металлическую или неметаллическую оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься соответствующий защитный покров, в который может входить броня.

Провод – одна неизолированная или одна и более изолированных жил, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься неметаллическая оболочка, обмотка и (или) оплетка волокнистыми материалами или проволокой.

Шнур – две или более изолированных гибких или особо гибких жил сечением до 1,5 мм², скрученных или уложенных параллельно, поверх которых в зависимости от условий эксплуатации могут быть наложены неметаллическая оболочка и защитные покрытия.

Применяют следующие виды проводок:

- открытую, проложенную открытыми, незащищёнными изолированными и голыми проводами по наружным поверхностям стен, потолков, по балкам и фермам на недоступной высоте;
- открытую, проложенную защищенными изолированными проводами, а также тросовую;
- скрытую (под штукатуркой), выполненную изолированными проводами в изоляционных трубах (резиновых, виниловых, стеклянных, эбонитовых и др.);
- открытую и скрытую (часть в полу) смонтированными изолированными проводами в стальных трубах;
- открытую и скрытую, выполненную кабелем.

Открытую проводку, выполненную на роликах, изоляторах на тросах или непосредственно по конструкциям зданий. В производственных помещениях открытые, не защищенные от механических повреждений изолированные провода прокладывают или подвешивают на высоте не менее 2,5 м от пола. Провода, проложенные на меньшей высоте, защищают от механических повреждений трубами или другими устройствами. В помещениях без повышенной опасности (бытовые помещения предприятий, жилые помещения и др.) провода прокладывают на высоте 2 м от пола. Вертикальные спуски к выключателям, штепсельным розеткам щиткам можно не защищать.

При прокладке проводов между помещениями с разной температурой, влажностью воронки заливают изолирующим составом. По деревянным основаниям жилых и производственных построек прокладывает провод АППР в резиновой изоляции, не воспламеняющейся при горении. Изолированные провода АПВ; АППВ; АПН; АПРВ, поддающиеся горению, прокладывают по сгораемым основаниям только по слою листового асбеста. Провод АППВ прокладывают на скобах по деревянным основаниям, а провода АПН, АПР, АПВ, АПРВ – на клицах.

Тросовую проводку применяют в животноводческих, птицеводческих и других сельскохозяйственных производственных помещениях. Тросовые проводки выполняют специальными проводами АВТС, АВТ, АРТ, а также обычными проводами и кабелями, прикреплёнными к предварительно натянутому тросу.

Скрытую проводку прокладывают по стенам, по горизонтали и по вертикали, а по потолкам – по кратчайшим расстояниям между ответительными коробками и светильниками.

При пересечении горячих трубопроводов провода должны проходить на расстоянии 100 мм, при параллельной прокладке – на расстоянии 250 мм. Провода, пересекающиеся между собой, обматывают 3...4 слоями изоляционной ленты.

Провода АППВС, АПН, АПВ прокладывают следующими способами: по несгораемым стенам или перегородкам - непосредственно или в трубах в заштукатуренных бороздах, под слоем мокрой штукатурки или в слое алебастрового намета; в зазорах кирпичной кладки; по деревянным (сгораемым) основаниям – под слоем штукатурки с подкладкой под провода слоя листового асбеста толщиной не менее 5 мм. Асбест или намет укладывают с каждой стороны провода с выпуском не менее 5 мм, а также поверх дранки или без неё. Провода крепят только мягкими (пластмасса, резина) скобами или примораживают алебастром; по несгораемым перекрытиям – в пустотах железобетонных плит; в зазорах между плитами с заделкой алебастровым раствором, под слоем мокрой штукатурки. Проложенные провода выводят на поверхность стен для присоединения к установочному оборудованию через изоляционные трубки, воронки или втулки.

Провода соединяют в коробках, изготовленных из изоляционного материала или металла с изоляционными прокладками. Из сырых помещений проводку по возможности выносят, а светильники устанавливают на ближайшей к проводке стене. Выключатели и розетки устанавливают вне сырых помещений.

Проводку в трубах применяют для подключения технологического оборудования в кормоцехах, в электрощитовых и других производственных помещениях, где требуется защита проводов от механических повреждений и от разрушения агрессивными средами. Для проводок применяют трубы: стальные (тонкостенные и обычные водо-газопроводные), винипластовые, полиэтиленовые и пропиленовые. К внутренним проводкам предъявляют следующие требования: они должны быть безопасными как в пожарном отношении, так и для жизни людей и животных; обеспечивать надежную передачу электроэнергии от источника до потребителя; не влиять на качество электроэнергии, т.е. на значение напряжения; выполняться с учетом минимальных материальных затрат. Для внутренних проводок изготавливают незащищенные (изоляция не предохранена специальными оболочками от механических повреждений) и защищенные провода, имеющие одну или несколько изолированных жил, находящихся в общей оболочке. Провода выпускают на номинальные напряжения 380, 500 и 660 В.

Все провода и кабели имеют свою маркировку. Для отличия провода от других материалов в их маркировке присутствует буква «П». Рассмотрим некоторые марки проводов. Например, провод АПРВ. Первая буква «А» означает, что жила провода алюминиевая; вторая «П» - провод. Третья буква указывает на вид изоляции (Р - резина, В - поливинилхлорид, Н - нейрит (негорючая резина и т. д.)). Четвертая буква определяет материал оболочки (по аналогии с материалом изоляции). Если перед буквой «П» нет буквы «А» это значит, что жила провода медная. В маркировке присутствуют и другие признаки (назначение, степень гибкости и др.) При определении вида работ и мощности электроустановки обязательно присутствует количество проводов или кабелей и сечение жил изделия.

Например, АПВ1 (1×2,5): один провод, одножильный, материал жилы - алюминий, изоляция поливинилхлоридная, сечение жилы 2,5 мм². С некоторыми упрощениями маркировку проводов можно отнести и к кабелям, однако надо иметь в виду, что здесь нет буквы «П».

Обозначение марки кабеля состоит из последовательного расположения букв, обозначающих, как правило, материал жилы, изоляции, оболочки и тип защитного покрова. Обозначение материала жилы, изоляции и оболочки соответствует указанному ниже:

медь	без обозначения
алюминий	А
свинец	С
поливинилхлоридный пластикат	В
полиэтилен	П
полиэтилен самозатухающий	Пс
полиэтилен вулканизирующийся	Пв
резина изоляционная	Р
резина шланговая, не распространяющая горение	Н
резина изоляционная повышенной теплостойкости	Рт
пропитанная бумажная изоляция	без обозначения

В обозначение марки кабеля, не имеющего защитного покрова поверх оболочки, добавляется буква «Г».

В обозначения трехжильных кабелей, изолированные жилы которых имеют металлическую оболочку, перед буквой, обозначающей материал металлической оболочки, вводится буква «О».

В обозначение марки небронированных кабелей с круглыми жилами с сечением до 50 мм² с заполнением дополняют букву «з».

Например, ВВГ (3×4)+(1×2,5): один кабель гибкий с медными жилами, изоляция жил и оболочка поливинилхлоридная; три жилы сечение 4 мм², одна жила сечением 2,5 мм². Сведения о марке провода, площади сечения его жил содержатся в сертификате изделия - документе, определяющем его качество. При отсутствии паспортных данных (документ отсутствует) их можно определить, сравнивая неизвестный провод с изделием, имеющим документ.

Кроме того, сечение можно определить путем инструментального (штангенциркуль, микрометр) измерения диаметра жил и вычисления при помощи формулы. Для получения более точного результата диаметр измеряем трехкратно. Среднее значение D_{cp} определяется по формуле:

$$D_{cp} = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3}, \text{ мм.}$$

где D_1 , D_2 , D_3 - диаметры жилы проводника при трехкратном его измерении.

Сечение определяется по формуле:

$$S_{\text{расч}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{ср}}^2}{4}, \text{ мм}^2.$$

Технические характеристики проводов и кабелей наиболее распространенных марок, используемых для внутренних проводок в с.х. производстве, приведены в таблице 5.1.

Проводники любого назначения должны удовлетворять требованиям в отношении предельно допустимого нагрева их током нагрузки

$$S = f(I_{\text{дл. доп}}), \quad (5.1)$$

где S – сечение провода (кабеля), мм^2 ; $I_{\text{дл. доп}}$ – длительно допустимый ток, А.

$$I_{\text{дл. доп}} = 1,25 \cdot I_{\text{расч}}, \text{ А}. \quad (5.2)$$

Расчетный ток для трехфазной сети переменного тока определится по формуле

$$I_{\text{расч}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot \cos \varphi}, \text{ А}, \quad (5.3)$$

где P – мощность, характеризующая нагрузку потребителей, Вт; $U_{\text{л}}$ – линейное напряжение, В; $\cos \varphi$ – коэффициент мощности.

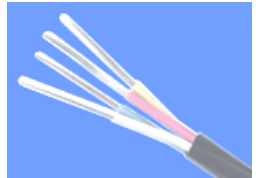
Задаваясь допустимой потерей напряжения ΔU (обычно 2,5 %), можно определить сечение фазного провода трехфазной линии по формуле


$$S = \frac{\rho \cdot P \cdot l}{\Delta U \cdot U_{\text{л}}}, \text{ мм}, \quad (5.4)$$

где ρ – удельное сопротивление провода, $\text{Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$; P – мощность нагрузки, Вт; l – длина линии, м; $U_{\text{л}}$ – номинальное напряжение сети, В; ΔU – допустимая потеря напряжения, В.

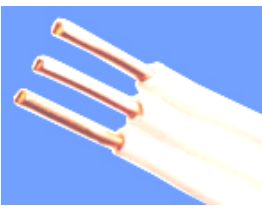
По полученному значению сечения выбирают марку и сечение токопроводящих жил (таблица 5.1). Площадь поперечного сечения жил проверяют по длительно-допустимому току $I_{\text{дл. доп}}$ (табл. 5.2-5.3)

Таблица 5.1 - Технические характеристики некоторых проводов и кабелей

Марка	Расшифровка аббревиатуры	Назначение	Рисунок
1	2	3	4
АВВГ	Силовой алюминиевый кабель с пластмассовой изоляцией.	Предназначен для передачи и распределения электрической энергии. Применяется на электростанциях, в промышленных и распределительных устройствах, в местных сетях, в	

		качестве электропроводки в жилых и хозяйственных помещениях. Изоляция: ПВХ пластикат; Оболочка: ПВХ пластикат.	
ПУГНП ПБПП	Провода с ПВХ изоляцией для неподвижной проводки.	Провод предназначен для неподвижной прокладки в осветительных сетях с номинальным напряжением до 250 В переменного тока, частотой 50 Гц. Провод установочный бытового назначения, медный, многожильный, гибкий, плоский в пластмассовой изоляции. Изоляция: ПВХ пластикат; Оболочка: ПВХ пластикат.	
ПВ1	Провод медный одножильный с ПВХ изоляцией	Используется для прокладки в стальных трубах, пустотных каналах строительных конструкций, на лотках для монтажа электрических цепей.	
ВЗ	Провод медный гибкий одножильный с изоляцией из ПВХ пластика.	Используются для монтажа электрических цепей, где возможны частые изгибы проводов.	

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4
ППВ	Провод медный многожильный, плоский в пластмассовой изоляции, имеющий разделительное основание.	Предназначен для монтажа силовых и осветительных цепей машин и станков при открытой стационарной прокладке, а также внутри распределительных щитов и шкафов.	
ПВС	Провод со скрученными жилами с поливинилхлоридной изоляцией, с поливинилхлоридной оболочкой, гибкий, на напряжение до 380 В для систем 380/660 В.	Предназначен для присоединения электроприборов и электроинструмента по уходу за жилищем и его ремонту, стиральных машин, холодильников, средств малой механизации для садоводства и огородничества и других подобных машин и приборов, и для изготовления шнуров-удлинителей. Хорошая гибкость, хорошая устойчивость к механическим повреждениям и износу.	
ШВВП	Шнур с поливинилхлоридной изоляцией, с параллельными скрученными жилами,	Предназначен для присоединения электропаяльников, светильников, кухонных электромеханических приборов, радиоэлектронной аппаратуры, холодильников и других подобных приборов, шнуров	

	уложенными без разделительного основания, с поливинилхлоридной оболочкой, гибкий, 380 В.	удлинителей, эксплуатируемых в жилых и административных помещениях. Оболочка шнура не распространяет горение Хорошая гибкость и устойчивость к механическим повреждениям и износу	
--	--	---	--

Таблица 5.2 – Допустимый длительный ток для проводов и шнуров с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одно-жильных	трех одно-жильных	четырёх одно-жильных	одного двух-жильного	одного трехжильного
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
4	41	38	35	30	32	27
5	46	42	39	34	37	31
6	50	46	42	40	40	34
8	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175
95	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250

Таблица 5.2 – Допустимый длительный ток для проводов с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с алюминиевыми жилами

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одно-жильных	трех одно-жильных	четырёх одно-жильных	одного двух-жильного	одного трехжильного
2	21	19	18	15	17	14
2,5	24	20	19	19	19	16
3	27	24	22	21	22	18
4	32	28	28	23	25	21
5	36	32	30	27	28	24
6	39	36	32	30	31	26
8	46	43	40	37	38	32
10	60	50	47	39	42	38
16	75	60	60	55	60	55

25	105	85	80	70	75	65
35	130	100	95	85	95	75

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Наименование и цель работы.
2. Описать виды наружных и внутренних электропроводок.
3. Описать марки выпускаемых электрических проводов и кабелей.
4. По указанию преподавателя привести расчёты сечения провода или кабеля одной из групп по длительно допустимому току.
5. Определение сечения провода инструментальным измерением диаметра жилы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие изоляционные материалы используют в проводах?
2. Какие требования предъявляются к внутренним проводкам?
3. Как выбирают площадь поперечного сечения проводов по нагреву?
4. Как выбирают площадь поперечного сечения проводов по потере напряжения?
5. Как расшифровывается буквенно-цифровое обозначение провода, кабеля?
6. Каким образом защищают внутренние электрические проводки от коротких замыканий?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Монтаж электродвигателей

Цель: изучить технологию монтажа электродвигателей на фундаменты и другие основания.

Программа

Провести внешний осмотр приводного двигателя, составить эскиз установочных размеров (расстояния между осями отверстий лап).

Провести ревизию электродвигателя.

Установить двигатель на основание и отцентрировать его вал с валом рабочей машины (двигатель постоянного тока).

Соединить обмотки в клеммой коробке в звезду или треугольник.

Заземлить электродвигатель и запустить его.

Оформить отчет.

В комплект лабораторного стенда входят: трехфазный асинхронный двигатель, оснащенный короткозамкнутым ротором и выполняющий роль приводной машины (рисунок 3.1),

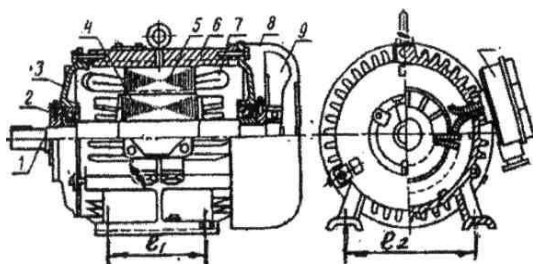


Рисунок 3.1. Двигатель асинхронный, трехфазный с коротко замкнутым ротором: 1 - вал ротора; 2 - подшипник; 3 - подшипниковый щит; 4 - сердечник ротора; 5 – сердечник статора; 6 - корпус; 7 - обмотка; 8 - кожух вентилятора; 9 - вентилятор; 10 - коробка выводов; размеры L_1 и L_2 – продольное и поперечное расстояния между отверстиями в лапах а также двигатель постоянного тока - рабочая машина; основание для их крепления; муфта для соединения папок машин; мегомметр; инструменты.

Начинать работу нужно с внешнего осмотра приводного двигателя, что является начальным этапом его ревизии, объем ревизии зависит от нескольких факторов. Например, если двигатель получен прямо с завода, то его разборка при ревизии может быть неполной, а если со склада, то нужно знать срок его хранения, условия хранения и так далее. Если двигатель хранился более трех лет, а условия его хранения были неблагоприятны (двигатель несколько раз перемещали с места на место, на него попадала влага), то ревизию нужно провести в полном объеме. Внешний осмотр выявит комплектность, отсутствие наружных повреждений (трещин). В процессе осмотра вручную проворачивают вал двигателя (до 10 кВ), если мощность двигателя больше, то его проворачивают рычагом. При этом устанавливают, не погнут ли вал, не забита ли шпоночная канавка, плавно ли вращается вал, нет ли посторонних шумов в подшипниках. Проверка электрической части предполагает определение целостности обмоток «прозвонкой» и измерение мегомметром сопротивления изоляции между обмотками и сопротивления изоляции каждой обмотки относительно корпуса. При температуре 10 - 30 градусов по Цельсию сопротивление должно быть не меньше 0,5 мОм, если оно окажется меньше, то обмотки двигателя нужно сушить. Сушку обмоток двигателя можно провести, обогревая его инфракрасными облучателями или обдувая горячим воздухом. Если после сушки сопротивление изоляции больше 0,5 мОм, двигатель считается годным к эксплуатации и устанавливается на основание.

Опорные основания

Опорными основаниями для двигателей средней и большой мощности служат фундаменты из кирпича, бетона или железобетона. Двигатели малой мощности устанавливаются на станинах машин, на кронштейнах, на бетонном полу и даже на прочном деревянном полу. Иногда, когда прочность стен и потолка достаточны, двигатели малой мощности монтируют и па них. Как правило, на основание крепят устройство («салазки» или опорную плиту), позволяющее изменять положение двигателя относительно рабочей машины или редуктора. Это необходимо для регулировки элементов

передачи (натяжение цепи или ремня) и достигается перемещением двигателя вдоль пазов «салазок» (см. рисунок 3.2) или пазов опорной плиты (см. рисунок 3.3).

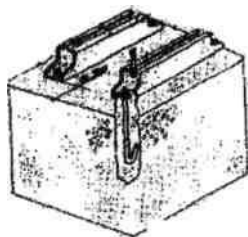


Рисунок 3.2

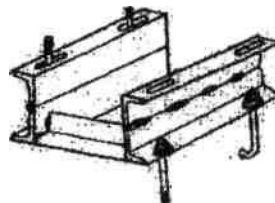


Рисунок 3.3

Фундаменты

Фундаменты выполняют из кирпича, бетона (1 часть цемента, 3 части песка). Время выдержки бетонного фундамента - до 15 дней. Глубина заложения фундамента зависит от вида грунта, глубины промерзания. Желательно укладывать фундамент на материковый грунт. Размеры фундамента в плане на 150 - 200 мм больше, чем площадь основания двигателя. Если условия работы электродвигателя нормальные, то масса фундамента должна превышать массу двигателя в 10 раз. При ударной нагрузке в 20 раз, как правило, фундаменты рядом стоящих двигателей не связывают друг с другом в единое целое, чтобы возможные вибрации не передавались от одного механизма на другой.

После установки двигателя и рабочей машины на фундаменты их положение проверяют по уровню и соосности валов. Соосность устанавливают путем центрирования при помощи скоб 1 и 6, укрепленных на полумуфтах 2 и 3 (рисунок 3.4) При предварительной центровке стальную линейку или стальной уголок накладывают на одну из полумуфт и проверяют наличие зазора между линейкой и второй полумуфтой.

Проверку выполняют в четырех диаметрально противоположных точках. Точки расположены в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Если зазор есть, то под лапы электродвигателя подкладывают прокладки толщиной 0,5 - 0,8 мм, при этом их число должно быть не более четырех. Окончательную центровку проводят при помощи скоб, закрепленных на полумуфтах болтами 4 и хомутами 5. Используя щупы, измеряют зазоры радиальные (а) и осевые (b).

Если при проворачивании валов от нулевой точки на 90, 180, 270 градусов радиальные зазоры (а) остаются неизменными, а осевые (b) меняются, то центры валов совпадают, но их оси расположены под углом. Если осевые зазоры (b) постоянны, а радиальные (а) нет, то оси валов параллельны, но смещены относительно друг друга. Если меняются и те и другие зазоры, то оси валов находятся под углом и сдвинуты относительно друг друга. В этом случае центровку проводят поэтапно, сначала устраняют сдвиг валов, в затем угол между валами, или наоборот.

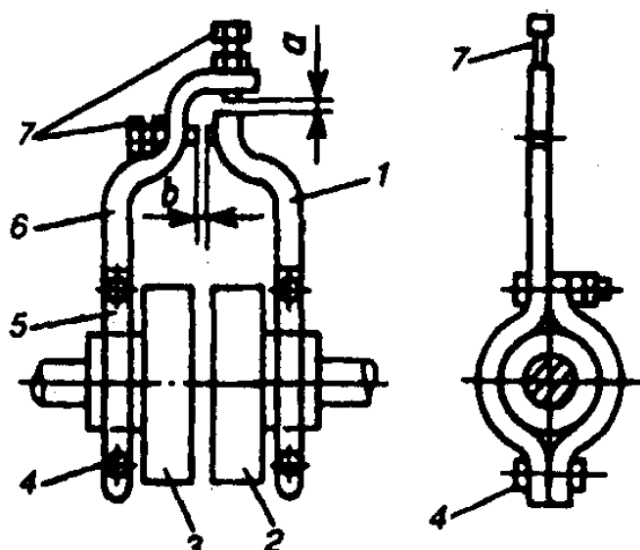


Рисунок 3.4: 1, 6-скобы центровочные; 2, 3-полумуфты; 5-хомут; 4, 7-болты регулировочные

После центровки двигатель и рабочая машина должны быть прикреплены болтами на основание. В процессе этого центровка может быть нарушена, поэтому ее надо проверить. Для соблюдения правил техники безопасности валы закрывают кожухом.

После установки двигателя на фундамент (основание) его необходимо подключить к электрической сети. На статоре 3-х фазного асинхронного электродвигателя размещаются три обмотки, которые подключаются к трёхфазной сети переменного тока. Начала обмоток обозначаются С1, С2 и С3, а концы обмоток соответственно С4, С5 и С6 (рис. 3.5 а). Статорные обмотки могут соединяться в «звезду» (рис. 3.5 б) и в «треугольник» (рис. 3.5 в).

Электропроводку для подключения двигателя к сети выполняют в стальных трубах, металлорукаве или кабелем. Трубу подводят непосредственно к коробке выводов. Для соединения трубы с коробкой используют муфты и сгоны или гибкие вводы. Если проводка проложена в металлорукаве, то для уплотнения ее концов используют втулки из винипласта. Провода, заведенные в коробки, окольцовывают, зачищают и подсоединяют к зажимам клеммников. Клеммные коробки закрывают крышками. Для предотвращения поражения электрическим током людей и животных корпуса электродвигателей и металлические конструкции установки заземляют.

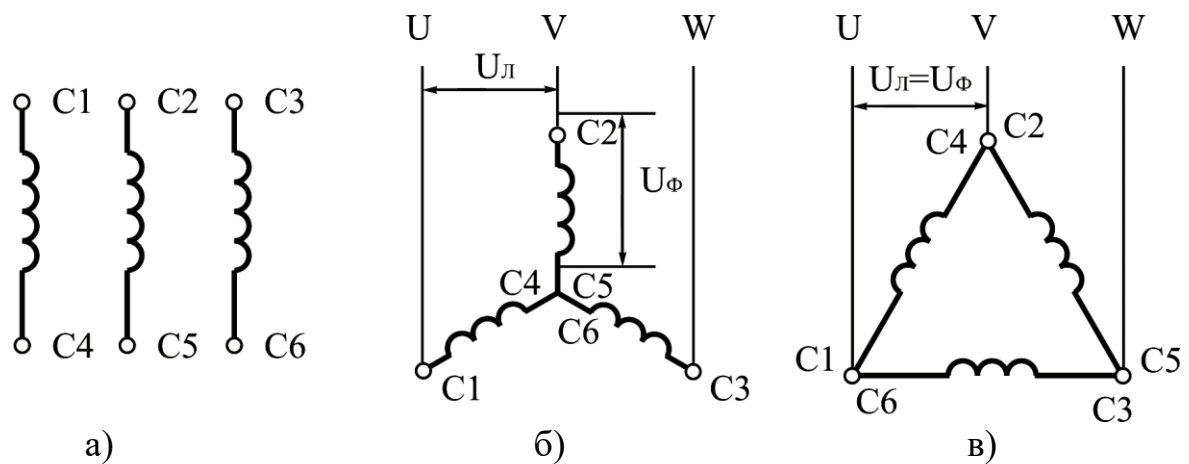


Рисунок 3.5: Схемы соединения статорных обмоток АД

В четырехпроводных сетях, имеющих глухозаземленную нейтраль, все нетоковедущие металлические части соединяют с нулевым проводом, «зануляют». Если будет повреждена изоляция и потенциал попадет на корпус, произойдет короткое замыкание в цепи «фаза-нуль». Сработает защита, и аварийная установка отключится от сети. Каждый двигатель и элемент оборудования зануляют отдельным проводником. Это относится к заземлению.

Качество монтажа проверяют включением двигателя в сеть вхолостую, а затем и под нагрузкой. Предварительно измеряют сопротивление обмоток двигателя, проводки. Проверяют исправность зануления и пускозащитных аппаратов. После этого двигатель отсоединяют от рабочей машины и толчком запускают в работу. При этом не допускают его полного разгона, разгон возможен только до 30% его номинальной скорости. Двигатель отключают и на слух определяют наличие посторонних шумов. При отсутствии последних двигатель включают на один час и проверяют прочность конструкции, степень нагрева обмоток и подшипников (не более 95 градусов). После этого двигатель подсоединяют к рабочей машине и испытывают под нагрузкой 3 часа. Через каждые 30 минут измеряют температуру обмоток (не более 105 градусов для изоляции класса А).

Содержание отчета

- Выполнить эскиз фундамента или другого основания.
- Выполнить эскиз посадочных размеров двигателя.
- Составить дефектационную ведомость электродвигателя.

Контрольные вопросы

- Какие работы предшествуют монтажу электродвигателей?
- Что включает в себя ревизия электродвигателей?
- В чем заключается центровка валов?
- Как выполнить зануление и измерить направление вращения асинхронного двигателя?
- Как опробовать двигатель вхолостую и под нагрузкой?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ОСНОВЫ ПАЙКИ

Цель работы:

Ознакомление с технологическим процессом и приобретение практических навыков лужения и пайки.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

1. Назначение и область применения пайки

В практике выполнения электромонтажных работ при ремонте электрооборудования и эксплуатации электроустановок, наряду со сваркой, для соединения между собой деталей из однородных и разнородных металлов применяется пайка.

Пайка - образование соединения с помощью расплава припоя, при котором создаются межзаточные связи после нагрева соединяемых материалов ниже температуры их плавления, смачивания их припоем, затекания припоя в зазор и последующей его кристаллизации.

Соединение металлов и деталей методом пайки имеет ряд преимуществ перед соединением их сваркой. Главные преимущества заключаются в следующем: соединяемые детали нагреваются до температур, при которых их структура и механическая прочность не изменяются; при соединении деталей и узлов отпадает необходимость в дополнительной обработке мест соединения (как это осуществляется при сварке); оборудование и приспособления, применяемые при пайке, значительно дешевле, чем при сварке; с помощью пайки можно изготовить сложные узлы и детали из различных материалов и сплавов, простых по форме и способу изготовления; высокая прочность соединения; не происходит коробления и деформации соединяемых деталей.

К недостаткам пайки по сравнению со сваркой следует отнести относительную сложность технологического процесса и относительно большую затрату труда на выполнение равноценных соединений. Пайка в электромонтажном производстве и при ремонтных работах применяется только в тех случаях, если не может быть применена электросварка или если пайка является единственным способом соединения деталей, например: пайка петушков обмотки электрических машин, пайка кабельных муфт и др. Основными способами соединений и окончаний проводов и кабелей с медными и алюминиевыми жилами являются опрессовка и сварка (электрическая и термитная).

Сущность пайки заключается в соединении между собой твердых металлических деталей и проводников с помощью расплавленного припоя. Температура плавления припоя должна быть ниже температуры плавления соединяемых деталей. Припой должен хорошо смачивать металл

соединяемых деталей, легко растекаться по поверхности и растворять металл основы у шва в месте пайки.

Поверхность деталей, подлежащих пайке, очищают от окислов и загрязнений механическим и химическим путем. Для химической очистки поверхностей применяются флюсы. Во время нагрева флюсы, соединяясь с окислами, образуют шлак, всплывающий на поверхность припоя. Помимо растворения и удаления грязи и окислов с поверхности соединяемых деталей, флюсы предохраняют металл основы и припой от окисления в процессе пайки. Выбор флюса зависит от применяемого припоя и характеристики соединяемых пайкой металлов.

2. Припой и флюсы

В зависимости от температуры плавления и прочности применяемые припои разделяются на мягкие и твердые. К мягким относятся припои, температура плавления которых ниже 400 °С; к твердым – температура плавления которых выше 500 °С.

Большинство мягких припоев представляет собой сплавы, основой которых являются олово и свинец, а для пайки алюминия – цинк. Назначение и область применения наиболее распространенных марок мягких припоев приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Область применения наиболее распространенных припоев

Марка припоя	Область применения
Оловянно-свинцовые	
ПОС-61	Облуживание предварительно посеребренных, а затем обмедненных поверхностей фарфоровых изоляторов кабельных муфт перед спайкой их на заводе с металлическими головками и фланцами. Пайка проводов к выводам аппаратов телефонного типа
ПОС-50	Пайка медных жил проводов и кабелей, медных заземляющих проводников к стальной броне и свинцовой оболочке
ПОС-40	Пайка медных жил проводов и кабелей, медных заземляющих проводников к стальной броне и свинцовой оболочке, пайка деталей электроаппаратов
ПОС-30	То же, что ПОС-40, и для пайки изделий из цинка, стали, латуни
ПОС-18	Пайка свинца, лужение стальной брони перед припайкой к ней заземляющих проводников, пайка стали, свинца, латуни, цинка, оцинкованного железа
ПОСС-4-6	Пайка свинца со свинцом, оконцеваний и соединений медных жил кабеля и присоединений заземляющих медных жил к броне кабелей при условии предварительного облуживания кабельных жил, наконечников, гильз и брони припоями ПОС-18 или ПОС-30; пайка стали, латуни, белой жести
Серебряные	
ПСр-70	Для пайки токоведущих соединений, если место пайки не должно иметь резкого снижения электропроводности, по сравнению с электропроводностью соединяемых деталей
ПСр-50	Для пайки большинства металлов
ПСр-45	Для пайки стали, никеля, меди, бронзы и пластинок твердых сплавов. Место пайки не подвержено коррозии и не разрушается под воздействием вибраций и ударных нагрузок

ПСр-10	Для пайки черных и цветных металлов, работающих при температуре до 800 °С, а также для пайки пластинок твердых сплавов
Медно-цинковые	
ПМЦ-36	Для пайки латуни, содержащей до 68% меди, а также для тонкого паяния по бронзе
ПМЦ-48	Для пайки медных сплавов с содержанием меди более 68%

Кроме перечисленных оловянно-свинцовых припоев применяются безоловянистые припои (свинец 98,5÷98,9%; цинк 1% и др.). Эти припои намного дешевле оловянисто-свинцовых и применяются для неответственных паек латуни и стали. Механическая прочность пайки безоловянистыми припоями ниже, чем оловянно-свинцовыми припоями. Однако применение припоя без дефицитного олова оправдывает его использование.

Путем добавления в оловянно-свинцовые припои висмута или кадмия достигают снижения температуры плавления припоев на 60÷180 °С. Эти припои могут применяться для пайки тонких оловянных изделий в качестве плавких вставок предохранителей, а также для пайки деталей, особо чувствительных к перегреву. Оловянно-свинцовые припои для пайки изделий из алюминия и его сплавов непригодны, так как свинец сильно снижает коррозионную стойкость паяного шва. Поэтому для пайки алюминия и его сплавов рекомендуют применять легкоплавкие припои, не содержащие свинец и основой которых является цинк.

Важными свойствами припоя являются также растекаемость и способность затекать в узкие зазоры под действием капиллярных сил.

Затекание припоя в зазор - заполнение расплавленным припоем паяемого зазора.

При наличии загрязнений соединяемых поверхностей растекаемость припоя ухудшается и возможно образование несмачиваемых зон, что снижает качество пайки.

При выборе припоя для пайки следует учесть следующее: температура плавления припоя должна быть не менее чем на 60 °С ниже температуры плавления спаиваемых деталей.

Если в одном узле применяют последовательную пайку нескольких деталей, то необходимо использовать припои с последовательно понижающейся температурой плавления; прочность паяного шва должна быть близка к прочности соединяемых деталей; припой в расплавленном состоянии должен хорошо смачивать спаиваемые поверхности, заполнять зазоры между спаиваемыми деталями и не образовывать в месте пайки воздушных раковин, ослабляющих место соединения; расплавленный припой должен обеспечивать непрерывный процесс пайки; при соединении токопроводящих элементов припой должен иметь электропроводность, близкую к электропроводности спаиваемых проводов и деталей; припой должен быть дешевым и недефицитным.

Флюс – вспомогательное вещество. Флюс удаляет окислы с паяемых поверхностей (пленка окислов мешает смачиванию поверхности припоем),

снижает поверхностное натяжение припоя (припой лучше растекается, затекая во все промежутки). Флюс бывает твердым, жидким, в виде геля или пасты.

Механизм действия флюса заключается в том, что окисные пленки металла и припоя под действием флюса растворяются, разрыхляются и всплывают на его поверхности. Вокруг очищенного металла образуется защитный слой флюса, препятствующий возникновению окисных пленок. Жидкий припой замещает флюс и взаимодействует с основным металлом. Слой припоя постепенно увеличивается и при прекращении нагрева затвердевает.

Флюсы разделяются на группы:

1) активные или кислотные (при использовании активных флюсов встает необходимость полностью их смыть с платы, иначе со временем они окислят проводники, а полностью отмыть плату очень сложно), применение которых при электрическом монтаже радиоэлектронной аппаратуры запрещено;

2) антикоррозионные;

3) бескислотные - на основе канифоли. Эта группа флюсов нашла наиболее широкое применение при электрическом монтаже. Остатки бескислотных флюсов легко удаляются спиртом. Такой флюс обладает низкой химической активностью, поэтому требует особо хорошей очистки соединяемых поверхностей от окисных пленок перед пайкой;

4) активированные - на основе канифоли, имеющие в своем составе различные катализаторы (вещества, повышающие активность флюса). Подготовленные поверхности покрывают флюсом непосредственно перед горячим лужением или пайкой.

В качестве флюсов при пайке применяются следующие материалы:

Соляная кислота (разбавленная) применяется при пайке цинка и оцинкованного железа мягкими припоями. Раствор соляной кислоты (15÷20%) образуется добавлением в воду технической соляной кислоты (дымщенся). Категорически запрещается вливать воду в кислоту, так как это вызывает бурную реакцию, сопровождаемую выплескиванием кислоты и возможными травмами работающих. Вливать соляную кислоту в воду нужно небольшими порциями. С соляной кислотой нужно обращаться очень осторожно, так как, попадая на тело, она вызывает ожоги, разрушает ткань одежды, а ее пары оказывают вредное воздействие на органы дыхания.

Раствор хлористого цинка, называемый травленой соляной кислотой, применяется при пайке мягкими припоями стали, меди и медных сплавов. Для пайки алюминия хлористый цинк непригоден.

Канифоль применяется при пайке мягкими припоями меди, медных сплавов (проводников, деталей электро- и радиоаппаратуры), а также алюминия. Канифоль применяется в виде порошка или раствора в спирте.

Нашатырь применяется для очистки рабочей поверхности паяльника. Как флюс он не может быть использован, так как испаряется без расплавления при температуре 160÷180 °С.

Паяльный жир применяется при пайке мягкими припоями медных жил проводов и кабелей, при пайке свинцовых муфт к свинцовой оболочке кабелей, для пайки проводников заземления к броне и свинцовой оболочке кабелей. Паяльный жир состоит из: канифоли, животного жира, нашатыря, хлористого цинка, воды.

Борная кислота применяется при пайке нержавеющей сталей и жаропрочных сплавов.

Для улучшения качества пайки и повышения производительности труда при монтаже электрических цепей рекомендуется применять трубчатый припой с канифольным наполнителем. Припой представляет собой трубку из оловянно-свинцового сплава, внутри которой помещен канифольный флюс. Измененная форма сердцевинки уменьшает вероятность образования пустот в трубчатом припое и перерывов в подаче флюса в процессе пайки.

3. Инструменты для пайки

Для нагрева места пайки и расплавления мягких припоев применяются паяльники и реже паяльные лампы или газовые горелки. При пайке твердыми припоями нагревание изделий и припоев производится паяльными лампами и газовыми горелками, разогрев изделий осуществляют также в кузнечном горне. По способу нагрева паяльники бывают простые, электрические, бензиновые, газовые и ультразвуковые.

Простой паяльник представляет собой кусок меди марки М1, которому придается молотковая или торцовая форма, закрепляемый на стальном стержне с деревянной ручкой. Вес его колеблется от 0,25 до 2 кг в зависимости от размеров спаиваемых деталей и необходимого тепла для разогрева. Простой паяльник периодически нагревается в пламени паяльной лампы или горна. Недостатком простого паяльника является необходимость периодического подогрева его и зачистки рабочей поверхности.

Для пайки монтажных соединений используют электрические паяльники с нагревательным элементом в виде спирали или петли из нихромовой проволоки (рис. 4.1). Требуемую мощность паяльника выбирают в зависимости от массы и марки соединяемых деталей.

При монтаже радиоэлектронной аппаратуры припоем ПОС40 применяют паяльники мощностью 50, 75, 120 Вт с питанием от сети переменного тока напряжением не более 36 В. Паяльники на 75 и 120 Вт используют для пайки соединений со значительной массой металла (провода большого сечения, кабельные наконечники, корпусные лепестки и др.). Для пайки припоем ПОС61 применяется паяльник мощностью 35 Вт.

По конструкции электрические паяльники бывают трех типов: молотковые, торцевые и Г-образные. Все они имеют существенные недостатки: большую потерю времени на разогрев жала, окисление жала, так как оно постоянно нагрето, непроизводительный расход электроэнергии.

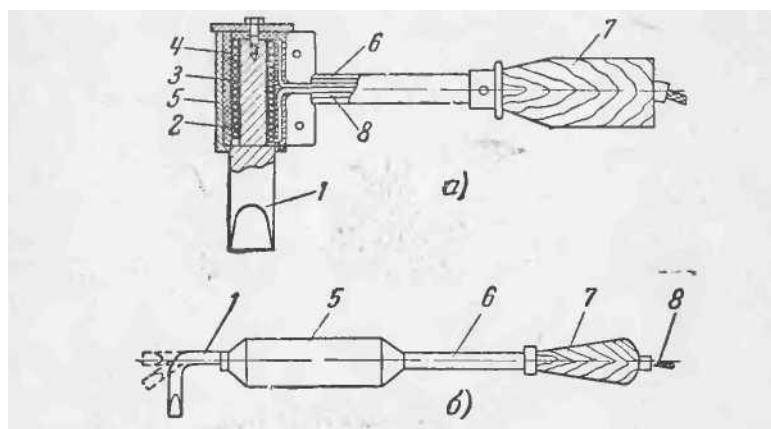


Рисунок 4.1 – Электрические паяльники с нагревателями из нихромового сопротивления.

1 – медный рабочий стержень; 2 – сопротивление из нихромовой проволоки; 3 – изоляция; 4 – слой термоизоляции; 5 – металлический кожух; 6 – металлическая трубка; 7 – деревянная ручка; 8 – провод.

Во избежание быстрого охлаждения нагревательный элемент заключается в металлический кожух, заполняемый асбестовой изоляцией.

Для проведения высококачественной пайки температуру рабочего стержня паяльника необходимо контролировать и, при необходимости регулировать. Для этого в промышленности применяют паяльники с автоматическим регулятором температуры или с автоматической подачей припоя.

При правильно выбранной температуре паяльника припой должен быстро плавиться, но не стекать с рабочей части паяльника (жала), а канифоль должна не сгорать мгновенно, а оставаться на жале в виде кипящих капелек.

Качество монтажных соединений во многом зависит от правильности заточки жала паяльника. Наиболее удобной формой жала считается четырехгранная. Поверхность должна быть ровной, без раковин, очищенной от нагара и хорошо облуженной.

Пайка монтажных соединений должна обеспечивать надежность электрического контакта и необходимую механическую прочность. Поверхность деталей, подлежащих пайке, перед монтажом надо подвергнуть горячему лужению предпочтительно припоем, применяемым при пайке.

Количество флюса, наносимого на место пайки - минимальное. Обильное смачивание флюсом недопустимо. Время пайки и лужения выводов электрорадиоэлементов не должно превышать величину, указанную в руководящих технических условиях на элементы конкретных типов. При отсутствии таких ограничений длительность процесса пайки или лужения не более 5 с. Поверхность паяных соединений следует очищать тканью из безворсового материала (например, хлопчатобумажной бязью) или кисточкой, смоченной спиртом или спирто-бензиновой смесью. Очищать паяные соединения надо после каждой пайки.

4. Подготовка соединяемых деталей для пайки

При пайке детали соединяются между собой: и стык, косым швом, в нахлестку, двумя нахлестками, в стык двумя нахлестками и т.д.

Так как прочность паяного соединения прямо пропорциональна площади спаиваемых поверхностей, то наиболее прочными являются соединения швами в нахлестку.

Подготовленные для пайки поверхности должны быть подогнаны друг к другу в зависимости от принятого способа соединения (типа шва). Затем напильниками, стальными щетками или шлифовальными кругами эти поверхности зачищаются. В случае обработки шлифовальными кругами сжатым воздухом удаляют с поверхности деталей оставшиеся песчинки.

Процесс удаления с поверхности металлов окислов, ржавчины и окалины в растворах кислот, солей и щелочей называется травлением. Наиболее распространено травление путем погружения изделий в кислотоупорную емкость, заполненную раствором серной или соляной кислоты.

Время травления, температура и концентрация раствора должны выбираться таким образом, чтобы окислы растворялись быстро, а травление основного металла изделия было бы как можно меньше.

Изделия из алюминия и его сплавов рекомендуется травить в 10÷20%-ном растворе щелочей при температуре 50÷80 °С. Время травления 1÷2 мин. При пайке жил проводов и кабелей спаиваемые поверхности не протравливаются во избежание повреждения изоляции.

5. Пайка медных жил проводов и кабелей

Соединение медных жил проводов и кабелей между собой осуществляется в медных гильзах. Для оконцевания кабелей применяются медные наконечники. В качестве флюса при пайке медных жил применяется паяльный жир.

С концов жил, на которые припаиваются наконечники, снимается изоляция так, чтобы между оставшейся изоляцией и наконечником был зазор 10 мм. Зачищенные жилы промываются бензином и смазываются паяльным жиром. Если для пайки применяется мало-оловянистый припой (например ПОС-18), следует концы жил предварительно облудить припоем ПОС-30. После этого на жилы надевают наконечники и снизу обматывают их асбестовым шнуром, который препятствует вытеканию припоя из наконечника при пайке.

6. Пайка алюминиевых жил проводов и кабелей

Технология соединения и оконцевания жил алюминиевых проводов и кабелей методом пайки определяется сечением проводов и маркой применяемого припоя

Пайка однопроволочных жил проводов сечением 4÷10 мм² производится припоем марки А. До пайки с концов соединяемых проводов снимается изоляция и оголенные жилы зачищаются до металлического блеска. Затем провода соединяются внахлестку двойной скруткой, с образованием желобка

в месте касания этих жил (рис. 4.2). Соединенные скруткой провода нагреваются пламенем паяльной лампы или газовой горелки до температуры, близкой к температуре плавления припоя. Желобок протирается нажимом палочки припоя, который вводится в пламя лампы. В результате трения оксидная пленка сдвигается, а желобок начинает облуживаться и заполняться припоем по мере прогрева места соединения. Таким же образом облуживается вторая сторона желобка и все внешние поверхности и места скрутки жил. После пайки соединяемые провода очищаются.

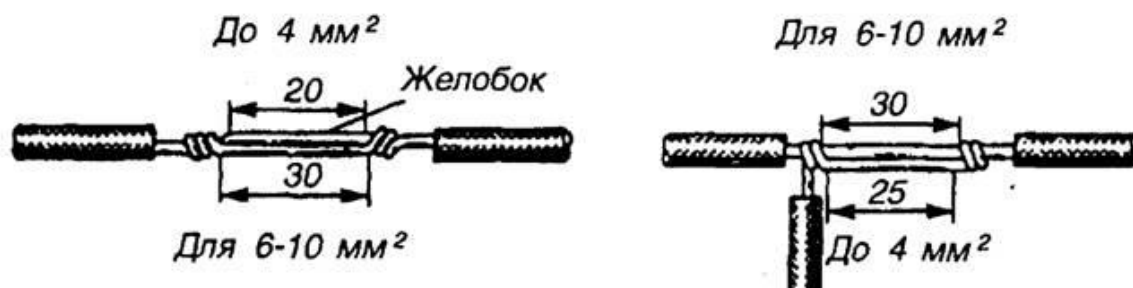


Рисунок 4.2. – Пайка алюминиевых жил

7. Техника безопасности при пайке

При работе с электрическими паяльниками следует соблюдать меры, предотвращающие поражение рабочего электрическим током. Ручка паяльника должна быть из изоляционного материала к сухой.

Запрещается производить пайку медно-цинковыми припоями или припоями, содержащими кадмий, в помещениях, не имеющих принудительной приточно-вытяжной вентиляции.

Во время нагрева паяльника и деталей, а также при пайке необходимо принять меры предосторожности от ожогов. Работать со щелочами и кислотами нужно в резиновых перчатках, спецодежде из кислотостойкой ткани и в предохранительных очках.

При (попадании кислоты или щелочи на кожу или в глаза пораженное место следует в течение 10÷15 мин промыть проточной водой и наложить примочку: при ожогах кислотами – из содового раствора (чайная ложка соды на стакан воды) или нашатырного спирта; при ожогах щелочью — из слабого раствора уксуса или борной кислоты (одна чайная ложка на стакан воды).

Типичные ошибки начинающих и методы их исправления

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

Начинающие монтажники расплавляет немного припоя и с некоторой задержкой подводит его к месту пайки. При этом часть флюса испаряется,

припой не имеет защитного слоя и на нем образуется оксидная пленка. Профессионал, напротив, всегда касается места пайки одновременно паяльником и припоем. При этом место пайки обволакивается каплей чистого расплава еще до того, как флюс успеет испариться.

Начинающие монтажники часто не уверены, не перегрето ли место припоя. Они слишком рано отводят жало паяльника от места пайки, затем вынуждены опять подводить его для подогрева, вновь отводят, и т.д. Результатом является серое место пайки с неровными границами, так как соединяемые детали были нагреты недостаточно сильно, а сам процесс длился слишком долго. Мастер, напротив, нагревает место пайки быстро и интенсивно и завершает процесс резко и окончательно.

Паяемость

Отлично паяются: олово (белая жечь), палладий, золото, серебро, родий.

Хорошо паяются: медь, бронза, латунь, свинец.

Удовлетворительно паяются: углеродистые стали, низколегированные стали, цинк, никель.

Плохо паяются: алюминий, алюминиевая бронза, высоколегированная сталь, нержавеющая сталь.

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

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить теоретическую часть лабораторной работы.
2. Ознакомиться с методами и способами пайки проводов электрическим паяльником
2. Изучить устройство электропаяльника
3. Нарисовать в тетради эскиз электропаяльника
4. Выполнить оконцевание жилы медного провода:
 - а) Отрезать монтажный провод необходимой длины
 - б) Зачистить провод от изоляции
 - в) Залудить концы проводов. Во время лужения разогретое жало паяльника необходимо подвести к проводу одновременно с припоем. Провод необходимо хорошо разогреть, чтобы припой равномерно распределился по поверхности жгута. Легкое потирание жалом помогает распределению припоя по всей длине лужения.
 - г) Оконцевать жилу медного провода.
5. Оформить отчет о проделанной работе.

ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

- 1) Название работы;
- 2) Краткие теоретические сведения по работе;
- 3) Используемые материалы и инструмент;
- 4) Эскиз паяного изделия.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково назначение флюса?
2. В чем заключается технологический процесс лужения? Каково его назначение?
3. Какие типы электрических паяльников вы знаете?
4. Для чего необходимо контролировать температуру пайки? Каким образом может осуществляться этот контроль?
5. Какую величину составляет допустимое время пайки и лужения выводов электрорадиоэлементов?
6. Что обеспечивает лучшую подготовку поверхности к пайке: механическая очистка поверхности или химическое травление?
7. Что такое припой?
8. Какие характеристики припоя имеют наибольшее значение при пайке?

Основная литература:

1. Коломиец, А. П. Монтаж электрооборудования и средств: учеб. для вузов / А. П. Коломиец [и др.]. - М.: Академия, 2007. - 351с.
2. Акимова, Наталия Абрамовна. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования: учеб. пособие для сред. проф. образования / Н. А. Акимова, Н. Ф. Котеленец, Н. И. Сентюрихин; под ред. Н. Ф. Котеленца. - 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2005. - 295 с.: ил.

Дополнительная литература:

3. Коломиец, А. П. Устройство, ремонт и обслуживание электрооборудования в сельскохозяйственном производстве: учеб. для начального проф. образования / А. П. Коломиец [и др.]. - М.: Академия, 2003. - 368 с.: ил.
4. Воробьев, Виктор Андреевич. Эксплуатация и ремонт электрооборудования и средств автоматизации: учеб. для сред. спец. учеб. заведений / В. А. Воробьев. - М.: КолосС, 2004. - 335 с. : ил.
5. Сибикин, Юрий Дмитриевич. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок: учеб. пособие для начальных проф. учеб. заведений / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. - М.: Высш. шк., 2003. - 461 с.: ил.
6. Ерошенко, Г. П. Эксплуатация электрооборудования: учеб. для вузов / Г. П. Ерошенко [и др.]. - М.: КолосС, 2008. - 343 с.: ил.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины:

1. Полуянович, Николай Константинович. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий [Электронный учебник] / Н. К. Полуянович, 2012. - 400 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2767...